

**DESCRIPTION**  
**MINÉRALOGIQUE ET GÉOLOGIQUE**  
**DU VAR**  
**ET**  
**DES AUTRES PARTIES DE LA PROVENCE**  
**AVEC APPLICATION**  
**DE LA GÉOLOGIE A L'AGRICULTURE**  
**AU GISEMENT**  
**DES SOURCES ET DES COURS D'EAU,**

PAR

**LE COMTE H. DE VILLENEUVE-FLAYOSC,**

Ingénieur en chef des mines,  
Professeur de Drainage et de Législation à l'École impériale des Mines,  
Ex-inspecteur général d'Agriculture,  
Vice-Président de la Société météorologique de France,  
Membre de plusieurs Sociétés savantes et agricoles.



**PARIS,**  
**VICTOR DALMONT, ÉDITEUR,**

Successeur de Carilian-Geury et V<sup>or</sup> Dalmont,  
LIBRAIRE DES CORPS IMPÉRIAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES,  
Quai des Augustins, 49.

—  
1856

# TABLE DES MATIÈRES.



	Pages.
AVERTISSEMENT . . . . .	XXI
PRÉLIMINAIRES . . . . .	1
Importance générale des recherches géologiques. . . . .	3
Applications industrielles et agricoles . . . . .	3
Applications de la géologie à la recherche des eaux, sources sous-marines, sources en nappes, sources de cavernes.	10
Auteurs de renseignements fournis pour cet ouvrage. . . . .	13
Division de l'ouvrage. . . . .	15

## PREMIÈRE PARTIE.

Topographie du Var. . . . .	17
Division du Var en trois zones ou régions vallées, chaînes de montagnes, clues. . . . .	18
Exhaussement progressif du sol du Var vers l'est. . . . .	21
Pente en long du département. . . . .	22
Pente en travers. . . . .	23
Pente sous-marine. . . . .	<i>ib.</i>
Rapports de la pente sous-marine avec la pente extérieure.	25
Rapports de la climatologie du Var avec sa topographie. . . . .	26
Variation des limites de végétation de l'olivier. . . . .	27

## DEUXIÈME PARTIE.

Description des terrains stratifiés et non stratifiés . . . . .	31
Division chimique et chronologique des terrains stratifiés.	32
Bande occupée par les terrains primaires et de transition.	33
Division en noyau occidental, groupe de l'Averne, et en noyau occidental, groupe de l'Esterel. . . . .	35
Masses dominantes dans les terrains primaires ou primitifs.	



	Pages.
— Le granite a joué le rôle de <i>roche soulevante</i> . . . . .	36
Passage du granite à petits grains à celui à gros grains et au gneiss. . . . .	38
Syénite et amphibolite schisteuse. — Analogie de ces roches avec les granites et les gneiss. — Passage du porphyre noir à la syénite entre Saint-Raphaël et Agay. — Analogies avec les bords des lacs Majeur et Lugano et avec la Corse. . . . .	41
Passage des porphyres noirs aux trappites et aux basaltes.	42
Carbonate de chaux dans les productions ignées . . . . .	43
Les porphyres rouges de l'Esterel sont un métamorphisme de grès secondaires. . . . .	44
La différence chimique des roches plutoniques et des roches primitives se caractérise par l'abondance de la silice et de l'oxygène. . . . .	46
Distribution topographique des roches feuilletées primitives et des granites; substances disséminées dans ces roches . . . . .	47
Altération des roches, transformation du gneiss en kaolin au contact de la roche amphibolique à Grimaud . . . . .	49
Altération des granites au contact des trappites. . . . .	50
Altération par les dykes basaltiques . . . . .	51
Puissance approximative des roches feuilletées primitives entre Hyères et Plan de la Tour. . . . .	53
<i>Deuxième section.</i> — Terrain de transition. . . . .	55
Terrain de transition ancien ou cambrien gris micacé et quartzite, phyllade. — Description de ces roches . . . . .	56
L'apparition des granites autour du noyau de l'Esterel. — Coïncidence avec l'absence des quartzites et des phyllades. . . . .	62
Terrain de transition récent ou silurien. . . . .	63
Rapports de la composition de la grauwaacke avec les roches qu'elle touche. . . . .	64
Faible puissance de cette formation. . . . .	<i>ib.</i>
Discordance de la grauwaacke avec la roche qui la supporte. — Concordance avec le grès houiller. . . . .	65
Diminution des parties feldspathiques et accroissement de la silice et de l'argile dans les terrains de transition comparés aux roches primitives. . . . .	66

	Pages.
Analogies et différences du terrain de transition des Ardennes, des Maures et des Alpes. . . . .	68
<i>Troisième section.</i> — Terrain de grès houiller des Maures.	71
Sa composition et ses altérations; sa liaison avec le terrain de transition récent ou silurien. . . . .	<i>ib.</i>
Empreintes végétales du terrain houiller des Maures . . . . .	79
Continuité et étendue de ce terrain . . . . .	80
Grès rouge poudingue placé à sa base . . . . .	81
Sa composition et son altération. — Calcaire analogue au zechstein terminant le grès rouge. . . . .	82
Grès vosgien, sa composition et sa puissance. . . . .	85
Porphyres d'Agay à Saint-Raphaël. . . . .	87
Grès bigarré. — Composition minéralogique, chimique et puissance. — Son rôle géologique, ses débris organiques.	88
Tableau résumé des terrains silurien, grès houiller, grès rouge, grès vosgien et grès bigarré. . . . .	93
Grande supériorité de la puissance de ce grès sur ceux qui leur correspondent dans la Haute-Saône. . . . .	95
Caractères généraux des grès secondaires des Maures . . . . .	96
Série calcaire. — Sa division . . . . .	103
Calcaire conchylien ou muschelkalk. — Composition chimique, étages de ce dépôt, sa puissance, ses débris organiques. — Lignites, gypses, altérations et accidents de stratification . . . . .	<i>ib.</i>
Calcaire jurassique; sa division en deux types: l'un magnésien, entre Brignoles et Antibes; l'autre marneux, entre Toulon et Brignoles. . . . .	113
Les fossiles du type marneux correspondent au lias supérieur. . . . .	115
Dolomification du type marneux . . . . .	116
Jura moyen et supérieur. . . . .	117
Discordance de stratification entre le grès vert et le calcaire à chama supérieur. . . . .	120
Passage insensible du calcaire à chama supérieur au terrain néocomien . . . . .	121
Le terrain néocomien a plus de rapports avec la craie.	122
Variation de composition et de fossiles présentés par le calcaire jurassique et calcaire jurassique supérieur, à l'est de Grasse. — Rapprochement de ce dernier dépôt	

	Pages.
avec le jura supérieur de la Bourgogne . . . . .	123
Étage jurassique moyen . . . . .	135
Gypse et lignite placés à sa base. . . . .	<i>ib.</i>
Étage à calcaires ferrugineux. . . . .	137
Étage supérieur du jura moyen . . . . .	140
Calcaire jurassique supérieur et calcaire à chama. . . . .	142
Divisé en trois étages : étage inférieur avec marnes, lignites. . . . .	144
Étage moyen, étage supérieur, carrière de pierres de taille de Cassis. . . . .	146
Altération des couches du jura moyen et gypses. . . . .	<i>ib.</i>
Dolomification au fort Faron de Toulon. . . . .	149
Altération des marnes du jura supérieur. — Terriers de Mougins. . . . .	<i>ib.</i>
Altération des calcaires compactes. — Marbres d'Ampus. . . . .	150
Grottes, cavernes et ragages, à Mons, à Vaucluse. . . . .	151
Aspect de colonnades et de ruines présenté par les cal- caires magnésiens altérés par les eaux corrosives. . . . .	152
Aspect cristallin des calcaires modifiés par l'action ignée. . . . .	153
Distribution et étendue considérables des calcaires du jura du sud-est de la France . . . . .	154
Comparaison des divers étages jurassiques dans la Haut- Saône, l'Isère, les Basses-Alpes et le Var. . . . .	155
Formation crétacée subdivisée en trois sédiments. . . . .	160
Terrain néocomien du sud-est de la Provence . . . . .	161
Calcaires siliceux, marnes et sables néocomiens de la Bedoule à Roquefort . . . . .	162
Calcaires marneux, marnes bleues, marnes vertes, cal- caires et grès. . . . .	163
Étage supérieur néocomien du plateau de Cuges. . . . .	164
Terrain néocomien du nord du Var. . . . .	167
Fossiles de ce terrain. . . . .	168
Différences des deux types néocomiens . . . . .	171
Grès vert du sud-ouest . . . . .	173
Étage inférieur du grès vert. . . . .	175
Étage supérieur. . . . .	176
Accroissement progressif de la puissance du grès vert de- puis Brignoles jusqu'à la Ciotat. . . . .	177
Formation crétacée du sud-ouest. — Craie proprement dite. . . . .	<i>id.</i>

	Pages.
Craie supérieure, lignites Jayet de la Cadière des environs de Toulon, de Brignoles et de la Sainte-Baume (Var), et de la Pomme et Martigues (Bouches-du-Rhône).	181
Craie du nord-est . . . . .	184
Craie supérieure du nord du Var. — Nummulites des bords de l'Estéron. — Cyclades et lignite au pied de l'Achens.	185
Parallèle des deux systèmes crétacés du sud-ouest et du nord-est de la Provence. — Circonstances qui ont présidé à leur formation. . . . .	188
Évaluation de la masse totale de carbonate de chaux solidifiée dans les calcaires secondaires mise en regard des silicates des terrains de terrains antérieurs. . . . .	193
Terrains tertiaires et ses subdivisions. . . . .	194
Succession immédiate du tertiaire ancien du Fuveau à la craie supérieure. . . . .	195
Composition des calcaires de Fuveau. — Analyses de M. Diday. . . . .	198
Étage inférieur de Fuveau. . . . .	199
Étage supérieur de Fuveau et Pourcieux. . . . .	200
Terrain tertiaire ancien de Saint-Maximin, Seillons et Ollières. . . . .	203
Altérations des calcaires tertiaires confirmées par les analyses de M. Diday. . . . .	204
Bassin de Nans et Saint-Zacharie. — Lignites exploités . . . . .	206
Terrain tertiaire moyen. — Bassin de l'Huveaune. — Tertiaire moyen de l'Argens, vers Brue, Barjols et le Val. — Au logis de Nans. . . . .	211
Bassin de la Bresque . . . . .	212
Mollasse supérieure du Puget et des bords du Blavet. . . . .	<i>ib.</i>
Faibles épaisseurs des terrains tertiaires de la vallée de l'Argens. — Grande puissance des terrains tertiaires de la Durance . . . . .	216
Mollasse de la Siagne, près d'Auribeau. — Mollasse du bassin du Var. — Terrain tertiaire supérieur. — Terrain d'eau douce intercalé entre la mollasse marine et le terrain tertiaire supérieur ou <i>transport ancien de la Durance</i> . . . . .	224
Terrain tertiaire des bords du Verdon. . . . .	225
Terrain de Foz-Amphoux avec ossements de Sauriens. . . . .	227

	Pages.
Tufs de la Bresque et de Nartuby. . . . .	229
Terrain tertiaire du Gapeau. — La craie d'Hyères. . . . .	234
Terrain tertiaire supérieur de la Siagne. . . . .	232
Poudingue de la rivière du Var. . . . .	<i>ib.</i>
Dislocations vers Nice du poudingue du Var. . . . .	234
Brèches osseuses de Grasse, Antibes et Nice . . . . .	235
Grande masse d'argile rouge dans les dépôts du Var et du Verdon. — Son origine probable. . . . .	237
Terrain diluvien. — Cailloux diluviens du Rhône, de la Durance, du Verdon et du Var. — Brèche sous la terre végétale de Draguignan, Grasse et Toulon. — Corrosions des eaux diluviennes. — Génération de gypses à la pé- riode diluvienne. — Relations entre les érosions cal- caires et les amas gypseux. . . . .	244
Vues générales sur la formation des terrains tertiaires aux dépens des terrains secondaires. . . . .	<i>ib.</i>
Période actuelle. — Alluvions et dépôts. . . . .	245
Terres végétales dues à la décomposition des roches sous- jacentes. — Terres rouges provenant de marnes noi- râtres. . . . .	247
Décomposition rapide des terrains des Maures. . . . .	248
Altération des pierres volcaniques, des terrains marneux et gypseux. . . . .	249
Composition des terres végétales comparées à la roche mère. . . . .	252
Altération des calcaires siliceux et dolomitiques. . . . .	253
Altération des calcaires compactes, leurs résidus ferrugi- neux. . . . .	<i>ib.</i>
Formation des cavernes. — Limons et eaux intérieures. . . . .	255
Grottes à stalactites . . . . .	256
Grottes de Mons, de Villecrose et de Barjols. . . . .	257
Ravages, gouffres et crevasses. . . . .	260
Décomposition des poudingues. . . . .	261
Effets de la végétation sur la décomposition ou sur la con- servation des roches. . . . .	262
Déjections des torrents . . . . .	263
Érosions des rivières et torrents. — Corrosions des tufs aux bords de l'Argens et de Nartuby. . . . .	264
Dépôts tourbeux à l'embouchure du Var. . . . .	265

	Pages.
Dépôts de la Siagne, de la Molle et de l'Argens. . . . .	266
Envasement de la rade de Toulon. . . . .	<i>ib.</i>
Action actuelle des volcans du Var. — Exhaussement moderne du rivage de Nice. . . . .	268
Résumé des terrains tertiaires. . . . .	269
Tableau général de l'épaisseur des terrains de sédiment du Var . . . . .	272
Divers états des roches ignées. . . . .	273
Classification chronologique des produits ignés. . . . .	276
Produits ignés antédiluviens. Première classe. — Produits ignés diluviens. Deuxième classe. . . . .	280
Relations des terrains ignés avec les dislocations des couches. . . . .	281
Énergie des soulèvements du Var . . . . .	283
Modifications des roches du Var par les soulèvements . . . . .	284
L'escarpe des montagnes est en face des foyers volcaniques . . . . .	285
Exemple de dépression ou écrasement des terrains vers l'embouchure du Var . . . . .	287
Filons, fractures et clues. . . . .	<i>ib.</i>
Clues parcourues par la Cagne, le Loup, la Siagne et le Verdon . . . . .	288
La distribution du terrain tertiaire est étrangère à ces clues du Verdon ; celles-ci sont postérieures au dépôt tertiaire. . . . .	<i>ib.</i>
La clue du Gapeau, à Belgentier, est antérieure au tuf. . . . .	289
La clue de l'Achens et Brouis, à la Bastide d'Esclapon, date de la période de la craie . . . . .	<i>ib.</i>
Dans les clues, les mouvements du nord au sud se sont plus longtemps maintenus que les autres fractures. . . . .	<i>ib.</i>
Rapports entre la gangue des filons et la nature de la roche enveloppant le filon. . . . .	290
Rapports entre l'altération des parois des filons et l'altération des parois remplies par des dyckes volcaniques . . . . .	292
Différences dans les matières de remplissage des filons et les matières formant les dyckes. . . . .	293
Discontinuité des filons de la Provence . . . . .	<i>ib.</i>
Parallélisme des dyckes et des filons . . . . .	294
Influence des failles. — Modifications éprouvées par les dépôts de combustibles. — Métamorphisme des roches. — Exemple du bassin d'Agay. . . . .	296

	Pages.
Exemple sur la route de l'Esterel, à l'ouest de l'auberge de l'Esterel. . . . .	297
Formation de gypses et de dolomies ; conséquence des soulèvements. . . . .	298
Absence de gypses et de dolomies produits par sublimation. . . . .	<i>ib.</i>
Dolomies par déplacement ou transport moléculaire. . . . .	299
Calcaires fissurés et pénétrés de filons spathiques. . . . .	<i>ib.</i>
Roches volcaniques anciennes ; identité d'origine et de rôle entre les mélaphyres et les amphibolites . . . . .	301
Dans les localités où paraissent les amphibolites, l'escarpe est du côté de cette roche comme pour les foyers volcaniques . . . . .	302
Amphibolites bien cristallisés, amphibolites à petits cristaux. . . . .	303
Identité de rôle des granites et des amphibolites . . . . .	<i>ib.</i>
La production des roches ignées a été continue en Provence depuis les granites jusqu'aux derniers épanchements volcaniques. . . . .	305
Tableau mettant en rapport l'âge des principaux sédiments avec la formation de poudingues et l'apparition de roches ignées. . . . .	306
Age des montagnes et des vallées. . . . .	307
Rapports entre l'apparition des montagnes et les émissions de roches ignées. . . . .	308
Soulèvements successifs sur un même massif. — Cinq soulèvements ont agi sur la Sainte-Baume depuis le calcaire à chaux jusqu'après le terrain tertiaire supérieur. . . . .	309
Sainte-Victoire a éprouvé aussi cinq dislocations. . . . .	311
Parallélisme des grandes lignes de soulèvement. . . . .	312
Lignes de soulèvement infléchies autour de l'Achens. — Massif principal du nord-est du département . . . . .	313
Ligne de soulèvement nord 15° et 18° ouest. . . . .	<i>ib.</i>
Le cours du Verdon a été imposé par les fractures. . . . .	314
Comparaison de la ligne du littoral de la mer avec celle du cours du Verdon. . . . .	315
Grande ligne de failles, depuis Hyères jusqu'aux rives du Rhône et de l'Écluse, à Saint-Sorlin. — Influence de cette ligne sur les terrains et les montagnes du département du Var . . . . .	316

	Pages.
Vallées d'érosion. . . . .	317
Vallée d'érosion de Saint-Maximin à Brignoles. . . . .	318
Vaste système d'érosion tournant autour des Maures, depuis Hyères et Toulon jusqu'à Cannes . . . . .	319
Relations de ces érosions avec les gypses. . . . .	320

## TROISIÈME PARTIE.

Causes du retard et de l'extension donnée aux recherches sur les dislocations du département du Var. . . . .	321
Systèmes de dislocation de la Provence. . . . .	322
Principale ligne du nord au sud. . . . .	323
Position symétrique du méridien de Toulon relativement aux lignes volcaniques de la France, de la Lombardie et des bords du Rhin. . . . .	<i>ib.</i>
Position symétrique du méridien de Toulon relativement aux bassins des rivières. . . . .	324
Rôle géologique du méridien de Toulon; il est le lieu de rencontre d'axes de dislocation perpendiculaires entre eux . . . . .	325
Prolongement géologique de ce méridien. . . . .	326
Une ligne parallèle au méridien de Toulon limite à la fois le muschelkalk du Var et celui des Vosges. . . . .	327
Autre parallèle au méridien de Toulon, partant du centre de Porquerolles et dessinant la grande faille nord-sud du lias de Metz. . . . .	328
Masses correspondantes du massif du Monestier dans les Alpes, et du massif de l'Averne dans les Maures. . . . .	329
Dislocation nord-sud, qui met en rapport l'Esterel et le mont Blanc. . . . .	<i>ib.</i>
Dans les Vosges et dans les Maures, les terrains primaires sont limités par les mêmes lignes nord-est. . . . .	330
Analogies de composition des roches cristallines et des serpentines des Vosges et des Maures . . . . .	331
Reproduction de la ligne nord-sud dans les feuillets des roches anciennes des Maures. . . . .	332
Position symétrique du méridien de Toulon relativement aux terrains primitifs des Alpes et du plateau central de	



	Pages.
la France . . . . .	334
Dislocations perpendiculaires au méridien de Toulon. — Les dépôts de craie à hippurites et les masses de lias de la basse Provence répondent à ceux du bas Languedoc et des Pyrénées . . . . .	336
Chaîne de Gabrières dans le Var; son prolongement jus- qu'en Italie et jusqu'à la côte de l'Océan . . . . .	<i>ib.</i>
Crête de Sainte-Victoire et du Bessillon, axe des îles des Lérins . . . . .	337
Ligne du golfe de Marseille au golfe de Grimaud . . . . .	<i>ib.</i>
Ligne de Saint-Mandrier; son prolongement aux Pyrénées.	338
Ligne des confluent de la Durance au Rhône et de la Vinca au Var . . . . .	339
Axe de Saint-Giniès, au-dessus de Sisteron, alignant la cime du Ventoux avec le prolongement de la mollasse d'Abros . . . . .	<i>ib.</i>
Ligne est-ouest, formant la limite du calcaire à gryphées, entre Castellane et le pied de l'Achens . . . . .	<i>ib.</i>
Ligne est-ouest, des masses ignées de Clermont-Lodève aux masses ignées de l'Esterel. . . . .	<i>ib.</i>
Cinq alignements est-ouest sont signalées par le lias en Provence : 1° auprès de Toulon, 2° auprès de Brignoles, 3° auprès d'Aix, 4° auprès de Castellane, 5° auprès de Sisteron et Saint-Giniès . . . . .	340
L'axe de symétrie de l'est à l'ouest, entre les Vosges et les Maures, passe par le mont Blanc, les masses volcaniques du lac Majeur et celles du Puy-de-Dôme . . . . .	<i>ib.</i>
Lignes d'eaux est-ouest : 1° du golfe de Gênes à l'étang de Saint-Julien (Landes) . . . . .	341
2° Du golfe de Trieste à Lyon et la bouche de la Gironde.	342
3° De l'embouchure du Danube à celle de la Loire . . . . .	<i>ib.</i>
Parallèle des terrains des Vosges avec ceux des Maures; analogie du grès houiller et du grès vosgien dans les deux régions . . . . .	342
Comparaison des dislocations des Vosges et des Maures. . . . .	345
Bassins houillers dirigés est-ouest, dirigés nord 14° est, et dirigés est 35° nord. . . . .	346
Système des ballons des Vosges dans les Maures . . . . .	347
Ligne est 21° nord, dans les terrains primitifs des Vosges	

	Pages.
et des Maures . . . . .	348
Rapport entre les dislocations du grès vosgien des Maures et celui des Vosges . . . . .	349
Rapports des roches de la forêt Noire et du grand-duché du Rhin avec la côte occidentale de Six-Fours . . . . .	350
Rapports de direction entre l'axe moyen des terrains houil- lers de Sauvebonne et de Six-Fours et la ligne du mont Rose au mont Viso . . . . .	351
Ligne de dislocation du muschelkalk du Thuringerwald re- tracée à Toulon . . . . .	352
Soulèvement du muschelkalk vers le Bianson et la Siagne. — Rapport de ce soulèvement avec celui des masses les plus méridionales du grès vosgien dans les Vosges. . . . .	353
Dislocation nord-sud de Toulon, ligne des eaux thermales de Digne à Plombières . . . . .	355
Ligne du système jurassique de Trèves à Mézières, ou sys- tème de Cabrières. — Chaînon de Saint-Mandrier, près Toulon . . . . .	357
Chaîne de l'Estaque, près Marseille . . . . .	358
Soulèvement du lias de Lodève sur l'axe de Cabrières. — Petits bassins de calcaire jurassique du cap Croisette à la source du Gapeau. . . . .	358
Trace du système est-ouest dans la limite du bassin de craie de la Cadière . . . . .	359
Ligne des bassins crétacés de Nice aux bords de la Durance. — Rivage formé par le lias et le calcaire jurassique, de Castellane à Sainte-Affrique et vers San-Remo . . . . .	<i>ib.</i>
La dislocation de Cabrières est une limite paléontologique, soit pour le calcaire à chama, soit pour la craie alpine et la craie pyrénéenne. . . . .	360
Dislocation est 43° 1/2 nord, ligne générale de la plus grande vallée du Var, de Toulon à Grasse. . . . .	361
Relation de la vallée principale du Var avec celle de la Stura et du Tanaro en Italie. . . . .	363
Système nord 43 à 44° ouest, du Puy-de-Dôme à Roquebrune. . . . .	364
Système du Viso, axe de Mirabeau à Belgentier . . . . .	368
Axe de Montmeyan à Quinson . . . . .	369
Axe d'Antibes à Grasse; dislocation du grès vert entre Marseille et Toulon . . . . .	370

	Pages.
Système de la Sainte-Baume. . . . .	370
Age géologique des principales vallées de l'est et de l'ouest de la Provence . . . . .	371
Analogies entre les terrains crétacé et éocène des Pyrénées- Orientales et ceux du Var. . . . .	371
Système des Pyrénées, d'Avignon à l'Esterel . . . . .	372
Direction pyrénéenne du Bec de l'Aigle à la Ciotat. — Coin- cidence stratigraphique et minéralogique. . . . .	373
Ligne nord 22° est du mont Rose et du Viso. . . . .	374
1° A Saint-Chama, 2° faille de Roqueraire, 3° de Saint-Ge- niez aux Lègues, 4° Côte orientale de Six-Fours. . . . .	375
SYSTÈME CORSE : limites des terrains tertiaires vers Forcal- quier, Saint-Maximin et Toulon. . . . .	376
LIGNE DU TATRA, auprès d'Aix. — Ligne volcanique de Beaulieu à Biot. — Trace de ce système vers Draguignan. . . . .	377
Soulèvement du bassin à lignite de Manosque. — Système du SANCERROIS. . . . .	378
Grand axe volcanique du Var. . . . .	379
Ligne NORD 30° OUEST vers Tourrètes-la-Vence et dans les accidents des mines de Fuveau. . . . .	381
SYSTÈME DU VENTOUX . . . . .	382
Ligne des bassins tertiaires d'Esparron et chaînon des Alpins . . . . .	383
Ligne du cours de l'Arc. — Ligne de Vaucluse et Fontaine- l'Évêque, suivant le système du Ventoux. . . . .	<i>ib.</i>
SYSTÈME DU VERCORS : axe des bassins tertiaires d'Aigunière, Terrabi, Vina et la crau d'Hyères . . . . .	384
ALPES OCCIDENTALES de Zurich à Marseille, de Planier à Aix et Sisteron, du mont Blanc au sommet du Liberon, de Toulon au Saint-Gothard . . . . .	386
De la Sainte-Baume au sommet du mont Rose, par les eaux thermales de Digne . . . . .	387
Relations du cours de la Durance avec les Alpes et les Pyrénées . . . . .	387
SYSTÈME DE ROUGIERS ET BEAULIEU à l'Etna, entre la pé- riode de la mollasse marine et celle du terrain de trans- port ancien. — (Pliocène.) . . . . .	388
Traces de cette dislocation à Avignon et à Marseille. . . . .	390
Cette dislocation dessine les limites de la grande crau	

	Pages.
d'Arles, de la crau de Gemenos, de la crau d'Hyères, de la crau de Cagnes. — Bassin du Var. — Direction des dépôts de mollasse de Merle, près Auribeau; celle des environs de Castellane; ligne du cours de la Seine, entre Paris et Rouen, du mont Rose et le lac Majeur. . . . .	391
Ligne des principales sources de la Provence. . . . .	392
ALPES PRINCIPALES : Lignes de l'Huveaune au Var, et des îles de Marseille au cap de Villefranche, vers Nice. — Soulèvement du grand plateau de Riez . . . . .	394
Soulèvement de la Viste près Marseille, à Seilans, à Cotignac, à Seillans et à Gattières . . . . .	<i>ib.</i>
Ligne de la bouche du grand Rhône au confluent de la Vinea au Var. . . . .	395
SYSTÈME DU TÉNARE nord 18° ouest : ligne de Bagaud et Brégançon (île d'Hyères) à Sisteron. . . . .	396
Faïlle nord 18° ouest, passant par Mirabeau. — Ligne de Portmiou à Malaucène, par la combe de Lourmarin . . . . .	397
La ligne du cours de Florièye passe par le grand groupe des sources du nord de la France, au plateau de Vertus. . . . .	398
De la bouche du Var à celle de l'Escaut. . . . .	399
Formation du cratère de Beaulieu et du cône de Rougiers. — Tremblements de terre de 1819 et 1854 dans cette direction. . . . .	<i>ib.</i>
Tableau géuéral des systèmes de montagnes de la Provence, avec indication des principaux accidents qui s'y rattachent. . . . .	400
Relations stratigraphiques des sources avec les confluent. . . . .	406
Grande ligne des confluent de Sisteron à Port-Cros (îles d'Hyères). — Sources de Trans. — Sources de la Siagne. . . . .	406
Les confluent sont toujours des centre de dislocation. . . . .	407
Il y a toujours aux confluent des dislocation dépendant de plusieurs période différentes. — Exemple offert par la Provence . . . . .	408
Les embouchure sont des centre de dislocation. — Embouchure des rivièere de la Provence. . . . .	409
Rapport de symétrie des embouchure des cours d'eau de la Provence avec le littoral de Toulon . . . . .	411
Deux centre principal représentent les intersection des ligne d'eau à l'est et à l'ouest de Toulon. . . . .	414

	Pages.
Systèmes de dislocations déduits des embouchures et des confluents. . . . .	415
Les vallées d'érosion de la Provence sont, en général, des failles élargies . . . . .	418
Analogies avec les vallées d'érosion de Seine-et-Marne. . . . .	421
Chiffres approximatifs des failles des vallées de la Provence. . . . .	422
Les failles se manifestent près des sources . . . . .	423
Explication de la règle de Besson et son application à la topographie des vallées de la Provence . . . . .	424
Changement qui s'opère dans le régime des vallées au passage d'un axe perturbateur. — Application à l'axe nord 18° ouest, passant par Mirabeau. . . . .	424
Influence perturbatrice de l'axe nord 18° ouest, passant par Sisteron . . . . .	425
Rapport des puits absorbants avec les lignes de dislocation. . . . .	426
Caractères géologiques des sources; elles offrent, <i>comme les confluents</i> , la juxta-position de plusieurs terrains et l'intersection de plusieurs lignes de dislocation . . . . .	428
Conditions géologiques de l'émergence des sources . . . . .	429
Pendage au point de l'émergence, inverse au pendage général. — Relations de l'abondance des sources avec la position de l' <i>escarpe</i> des massifs montagneux . . . . .	431
Sources appartenant au calcaire à chama, en Provence. . . . .	432
Sources du jura moyen et sources du muschelkalk . . . . .	<i>ib.</i>
Alignements des sources. — Ligne des <i>Alpes principales</i> . . . . .	433
Alignement suivant le système <i>Sancerrois</i> . . . . .	435
Alignement des sources salines, <i>suivant les Alpes principales</i> . . . . .	436
Fréquente connexion des gypses et de <i>lignites secondaires</i> avec les sources. . . . .	437
Rapports du méridien de Toulon avec une bande nord-sud occupée par les eaux thermales. . . . .	438
Relations entre les centres volcaniques et les eaux thermales . . . . .	440
Ligne des eaux thermales de Gréoulx à Digne, parallèle au défilé qui forme le cours du Verdon entre Aiguines et Fontaine-l'Évêque, parallèle à l'axe entre Lugano et Toulon . . . . .	441
La température des eaux thermales d'Aix suppose une	

	Pages.
communication avec une fissure intérieure dont la profondeur égalerait la hauteur du sommet de Sainte-Victoire, au-dessus de l'horizon de la ville d'Aix . . . .	443
Coincidence remarquable entre la longueur des Alpes principales, du mont Rose au mont Blanc, et la longueur de l'escarpement parallèle, depuis Cotignac jusqu'à la rivière du Var . . . . .	444
Relations des systèmes de dislocation avec les filons des Maures . . . . .	<i>ib.</i>
Analogies des dykes volcaniques et des filons. — La plupart des dislocations qui ont dérangé l'allure générale de la stratification en Provence, ont pour point de départ le noyau volcanique de l'Ardèche, du Puy-de-Dôme et du Cantal . . . . .	446
Pentagone dérivé du pentagone européen, offrant la formule graphique des principaux axes de dislocation de la Provence . . . . .	447
Rapports de la stratigraphie de la Provence avec les principales positions des lignes magnétiques de cette contrée.	448
Résumé des principaux résultats de l'étude de la stratigraphie de la Provence. — Rapports des terrains et des systèmes de dislocation de la Provence avec ceux des Vosges, des Alpes et des Pyrénées . . . . .	449
L'interruption des analogies des Vosges et des Maures à la période crétacée, offre une confirmation inattendue de l'époque de l'apparition du massif des Alpes maritimes se rattachant au Viso . . . . .	450
Lois stratigraphiques des confluent, des embouchures et des émergences des sources . . . . .	451
Application de la géologie à la recherche des sources et au drainage . . . . .	452
Détermination des sols à drainer . . . . .	454
Étendue occupée par les diverses formations géologiques.	455
Terrains perméables et terrains imperméables du Var . .	456
Étendue des terrains à drainer dans le département du Var.	458
Parallèle du sol forestier et du sol cultivé dans le Var et dans la France. — Importance du système forestier du Var.	459
Dans ce département, l'étendue que les eaux à recueillir par le drainage permettrait d'arroser serait de	

	Pages
24,200 hectares . . . . .	460
Proportion du sol perméable et du sol imperméable des Bouches-du-Rhône, de Vaucluse et des Basses-Alpes. . . . .	<i>ib.</i>
Les sols très-perméables ne conviennent qu'à la production forestière . . . . .	461
L'origine première des eaux artésiennes en nappes est, en général, la même que celle des eaux de caverne, la filtration dans les calcaires fendillés . . . . .	462
Alimentation des sources par les puits absorbants . . . . .	463
Les puits absorbants suivent les mêmes alignements que les sources . . . . .	<i>ib.</i>
Eaux torrentielles ou stagnantes des terrains imperméables absorbées par les terrains perméables ambiants . . . . .	464
Tableau général de l'étiage moyen des sources du département du Var . . . . .	465
Rapport entre le débit des sources et l'étendue perméable de la superficie correspondante . . . . .	<i>ib.</i>
Sources sous-marines de Nice, Cannes, Saint-Nazaire, la Ciotat, Cassis . . . . .	466
Rapports entre la surface absorbante et le débit des sources, sur le cours du Verdon, à la fontaine de Vaucluse. . . . .	468
Sources des Bouches-du-Rhône. — La majeure partie de ces dernières est sous-marine. . . . .	469
Sources des Basses-Alpes essentiellement fluviales; sources de Vaucluse, partie fluviale, partie terrestre; celles du Var sont essentiellement terrestres. . . . .	470
Rapports des sources avec la nature géologique du sol perméable . . . . .	471
Chiffre de la filtration et de l'évaporation des eaux pluviales en Provence. . . . .	472
Importance géologique des excavations cavernieuses qui emmagasinent les sources; tufs et gypses émanant des calcaires corrodés; dépôts qui en sont dérivés . . . . .	473
Évacuation des eaux par puits absorbants, et amélioration de ces évacuations . . . . .	474
Recherche des eaux . . . . .	476
Amélioration du régime des sources . . . . .	477
Vues générales sur l'hydrologie de la Provence. — Amélio-	

	Pages.
rations de l'irrigation par les sources; celles-ci pourraient arroser 24,000 hectares à joindre aux 6,000 déjà irrigués. . . . .	478
TERRES VÉGÉTALES . . . . .	479
Zone des Maures, zone de la montagne, zone des coteaux marneux . . . . .	<i>ib.</i>
Végétation spéciale de chacune de ces zones . . . . .	480
Population spécifique de chacune des zones du département du Var . . . . .	482
Détails sur le climat de la <i>montagne du Var</i> . . . . .	483
Relation entre les vents et les lignes de dislocation. . . . .	<i>ib.</i>
Origine des sols argileux, calcaires et siliceux. . . . .	484
Sols des paluns et sols tourbeux . . . . .	485
Composition chimique des sols siliceux de la Provence . . . . .	487
Composition des sols argileux . . . . .	488
Composition des sols calcaires . . . . .	489
Composition des sols moyens . . . . .	490
Surfaces attribuées aux divers types de sols, et leurs rapports avec la roche géologique sous-jacente . . . . .	491
Tableau des cultures du Var comparées aux étendues des sols . . . . .	494
Caractère général de l'agronomie du Var; prédominance des forêts et des cultures arbustives . . . . .	495
Insuffisance constante de la production en céréales. — Excédant de la production en huile, vin, bois, liège, soie et essences parfumées. . . . .	496
Les anomalies de température ne proviennent pas du déboisement dans le département du Var. . . . .	497
Amélioration des sols. — Chaulages, plâtrages et marnages . . . . .	498
Amélioration des sols par eaux d'inondation. — Influence des sels solubles. — Influence des dépôts mécaniques. . . . .	499
Colmatage et dessèchement des marais. . . . .	500
L'endiguement des rivières pourrait permettre de créer près de 5,000 hectares. — Emploi agricole des lignites du jura moyen . . . . .	500
Emploi des tourbes . . . . .	<i>ib.</i>



## APPLICATIONS INDUSTRIELLES DE LA GÉOLOGIE.

	Pages.
Houilles. — Recherches à faire. . . . .	502
Lignites du jura moyen, du calcaire à chama et du grès vert. . . . .	503
De la craie supérieure, du terrain tertiaire ancien et du terrain tertiaire moyen. . . . .	505
Minerais de fer du Var. . . . .	506
Minerais de plomb argentifère . . . . .	508
Époques diverses des travaux faits sur les filons . . . . .	509
Cuivre, mercure, minerais de manganèse. . . . .	<i>ib.</i>
Chaux hydrauliques, ciments, pouzzolanes. . . . .	510
Exploitations de plâtres. — Richesse du département du Var en plâtres dépendants des terrains secondaires. . . . .	512
Plâtrières des autres parties de la Provence. — Tableau. . . . .	<i>ib.</i>
Briqueteries et poteries . . . . .	<i>ib.</i>
Matériaux de constructions. . . . .	515
Marbres et pierres de taille. . . . .	<i>ib.</i>
Serpentines . . . . .	516

## NOTES.

Étiage des rivières à eaux limpides comparé à la surface des terrains absorbants de leur bassin. . . . .	517
Accroissement graduel de l'ouest à l'est du débit des sources de la Provence, pour une même étendue de terrain absorbant. Cet accroissement est en harmonie avec celui des pluies annuelles dans la direction d'Arles à Nice . . . . .	518
Cours d'eau torrentueux de la Provence, l'imperméabilité de la majeure partie des terrains de leur bassin est leur trait distinctif. — Parallèle des crues torrentielles et de l'étiage des eaux régulières en Provence et dans le bassin de la Seine. . . . .	519
Les dépôts chimiques et les sédiments mécaniques des terrains tertiaires reflètent, dans le nord et le midi de la France, les caractères actuels des eaux régulières et des crues torrentielles . . . . .	<i>ib.</i>

	Pages.
Drainage et endiguements considérés comme remède aux dévastations des eaux torrentielles. — Utilisation de ces eaux par les colmatages. — Relations des sources sous-marines avec le courant maritime littoral. . . . .	522
De la filtration de la vaporisation et de l'irrigation en Provence. — Expression de la force végétative et de la production agricole, à l'aide des chiffres donnant la filtration et la vaporisation des eaux pluviales . . . . .	524
Transformations agricoles à réaliser en Provence. — Détails spéciaux sur le département du Var. — Irrigations, endiguements, colmatages, boisements, pisciculture .	526
Calcaires silicieux hydrauliques . . . . .	532

FIN DE LA TABLE.

# ERRATA.

Pag.	lig.	au lieu de	lisez,
6	28	aura dû	aurait dû
7	1	Tessier	Texier.
7	6	qu'il n'est	qui est
39	14	amphibolite	amphibole
43	17	roches amphibolites	roches amphiboliques
44	27	n'avons pas dû classer	n'avons pas dû hésiter à classer
47	23	Bormés	Bormes
48	26	vides	nids
60	5	la quarzite	le quarzite
76	10	du noyau	des noyaux
77	17	après noyau oriental	des Maures
82	5	a la Carqueiranne	supprimez la
93	19	poudingue de transaction	de transition
104	18	tranquillado	trauquillado
113	29	Corené	Corenc
120	<i>en marge</i> superieures		supérieur
125	28	Marangues	Mazaugues
129	30	Aiguènes	Aiguines
145 et 147	<i>au titre</i> inferieur		supérieur
151	21	Gand	Gaud
203	1	seillans	seillons
229	<i>marge</i>	l'Artuby	Nartuby
270	27	l'artuby	Nartuby
251	31	Coursigoules	Courségoules
257	14	Gand	Gaud
258	3	route	voute
311	20	Marangues	Mazaugues
313	19	ouest-nord-ouest	nord-nord-ouest
320	»	FIN DE LA PREMIÈRE PARTIE.	FIN DE LA DEUXIÈME PARTIE.
321	»	DEUXIÈME PARTIE,	TROISIÈME PARTIE.
325	4	celui de Tavernes	celle de Tavernes
<i>id.</i>	9	<i>septentrional</i> à supprimer	
332	17	se reproduit	tout cela se reproduit
338	18	<i>supprimez</i> (fin du paragraphe)	
<i>id.</i>	23	Saint-Béat : dans les Pyrénées,	Saint-Béat, dans les Pyrénées ;
346	12	ignes	lignes
394	24	chemin	chaînon
401	»	Système hunsdruck : Notre-Dame-de-Pradète	Notre-Dame-de-Pradets
404	»	Système tatra : ligne volcanique de Rougiers à Lodève	de Beaulieu et Villeneuve à Clermont-Lodève
405	»	Systèmes Alpes principales : du Homèdes à Nans	des Homèdes à Nans
442	5	Sainte-Baume crétacée	supprimez crétacée
467	12	Sonde verticale	supprimez verticale
527	Tableau. 9 <sup>e</sup> colonne : mètre carré		mètres cubes
<i>id.</i>	10 <sup>e</sup> colonne : par hectare		mètres cubes

# AVERTISSEMENT.



Nous nous sommes efforcé de conserver dans notre description des terrains et dans les teintes qui les distinguent sur notre carte, les dénominations et les couleurs adoptées par les auteurs de la Carte géologique de la France. Pouvions-nous hésiter à suivre la voie tracée par les maîtres de la science? l'unité de langage et de l'expression graphique des observations géologiques ne sont-elles pas aussi désirables, dans une science difficile, que l'est l'universalité des poids et mesures dans les plus simples transactions commerciales? Les sédiments que nous rapportons au jurà moyen et

au jura supérieur offrent, en Provence, des fossiles et un faciès qui les distinguent du jura de la Franche-Comté et de l'Angleterre. Ils ont, au contraire, les plus grandes analogies d'aspect et de débris organiques avec le calcaire à dicérates des Pyrénées. Nous avons, à cause de cela, employé pour nos calcaires jurassiques moyen et supérieur, la teinte verte qui, dans la carte de France, distingue les calcaires à dicérates de la craie proprement dite. Nous avons appelé du nom de calcaire à chama, la partie la plus récente de cette grande formation calcaire. Le nom lui-même peut donner lieu à confusion, les plus habiles conchyliologistes n'étant pas bien d'accord sur le nom à donner à ce fossile. Cette formation est-elle contemporaine ou postérieure au calcaire portlandien? Qu'il suffise de dire que notre calcaire à chama est immédiatement inférieur au terrain néocomien, tel qu'il se montre dans les environs d'Apt et à Roquefort, dans les marnes à ancyloceras. La teinte jaune s'étend sur les terrains secondaires plus récents que le calcaire à chama, sur le néocomien à ancyloceras, sur le grès vert et la craie. La craie supérieure et la craie à nummulites sont distinguées par des hachures noires placées sur la teinte jaune. Pour les

terrains tertiaires, nous avons employé absolument les teintes qui, sur la carte de France, déterminent la position du tertiaire inférieur jusqu'à l'horizon du grès de Fontainebleau.

De sorte que notre mollasse, le terrain d'eau douce qui la remplace et celui qui la surmonte, sont colorées comme l'est le grès de Fontainebleau sur la carte géologique de France.

L'indication des terrains à lignite de Fuveau et du gypse d'Aix, en Provence, comme contemporains du gypse de Paris, vient de recevoir un nouvel appui par les intéressantes recherches de M. le comte de Saporta, sur les débris végétaux des terrains tertiaires de la Provence. — Espérons que la science sera bientôt enrichie de la possession de ce remarquable travail.

La liberté complète de notre discussion sur la classification des terrains de la Provence, alors même que nous éprouvions le regret de n'être pas en accord complet avec la carte de France, n'a pas affaibli l'amitié que nous ont toujours témoignée les illustres auteurs de ce travail monumental. Ainsi, cette amitié, qui nous honore, laisse toute sa valeur à l'admiration chaleureuse que nous donnons à la belle découverte des systèmes de montagnes.

Les difficultés que nous avons éprouvées pour finir la classification des dislocations des montagnes de la Provence, nous ont arrêté, après la rédaction des deux premières parties de notre travail.

Entre l'impression de ces premières parties et la rédaction de la troisième, douze ans se sont écoulés. Nous avons néanmoins laissé subsister l'impression qui était faite. On y verra que la première indication d'une récente dislocation nord-nord-ouest, que nous donnions alors, a été définitivement classée dans les soulèvements généraux sous le nom de *système du Ténare*. Plusieurs choses qui étaient neuves, et qui pouvaient paraître douteuses, sont devenues des principes acceptés. D'autres parties ont reçu la déteinte du temps, qui marche vite avec une science encore jeune.

Jamais nous n'avions soupçonné toutes les difficultés nouvelles que présentait la classification des montagnes de la Provence, et jamais nous n'aurions eu la hardiesse de suivre jusqu'au bout les nouvelles conséquences auxquelles nous sommes arrivés, sans l'encouragement qui nous est venu de haut. Les idées de symétrie dans les angles et dans les positions des axes de dislocations, de

symétrie même dans les longueurs des chaînes, nous semblent d'éclatantes confirmations de la grande pensée qui partage le globe tout entier en surfaces régulières. — C'est un nouveau reflet de l'ordre qui brille au milieu de la confusion apparente. — Ramener la distribution des embouchures et des confluent des rivières, les émergences des sources aux mêmes lois que celles qui président aux plus imposantes masses de montagnes est une tentative que nous avons osée. S'il y a erreur ou défaut de généralité dans ces aperçus, qu'on veuille bien nous pardonner cet effort téméraire, le reproche ne pourra s'adresser qu'à notre faiblesse et aux limites de l'horizon de nos observations.

Nous sommes enclin à croire que chaque étage géologique important doit avoir sa période distincte de dislocations, et que toutes les perturbations paléontologiques ont leur raison d'être dans les axes de dislocation qui ont fermé les bassins ou qui les ont fait communiquer.

L'idée des types de terrain nous a paru renfermer un germe fécond; peut-être trouvera-t-on ainsi les analogies qui guideront du pays connu au pays inconnu, vers la recherche des substances utiles.



Le parallèle des Vosges et des Maures ne paraît-il pas destiné à éclairer l'exploration des combustibles minéraux et des filons dans le département du Var ?

La découverte du gisement général du terrain houiller du Var semble un des plus importants résultats de l'exécution de notre carte géologique. — Viennent ensuite les lignites découverts dans les terrains jurassiques et les nombreux minerais de fer que nous avons pu signaler.

Là sont nos espérances pour la richesse minérale de la contrée. — Beaucoup de détails que renfermait, à cet égard, notre première rédaction ont dû être supprimés, pour ne pas dépasser les bornes que nous devons imposer à notre publication. On reconnaîtra aisément qu'avec l'intention de trouver la raison des faits, et à côté des jouissances que nous éprouvons dans la religieuse contemplation des beautés de l'univers, s'est placé le désir de chercher les règles les plus utiles pour l'art d'exploiter les masses minérales et pour l'amélioration agricole.

Déterminer les conditions où se trouvent les gisements des sources : c'est éclairer la recherche de celles qui sont cachées, faciliter l'exécution des travaux qui peuvent permettre d'en

créer d'artificielles ou d'écarter les eaux nuisibles.

Les applications de la géologie au drainage et à l'irrigation ont été les corollaires de ces principes. Les questions de filtration et d'écoulement des eaux pluviales nous ont permis de constater les rapports du débit des rivières tranquilles et torrentueuses avec la nature géologique des terrains qui forment leurs bassins.

L'étude des terres végétales de leur génération et de leur amélioration, la distribution des terres de qualité diverse sur les différents terrains géologiques ont rapproché notre carte géologique des éléments d'une carte agronomique, et ont fait ressortir les rapports des produits du sol avec la nature des masses minérales qui le supportent.

Nous avons montré la liaison intime des colmatages, des endiguements, des drainages et des arrosages avec les connaissances de la géologie locale.

Le tableau des améliorations agricoles possibles a été le dernier mot de ce travail, où nous manquons de modèle.

Heureux si, soutenus par le désir de montrer l'étendue des services que peuvent rendre les ingénieurs en appliquant leurs hautes connaissances à l'agriculture, nous parvenons à entraîner de plus

habiles dans cette carrière nouvelle et féconde (1)! L'administration a bien voulu nous confier un enseignement de ce genre; elle a provoqué la publication de ce travail, et elle donne aux deux corps des ponts et chaussées et des mines une impulsion destinée, sans aucun doute, à porter de grands fruits. Grâce au choix bienveillant de la Direction des mines, le sujet de nos études les plus constantes et les plus attrayantes a été notre pays. Pourrions-nous cesser d'aimer le soleil qui a réchauffé notre enfance, et l'atmosphère où nous avons aspiré les premiers parfums? l'étude des champs a toujours un charme indicible lorsque ces champs sont la terre qu'on aime, lorsqu'ils sont le pays natal!...

(1) Si les produits minéraux annuels de la France atteignent 600 millions, ceux de l'agriculture se rapprochent de 7 milliards.



# DESCRIPTION

GÉOLOGIQUE ET MINÉRALOGIQUE

## DU DÉPARTEMENT DU VAR.

---

### PRÉLIMINAIRES.

Depuis que la géologie s'est mise à étudier avec patience et sagacité la succession des couches qui constituent l'écorce du globe; qu'elle a dépoillé ces immenses amas de coquillages pétrifiés que recèlent souvent les rochers les plus compacts; qu'elle a ressuscité ces grands quadrupèdes dont la forme et les dimensions, également remarquables, viennent combler les lacunes que présentait l'échelle des êtres organisés; depuis que réunissant ensemble tous ces débris, elle a retrouvé en eux une magnifique collection de médailles, indiquant avec précision les diverses époques de l'histoire de notre globe, un puissant intérêt s'est attaché à ces recherches. Il est devenu bien plus vif encore le goût des études géologiques, lorsque dans ces dernières années on a vu la science déterminer l'époque relative de l'apparition des montagnes qui forment l'ossature des continents, esquisser les révolutions par lesquelles ces masses ont passé pour arriver à leur état actuel, et annoncer pour l'avenir de nouveaux cataclysmes aussi violents que les premiers.

Grâces à ces grandes découvertes, la géologie a pu retrouver les plus belles preuves de la création du globe, et

de l'apparition successive des êtres organisés. Les sciences morales ont reçu une magnifique confirmation de la part d'une étude qui paraissait devoir rester exclusivement matérielle. Les travaux de la géologie sont venus en aide aux traditions religieuses. A cause de son utilité pratique et de sa valeur morale, la géologie a dû être partout étudiée avec détail ; chaque nation a voulu posséder la carte géologique de son sol. La France est entrée une des premières dans cette voie, et les quelques mille francs consacrés à cet ouvrage n'ont pas été stériles ; ils nous ont valu les beaux travaux d'Élie de Beaumont et de Dufresnoy. A la sollicitation de l'administration des mines, plusieurs départements ont demandé qu'une étude de détail fût faite de leur terrain et de toutes leurs ressources minéralogiques : ce sont ces recherches qui vont être exposées ici pour le département du Var.

Un travail de ce genre doit présenter un aperçu de la constitution géologique, suffisamment détaillé pour initier à la connaissance de l'état et de la nature des bancs de terrain.

Il faut, ensuite, faire connaître toutes les substances utiles que l'on peut espérer de rencontrer dans le terrain décrit, et indiquer les services que peuvent rendre les substances recélées sous nos pieds. Nous venons de parler de l'utilité industrielle et agricole des recherches géologiques : nous allons faire connaître notre manière de comprendre ce terme et les principaux résultats auxquels nous sommes parvenu dans le département du Var.

Il est, à cet égard, un préjugé populaire que nous nous attacherons à détruire, parce que c'est une erreur funeste. La substance la plus importante, aux yeux du vulgaire, c'est l'or : une *mine d'or* serait celle qui procure le plus de bien-être aux pays qui la possèdent. Les recherches minéralogiques qui n'aboutissent pas à la

découverte d'une mine d'or ou d'argent, sont douées d'un faible intérêt ; or nous annonçons d'avance à ceux qui liront ce travail, qu'ils n'y trouveront le signalement d'aucune mine d'or ; nous ajouterons même que nous n'avons fait aucune espèce d'effort pour nous assurer qu'il n'existait pas dans le département quelques gisements aurifères. Mais nous nous félicitons du succès de nos longues recherches pour découvrir des dépôts de combustibles minéraux. Les mines de charbon sont la plus grande richesse minérale des nations : depuis le développement de la marine à vapeur, des chemins de fer, et de toutes les grandes industries qui ont le feu pour moteur ou pour agent ; depuis que le feu est l'agent des transformations physiques et chimiques ; depuis que l'éclairage au gaz du charbon commence à s'étendre, le charbon fossile constitue le principal besoin des nations industrielles ; le combustible minéral remplace, tous les jours plus complètement, le bois des forêts devenues insuffisantes, soit pour le chauffage domestique, soit pour la cuisson de la chaux ; mais c'est surtout dans la partie littorale du département du Var que le charbon minéral est devenu un besoin urgent.

Les énormes consommations de la marine à vapeur à Toulon, celles bien plus grandes auxquelles l'avenir nous appelle, font de l'exploitation des mines de charbon le plus grand besoin industriel du moment. Les applications du charbon minéral vont devenir bien plus générales encore, depuis que nous avons trouvé dans ses parties altérées, impropres aux usages industriels, un grand moyen de faire des engrais durables. Nous avons pu signaler, aussi, un puissant moyen de fertilisation des terres, dans les dépôts combustibles les plus méprisés, ceux dont les couches sont les plus sulfu-

reuses ou les plus désagrégées, comme dans les tourbes les plus superficielles.

Nos études multipliées n'ont pas été infructueuses; nous pourrions désigner dans les diverses parties du Var un assez grand nombre de dépôts de combustibles appartenant à toutes les espèces, anthracite, houille lignite et tourbes, et nous aurons à signaler les points sur lesquels les recherches ultérieures devront être dirigées.

Après les combustibles, les matières minérales les plus utiles sont celles qui servent, soit comme amendement dans l'agriculture, soit comme éléments de construction dans l'art de bâtir.

Les pierres calcaires donnant des chaux grasses, les calcaires argileux ou marnes produisant des ciments et les chaux hydrauliques, les marnes sableuses, la pouzzolane naturelle ou artificielle, les plâtres blancs et argileux, sont disséminés avec une véritable profusion dans les diverses parties du département du Var; on retrouve dans ce sol toutes les différentes espèces de calcaires, depuis les plus purs jusqu'à ceux qui se transforment en argile et en sable. Malheureusement on ne connaît pas assez les nombreux services que ces substances peuvent rendre, ni les lieux où l'on peut espérer de les rencontrer, lorsque, cachées par le sol végétal, elles ne frappent pas immédiatement les regards.

Les pierres à chaux grasses et les pierres à plâtre sont assez communes; on les exploite sur toute la superficie du département du Var; les plus grossiers constructeurs et chauxfourniers les distinguent aisément; mais les calcaires argileux, que l'on appelle *marnes* dans le centre de la France et *malaucès* dans nos idiomes méridionaux, sont, à la fois, d'une utilité plus grande et moins connue. Ce sont en effet ces calcaires que la gelée attaque aisément, qui s'exfolient et deviennent une terre argileuse

dans leurs parties exposées à l'air, et que l'on rejette ordinairement, soit comme pierres de construction, soit comme impropres à la fabrication de la chaux ; ce sont ces calcaires qui fournissent souvent les éléments les plus utiles pour les constructions exposées, soit à l'humidité, soit aux gelées ; c'est de leur cuisson que résultent souvent les meilleures chaux hydrauliques ; lorsque les calcaires sont plus argileux encore ils peuvent donner naissance à des ciments qui durcissent dans l'eau en quelques minutes. Toutes ces matières se trouvent en plusieurs points du département.

Les substances qui tiennent le milieu entre la pierre calcaire pure et l'argile proprement dite, déjà si précieuse pour la construction, sont aussi d'une grande utilité dans l'agriculture. Leur facile décomposition permet de les faire entrer, sans trituration préalable, dans les engrais des terrains qui exigent de la chaux et de l'argile ; on parvient ainsi à donner de la fertilité aux terrains naturellement trop siliceux et argileux, ou à ceux épuisés par une longue suite de récoltes.

Les marnes, les chaux grasses et les plâtres sont appelés à donner une grande impulsion à la prospérité agricole du département du Var. Or ces substances peuvent être extraites sur les deux tiers de la superficie du département du Var, mais on les a jusqu'ici trop négligées ; c'est en s'occupant de la fabrication des composts que les agriculteurs reconnaîtront les immenses services que les espèces minérales peuvent rendre à leur art. La pouzzolane naturelle qu'une simple trituration peut rendre propre aux constructions humides est rare dans le département ; nous pensons qu'on ne pourra espérer de réussir dans les essais que l'on tentera dans ce but, qu'à l'aide des pierres poreuses et volcaniques de Rougiers. Mais les terres végétales et les pierres de nature sableuse



peuvent, par une faible cuisson suivie de trituration, devenir d'excellents éléments de pouzzolanes artificielles; elles remplaceront les arènes que l'on fait entrer avec tant de succès dans la composition des mortiers hydrauliques sur les bords de la Loire. Des matières sableuses de ce genre se rencontrent sur toutes les parties du département, dans les régions calcaires comme dans les régions siliceuses, dans les maures comme dans les parties appelées la montagne. Les pierres sableuses compactes et dures peuvent fournir de bonnes carrières de pavés aux environs des grandes villes et aux abords des routes. Au cap Garonne, près Toulon, se trouve l'exploitation la plus considérable de cette espèce de matériaux. Quant aux calcaires purs et compactes exempts de fissures, on les emploie, soit comme pierre de taille, soit même comme marbre lorsqu'ils peuvent prendre le poli. Les bancs de calcaire qui peuvent fournir du marbre jaune plus ou moins tendre, veiné de rouge, analogue à ceux d'Ampus (bourg au nord de Draguignan), sont en couches très-développées dans le département du Var; malheureusement ces marbres sont très-fendillés, et il est très-rare d'en trouver des blocs un peu volumineux qui soient exempts de fissures et de vacuoles qui diminuent leur beauté et altèrent leur solidité. Il est aussi des marbres calcaires grisâtres qui ont reçu un commencement d'exploitation au Revest, près Toulon ces marbres joignent à un aspect agréable, une solidité et une homogénéité qui aura dû les faire plus universellement rechercher dans les constructions élégantes. Au temps de la domination romaine, les marbres porphyriques de l'Esterel, près d'Agay, étaient exploités avec soin par les architectes de Rome, pour les grands monuments auxquels ils ont voulu imprimer le sceau de l'immortalité; ces marbres ont été habilement retrouvés

et décrits par M. Tessier ; rien n'empêcherait de reprendre leur exploitation. Il est vrai que dans les édifices particuliers, on ne pourra jamais songer à en tirer parti ; l'élévation du prix de ces marbres, due aux difficultés de leur polissage, ne pourrait pas être compensée par un tel excès d'inaltérabilité et de dureté, qu'il n'est de nulle valeur pour des constructions privées destinées à vivre à peine deux siècles. Mais c'est pour l'architecture publique et monumentale que ces belles carrières pourraient être remises en activité ; les granites des Maures, les serpentines des environs de Saint-Tropez, qui ont été mises en œuvre dans quelques parties de la chartreuse de l'Averne, les amphibolites calcaires de Collobrières pourraient, par la suite, être utilisés ; mais nous ne pensons pas que jamais ces matières puissent être l'objet de travaux bien importants. Il y a une utilité bien plus réelle dans les exploitations de pierres réfractaires et de soles de fours à sulfates, établies sur les nappes volcaniques des environs de Biot et Villeneuve ; leur double propriété de résister à l'action des acides et du feu, fait rechercher ces pierres dans les fabriques de soude de Marseille ; on les emploie dans tous les environs des carrières pour revêtement de fours à cuire la brique et le pain.

Pour meules de moulin à farine, les Romains exploitaient d'une manière bien suivie, les basaltes des environs d'Ollioules. On trouve dans toute la Provence de ces meules à bras mêlées à toutes les ruines de nos anciennes villes et citadelles ; l'usage s'en est conservé jusque dans le moyen âge, à l'époque où les croisades firent connaître les moulins à eau et à vent.

Depuis lors, ces meules furent rejetées de la construction des moulins à blé, à cause de leur poussière noire qui souillait la blancheur des farines. Mais on recommence à reconnaître les avantages notables que la

dureté extrême de ces basaltes et leur surface rugueuse présentent pour la trituration de toutes les matières que l'on soumet à l'action des meules verticales. On avoue que, pour pulvériser les graines oléagineuses, les plâtres et les corps pierreux, comme les pouzzolanes et les ciments, ces pierres sont préférables à toutes les autres que peut fournir la Provence.

S'il offre ainsi une grande variété de matériaux de construction, le département du Var n'est pas moins riche en argiles de diverses qualités pour les divers besoins de la briqueterie et de la poterie, depuis la plus fine jusqu'à la plus grossière.

Le kaolin de Grimaud, connu dans cette localité sous le nom de *terre blanche*, n'a pas été essayé comme il aurait mérité de l'être pour la fabrication des porcelaines. Mais les argiles de Varages, de Salernes, de Valauris, de Biot et de Saint-Zacharie sont depuis longtemps utilisées, et alimentent un grand nombre de fabriques de poteries et de briques. Les argiles des environs de Valauris se transportent même à Marseille pour la fabrication de l'alun. Il y a néanmoins beaucoup de développement et de perfectionnement à ajouter à l'emploi de ces terres alumineuses.

Plusieurs industries minérales pourraient encore grandir dans le département du Var. Les sables les plus purs et les plus blancs, tels qu'on les rencontre en couches puissantes entre Ollioules et le Bausset sont transportés aux verreries de faux cristaux des environs de Marseille; si l'on vient à mettre à découvert des gisements houillers importants, il n'est pas douteux que ces sables seront versés dans des fabriques de verre assises dans le département même. La verrerie, qui est maintenant bien déchue de son ancienne splendeur dans le département du Var, à cause de la concurrence des verreries de

Saint-Étienne, pourrait alors prendre un nouvel essor.

Des fabriques de couperose et d'alun pourraient surgir dans le voisinage de tous les gisements de lignite sulfureux que présente le département sur une grande partie de son étendue, à la Cadière et sur toute la ligne de Draguignan à Vence et Carros. Ces fabriques mettraient en œuvre les lignites mauvais, et leurs résidus seraient très-utiles pour former des noirs animalisés précieux pour l'agriculture.

On voit combien d'intérêt et d'utilité offre la description des matières minérales que le département du Var offre le plus communément, et qui sont dispersées sur une grande partie de son étendue. Depuis le combustible, qui recèle la force et la lumière, jusqu'à l'argile, qui se prête aux formes les plus variées, on y trouve toutes les matières qui présentent le plus haut degré d'utilité sociale. Ces richesses sont d'un prix d'autant plus grand qu'elles sont faciles à rencontrer et d'un usage plus universel. La Providence a ainsi voulu que ce qui était le plus répandu jouît aussi des propriétés les plus précieuses.

Les substances métalliques se présentent aussi dans le département du Var; les mines de fer ont été autrefois exploitées dans les anciennes fonderies du département près Ampus, Rebouillon, Montferrat, près Draguignan, et à Maranges, près Brignoles. Nous aurons à faire connaître les lieux et la nature de ces gisements.

Des mines de fer plus pures, mais en moindre quantité, se trouvent près d'Agay, dans le massif de l'Esterel; c'est le fer magnétique; et près de Cogolin on rencontre aussi des minerais de fer carbonaté (1). On a exploité

(1) Ces lignes étaient écrites lorsque nous avons découvert, en décembre 1844, d'abondants gisements de fer carbonaté; formant une ligne presque continue dans le grès houiller, depuis Pierrefeu, Toulon, jusqu'au delà de Six-Fours. L'industrie du fer nous paraît appelée à de hautes destinées dans le Var.

quelques échantillons, quelques blocs détachés de fer chromé, sur la place de Cavalaire. Mais on s'est surtout vivement occupé, il y a plus de vingt ans, des mines de plomb sulfuré de Cogolin, de Lagarde-Freinet, des environs du Muy. Depuis quelques années on a reconnu que ces mines ne pouvaient pas soutenir la concurrence avec les immenses amas de plomb des mines d'Espagne, tandis que, d'autre part, l'argent y était en trop petite quantité. On ne s'est pas attaché à poursuivre les travaux dont les premiers résultats ont été infructueux.

On a cité aussi les indices de mines de cuivre du cap Garonne, près Toulon. Ce sont là des échantillons curieux, mais qui n'annoncent rien de sérieusement utile. On s'est occupé de la baryte sulfatée de la forêt du Muy. Ce gisement, très-important par son étendue, pourra peut-être un jour devenir précieux pour la couverture des poteries. Ajouterons-nous à ces brièves indications que plusieurs métaux ont été signalés dans le massif des Maures? le fer, l'étain, l'antimoine sulfuré se rencontrent à l'état d'échantillon entre Hyères et Saint-Tropez. Nous ne voyons pas que la prospérité du département puisse être accrue par ces derniers indices de mines, mais ils auront sans doute mérité d'exciter l'attention et la curiosité des amateurs de minéralogie qui trouveront, dans les terrains siliceux du département, une collection presque complète; et si l'industrie et le bonheur des habitants n'y gagnent rien, ces gisements métalliques en miniature peuvent servir du moins à l'étude et aux progrès de la théorie minéralogique. On voit que les principales richesses métalliques du département du Var sont les mines de fer, et l'exploitation de celles-ci, encore, se rattache aux progrès que pourra faire la découverte et l'exploitation des mines de houille, parce que l'extraction du fer, pour être économique et

durable , exige de grands ateliers alimentés par des masses presque inépuisables de combustible situées dans leur voisinage. La recherche des eaux superficielles et souterraines du département du Var est la question la plus utile sous le rapport des progrès de l'industrie agricole et manufacturière. Cette recherche est entièrement du domaine de l'architecture et de la géométrie hydraulique en ce qui touche l'utilisation des cours d'eau. Mais la mise à découvert des eaux cachées sous les couches de terre végétale ou sous une série de bancs et d'assises géologiques, se rattache aux études que nous allons exposer.

Les tributs que les fleuves apportent à la mer sont inférieurs encore à la masse des eaux qui se rendent invisiblement dans la grande vallée marine , soit sous le gravier des rivières , soit par les bancs perméables du terrain ou par les cavernes et les fissures qui débouchent au sein des flots. Dans les pays littoraux très-découpés où les côtes présentent un grand développement avec des rivières à pente très-douce , la quantité d'eau, directement versée par la source sous-marine , est souvent bien supérieure à celle apportée par les cours d'eau superficiels(1). Nous distinguons ces eaux souterraines en deux séries; les eaux souterraines profondes et les eaux souterraines superficielles cachées seulement sous une épaisseur de terre végétale et de détritius de quelques mètres. C'est à la découverte des eaux superficielles

(1) Il peut même arriver, dans des ilots formés de matières très-absorbantes, qu'il n'y ait pas de source apparente, et que tout le produit des eaux pluviales soit jeté directement à la mer. Ce phénomène des eaux douces se déversant à la mer, tout près des côtes, peut s'observer très-bien auprès de Cassis, dans les Bouches-du-Rhône; mais il se produit évidemment aussi aux environs de Cannes: les observations géologiques rendent bien probable la reproduction de ce phénomène près de Saint-Cyr, de Toulon et d'Antibes; dans le port de Nice, il est évident.

que s'adonnait spécialement l'abbé Paramelle, dont les voyages hydrauliques ont eu tant de retentissement.

L'intelligence humaine doit s'appliquer à utiliser à la fois toutes les eaux que l'on peut dévier des cours d'eau visibles, et à arrêter tous les courants souterrains qui se perdent dans le bassin des mers. Il suffit pour cela, de préciser les causes qui font naître ces eaux souterraines, d'assigner les lieux où elles sont réunies. Puisque toutes les eaux continentales proviennent d'une manière plus ou moins directe des eaux pluviales absorbées par les amas et les couches de gravier et de sable que présente la structure du globe; c'est donc, comme nous l'avons dit, à la géologie qu'appartient la direction de ces recherches, c'est elle qui indique le prolongement des rochers caverneux, ou qui étudie la position et la direction des amas et des bancs de sables et graviers.

Les eaux souterraines profondes se divisent en deux classes, sources de cavernes et sources en nappes, ces dernières forment les eaux artésiennes proprement dites.

Les sources de cavernes sont nombreuses et assez belles dans le département : avant les sources de Siagne, la fous de Grasse et de Draguignan, et d'autres Vaucluses, en miniature, il faut citer le magnifique écoulement d'eau connu sous le nom de Font-l'Évêque près de Baudun et Baudinar. Il est facile de voir que ces sources sont le produit des infiltrations des eaux pluviales à travers les plateaux crevassés, criblés de trous, qui étalent une hideuse aridité en presque toutes les portions élevées du département; le plateau de Canjeux, celui de Vérignon, de Baudinar aux environs d'Aiguines, peuvent donner l'idée de tous leurs analogues.

Les sources artésiennes ont été l'objet d'une étude assidue de notre part; mais nous avons reconnu que les

nappes qui gissent seulement à 100 ou 200 mètres de profondeur, les seules qu'il fût permis d'atteindre avec les petites sondes que possède la Provence, ne se trouvaient qu'en petit nombre dans le département du Var; la dislocation des terrains tertiaires d'une faible étendue ne permet pas d'espérer de faire jaillir ainsi des eaux un peu abondantes.

Mais une ère entièrement nouvelle s'ouvre maintenant pour ces recherches, depuis que la belle expérience du forage Grenelle à Paris, vient de donner à la fois une éclatante preuve de l'exactitude des aperçus géologiques appliqués à la découverte des sources souterraines, et une démonstration, sans réplique, que l'on pouvait poursuivre les forages artésiens jusqu'à plus de 500 mètres de profondeur. Nous connaissons maintenant plusieurs localités du département du Var qui pourront, très-probablement, obtenir des arrosages à l'aide de percements de ce genre. C'est ainsi qu'aux environs du Bausset et de la Cadière, et dans certaines positions, près de Toulon, de Cannes, de Biot, d'Autibes et de Mougins, on pourra amener, au-dessus du sol, de puissantes masses d'eau. On pourra conclure, de ce travail, les principales applications de ces idées, lorsque nous aurons fait la description des terrains divers que l'on rencontre dans le département.

L'esquisse que nous venons de tracer suffit pour faire concevoir tous les avantages que l'agriculture et l'industrie peuvent obtenir des recherches de la géologie. Le travail que nous allons offrir a été demandé depuis longues années par MM. les préfets qui ont successivement porté dans l'administration du Var la hauteur de vues et le zèle pour le bien public qui les ont constamment distingués. En 1820, M. Blavier, ingénieur en chef des mines, entrant dans les excellentes idées d'amélioration de M. Cheva-



lier baron de Conan, commença quelques recherches aux environs de Grasse. Ces travaux encore très-peu arrêtés à cause de l'état imparfait de la science, furent repris sur une plus vaste échelle en 1827, par M. l'ingénieur des mines, Gardien. Les maladies qui le conduisirent au tombeau arrêtrèrent en 1828 le zèle de cet ingénieur. En 1829, 1830 et 1831, nous reprîmes les recherches de nos prédécesseurs, et nous pûmes, dès lors, tracer une première esquisse de la carte géologique du pays. Pendant que de 1827 à 1834, MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, firent à leur tour d'autres explorations de la même contrée.

Enfin, en 1837, notre tracé ayant donné lieu à une controverse entre nous et ces éminents géologues, nous ajournâmes la publication de ces observations. Maintenant que des recherches et des épreuves répétées nous ont convaincu de l'exactitude des premières bases que nous avons fondées et nous ont permis de remplir notre cadre, nous venons l'offrir avec le regret de ne pouvoir le mûrir et en étudier plus longtemps les détails. Notre travail ne peut pas être considéré comme suffisant pour résoudre toutes les questions d'application immédiate; mais il est appelé à fixer les principaux jalons, et à fournir des notions capables de mettre sur la voie ceux qui voudront approfondir les problèmes d'industrie miniérale présentée par chaque localité. Les travaux de M. Denys d'Hyères, de M. le marquis Paretto, les recherches consignées dans la statistique publiée en 1838, nous ont été fort utiles. Nous avons reçu d'excellentes notes de M. Doublier et de M. Panescorses, agent voyer du département, de M. Jaume, chirurgien de la marine à Toulon, trop tôt enlevé à l'étude des sciences. Il nous est surtout bien doux d'exprimer ici nos remerciements pour celui qui ayant été notre premier professeur, est de-

venu ensuite un de nos meilleurs amis ; nous aimons à rappeler que nous devons de précieux renseignements à M. Bosc, géomètre en chef du cadastre du Var.

Nous devons beaucoup d'utiles renseignements aux travaux chimiques de M. l'ingénieur Diday, et aux recherches conchyliologiques de notre savant ami Ph. Matheron, et aux travaux de M. Duval-Jouve.

Nous diviserons cet ouvrage en trois parties.

Dans la *Première partie*, nous ferons connaître les principaux traits de la configuration extérieure du sol du département, la direction des chaînes de montagnes, et les accidents des bancs qu'elles renferment.

Dans la *Deuxième partie*, nous aborderons les détails de la nature des matériaux qui forment l'ossature des terrains ; ce sera la partie minéralogique et géologique proprement dite ; enfin nous déduirons les principales conséquences de la composition du sol dans l'énumération de toutes les substances utiles que renferme le département dans les divers étages de sa composition géologique, ce qui formera la *troisième et dernière* partie de notre travail.

---

---

# PREMIÈRE PARTIE.

---

## DESCRIPTION TOPOGRAPHIQUE.

Le département du Var est terminé, à l'est, par la rivière qui lui a imposé son nom; baigné au sud par la Méditerranée; à l'ouest, il se sépare des Bouches-du-Rhône par une ligne tirée presque directement du nord au sud, depuis Vinon jusqu'à la Cadière.

Au nord, il s'arrête au Verdon, à partir de Vinon jusqu'au delà de Trigance, et de cette commune il vient par une ligne un peu ondulée atteindre le confluent du Var et de l'Esteron. Il touche ainsi successivement les départements des Bouches-du-Rhône, des Basses-Alpes, et les États du roi de Sardaigne.

Il est compris entre  $43^{\circ}$  et  $41^{\circ} 52'$  latitude nord, et entre  $3^{\circ} 20'$  et  $4^{\circ} 47'$  longitude orientale.

Il présente, dans son ensemble, la forme d'un trapèze allongé du sud-ouest au nord-ouest, dont la moindre largeur est à l'extrémité orientale.

La superficie totale est de 726,866 hectares: la population, très-inégalement disséminée sur cet ensemble, est de 323,404 âmes.

A étendue égale, la population du département du

Var n'est que les 73 centièmes de la population moyenne de la France.

Rien n'est plus varié que l'aspect, le terrain et le climat de ce département. Il offre le résumé et l'échantillon de toutes les substances minéralogiques de la Provence. Sur cette surface perpétuellement accidentée, on trouve réunis, dans l'espace le plus circonscrit, les climats et les productions les plus variés. Tandis que le littoral, depuis Hyères jusqu'à Antibes, étale avec la végétation la plus riante les produits d'une température africaine, les plateaux froids et désolés du nord du département ne supportent que les productions de la Saxe, rabougries encore par la sécheresse d'un ciel voilé trop rarement.

Si l'on considère l'ensemble de la surface du département, il paraît bien difficile, au premier abord, de reconnaître quelque ordre au milieu de ce dédale de montagnes et de vallées qui semblent se heurter en tout sens; cependant, après un peu d'analyse, on voit que la structure du département offre assez de régularité, et qu'il est possible de résumer sa topographie par quelques traits généraux.

Si l'on sépare par la pensée le massif de la Sainte-Baume, qui s'étend depuis Saint-Maximin et Brignolles jusqu'à Hyères, en formant un groupe séparé, on trouvera que l'ensemble de la superficie du département se divise naturellement en trois parties.

Région des *Maures*, dont le sol siliceux constitue exclusivement tout le littoral d'Hyères à Antibes, et qui s'avance au nord jusqu'à Vidauban.

La région de la *Montagne* s'étend sous forme de plateau, dont la cime au-dessus de la mer, comprise entre 400 et 1000 mètres de hauteur, présente dans ses parties pro tubérantes les deux plus hautes sommités du départ-

tement, l'Achens et le Cheyron atteignant plus de 1600 mètres au-dessus de la mer.

Entre ces deux régions se développe la zone des *Coteaux* au-dessous de l'escarpement du plateau montagneux, et dominant les inégalités de la région des Maures.

Cette distinction en trois zones est si naturellement dessinée par l'aspect et les productions du sol, que le langage vulgaire l'a toujours consacrée : pays mauresque, pays d'oliviers et de vignes, pays de la montagne, sont les classifications que rappellent toujours les paroles des plus simples paysans du Var. A côté de cet ensemble, la région de la Sainte-Baume forme un noyau particulier dans lequel on retrouve en miniature les trois principales divisions du département.

Terrain mauresque, d'Hyères à Six-Fours.

Terrain de coteaux, de la Cadière au Revest et à Brignolles.

Pays de la montagne, dans tout le plateau qui domine Toulon et qui se termine par la sommité de la Sainte-Baume.

Les divisions que nous venons de signaler dans le département du Var ont un caractère commun. La direction générale de leurs vallées et des chaînes de montagnes marche de l'ouest sud-ouest à l'est nord-est, ou, pour plus de précision, à l'est 15 degrés nord.

Cette direction est aussi celle des cours d'eau. C'est évidemment, en effet, la direction de l'est nord-est qui affecte le rivage de la Méditerranée, depuis le cap de Baumelle jusqu'au cap Gros, près d'Antibes. La direction du littoral de Toulon à Saint-Tropez est généralement est 10° nord, tandis que de Saint-Tropez à Antibes elle se rapproche de celle que nous avons assignée aux chaînes de montagnes.

La principale rivière du département est l'Argens, qui depuis Saint - Maximin jusqu'à Fréjus, semble toujours tendre à l'est. En examinant attentivement son cours, on reconnaît qu'il marche généralement vers l'est nord-est, mais qu'il s'infléchit au sud toutes les fois qu'il rencontre des coupures dans les chaînes de montagnes, qui lui permettent de se précipiter plus rapidement vers la mer.

Ainsi, en mettant à part l'influence de ces coupures, on voit que les cours d'eau du Var se dirigent, comme les chaînes de montagnes, vers l'est-nord est.

Puisque nous avons signalé les coupures qui entament profondément les massifs de montagnes du Var, il convient d'en esquisser les caractères principaux. On peut les étudier complètement dans les gorges d'Ollioules, près Toulon; dans les profonds ravins de la Siagne, près Mons; du Loup, près le Bar; de la Cagne, près Vence; et de l'Estéron, près Saint-Auban. Ces coupures, vulgairement connues sous le nom de *clues*, sont d'immenses et longues crevasses qui ont entamé, jusqu'à une profondeur de 200 à 300 mètres, les rochers qui forment l'ossature des montagnes et des plateaux; mais en laissant subsister l'ancien niveau des deux bords opposés.

L'on peut donc considérer ces clues comme de vastes tranchées qui ont parfaitement mis à découvert les plis ou les inflexions des couches qui constituent nos hauteurs. On voit clairement, dans ces défilés, que les bancs qui forment les massifs de montagnes ne sont presque jamais restés horizontaux, et que la cause qui a fait apparaître le relief des montagnes a réagi très-souvent sur tous les bancs qui la constituent: ce qui amène naturellement la pensée que les convulsions du globe qui ont incliné et tourmenté les couches, sont les mêmes que celles qui ont fait naître les inégalités de la superficie.

La direction moyenne des clues du Var est ordinairement dirigée vers le nord, en s'infléchissant vers l'ouest, sous un angle dont l'ouverture varie de quelques degrés. Telle est la clue ou gorge d'Ollioules qui marche moyennement vers le nord-nord-ouest, ou bien leur direction est presque perpendiculaire à la précédente vers l'est-nord-est. Ces défilés sont dus aux phénomènes terrestres qui ont imprimé au sol les derniers traits de sa configuration actuelle; ainsi ils ont ouvert le passage des golfes qui ont permis aux flots de s'avancer dans l'intérieur des terres; tandis que, d'autre part, ils ont permis aux rivières de s'infléchir vers le littoral placé au sud. La date de ces catastrophes est si récente que l'on trouve les traces de ces bouleversements jusque dans les dépôts les plus rapprochés de l'apparition de l'homme sur la terre.

Plus tard nous examinerons en détail les caractères des clues et des lois auxquelles leur formation semble soumise; il nous suffit ici d'avoir montré qu'après les principaux massifs de montagnes elles sont un des traits les plus saillants de la topographie du département, qu'elles se répètent aux deux extrémités du Var avec une constance remarquable de configuration et de direction; de sorte que les principales chaînes de montagnes et les grands plateaux du Var sont allongés vers l'est-nord-est; les clues qui les découpent sont généralement alignées vers le nord-nord-ouest.

En comparant les inégalités du sol et les plus hautes cimes des montagnes de la partie occidentale du département avec celle de la partie orientale, on reconnaît bientôt qu'à égale distance du niveau de la mer l'élévation des terrains s'accroît progressivement, de manière à produire des pentes de plus en plus rapides vers la partie orientale.

Ainsi, tandis qu'à l'ouest, la Sainte-Baume, placée au

nord-nord-ouest de Toulon , n'atteint , dans sa partie culminante , que 1110 mètres , pointe Béguine ; à l'est du département , le Cheyron , situé au nord-nord-ouest de Cannes , s'élève à 1777 mètres , et cependant ces deux montagnes sont placées sensiblement à la même distance de la rive de la mer.

Le mouvement ascendant du terrain en allant de l'ouest à l'est , se montre de la manière la plus prononcée dans le grand plateau qui forme la zone de la montagne. Vers Rians la hauteur moyenne de la haute plaine est à 370 mètres d'élévation , tandis qu'elle atteint le chiffre de 700 mètres vers Comps , au nord de Draguignan et Bargemont , et se maintient à ce niveau jusqu'au nord de Vence , vers le bassin du Var. D'une manière plus générale encore , on peut exprimer le même fait en énonçant que le sol du département s'abaisse successivement de l'est à l'ouest vers le bassin du Rhône ; de sorte que le plateau de la montagne du Var se confond avec les plateaux du Cengle et de Venelle au pied de Sainte-Victoire , et vient enfin aboutir au niveau de la mer vers l'étang de Saint-Chamas.

Pente en long.

Le département du Var présente donc deux systèmes principaux de pentes ; l'un , que l'on peut appeler la pente en long , constitue la déclivité du plateau de la montagne de l'est à l'ouest , vers le bassin du Rhône ; l'autre , que nous désignons sous le nom de pente en travers , résulte de l'abaissement du sol du nord au midi , vers la Méditerranée.

Pris dans tout son ensemble , le profil en long se divise en trois parties .

1° La partie *orientale* , qui se maintient à peu près au niveau de 700 mètres , entre Comps et le Broc. C'est la partie placée au nord de Draguignan et de Grasse. Elle offre une longueur d'environ 46 kilomètres ;



2° La partie *moyenne*, située entre Comps et Rians, laquelle éprouve un abaissement, de l'est à l'ouest, de 230 mètres sur une longueur d'environ 71 kilomètres;

3° Enfin, la partie *occidentale*, qui sort du département du Var et se prolonge jusque vers Saint-Chamas dans les Bouches-du-Rhône, en éprouvant, de l'est à l'ouest, un abaissement de 370 mètres sur une longueur de 55 kilomètres environ, ce qui revient à peu près à  $\frac{1}{150}$ .

Le profil en travers du massif du département présente de même trois parties principales : Pente en travers

1° La partie *septentrionale* correspondant à la zone de la montagne. Elle est à un niveau moyen de 535 mètres sur une largeur moyenne de 17 kilomètres;

2° La partie *moyenne*, correspondant à la zone des coteaux sur une largeur moyenne de 20 kilomètres. Elle s'abaisse, du nord au sud, de la hauteur moyenne de 535 mètres à celle de 200 mètres;

3° La partie *méridionale* correspondant à la zone des *Maures*. Cette portion du sol, très-accidentée, s'abaisse moyennement, du nord au sud, de 200 mètres sur une largeur moyenne de 21 kilomètres.

Ces deux dernières parties ensemble donnent une pente moyenne de  $\frac{1}{80}$ , près du double de la pente en long.

Considérées dans l'ensemble de leurs formes, la région de la *montagne* et celle des *Maures* présentent une analogie importante. Chacune des deux régions est parcourue, de l'est-nord-est à l'ouest-nord-ouest, par un système de montagnes qui se subdivisent en chaînons sensiblement parallèles. Mais les chaînes de la région des *Maures* offrent une interruption très-prononcée dans la partie inférieure de la vallée de l'Argens, vers Fréjus.

Pente sous-marine.

Le mouvement du terrain caché sous les flots offre des accidents parfaitement analogues à ceux qui caractérisent la superficie. La ligne sans fond, tracée à 267 mètres de profondeur sous le niveau de la mer, reproduit, dans les plus importantes de ses inflexions, la forme des golfes et celle des chaînes de montagnes qui les environnent.

C'est ainsi que les rades de Toulon, de Bormès, près Hyères, de Cavalaire, près Saint-Tropez; le golfe de Saint-Tropez, celui de Fréjus, les golfes de la Napoule et d'Antibes, sont successivement dessinés par la ligne sans fond.

La déclivité du rivage est mise en évidence par la manière dont la ligne sans fond se rapproche de la côte, et cette déclivité est de plus en plus prononcée, lorsque l'on marche de l'ouest à l'est.

Dans le golfe de Lèques, à l'ouest de Toulon, vers la Ciotat, la ligne sans fond est à 19,000 mètres du rivage, et elle s'en écarte toujours de plus en plus, lorsqu'on s'avance vers les Bouches-du-Rhône.

A Saint-Mandrier, près Toulon, la même ligne s'infléchit vers la côte jusqu'à 2,900 mètres, vers le cap Lardier, près Saint-Tropez; cette ligne se rapproche davantage encore de la côte, et arrive jusqu'à la distance de 900 mètres seulement.

Dans le golfe de la Napoule, entre Cannes et l'embouchure de la Siagne, la ligne sans fond continue à se rapprocher, et on la trouve déjà à 750 mètres de la côte; enfin, dans le golfe d'Antibes, malgré la masse de limons que verse sans cesse le Var fangeux, il y a des parties où la côte n'est qu'à 1100 mètres de la ligne sans fond. Si, au lieu de prendre les distances *minima* de la

côte à la ligne sans fond, on prend les distances moyennes, et l'on trouve :

Dans le golfe de Lèques,	19,000 mètres ;
A Toulon,	6500 mètres ;
Dans la rade de Bormes,	3500 mètres ;
Du cap Roux au Var ;	2500 mètres.

Ainsi depuis Saint-Tropez jusqu'à Nice, l'escarpement que présente, du nord au sud, le fond des mers voisines de la côte est excessivement prononcé ; la déclivité des terrains subméditerranéens s'est accrue de l'ouest à l'est, comme la pente en travers du sol extérieur. L'augmentation de la pente sous-marine est même beaucoup plus rapide que l'augmentation de la pente extérieure. En comparant la ligne des escarpements qui forment la limite méridionale de la région de la montagne avec la côte de la Méditerranée, à partir de ces deux arêtes, on voit s'établir deux pentes successives du nord au sud, d'abord la pente *extérieure* du sol vers la mer ; puis la pente *sous-marine* du rivage vers le fond du bassin de la Méditerranée. et cette dernière déclivité est six fois plus forte que la première.

Rapports de la  
pente sous-  
marine avec la  
pente extérieure.

Ainsi la pente extérieure du sol peut être représentée par  $\frac{1}{80}$ , et la pente sous-marine est de  $\frac{1}{13}$ .

Dans certains points la différence des deux déclivités est plus forte encore. Ainsi, de la cime du Cheyron à la mer, la pente est  $\frac{1}{70}$  ; dans le rivage correspondant, la pente est  $\frac{2}{70}$ . Ces faits remarquables qui se manifestent d'une manière si éclatante sur toute la côte du Var, sont en contradiction formelle avec les hypothèses tendant à attribuer le creusement principal des vallées aux courants d'eau ; car les pentes dues aux érosions devraient être bien plus faibles sur le rivage de la mer, où les masses aqueuses tendraient à revenir à l'état de repos. Au lieu d'une diminution de déclivité du sol, c'est une

prodigieuse augmentation qui se manifeste ! L'hypothèse de l'érosion , comme cause principale de la formation des vallées , est donc ici une évidente absurdité. Mais à cette chute rapide des coteaux sous-marins , on devine aisément l'influence des volcans , qui ont façonné les golfes comme des cratères , en laissant dans les matières ignées, si fréquentes sur tout le littoral depuis Toulon jusqu'à Saint-Tropez , Fréjus et Antibes , des témoins irrécusables de leurs anciens paroxysmes. Ainsi la topographie , l'hydrographie et la minéralogie offrent ici une merveilleuse concordance dans leurs principaux résultats (1).

De la configuration du département , telle que nous venons de la tracer à grands traits , résulte l'explication des circonstances les plus remarquables que présente le climat du Var.

Les abaissements de température sont dus surtout aux courants d'air froid partis des latitudes septentrionales , ou précipités du haut des montagnes.

Les courants d'air chaud et humide prennent au contraire naissance pendant l'hiver dans le bassin de la Méditerranée , qui agit comme un grand réservoir de la chaleur de l'été.

La température moyenne de chaque lieu est donc plus

(1) Une autre conséquence importante de la grande pente des rivages vers une mer profonde, se manifeste dans l'absence de grands dépôts de limon à l'embouchure d'un fleuve aussi fangeux que le Var. Le Rhône, à sa jonction avec la mer, par ses délaissements annuels , forme un barrage dangereux , et il étend d'une manière notable , d'un siècle à l'autre , l'étendue du delta de la Camargue. Rien de pareil à l'extrémité du fleuve du Var ; les troubles disparaissent sous la profondeur de la Méditerranée.

Ainsi la différence de déclivité du fond rend parfaitement compte et du grand envasement du Rhône , et de l'absence des dépôts superficiels à l'extrémité du cours du Var.

basse là où domine l'influence des montagnes ; plus élevée , là où règne l'influence de l'atmosphère de la Méditerranée.

La région de la montagne , à raison de l'élévation du sol qu'elle présente , et des chaînons dont elle est couverte , offre une température moyenne plus basse de plus de *trois degrés* que celle du reste du littoral. C'est la partie froide du département. La région des Maures offre au contraire la température moyenne la plus élevée; et dans toutes les parties où les chaînons de montagnes de l'est à l'ouest ne sont pas interrompus , ils forment un abri qui arrête les vents du nord et du nord-ouest , et qui permet à l'oranger de prospérer; et par une juste réciprocité , la partie la moins chaude de la région des Maures est le bas de la vallée de l'Argens , où les montagnes de l'est à l'ouest sont interrompues.

Quant à la région des coteaux , elle jouit d'une température plus ou moins douce , suivant qu'elle participe plus ou moins à la température de la région des Maures , et qu'elle est mieux abritée contre les courants d'air froid qui sévissent sur la montagne.

Ces deux circonstances , favorables à une végétation constamment active , se rencontrent surtout dans la partie orientale du département , là où une élévation plus brusque du plateau de la montagne présente des flancs de coteau ouverts au midi , et fermés aux courants d'air froid qui désolent les hautes plaines.

C'est ainsi que la végétation de l'olivier , qui peut à peine vivre au delà de 450 mètres de hauteur dans les Basses - Alpes , Vaucluse , les Bouches-du - Rhône et l'ouest du Var , atteint sur les coteaux de Bargemon et de Grasse au niveau de 650 mètres , et s'établit à Nice jusqu'à 1000 mètres au-dessus du niveau de la mer.

En marchant de Marseille à Grasse , on arrive à une

température moyenne supérieure et une végétation plus méridionale; et cependant Marseille a une latitude plus avancée vers l'équateur de 30 minutes.

Il y a donc dans la partie occidentale du Var, une forte inflexion de la ligne isotherme vers le Nord. Cette anomalie apparente est une conséquence de l'état topographique que nous avons décrit. l'élévation progressive de la région de la montagne, et la dépression subite que manifeste vers l'est la région des coteaux.

En résumant tout ce qui précède, nous voyons la topographie du département du Var présenter les résultats suivants .

Élévation progressive du sol de l'ouest à l'est, de manière à plonger vers la grande vallée du Rhône;

Les rives de la mer de plus en plus abruptes dans la même direction de l'ouest à l'est;

La déclivité de l'est à l'ouest, de près de moitié inférieure à la déclivité du sol extérieur, du nord au sud,

La déclivité du sol extérieur, inférieure *six fois* elle-même à celle des terres sous-marines. La grande pente des rivages orientaux du Var est parfaitement en harmonie avec l'absence de delta à l'extrémité des cours du Var, et avec la formation des rivages par les agents volcaniques.

La division de la superficie se partage en trois zones .

1° Région de la montagne, plateau élevé à 550 mètres qui domine le département,

2° Région des coteaux dans la partie moyenne;

3° Région des Maures sur le littoral;

Ces trois régions parcourues par des chaînes de montagnes, s'étendant de l'ouest-sud-ouest à l'est-nord-est, subdivisées par des cluses qui marchent ordinairement de l'ouest-nord-ouest à l'est-sud-est.

Il existe quelques chaînons allant à l'ouest-nord-

ouest, et des clues qui s'avancent vers l'est-nord-est.

De même que la configuration du sol, le climat se divise en trois régions :

Région froide, venteuse et sèche : c'est la zone de la montagne ;

Région chaude, humide : c'est la zone des Maures ;

Région intermédiaire : c'est la zone des coteaux, participant de plus en plus à l'état de la région chaude et humide, vers l'est du département, à cause de l'accroissement de déclivité du sol, du nord au sud. Après avoir démontré dans cette esquisse générale de la superficie du département, comment les principales circonstances présentées par la forme extérieure du sol, par l'état des rivages et par la distribution des végétaux se raccordent entre elles et mettent déjà en évidence les soulèvements volcaniques qui ont agi avec leur plus grande puissance sur les rivages orientaux du Var, entrons dans l'étude de la géologie proprement dite.

---

---

## DEUXIÈME PARTIE.

---

### DESCRIPTION DES TERRAINS.

Nous savons que le plus grand nombre des lecteurs auxquels s'adresse ce travail, est étranger à la langue géologique. Il serait donc indispensable, avant d'entrer en matière, de faire connaître les principaux termes de cette langue. C'est le but qui sera rempli à l'aide d'un tableau que l'on trouvera à la fin de l'ouvrage. Nous allons aborder l'exposition de la nature et de la position des grandes masses minérales du département du Var, en supposant que les termes techniques principaux sont bien connus.

La classification la plus vulgaire et la plus naturelle des terrains du département du Var est celle-ci :

Terrains divisés en bancs ou stratifiés.	} Terrains mauresques ou siliceux. Terrains calcaires. Terrains argileux et caillouteux.
Terrains et masses d'épaisseur irrégulière, ou non stratifiés.	} Terrains volcaniques.

Mais en analysant soigneusement ces classes, on peut les sous-diviser en deux systèmes de groupes, suivant que



l'on considère l'ordre chronologique dans lequel ils ont apparu à la surface de la terre, ou leur nature chimique.

Ensuite, chacun de ces groupes se sous-divise, à son tour, en plusieurs autres, dont les caractères distinctifs sont fournis, à la fois, par la nature des substances qui les forment, par l'ordre de leur superposition, et par les débris organiques qu'ils renferment.

On signale, en même temps, par ce tableau, la merveilleuse harmonie de la création *minérale*, et de la création *vivante*.

TERRAINS STRATIFIÉS.			État du globe au moment de l'apparition des terrains.	NON STRATIFIÉS.					
DIVISION CHIMIQUE	DIVISION CHRONOLOGIQUE								
Silicates	Anciens ou primaires	Granitoides feuilletés	Pélagiques ou marins	Terrains volcaniques					
		De transition			Cambrien Silurien				
Carbonates calcaires	Secondaires	Grès houiller Grès rouge Grès vosgien Grès bigarré			Pélagiques ou marins	Terrains volcaniques			
		Calcaire conchylien ou muschelkalk					Pélagiques ou marins	Terrains volcaniques	
		Calcaire jurassique ou oolitique							Inférieur Moyen Supérieur
		Terrain crétacé.							Terrain néocomien Grès vert et Craie moyenne Craie supérieure
Oxydes ferrugineux et sulfates	Tertiaires	Terrain tertiaire inférieur Moyen Supérieur Actuel			Continental				

C'est en marchant du plus ancien au plus récent, que nous faisons connaître la composition de ces divers ordres géologiques.

On voit de suite que la série des formations est complète et que la description minéralogique du département touche à la fois à *tous* les problèmes que peut présenter la géologie. Les difficultés sont si multipliées, qu'il n'est pas facile d'éviter l'obscurité et la confusion; les questions si ardues et si compliquées, qu'il est très-difficile de ne pas heurter des opinions, lors même qu'on ne voudrait exposer que des faits; la réserve et la timidité que nous avons mises à publier nos observations, ne sont que trop justifiées par les écueils dont ce sujet est hérissé.

Le mélange et les bouleversements des terrains à silicates dans l'Esterel, les anomalies que paraissent présenter, au premier abord, les dépôts calcaires des environs de Grasse et de Toulon, ne paraissaient pas permettre de débrouiller l'espèce de chaos de la géologie du Var.

Ce n'est que lorsque nous avons vu nos classifications des terrains siliceux justifiées par des fouilles récentes; ce n'est que lorsque les voyages entrepris par nous dans les Alpes du Dauphiné et de la Suisse ont confirmé nos premiers essais de classification; lorsque les travaux conchyliologiques de M. Matheron ont justifié de la manière la plus frappante nos observations sur la superposition des formations, que nous pouvons nous résoudre à publier le résultat de nos recherches.

Ainsi que le montre notre tableau, les terrains du Var se divisent sous le point de vue chimique en trois ordres :

Ordre des silicates,	où domine le silice;
Ordre des carbonates,	où domine le carbonate de chaux;
Ordre des peroxydes et sulfates,	où domine l'influence des eaux soumises à l'action de l'atmo- sphère sur les continents.

Les terrains à silicates correspondent dans la série ordinairement adoptée par les disciples de Werner, aux

- Terrains primaires,  
 — de transition, et  
 — secondaires inférieurs.

La partie du sol du Var où se montrent les terrains silicates, est précisément celle que nous avons déjà indiquée dans la topographie, comme constituant la région *des maures*. L'absence des grandes masses calcaires et la facile décomposition de son sol en terrains sableux la caractérisent immédiatement, pour les personnes les plus étrangères à la science.

Cet ordre de terrain forme une bande continue du sud-ouest au nord-est, sur tout le littoral depuis Saint-Nazaire jusqu'au cap Croisette, entre Cannes et Antibes. Dans l'intérieur des terres il s'arrête vers Auribeau et Tournon, près de Grasse; passe au midi de Fayence, Seillans, Draguignan; passe par le Luc, Pignans, Cuers, et se termine à une ligne qui passerait par Toulon et le sud d'Ollioules. La plus grande longueur de cet îlot siliceux est de 110 kilomètres, la plus grande largeur de 35 kilomètres. Les îles d'Hyères et celles des Ambiers appartiennent à la même classe géologique. La zone siliceuse se divise elle-même en deux parties: d'abord, celle où dominant les roches cristallines, telles que le mica et le quartz cristallisé, constituant une région dont le sol est perpétuellement accidenté jusque dans les plus petites parties; et ensuite celle où règnent les roches à détritits sableux et argileux, présentant un sol quelquefois largement développé en plaine, dominé par des escarpements abruptes.

Dans le premier groupe se trouvent les roches *primaires* qui caractérisent les environs de Saint-Tropez, de Cogolin et du Plan-de-la-Tour.

Dans le second groupe, il faut ranger toutes les roches de grès et de marnes qui servent de base aux grands dépôts calcaires. Les dépôts appartenant à cette seconde série se développent comme une ceinture autour du noyau des roches cristallines, et pénètrent dans les golfes que présente la masse de ce noyau.

Les terrains cristallins du département du Var se subdivisent en .

Terrains primaires,	}	Ancien ou cambrien ; Moderne ou silurien , ou de grauwacke.
Terrains de transition		

Le système primaire se divise en deux noyaux , dont la séparation est établie par la formation de grès et marnes qui remplissent le fond de la vallée de l'Argens , depuis le Muy jusqu'à Fréjus.

1° Le noyau *occidental* d'Hyères à la vallée de l'Argens, que l'on pourrait appeler aussi le groupe des montagnes de l'*Averne*.

2° Le noyau *oriental*, situé entre Fréjus et Antibes, et constituant la masse principale des montagnes de l'Esterel et des Clans.

Ces deux noyaux offrent près de leurs limites des masses granitiques recouvertes de granites feuilletés ou gneiss , de schistes micacés et d'eurites.

Dans le groupe des montagnes de l'Averne , les granites se montrent, seulement vers l'extrémité orientale, dans la forêt du Muy et au Plan-de-la-Tour, tandis que les roches primaires feuilletées s'étendent en recouvrant le granite, depuis le Lagarde-Freinet et Saint-Tropez jusque vers Hyères et Collobrières, à l'est du noyau granitique du Plan-de-la-Tour ; les roches feuilletées se présentent sur un faible espace , vers les bois des Fourneux.

Dans le noyau primaire de l'Esterel , les granites se montrent plusieurs fois près des extrémités du noyau. On

les trouve au nord-ouest, vers Callas, dans la forêt d'Escans, à Garron et sur les bords d'Endre vers Carton-de-Biacas; dans le nord on le cite vers le château de Guignes, à l'est, à Auribeau et entre Cannes et Valauris.

Ainsi, dans les deux noyaux du Var, le granite ne se montre pas comme roche dominante. Les masses véritablement dominantes sont :

Les granites feuilletés ou *gneiss* ;  
Les *mica-schistes* ,  
Et les *eurites* ;

Ces deux dernières accompagnées de puissantes veines de quartz.

Toutes ces roches cristallines feuilletées sont adossées sur des masses de granites, qui semblent avoir poussé de bas en haut le terrain primaire, et avoir rempli envers lui le rôle de *roche soulevante*, absolument comme si, par l'impulsion des agents volcaniques, le granite avait percé le noyau primaire, en écartant à l'est et à l'ouest les roches feuilletées.

Telle est bien évidemment la position relative du granite à gros grains du *Plan-de-la-Tour*, qui se montre au bas de la dépression, entre la chaîne de montagnes de gneiss du Revest et des Fourneux, et la chaîne de Grimaud, à Lagarde-Freinet et La Moure. Depuis la forêt de la Péguière du Muy, jusqu'à Sainte-Maxime, les roches granitiques n'occupent ainsi qu'une bande de 15 kilomètres du sud au nord, sur une largeur maximum de 7 kilomètres.

Dans le noyau primaire occidental, les granites se montrent plus souvent, mais par places plus restreintes encore; et toujours les roches feuilletées superposées penchent en un sens opposé à celui dans lequel apparaît le granite.

C'est ainsi qu'au sud du granite de Garron et du Carton-de-Blacas, l'ensemble des terrains qui forment la montagne de Rouet plonge vers le sud.

Tandis qu'à l'ouest des granites d'Auribeau et du château de Guignes, l'ensemble des terrains stratifiés qu'on trouve sur l'Esterel, plonge vers l'ouest.

Ainsi, dans les deux noyaux primaires, le granite occupe des positions situées à des niveaux inférieurs aux grandes crêtes, et paraît avoir déterminé le sens du plongement des roches feuilletées qui lui sont superposées. Dans le noyau oriental, les granites ne sont recouverts de roches feuilletées que dans un de leurs flancs. A Garron, le granite ne disparaît sous les roches feuilletées que vers le sud; au nord, ce sont des roches secondaires qui lui succèdent. Le granite est resté ainsi tout près des limites mêmes du noyau primaire, ce qui est bien d'accord avec les circonstances d'un soulèvement moins puissant et moins général. Cette conclusion se rattache elle-même aux idées que fait naître l'état plus circonscrit du noyau oriental.

Il résulte de tout ce que nous venons d'exposer, que les caractères essentiels de la *composition* de ces terrains sont déterminés par les roches feuilletées, tandis que les masses granitoïdes ont seulement rempli le rôle de roches modifiantes et soulevantes.

Dans le noyau occidental, depuis Cogolin et Grimaud jusqu'à Collobrières, et à 8 kilomètres à l'ouest d'Hyères, on remarque constamment, ou les *gneiss*, ou bien des *eurites* roches très-feldspathiques, associées avec des *mica-schistes* et de grandes veines de *quarz*. Cette dernière association est un fait remarquable : on y retrouve les trois éléments du granite, feldspath, quartz et mica, seulement, ici ces trois éléments sont en bandes séparées, au lieu d'être agglomérés par petits cristaux,

comme dans le gneiss et le granite. Tout se passe comme si une cristallisation plus avancée avait rendu plus complète dans les roches feuilletées la séparation des éléments cristallisés, séparation à peine commencée dans les divers granites. C'est là ce que l'on peut aisément reconnaître en comparant les environs de Lagarde-Freinet, où domine le schiste micacé, soit avec les environs de Grimaud et La Moure, où domine le gneiss, soit avec les environs de Plan-de-la-Tour et la Péguière-du-Muy. Dans ces dernières localités, on voit le granite à grands cristaux de feldspath du *Plan-de-la-Tour*, se lier d'une part au gneiss de Grimaud, et de l'autre au granite rose à petits grains de la Péguière-du-Muy.

Dans le noyau primaire oriental, le passage du gneiss au granite est aussi très-évident. Sur le mont de gneiss auquel est adossé la ville de Cannes, feu M. l'ingénieur Gardien donnait à la même roche, tantôt le nom de gneiss, tantôt celui de granite. Entre Cannes et Vallauris, le passage du granite à un gneiss à feuillets très-contournés, était aussi signalé par le même ingénieur.

Ainsi les roches primaires feuilletées dans le Var paraissent n'être qu'une cristallisation plus prononcée opérée sur les éléments du granite. De sorte que le granite à petits grains se transformerait, par une cristallisation plus énergique ou plus prolongée, en granite porphyroïde à gros cristaux de feldspath : exemple, passage du granite à petits grains du Muy au granite à gros cristaux du Plan-de-la-Tour; tandis que le granite à gros cristaux se changerait en gneiss : exemple, passage du granite à gros cristaux du Plan-de-la-Tour, au gneiss de Grimaud et Lagarde; ainsi liaison entre le gneiss et le granite, Vallauris et Cannes.

Voilà donc le granite se présentant, dans le départe-

ment du Var, comme roche soulevante, et se divisant en deux classes :

Les granites à gros grains, passant insensiblement au gneiss,

Et le granite à petits grains, qui ne se fond jamais directement avec le gneiss. C'est la roche modifiante qui a éprouvé la cristallisation la moins prolongée, c'est le granite qui semble le plus moderne.

Les roches granitoïdes que nous venons de décrire sont toujours caractérisées par la présence du mica ; elles sont de la classe des granites proprement dits.

Mais le département du Var offre aussi d'autres roches à structure granitoïde : ce sont des *syénites* ou granites amphiboliques, dans lesquels l'amphibolite joue absolument le rôle du mica,

Et des amphibolites schisteuses, qui ne sont elles-mêmes que des amphibolites feuilletées.

De sorte qu'il y a entre les syénites et les amphibolites schisteuses les mêmes relations que celles déjà signalées entre les granites et les gneiss.

Le passage de la Syénite granitoïde à l'amphibolite schisteuse se remarque à Ramatuelle, près Saint-Tropez, au milieu des gneiss, et à la Péguière, dans la forêt du Muy, dans les granites à petits grains.

L'amphibolite schisteuse est très-fréquente dans les terrains primaires du Var. Dans le noyau occidental, on l'observe à Collobrières, sous le pont du Réal-Martin, elle traverse le bourg; à Reboul, près Cogolin, à Bougoï et Lavagne, aux environs de Lagarde-Freinet; elle paraît au vallon de Lavelan, entre Sainte-Maxime et Grimaud; elle se présente sous forme de zones de 2 à 300 mètres; quelquefois en bandes de 1 mètre seulement, au milieu des couches de gneiss, et se répète plusieurs fois dans une même série.



C'est ainsi qu'entre Cogolin et Grimaud l'amphibolite à petits grains, veinée de feldspath, se présente au pied de la montée de Miramas, sur une bande de 2000 mètres de largeur, alternant avec du quartz carié, et enfin dans le remarquable gisement de kaolin de Grimaud, le dessous de l'amas de kaolin est signalé par l'amphibolite.

Ainsi l'amphibolite schisteuse joue un rôle important dans le noyau occidental. Dans le noyau occidental, nous n'avons remarqué nulle part cette roche; nous sommes cependant porté à croire qu'on pourra la rencontrer dans quelques escarpements de cette partie du terrain primaire du Var.

L'amphibolite compacte ou trappite est beaucoup plus fréquente dans tout l'ensemble des terrains primaires du Var, que ne le sont les deux genres de roches amphiboliques déjà décrites.

L'amphibolite compacte se lie à l'amphibolite schisteuse d'une manière insensible, vers Grimaud, à la montée de Miramas déjà mentionnée. Mais c'est surtout avec la syénite que la fusion de l'amphibolite est remarquable. La syénite offre des grains de plus en plus petits, bientôt ces grains ne sont plus visibles qu'à la loupe, et la couleur noire de l'amphibolite donne à la roche la couleur et l'aspect du trappite, que l'on ne peut plus distinguer des mélaphyres ou porphyres noirs.

Ce passage est surtout marqué au torrent de Boulourie, entre Saint-Raphaël et Agay, dans le noyau primaire oriental. Depuis le porphyre noir compacte jusqu'au porphyre granitoïde et syénitique, on trouve là toutes les nuances, toutes les fusions. Le porphyre granitoïde offre des géodes où de grands cristaux hémitropes de feldspath, variété de Baveno, sont accolés avec cristaux de quartz hexagonal et de mica et amphibole.

Les cristaux de feldspath sont à demi vitreux et atteignent jusqu'à la dimension de 1 centimètre. La liaison de ces roches cristallines avec les porphyres noirs et rouges reproduit tous les phénomènes du gisement signalé dans les Alpes orientales, entre Lugano et le lac Majeur.

Ainsi, il y a passage gradué dans le département du Var, des amphibolites schisteuses et des syénites à gros grains aux syénites à petits grains ou diorites, et de celles-ci aux trappites et mélaphyres.

Ce fait présente une parfaite analogie, d'abord avec gisement des diorites orbiculaires de la Corse, où le centre est de la diorite à petits grains, tandis que les zones concentriques d'amphibole et de feldspath produisent successivement la structure de la syénite et de l'amphibolite schisteuse. En sorte que la seule différence entre la diorite et la syénite, et l'amphibolite schisteuse est une cristallisation de plus en plus avancée.

Dans les Alpes du Dauphiné, vers Allevard; de la Savoie et du Piémont, vers le massif du mont Blanc et des montagnes du Cogne, nous avons été souvent frappé à la vue de phénomènes minéralogiques entièrement analogues, développés sur une plus grande échelle. Les roches amphiboliques du Var offrent des circonstances de gisement qui sont intermédiaires entre celles que présentent, d'une part, les Alpes, et d'autre part, les roches de la Corse.

Il résulte de ce qui précède que, par leur structure et leur nature minéralogique, les roches amphiboliques du département du Var offrent le passage le mieux caractérisé des phénomènes des Alpes à ceux qu'offre la géologie de la Corse.

Le passage des trappites aux syénites et amphibo-

lites schisteuses n'est autre chose, dans ces montagnes, qu'une cristallisation de plus en plus avancée, qui a séparé les substances minéralogiques intimement mélangées dans les trappites.

Les trappites à leur tour se lient minéralogiquement avec les spilites et les roches basaltiques. — On trouve, au *Plan-de-la-Tour*, de nombreuses bandes de trappites qui traversent le granite. Ces bandes ou dykes contrastent par leur couleur noire avec le granite blanchâtre ou rosé qui les encaisse dans quelques-uns de leurs blocs détachés, ces dykes rappellent tout à fait l'aspect du basalte. Même phénomène dans les granites à petits grains des maures du Muy.

Dans le noyau oriental à l'Ésterel, on trouve, soit au quartier des Adrechs, soit au quartier d'Esclans, des dykes analogues à celles du Plan-de-la-Tour, tandis que dans le quartier des Darbousiers, les dykes sont formées d'une roche noire avec noyaux de chaux carbonatée et de quartz, et constituent des spilites analogues à la composition des nappes basaltiques d'Ollioules; et de ceux-ci aux produits du volcan moderne de Rougiers, il n'y a qu'un changement dans la structure devenue de plus en plus poreuse.

Les relations que l'on voit ainsi s'établir dans le département du Var, entre les épanchements basaltiques, les dykes de spilite et de trappite, les bandes desyénite et d'amphibolite démontrent, pour toutes ces roches, une communauté d'origine, et qu'elles sont toutes des émissions de la matière volcanique maintenue à l'état de fusion au-dessous du sol; seulement ces diverses formations plutoniques ont été plus ou moins longtemps soumises aux forces qui président à la cristallisation, et sont, par conséquent des produits appartenant à des ères différentes.

De sorte que les amphibolites sont : 1° les dèjections les plus anciennes et celles aussi qui formeraient des noyaux plus étendus ou des bandes plus épaisses ; ce sont des roches fréquentes dans le noyau occidental, et que nous n'avons pas observées dans le système oriental.

2° Après sont apparues les syénites, qui constituent des bandes plus rétrécies, et qu'on retrouve dans le noyau oriental de l'Esterel, comme dans le noyau occidental de Laverne.

3° Puis les trappites, les spilites, qui ont traversé des sédiments très-modernes en formant des filons très-rétrécis.

4° Enfin, les produits évidemment volcaniques que l'on trouve auprès de Tourves et de Rougiers.

D'autre part, les granites et les gneiss se fondent avec les roches amphibolites à la Péguière-du-Muy (1), auprès de Ramatuelle et de la Carrade vers Saint-Tropez, auprès de Sainte-Maxime, en avançant vers Grimaud, et aussi dans le noyau oriental vers Agay, vers les Causse ; de sorte que le type des roches, évidemment plutoniques, se rattache par ses roches les plus anciennes, avec les roches primaires où le mica abonde. La liaison minéralogique se confirme jusque dans des détails minutieux ; ainsi le carbonate de chaux n'est étranger aux productions ignées d'aucune période.

On le trouve en masse de calcaire saccharoïde blanchâtre dans le gneiss du carton de Blacas ; des veines de carbonate de chaux se montrent dans l'amphibolite du pont de Collobrières, enfin, des nids de ce carbonate dans les basaltes et les dykes volcaniques de l'Esterel,

(1) Auprès de Callas le granite ordinaire paraît se fondre avec la syénite, dans la forêt d'Esclans.

d'Esclans, de Saint-Tropez, d'Ollioules et de Saint-Nazaire.

Nous sommes amené, par ces observations, à classer les roches cristallisées du Var de la manière suivante : à partir des plus anciennes.

Mica-schistes avec Eurites et veines de quartz ; Gneiss.	} 1 <sup>re</sup> période, ou terrains primitifs.
Granites } à gros grains, à petits grains. Amphibolites schisteuses, — syénites et serpentes.	} 2 <sup>e</sup> période, ou roches massives de transition.

Les géologues seront peut-être surpris de ne pas trouver dans ce tableau les porphyres rouges de l'Esterel, dont M. Brongniart a fait un de ses types du groupe des terrains primordiaux *entritiques*; mais nous verrons plus tard que ces porphyres n'appartiennent au groupe primaire, ni par l'époque de leur apparition qui est beaucoup plus moderne, ni même par leur mode de formation. Bien loin d'être comme les autres roches primaires, une matière d'abord fondue par le feu, puis solidifiée et cristallisée, ces porphyres rouges ne sont que des sédiments de grès appartenant à la partie moyenne de la série secondaire, modifiés par l'action ignée après leur dépôt; mais nous n'avons pas dû classer dans les roches primaires amphiboliques, les serpentines qui se montrent d'une part à la Carrade, dans le noyau occidental, et, d'autre part, à la Ferrière, près d'Agay, dans le noyau oriental.

La serpentinite de la Carrade semble se lier aux roches amphiboliques que l'on trouve entre Gassin et la Carrade : ce fait et le rôle important du talc dans les granites des Alpes, nous amènent à classer ces serpentinites avec les roches primaires de la deuxième période : ce rapprochement est d'ailleurs pleinement confirmé par l'abondance du talc, base de la serpentinite dans les roches de schiste de transition des environs de Toulon.

De tout ce qui précède, il résulte que les roches primitives du Var sont essentiellement les gneiss-eurites et mica-schistes, dont la stratification est bien prononcée, et qui paraissent avoir formé la première croûte solide sur laquelle les sédiments ont été déposés.

Tandis que les autres roches cristallisées sont ou en masse, irrégulièrement subdivisées comme les granites, ou par bandes plus ou moins étroites, comme les roches amphiboliques, et viennent se rattacher, d'une part, aux roches primitives par les granites liés aux gneiss, et, de l'autre, aux roches volcaniques par les trappites et les spilites. Ces roches cristallisées dérivent donc de phénomènes postérieurs à la première solidification du globe, et elles se montrent comme amenées au jour par un soulèvement de matière volcanique. La distinction que nous venons d'indiquer dans le gisement des deux espèces de roches cristallisées, et qui nous conduit à les séparer en roches primitives proprement dites, et en roches plutoniques des âges subséquents, est appuyée de quelques circonstances minéralogiques et chimiques d'un grand intérêt.

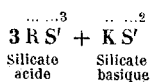
Dans les roches primitives stratifiées, telles que mica-schistes, eurites et gneiss, le quartz qui forme soit des veines mica-schistes, soit des cristaux séparés dans le gneiss, constitue presque le tiers de la masse des éléments minéralogiques, tandis que dans les amphibolites

et les roches plutoniques de plus en plus récentes, le quartz isolé est en petite quantité, la silice n'est plus libre, mais elle est engagée dans les combinaisons où les bases entrent en proportion toujours *croissante* (1).

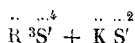
Aussi, dans les roches primitives, il y a plus de silice ou moins de base que dans les roches plutoniques, et en outre, le fer qui abonde dans les productions plutoniques, s'y trouve à l'état de protoxyde dans les roches amphiboliques et pyroxéniques, tandis qu'il est plus ordinairement peroxydé dans les roches primitives et notamment dans le mica et surtout dans le grenat et la staurotide qui font partie essentielle des mica-schistes des environs de Lagarde-Freinet, de Saint-Tropez et de Vaubarnier entre Laverne et Collobrières; ainsi la différence chimique la plus importante que nous présentent dans le Var les roches primitives et les roches plutoniques, est la présence dans les premières d'une plus grande quantité de *silice et d'oxygène*.

Après avoir indiqué les caractères principaux des terrains primitifs du Var, nous pouvons résumer les

(1) En appelant le radical alcalin, potasse, soude, chaux, etc., on trouve, dans le feldspath, la formule :



tandis que dans l'amphibole on trouve :



le silicate *basique* de l'amphibole, combiné avec moins de silicate *acide* qu'il n'y en a dans le feldspath.

circonstances les plus saillantes de leur distribution de la manière suivante .

	} A l'ouest des montagnes du Revest et des Fourneux , et de là en tournant vers Ste-Maxime. }	} Cap Croisette et Cannes		
Gneiss.			} La Moure, du sud de Lagarde - Freinet a Grimaud et Cogolin , jusqu'au pied de la Capelude, et de là vers le versant sud de Notre - Dame - des - Anges.	} Partie orientale du massif de l'Esterel , à partir de l'Argentiere. Bords du Reyran , vers la vallée d'Argent.
Mica-schiste et Eurite, en recouvrement du gneiss.	} Partie nord de la chaîne de Cogolin à Notre-Dame-des-Anges.	} Sources d'Endre.		
			} Partie nord de la chaîne entre Saint-Tropez et Bormès.	}

## NOYAU OCCIDENTAL

## NOYAU ORIENTAL.

Roche soulevante sous le gneiss	} Granite du Plan-de-la-Tour, à gros grains.	} Granite du cap Croisette.

## Substances disséminées :

Grenats rouges et grenats melanies dans le gneiss et le granite du cap Croisette , les grenats sont si abondants dans le mica-schiste de Lagarde-Freinet , de Laverne , de Saint-Tropez , que l'on peut les considérer comme partie essentielle des roches ; on les trouve associés à la staurotide , à Vaubarnier entre Laverne et Collobrières ; la staurotide devient aussi elle-même partie essentielle de cette variété de la roche en y remplaçant le mica.

Le grenat melanie et la staurotide démontrent l'abondance des composés ferrugineux *peroxydés* dans les roches du noyau occidental ; quelquefois même il devient



tellement abondant que le peroxyde est entièrement en évidence. Le cas se présente dans la *sidéro-criste* qui git sous le pont de Collobrières, accolée aux roches amphiboliques.

La chaux carbonatée se montre elle-même en veine dans la *sidéro-criste* de Collobrières : elle constitue un noyau de calcaire saccharoïde au Carton-de-Blacas, vers Garron, dans le gneiss qui forme une masse importante dans cette région. Aux Campeaux on a signalé depuis longtemps le fer titané et le disthène ; ils sont intéressants parce qu'ils indiqueraient la présence de l'oxyde d'étain dans ces contrées.

La tourmaline noire est plus fréquente que ces derniers minéraux, et se trouve dans le gneiss placé entre Sainte - Maxime et Grimaud, et aussi dans le gneiss de l'Esterel près le vallon de l'Argentière.

Nous verrons plus tard quelles sont les substances qui se rencontrent dans les nombreux filons qui sillonnent les roches des deux noyaux que nous venons de décrire. Il nous suffit de faire remarquer que le quartz forme la masse principale de ces filons. Seulement, dans quelques cas, le sulfate de baryte remplace la silice, comme dans les filons de la Péguière et de l'Argentière-du-Muy, et ceux du vallon de l'Argentière-de-l'Esterel.

Les sulfures de fer, d'antimoine, de cuivre, de plomb, de zinc, d'argent, forment soit de très-petits vides, soit des veines, soit des portions régulières des filons.

Nous avons vu le graphite former des veines à l'ouest de Cogolin, on le cite aux environs du Revest, dans les bancs de gneiss. Dans le noyau oriental le graphite ne se montre pas.

En définitive la masse principale des matières subordonnées ou disséminées est formée par la silice et les silicates d'alumine et peroxyde de fer ; les matières car-

bonées et les sulfures métalliques ne se présentent qu'en quantités minimales.

*Altérations des roches.*

Les altérations des roches sont fréquentes dans les deux noyaux primaires. Ces altérations ont agi parfois sur des masses continues : d'autres fois seulement dans le voisinage des roches soulevantes.

Altération en masse. Le micaschiste qui règne depuis Saint-Tropez jusque vers Bormes, en s'appuyant sur la chaîne littorale du Canadau, est généralement désagrégé et terreux, le mica s'est décomposé; la portion du fer qui entrait dans sa masse à l'état de silicate de protoxyde s'est transformée en peroxyde qui a communiqué à toute la roche une teinte rougeâtre et un état terreux qui se prolonge souvent depuis la superficie jusqu'à 8 ou 10 mètres dans le sol. C'est là une altération due à l'influence atmosphérique favorisée par la présence d'une grande quantité de petits grenats *almandins* disséminés dans le micaschiste. Dans les portions altérées les grenats sont représentés par de petits noyaux ferrugineux, résidus de la décomposition du silicate.

Altération par les roches soulevantes. Cette altération se manifeste dans toutes les parties où les dykes de *spilite* et de trappite traversent la masse des terrains primaires; on la reconnaît encore au contact des roches amphiboliques cristallines à la montée de Miramas entre Grimaud et Lagarde-Freinet. Dans la masse d'eurite le contact de la roche trappéenne a provoqué la décomposition du feldspath; la silice de ce minéral est restée en majeure partie à l'état de noyaux plus ou moins volumineux, tandis que l'alumine a formé la matière blanche pulvérulente base du kaolin, et l'alcali paraît avoir été éliminé par le lavage de la roche.

Transformation  
du gneiss en  
kaolin,  
au contact  
de la roche  
amphibolique,  
à Grimaud.

Dans la partie supérieure du gisement de kaolin de Grimaud, les grands cristaux de feldspath qui constituaient toute la roche dans l'origine, ont conservé leur forme; ils sont seulement friables, les noyaux siliceux sont beaucoup moindres, et le mica conservé sur quelques points a formé sur d'autres des taches ferrugineuses.

Voici la coupe générale de ce terrain. Avant d'atteindre le gisement de kaolin que nous venons de décrire, on trouve sur la grande route au nord-est de Cogolin, en montant vers l'ermitage de Miramas :

1° Des amphibolites veinées de feldspath; sur plus de 2000 mètres la direction des couches marche E. 50° N. Dans les amphibolites sont intercalées des masses de quartz carié avec quelques veines de feldspath et de mica.

2° Immédiatement au contact des amphibolites, l'eurite s'est transformée du kaolin terreux en continuant à suivre la route montante, le kaolin est de plus en plus dur, les cristaux de feldspath reparaissent bien caractérisés, mais friables, la masse changée en kaolin a 22 mètres de puissance.

3° Au-dessus du gisement de kaolin, reparaît l'amphibolite sur laquelle reposent des gneiss et des mica-schistes avec eurites qui se développent largement aux environs de Lagarde-Freinet. Ainsi la transformation de l'eurite en kaolin n'a eu lieu que dans la partie encaissée entre deux masses amphiboliques.

Des altérations analogues se présentent dans toutes les parties où les roches amphiboliques compactes, les spilites et les basaltes ont traversé les granites à gros et à petits grains des environs du Plan de Latour et de la forêt du Muy. Au contact de ces dykes, le granite est devenu friable, le feldspath est devenu plus ou moins complètement semblable au kaolin de Grimaud.

Altération  
par les trappites  
dans les granites.

Altération  
par les dykes  
basaltiques.

Mais les exemples les plus frappants de ce genre d'altération sont fournis par les gneiss placés sur la pente orientale de l'Esterel traversés par la grande route d'Italie sur un espace d'environ 140 mètres, on voit apparaître successivement quatre dykes basaltiques dont le contact avec la roche de gneiss est signalé par une profonde altération, le feldspath est décomposé, le fer peroxydé et terreux remplace le mica. Tels sont les phénomènes que l'on ne manque jamais d'observer. Près de l'une de ces dykes le gneiss a pris une structure rubanée à zones concentriques. C'est un passage des gneiss au micaschiste qui semblerait provoqué par la dyke.

Dans un autre de ces points remarquables le gneiss offre de nombreux noyaux siliceux ramifiés comme les nodules de silix dans les banes de craie. Les dykes n'ont guère en cet endroit que 1<sup>m</sup>,50 à 1 mètre de puissance et l'altération s'arrête à 2 mètres de distance de l'injection plutonique.

En résumé, les eurites, les gneiss et les granites des terrains primaires du Var ont été altérés au contact des roches amphiboliques et des déjections plutoniques plus récentes. Les parties feldspathiques ont été décomposées comme si ces déjections avaient fait affluer des masses d'eau chargées d'un acide qui auraient enlevé les bases de ces silicates, favorisé la suroxydation du fer et fait naître de nouveaux centres de cristallisation. Des altérations analogues se présentent dans les roches cristallines qui encaissent des filons. Aux environs de Lagarde-Freinet, nous avons fréquemment observé que les gneiss perdaient leur mica dans les parties contiguës aux filons : comme si l'élément ferrugineux des micas avait été reporté dans l'argile rougeâtre des salbandes, tandis que le feldspath était plus ou moins terreux, et que la silice en apparence plus abondante s'était agglomérée en

masses celluleuses et formait ainsi du quartz carié. Dans tous les cas la matière du filon pénétrait dans la roche mère en ramifications plus ou moins multipliées : de sorte que les veines et les filons paraissent, dans le Var, formés avec les éléments de la roche. Tous ces phénomènes rappellent plus ou moins complètement l'effet que produisent encore de nos jours sur les roches cristallines les eaux carboniques de régions volcaniques.

On peut résumer toutes les altérations que nous venons d'exposer :

Ou cristallisation plus prononcée ;

Ou décomposition des silicates et enlèvement d'une partie plus ou moins notable des bases ;

Ou addition d'une nouvelle proportion d'oxygène à celle que renfermaient déjà les corps ferrugineux.

Ces trois caractères des altérations des terrains primitifs du Var, sont précisément identiques à ceux qui forment la distinction entre les terrains primitifs et les masses volcaniques plus récentes. Ainsi une première altération des roches volcaniques les a ramenées aux éléments du granite et du gneiss, et une altération en même genre plus avancée a produit le kaolin et les amas siliceux et ferrugineux. Ce qui nous amènerait à la conclusion déjà énoncée par nous en 1831 : les roches primitives ne sont qu'une *cristallisation* et une *altération* de matières identiques aux formations volcaniques actuelles, et tout se passe comme si l'altération avait été causée au moment de la consolidation des terrains primitifs par des eaux chargées de gaz carbonique comme celles qui jaillissent souvent auprès de nos volcans actuels (1). Jusqu'à ce jour on n'a guère cherché à donner une idée de la puis-

(1) Nous avons déjà énoncé la première partie de cette proposition, dans les *Annales des sciences et de l'industrie du Midi*, publiées en 1831.

sance des terrains primitifs stratifiés qui se superposent aux noyaux granitiques : il est pourtant bien convenable de désigner cette puissance telle qu'elle se présente dans les diverses localités où elle est nettement dessinée.

Dans le groupe de l'Averne, cette puissance peut être assez exactement évaluée à 7000 mètres. Les diverses séries de cette masse se montreraient ainsi entre le granite de Saint-Martin de Plan de Latour et le mica-schiste qui finirait dans les maures de la Bastide, *Tric* aux Miquelets (voir Cassini). Dans toutes les autres parties du même système, les contournements sont trop fréquents, les changements d'inclinaison et de direction trop nombreux, les fractures trop multipliées pour qu'il soit possible de hasarder un chiffre quelconque. On ne voit néanmoins nulle part des preuves qui établissent que le chiffre qui vient d'être donné soit trop faible.

Dans le groupe de l'Esterel nous n'avons pu reconnaître nulle part une coupe qui nous ait permis d'assigner la puissance des roches primitives stratifiées. La fracture et les inflexions de couches, leurs changements de direction et d'inclinaison sont tellement multipliés que les strates sont comme hachés.

En résumé, les terrains primitifs stratifiés durs semblent essentiellement formés de gneiss, de mica-schiste alternant avec des eurites et des veines de quartz et constituant une épaisseur minimum de 7000 mètres.

Dans le groupe occidental ou de l'Averne, ces terrains sont relevés autour du massif granitique du Plan de la Tour, et de là leurs strates s'allongent sur trois chaînons courant vers l'ouest, encaissant dans leur intervalle la petite vallée de la Molle vers Saint-Tropez, et celle de *Collobrières* dans la direction de Cuers.

Les strates, au milieu de leurs inflexions nombreuses,

paraissent affecter plus spécialement le prolongement vers le nord ; ils semblent s'appuyer d'une part sur les épanchements amphiboliques de Cavalaire dans le chaînon littoral ou de la montagne Saint-Clair, tandis que le chaînon du nord ou de Lagarde-Freinet et de Notre-Dame-des-Anges se pose sur les roches amphiboliques de Grimaud. — La similitude de circonstances géologiques entre Grimaud et la Carrade se montre jusque dans la rapidité des pentes. — A l'élévation brusque du coteau de Miramas vers Grimaud correspond en effet l'escarpement du littoral auprès de Cavalaire, où la *ligne sans fond* se rapproche beaucoup de la côte.

Dans le groupe oriental ou noyau de l'Esterel, les strates relevés autour des masses granitiques de l'est, vers Auribeau, et Vallauris, du nord-est, vers Guigne et vers Garron, n'occupent aucun gisement régulier sur quelque étendue.

Sous le rapport minéralogique, les roches primitives du Var se lient aux granites dont elles reproduisent les éléments plus nettement séparés par la cristallisation.

Les granites se lient à leur tour aux roches amphiboliques, et par ceux-ci aux roches volcaniques modernes, avec cette seule différence que les silicates auraient perdu une partie de leur base en passant aux granites, et que leurs parties minéralogiques auraient éprouvé une cristallisation plus prononcée ;

Tandis que d'autre part les roches primitives, dans leurs parties altérées, ont perdu une nouvelle partie de la base de leurs silicates, éprouvé une nouvelle oxydation dans leur élément ferrugineux, ou bien simplement une cristallisation encore plus avancée ;

De sorte que des roches volcaniques aux roches primitives, et de celles-ci à leurs altérations dans les dykes et

les filons, et leurs décompositions superficielles, il n'y aurait qu'une série continue de dégradations, soit par décomposition chimique, soit par cristallisation.

## SECTION II.

### *Terrains de transition.*

Ces terrains se divisent en deux séries superposées. d'abord à la base, les roches généralement cristallines et analogues par leur aspect minéralogique aux roches primitives, c'est le groupe du *terrain cambrien*, dont la partie stratifiée offre des bancs de quartzite avec mica et des masses de schistes argileux ou phyllade, tantôt micacé, tantôt très-talqueux.

Au-dessus du terrain cambrien se placent des roches essentiellement fragmentaires déposées sous des eaux violemment agitées, et dont la pâte rappelle complètement les schistes du groupe cambrien tels que les phyllades et les quartzites. Ce sera le terrain silurien correspondant à la série de grauwacke des Allemands.

### *Terrain cambrien ou de transition ancien.*

Ce terrain est formé de deux parties distinctes : les parties non stratifiées comme les granites et les serpentes ; puis les parties bien séparées en couches plus ou moins feuilletées ; les quartzites plus ou moins micacés, et les phyllades micacés ou talqueux, plus ou moins sableux, plus ou moins bitumineux.

L'ensemble des terrains cambriens stratifiés forme, autour du noyau occidental du Var, une bande puissante et qui l'enveloppe assez régulièrement depuis les salines d'Hyères jusqu'au nord-est de Pierrefeu ; cette même



bande se reproduit plus à l'ouest encore dans le fort La-malgue, à Toulon, et reparaît entre la mer et la ligne qui passerait par la Seyne et Six-Fours.

Autour du noyau primitif de l'Esterel, les terrains cambriens stratifiés ne se montrent pas; on ne trouve la période cambrienne représentée que par ses roches en masse. granites et serpentines. La partie la plus régulièrement et la plus grandement développée du terrain de transition ancien du Var est donc celle qui gît dans la partie occidentale du groupe primitif de l'Averne, et est formée de bancs stratifiés composés, de la base au sommet, de

Grès micacé et quartzite,  
Phyllade, tantôt micacé, tantôt talqueux ou satiné.

Le *quartzite* se présente en nappes puissantes; dans la montagne d'Hyères, notamment au Féouillet et à Saint-Jean; à Pierrefeu, à la Tour-l'Évêque, et au sommet de la montagne de Six-Fours. Sa couleur est généralement blanchâtre, mais il est aussi taché de rouge par de l'oxyde de fer qui lui donne de l'analogie avec la hyalomictite du Brésil. Les bancs de cette roche sont surtout dessinés par des paillettes de mica. Vers sa partie inférieure, la roche se fond insensiblement avec un schiste siliceux avec feuillettes minces et nombreux. Les grains de silice d'un blanc laiteux, séparés entre eux par les veines de mica, donnent alors à cette roche la plus grande ressemblance extérieure avec le gneiss; mais, dans les parties décomposées par l'action de l'air, la silice se sépare en grains isolés qui forcent à confondre ce schiste siliceux avec le grès micacé. La ville d'Hyères est bâtie sur des strates de ce genre: la superposition du quartzite et sa liaison intime et graduelle avec le grès micacé, ne permettent pas de douter que l'ensemble de ces

deux roches n'appartiennent aux premiers dépôts de sédiment, formés immédiatement des détritiques des terrains primitifs réagglutinés.

La ligne du passage des schistes micacés et des gneiss primitifs à ces schistes siliceux, ne peut être tracée qu'avec beaucoup d'incertitude, tellement bien les caractères minéralogiques des séries de roches se confondent à leur point de jonction. A l'est d'Hyères, cette jonction s'établit avant Mirabelet et Saint-Guillaume, en remontant le vallon de Borel. M. l'ingénieur des mines Gardien avait été frappé de la décomposition en grès et sable qu'offrait ce faux gneiss : on trouve aussi cette jonction établie près des salines d'Hyères, vers Galoupé. La roche de passage est une grauwacke très-fine, qui ne diffère du micaschiste que par une dissémination inégale du mica et un aspect plus terreux.

Entre Pierrefeu et Collobrières, le caractère sédimentaire de la roche que nous décrivons est mis hors de doute, par la présence de noyaux de véritable gneiss dans le faux gneiss.

Au reste, le quartzite, lui aussi, offre quelque chose de grenu dans sa structure intérieure qui rappelle du sable fin réagglutiné par une puissante cohésion et par une cristallisation postérieure. Le quartzite du Var, composé de grains de sable réunis en masse compacte, offre un phénomène tout à fait analogue à celui du grès des Alpes, progressivement métamorphosé en roches de quartz jusque dans la période crétacée, comme auprès de Barcelonnette, de sorte que la structure arénacée ne peut être étudiée que dans les parties désagrégées par l'action atmosphérique.

Au-dessus des schistes siliceux et micacés et du quartzite, se placent des phyllades micacés ou satinés et talqueux. Au pied de la montagne d'Hyères, ces phyllades

se développent largement à l'est, en marchant vers le Gapeau, et à l'ouest, vers Notre-Dame-de-Crau. Cette roche, éminemment feuilletée, et désignée par les habitants sous le nom de *Lauvisse*, est ordinairement d'une structure très-contournée; elle alterne avec de nombreuses veines de quartz. Elle est souvent chargée de parties charbonneuses qui la font passer de la teinture grise à une couleur tellement noire, qu'on l'a confondue avec les affleurements des schistes bitumineux du terrain houiller. A l'est de Pierrefeu, sur le chemin de Collobrières, on a entrepris des fouilles sur ce phyllade carbonifère avec l'espoir mal fondé d'atteindre un banc de houille.

Du côté de Notre-Dame-de-Crau, on nous a rapporté des échantillons d'un banc de grès charbonneux encaissé dans le phyllade, qui ont quelque analogie avec le gisement d'antracite terreuse dans le terrain de transition de la Loire.

A la Grosse-Tour, sur la côte de la rade de Toulon, le phyllade renferme, au milieu de ses plis, des noyaux charbonneux, dont la couleur foncée se détache bien sur la masse grisâtre de la roche. Nous l'avons déjà dit, le phyllade est associé avec le quartz qui forme dans ses feuilletts de nombreuses veines: la matière siliceuse est quelquefois si abondante, que l'on doit lui accorder une importance à peu près égale à celle de la masse argileuse qui constitue le phyllade: c'est là ce qui ressort bien évidemment des observations faites sur le phyllade de l'île Porquerolles, près Hyères, par feu l'ingénieur des mines Gardien. Des plaques de fer oxydé accompagnent les veines de quartz; le calcaire est très-rare dans le phyllade, de petites veines cristallines de ce minéral ont été néanmoins observées à l'extrémité ouest de la presqu'île de Giens, et sur les îlots qui l'entourent.

Quelques sulfures métalliques sont disséminés dans les phyllades, le sulfure de fer y est surtout fréquent, soit en veinules, soit en petits cristaux mêlés à la masse du phyllade noir. Telle est une couche de ce genre de 30 centimètres de puissance à l'extrémité ouest de la presqu'île de Giens, une autre de plus de deux mètres de puissance entre Pierrefeu et la vallée de Sauve bonne.

On y trouve aussi des nids ou petits rognons de sulfure d'antimoine; on en remarque vers la Jeannette, au quartier de Sainte-Eulalie, près Hyères.

Nous ne connaissons aucun filon métallifère encaissé dans ce phyllade; c'est là un caractère négatif qui peut jusqu'à présent servir à le distinguer des schistes micacés et des gneiss primitifs, tandis qu'il se sépare des phyllades des autres régions géologiques par l'absence de plaques assez largement unies et planes pour constituer des ardoises.

Les altérations que subit le phyllade consistent essentiellement dans la destruction de l'élément charbonneux qui le colore en gris plus ou moins foncé, et dans la suroxydation du fer contenu soit dans les paillettes de mica, soit dans les pyrites. Les eaux qui coulent sur ces schistes décomposés sont chargées de sulfate de fer et laissent sur leur passage une trace d'ocre jaune, tandis que le schiste désagrégé présente une terre argileuse plus ou moins rougeâtre. Si cette terre est enlevée par des eaux courantes, les parties quarzeuses s'offrent en arêtes plus ou moins aiguës difficiles à parcourir. Les coteaux à pentes rapides et déboisées, et les bords de la mer des environs d'Hyères, présentent des exemples de ce genre.

On peut évaluer l'épaisseur des deux groupes de roches que nous venons de décrire, les *quarzites* et les *phyllades*, en étudiant la montagne placée au nord

d'Hyères dont les deux cimes signalées l'une à l'est sous le nom de Fongasse, l'autre à l'ouest par l'ermitage de Notre-Dame-de-Sept-Douleurs sont formées de quarzite, tandis que le phyllade se montre sur les deux flancs accolé au quarzite et va s'enfonçant sous les alluvions de Gapeau à l'est et sous les terres de la Crau d'Hyères à l'ouest. Les couches à l'est et à l'ouest ont un pendage opposé; et la quarzite forme le noyau autour duquel se montrent les deux inclinaisons opposées; il résulte de cette disposition qu'on ne peut voir qu'une partie du développement des deux groupes. La portion la plus récente des phyllades manque, tandis que la partie du quarzite qui touche aux roches primitives ne se montre pas. Néanmoins la puissance de 600 mètres que l'on obtient ainsi aux environs d'Hyères pour la formation de phyllade est assez bien d'accord avec celle que l'on trouve au nord de la montagne de Six-Fours où le phyllade est recouvert au nord par le terrain silurien et le grès houiller, tandis qu'au sud il s'appuie sur le quarzite qui forme l'ossature de la butte de Six-Fours.

La puissance minimum du quarzite paraît être, aux environs d'Hyères, de 1500 mètres, nous avons fixé à 600 mètres la puissance du phyllade; total du terrain cambrien, 2100 mètres. Malgré son plus grand développement en puissance, le quarzite recouvre une étendue de terrain bien moindre que celle qui correspond aux gisements de phyllade. La plus grande partie des environs d'Hyères, les îles environnantes, la presqu'île de Giens, sont presque exclusivement formées de phyllade. On le retrouve avec un aspect bien satiné et talqueux au fort Lamalgue, près Toulon, et près la Seyne et Sainte-Nazaire il constitue la majeure partie de la presqu'île qui finit au cap Notre-Dame. Le quar-

zite n'apparaît que dans les parties élevées de la montagne de Six-Fours et de la petite chaîne de Notre-Dame de Toulon.

Les roches non stratifiées du système de transition ancien se composent essentiellement de serpentines, de roches granitoïdes, granites proprement dits et syénites.

Les roches serpentineuses se présentent dans le noyau occidental, près la plage de Cavalaire, à la butte de la Peirière. Depuis longtemps on cite cette roche à Gournière et à la montagne de Marevieille entre La Molle et Cogolin.

La serpentine de Cavalaire est en masse compacte avec cristaux de diallage; elle renferme du fer oxydulé en petits nids, et aussi du fer chromé. Il est bien remarquable que dans les deux séries de ces gisements principaux la serpentine est placée à peu de distance des roches amphiboliques, qui apparaissent, d'une part, au nord de la plage de Cavalaire, et de l'autre, au nord de Cogolin, vers la montagne de Miramas.

D'un autre côté, la nature minéralogique des serpentines, roches essentiellement formées de talc, les rapproche bien naturellement du phyllade satiné qui doit au talc la surface onctueuse de ses feuilletts. Quelques parties de la serpentine de Saint-Tropez sont si tendres qu'on peut l'employer comme pierre oléaire; d'autres portions sont assez dures pour être employées comme pierres de taille. Le granite porphyroïde de Plan de la Tour paraît correspondre à l'époque de la formation du dépôt du terrain de transition ancien; ce granite est en effet antérieur au terrain silurien et au terrain houiller; puisque dans le petit bassin des Peines, près Saint-Martin du Plan de la Tour, ces deux derniers terrains se sont déposés directement sur le terrain gra-

nitique. — Ainsi le granite est antérieur au terrain de transition récent ou terrain silurien, tandis qu'il est postérieur au gneiss :

1° Parce qu'on trouve les bancs de gneiss disloqués et corrodés là où le granite a paru.

2° Parce qu'il n'a point fourni de noyaux au terrain cambrien ancien, tandis que le gneiss a fait pénétrer ses fragments dans le terrain cambrien des environs de Pierrefeu déjà cité.

De ces deux ordres de faits découle la preuve que le granite du Plan de la Tour a paru au jour postérieurement au gneiss et pendant la formation du terrain cambrien lui-même.

Nous avons déjà annoncé que dans le pays de l'Esterel les terrains de transition anciens ne sont représentés que par des serpentines et des granites. La serpentine se montre à la *Ferrière* d'Agay, enveloppant une telle quantité de rognons de fer oxydulé magnétique, qu'on l'a considérée comme une mine de fer (1). Les soulèvements de cette localité, postérieurs au grès vosgien, laissent quelque doute sur la véritable époque de l'apparition de cette serpentine.

Mais les granites du cap Croisette et ceux de Garron se lient si bien aux gneiss superposés, par la nature minéralogique des éléments, qu'il n'y a nul doute à leur apparition immédiatement postérieure à la solidification des gneiss. C'est même l'apparition de ces granites autour du noyau de l'Esterel, pendant la période cambrienne, qui explique l'absence des quarzites et des phyllades dans la partie orientale des terrains anciens du Var.

(1) C'est à ce gisement de mine de fer que cette localité doit son nom.

*Terrain de transition récent , ou terrain silurien.*

Ce groupe, connu sous le nom de grauwacke des géologues allemands, consiste en un poudingue dont la pâte et les noyaux sont formés aux dépens de la roche juxtaposée, en sorte que la pâte serait la partie la plus triturée de ces roches, et elle aurait cimenté les morceaux les plus gros et les moins destructibles.

Lorsque cette roche n'est pas du tout altérée, elle se confond par son aspect extérieur avec la roche qui lui a servi de base et d'élément.

Mais dans les parties altérées par l'action de l'air, la destruction de la pâte, plus avancée que celle des noyaux, met ceux-ci en saillie ; alors il n'est plus possible de douter de l'origine sédimentaire de cette roche. Les yeux les moins exercés voient commencer ici la série des roches formées de détritns.

Ainsi que nous l'avons fait pressentir , la nature de cette roche change avec la composition de la masse à laquelle elle se superpose.

A Collobrières dans les environs d'Hyères, à Sauvebonne, au vallon de Borel, auprès de Toulon, au fort Lamalgue, à Six-Fours, la grauwacke est formée d'une pâte de phyllade, parce qu'elle repose sur le phyllade.

Au contraire, à la Tour-l'Évêque, près Pierrefeu, à Montredon, à Boscaou (quartier de Sigaloux, vallée de Sauvebonne), auprès de Notre-Dame-de-Crau d'Hyères, la pâte est formée d'un grès fin avec noyaux de quartzite parce que la roche recouverte est précisément le quartzite.

A l'Esterel, près de l'auberge, la grauwacke ressemble à du gneiss et empâte des noyaux de gneiss, parce qu'elle touche cette roche. La similitude est telle qu'on



confondrait la grauwacke avec le gneiss, si la présence des gros noyaux n'établissait une différence tranchée.

Ainsi, en thèse générale, la grauwacke du Var reproduit, par sa pâte et ses noyaux, la roche mère qu'elle touche et aux dépens de laquelle elle s'est formée. Or, le phyllade est la roche ancienne la plus fréquente autour du massif de l'Averne, et c'est de ses éléments que s'est effectivement formée la plus grande masse de grauwacke.

Les noyaux de la grauwacke sont arrondis à leur extrémité; ils varient depuis la grosseur d'une fève jusqu'à 20 centimètres de diamètre. Dans ce dernier cas, sont les grauwackes de Collobrières, vallon de la Mallière, et celles de Montredon à la limite sud de la vallée de Sauvebonne. La grauwacke de quartzite a des noyaux moins plats et plus gros que ceux du phyllade; la roche mère la moins facile à triturer a fourni des fragments plus volumineux. La grauwacke s'associe avec des veines et des bancs de grès qui la lient intimement avec la formation subséquente, celle du grès houiller. On trouve même dans le poudingue silurien du fort Lamalgue, auprès de Toulon, une veine argileuse rougeâtre qui pourrait bien n'être que le résidu de l'altération d'une couche charbonneuse. Les fouilles entreprises dans cette localité paraissent avoir confirmé nos premières inductions à cet égard.

Ainsi la composition normale du terrain silurien du Var serait, à partir de la base :

Grauwacke à noyaux très-apparents de la roche ancienne contiguë.

Veine charbonneuse.

Grès avec mica semblable au grès houiller enveloppant des amas de grauwacke à noyaux. Ainsi le passage minéralogique de ce terrain silurien au grès houiller est patent.

La puissance du terrain silurien est peu considérable dans tous les environs d'Hyères, elle ne dépasse pas 10 mètres, et elle n'en a souvent que 5 à 6; comme l'inclinaison des couches dépasse ordinairement 45 degrés, ce dépôt ne forme qu'une bande à peine visible autour du terrain antérieur.

La formation silurienne est souvent en stratification discordante avec le terrain qui l'a immédiatement précédée. Ainsi à la Raye d'Auguste, vallée de Sauvebonne, la grauwacke forme un angle d'environ 25 degrés avec la roche de phyllade qui la supporte. Il résulte de ce qui précède que le terrain silurien du Var est bien nettement séparé par sa stratification et par son aspect, du terrain cambrien, et puisqu'il est souvent formé des débris de ce dernier, il constitue une période tout à fait distincte et paraît en avoir été séparé par un cataclysme.

Ce groupe se lie, au contraire, d'une manière si intime au grès houiller que l'on est presque forcé de considérer le dépôt silurien comme le prélude obligé du terrain houiller; dépôt qui représenterait les assises les plus troublées par une agitation violente des eaux génératrices: cette agitation décroissait ensuite pendant la formation houillère. L'examen attentif de la coupe du terrain du fort Lamalgue donne une idée très-nette de ces phénomènes. La liaison du terrain silurien avec le terrain houiller résulte à la fois du passage minéralogique des deux dépôts et de la concordance des deux stratifications, par exemple, dans la vallée de Sauvebonne, le terrain silurien repose à stratification discordante sur le terrain silurien, tandis que le grès houiller gît en stratification continue sur le dépôt silurien.

Dans tout l'ensemble des terrains de transition du

Var, système cambrien et système silurien, nous n'avons pu reconnaître aucun débris organique. Néanmoins la puissance végétale se manifestait, dès cette époque, par les veines charbonneuses renfermées dans le terrain silurien et aussi par l'élément charbonneux mêlé aux phyllades sableux de Montredon, Hyères, aussi bien qu'aux phyllades noirs à grains fins des environs de Pierrefeu, et aux phyllades talqueux de la Grosse-Tour à Toulon. La nature charbonneuse de ces phyllades noirs ou gris se révèle aussi par la couleur rougeâtre qu'ils prennent lorsqu'on les calcine. Ils deviennent alors semblables aux schistes bitumineux houillers, soumis à l'action du feu. On sait du reste, que dans les roches soumises à une action cristalline un peu énergique, les empreintes organiques se détruisent : ainsi les terrains cambriens du Var ne laissent voir aucune trace organique, parce que la cristallisation a tellement modifié ces roches que l'on peut à peine y reconnaître encore quelques traces de leur primitive structure fragmentaire, et qu'on est tenté de les confondre avec les roches primitives : tandis que dans le terrain silurien, les débris arénacés sont si grossiers que les formes délicates des végétaux n'ont pas pu y être conservées.

Sous le rapport de sa composition minéralogique, le terrain de transition du Var présente un caractère remarquable, les parties feldspathiques sont si rares qu'elles sont presque négligeables, et cette remarque est surtout frappante pour le groupe cambrien. Ce terrain est donc essentiellement composé de *silice* dans le quartzite qui forme les deux tiers de la masse, et d'*argile* dans le phyllade qui forme le tiers restant. Il est ainsi formé des résidus des roches de gneiss, de micaschiste et d'eurite, dans lesquelles le feldspath décomposé aurait perdu sa base et produit l'argile élément du *phyllade*, tandis

que les grains quarzeux en se réunissant auraient engendré le *quartzite*. Il est d'ailleurs bien conforme à la loi des précipitations mécaniques que la roche formée des parties les plus grossières se soit déposée la première.

Ici donc apparaît encore le phénomène de la décomposition des *silicates* et de l'élimination de leurs bases, en sorte que si les roches primitives dérivent des roches volcaniques dont les silicates ont perdu une partie de leur base ; les roches de transition dérivent, à leur tour, des roches primitives d'une manière conforme à la même loi. Les terrains de transition du département du Var offrent plusieurs traits d'analogie avec ceux qui peuvent être observés dans les Alpes. Le terrain silurien ou de grauwaacke des environs d'Hyères, est entièrement semblable par sa composition et ses relations géologiques à l'égard du schiste talqueux et du dépôt houiller, avec le terrain de grauwaacke des environs de la Mure et celui d'Allevard dans les Alpes du Dauphiné.

L'étude du phyllade talqueux et micacé du Var ajoute de hautes probabilités aux inductions qui tendraient à faire classer, parmi les produits de transition, tous les quartzites et les schistes micacés et talqueux, qui forment une ceinture autour des amphibolites et des granites talqueux du Mont-Blanc et du noyau primitif de l'Isère, si la transformation et le métamorphisme des roches de transition sont déjà si avancés dans le Var, que toutes les traces de débris organiques ont disparu, et que la ressemblance des roches détritiques avec le terrain primitif, est devenue presque complète ; ne doit-on pas s'attendre à trouver dans les Alpes la ligne de démarcation presque tout à fait effacée ? Ce n'est que dans la formation de la grauwaacke des Alpes que l'on retrouve l'origine arénacée bien dessinée encore, et la ressem-

blance avec le terrain silurien du Var tellement complète, que l'on est conduit par l'analogie à identifier le terrain qui, dans le système des Maures et celui des Alpes, supporte le dépôt de grauwacke : la seule différence paraît consister en ce que le poudingue grauwacke des Alpes et le terrain de phyllades et de quarzites, qui lui sont inférieurs, ont éprouvé une cristallisation plus prononcée, un métamorphisme plus complet qui ont rapproché davantage les terrains de transition de l'aspect des terrains primitifs.

Si l'on compare le terrain de transition du Var à celui de la Bretagne et des Ardennes, on reconnaît de nombreuses similitudes, avec cette différence constante que le métamorphisme et l'altération des roches par cristallisation est moins prononcée dans les Ardennes que dans le Var.

Ainsi les quarzites, les grauwackes micacés, les schistes ardoisiers quelquefois savonneux de Fumay, pénétrés de filons de quartz, presque dépourvus de feldspath avec des veines et des noyaux calcaires, rappellent complètement les quarzites, et les phyllades micacés et talqueux des environs d'Hyères et de Toulon. Les nombreuses ondulations des couches schisteuses des Ardennes, reproduisent les plissements multipliés des phyllades du Var. Ici, seulement, les plis et les filons quarzeux sont devenus si fréquents que l'exploitation des ardoises est devenue impossible.

Les quarzites blanchâtres ou gris à grains luisants, à éclat gras, passant, tantôt à un faux gneiss, qui devient, par décomposition, un grès tendre, se trouvent à la fois dans les Ardennes et dans l'ouest du Var.

Les poudingues supérieurs aux schistes et aux quarzites renfermant souvent des noyaux volumineux de quartzite enveloppés dans une pâte siliceuse, rappellent

complètement le poudingue grauwacke de la Tour-Lévêque près Pierrefeu, et de Mont-Redon près Hyères. Le passage du poudingue au grès plus ou moins fin s'observe, soit dans le Var, à Toulon, soit dans les Ardennes, à Fépin et Montigny.

Enfin, le gisement de ces poudingues en stratification discordante sur les phyllades et les quarzites, offrent un dernier trait d'analogie fort remarquable.

De sorte que les deux périodes sédimentaires, les deux époques géologiques, cambrienne et silurienne du terrain de transition, sont, dans le Var et les Ardennes, tout à fait comparables ; la première plus longue et plus calme, la dernière plus violente.

Seulement les dernières traces organiques ne sont pas détruites dans les Ardennes, les débris fossiles n'y ont été qu'en partie altérés par une cristallisation subséquente, mais ils n'ont pas disparu tout à fait comme dans le Var. Les mêmes produits plutoniques paraissent aussi avoir percé les deux sédiments. Ainsi, les amphibolites à cristaux bien caractérisés qui, aux environs de Collobrières (Var), percent le terrain cambrien, correspondent sans doute aux roches de diorites à grains fins qui se montrent dans le terrain ardoisier des Ardennes. La cristallisation dans les Ardennes aurait été moins prolongée que dans le Var.

Ainsi, l'on est conduit à grouper les terrains de transition du Var, des Alpes, et des Ardennes, de la manière suivante :

Système des Ardennes	}	Cambrien :	Fossiles rares, métamorphisme commence, origine sédimentaire évidente ;
		Silurien :	Fossiles plus abondants, origine sédimentaire très-évidente.

Système du Var	}	Cambrien :	Fossiles absents, métamorphisme très-prononcé, origine sédimentaire rarement sensible;
		Silurien	Fossiles encore absents, métamorphisme commencé, origine sédimentaire évidente, même dans les parties non décomposées.
— des Alpes	}	Cambrien.	Métamorphisme complet, origine sédimentaire excessivement difficile à voir dans les parties altérées.
		Silurien :	Métamorphisme très-avancé, l'origine sédimentaire ne se trahit que dans les parties altérées.

Ici donc encore, se présente cette conclusion déjà énoncée pour les terrains primitifs, et que nous verrons ressortir aussi de l'examen des formations postérieures. Les terrains du Var offrent des caractères intermédiaires entre ceux des terrains alpins et les terrains du nord de la France.

L'inclinaison des terrains varie de la même manière que la cristallisation.

Le terrain de transition des Alpes est ordinairement en couches verticales. — Dans le Var il plonge le plus souvent sous un angle de plus de 45°, tandis que, dans les Ardennes, son inclinaison moyenne paraît être de 35°.

### SECTION III.

#### *Terrains secondaires inférieurs*

##### *Terrain de grès houiller.*

Le terrain de grès houiller avait été signalé dans le département du Var, depuis un grand nombre d'années dans les vallons du Reyran et des Vaux ; mais on n'a-

vait pas pensé à lui assigner une place régulière et presque constante dans les dépôts que présente cette région. Dans le rapport que nous fîmes à l'administration des mines en 1839, nous exposâmes pour la première fois que les exploitations dirigées vers le terrain houiller du Var n'avaient jamais été suivies que dans les parties les plus tourmentées de ce terrain ; celles où il a participé à toutes les dislocations des formations antérieures, et que le terrain houiller indiqué par ces affleurements tourmentés existait très-probablement au fond des vallées en gisements plus réguliers. Guidé par la pensée que les formations géologiques doivent être d'autant plus constantes et plus uniformes qu'elles appartiennent à un âge plus reculé, nous en vîmes à croire que des indices du terrain houiller pouvaient se retrouver sur presque toutes les parties du contour et des dépressions que présentent les terrains que nous venons de décrire. Cette idée s'est trouvée complètement vérifiée par les faits que nous avons observés en janvier 1840, et ceux qui plus tard ont été observés par nous en 1841. Nous avons découvert le grès houiller près d'Hyères, dans le vallon de Borel. — A Carqueiranne, propriété de M. de Lavau ; aux environs de Toulon, nous l'avons vu près du vallon des Amoureux, vers la propriété Aguillon, et au *Mourillon*, touchant le fort Lamalgue. Sur nos indications, on l'a mis à nu à Hyères, dans la vallée de Sauvebonne, à la grande Bastide, à Sigaloux, etc. A Collobrières, il se montre en deux points : à l'est vers Vaubarnier, et à l'ouest auprès du vallon de la Mallière, entre Grimaud et le plan de la Tour ; nous l'avons vu au vallon de l'Autoullière ; il existe aux environs du plan de la Tour, au hameau des Peines. M. Toulouzan, continuant nos recherches, nous en a rapporté des échantillons au passage de l'Ar-



gens , au Couloubrier. Toutes ces indications , mises à côté des indices signalés par M. Panescorses à Roquebrune, vers le Blavet, et de tous les lambeaux de ces terrains décrits par M. Gardien , dans le Reyran et par nous-même en 1829, dans le vallon des Vaux , nous permettent d'affirmer maintenant l'existence régulière du terrain houiller autour de deux îles de terrains primordiaux du Var (1).

Le terrain houiller consiste en grès ou psammite à grains plus ou moins fins, parsemé de paillettes de mica irrégulièrement dispersées. La pâte de la roche est d'une couleur grise, quelquefois noirâtre, due au bitume dont elle est imprégnée.

Le même grès se présente quelquefois avec une teinte jaunâtre et terreuse , ou bien avec des taches rougeâtres dues à l'oxydation du fer et à la destruction du bitume. La couleur rougeâtre est certainement due à l'altération du grès; on voit un exemple frappant de ce genre d'altération au pied du mont Redon , vers la Roquette , à l'est de la Crau (Hyères). Le grès houiller alterne avec des schistes bitumineux , noirâtres , formés des mêmes éléments que le grès : quartz , mica , argile, mais les grains en sont plus fins , et l'argile est en plus grande quantité. Les schistes sont quelquefois si bitumineux qu'ils brillent d'une couleur noire et peuvent brûler même avec flamme comme la houille elle-même. La surface des schistes est en général lisse et comme onctueuse ; ils sont quelquefois ondulés et con-

(1) Depuis que ces lignes ont été écrites , nos inductions ont été vérifiées par un grand nombre d'essais et d'observations. Ainsi le terrain houiller a été reconnu : 1° à Montauroux, aux Vernatèles près Belloni ; 2° entre la montagne de Rout et les bords d'Endre ; 3° des fragments de houille ont été extraits à Carqueiranne et à Sauebonne.

tournés ; des exemples de la structure ondulée se voient dans le Reyran, aux environs de la Madeleine. Mais ce qui caractérise de la manière la plus saillante ce genre de formation, c'est la houille en couches, en veines, en nids et par taches. L'épaisseur des couches de houille varie depuis 3 mètres (verrière des Adrechs) jusqu'à quelques centimètres seulement.

Des couches et des rognons de fer carbonaté lithoïde plus ou moins mélangé de carbonate de chaux, et surtout de nombreuses empreintes de palmiers, de fougères, de bambous et de roseaux, achèvent de caractériser cette formation.

Souvent le terrain houiller est modifié dans les points où les soulèvements ont agi à une période assez récente, de telle façon que l'action de la chaleur souterraine s'est fait longtemps et vivement sentir sur les dépôts. Les grès ont pris une structure à demi cristallisée, qui les a rendus analogues, soit à des porphyres, comme auprès du Reyran, soit à des schistes argileux et des gneiss plus ou moins terreux, comme au vallon des Vaux, près l'Estèrel, à l'Autoulière, près Grimaud ; à Toulon, auprès du fort Lamalgue, de sorte que l'on voit tous les états intermédiaires, depuis le grès jusqu'à celui d'une espèce de gneiss plus ou moins terreux.

Les schistes bitumineux deviennent des argilolites d'un gris verdâtre ou même rougeâtre, suivant que la chaleur et l'air ont plus ou moins fait disparaître le bitume et avancé l'oxydation, en sorte que le schiste argileux-talqueux ou micacé forme les termes extrêmes de la transformation des schistes : tels sont les faits que l'on observe à l'Autoulière et aux Peines, au Plan de la Tour. Les empreintes végétales sont brisées et morcelées là où les soulèvements ont agi avec une grande violence, comme cela se remarque dans les gisements resserrés du

hameau des Peines, au Plan de la Tour et du vallon du Reyran; ou bien même ces empreintes s'évanouissent entièrement si la modification a complètement changé l'état du dépôt, et mis en jeu les forces de la cristallisation. Exemple : vallon de l'Autoulière à Lagarde-Freinet.

Quant à la houille soumise à l'action de ces causes modifiantes, elle perd d'abord une grande partie de son bitume, et devient identique à de l'anhracite; ce phénomène frappe les yeux les moins exercés dans le gisement du Reyran au vallon du Vaux, où l'anhracite est douée d'un éclat presque métallique, et aussi dans le Bianson, près Belloni. Les couches de houille brisées et contournées ne présentent plus alors que des rognons difficiles à brûler, qui se rapprochent même de l'état de graphite.

Lorsque ces altérations ont donc été poussées à leur limite extrême, lorsque le terrain houiller écrasé ou réduit à quelques lambeaux isolés, ne permet plus de trouver la progression de l'altération, on conçoit que l'on puisse méconnaître entièrement la présence du grès houiller, et le confondre avec des terrains bien plus anciens.

Mais au lieu de cette altération par cristallisation, c'est souvent l'oxydation qui change le *faciès* du terrain houiller et qui fait disparaître toute trace de combustible. Ainsi les affleurements houillers du vallon de Borel et de la vallée de Sauvebonne, près d'Hyères, sont seulement signalés par des argiles alternant avec des rognons de fer oxydé. Par sa décomposition, le carbonate de fer a produit les rognons de fer oxydé ocreux, le charbon, en se détruisant, n'a plus laissé apparaître que de l'argile ferrugineuse jaunâtre, le carbonate a été dissous et a laissé des vides qui se manifestent par la structure spongieuse ou tufacée des rognons de carbonate de fer; enfin le grès est devenu jaunâtre et terreux.

On retrouve encore, à la place de la houille, une matière brunâtre, semblable au braunkohle, qui jouit des propriétés désinfectantes, et qui brûle sans flamme : on dirait une mauvaise tourbe ; quelquefois même toute apparence charbonneuse a disparu, une lente combustion a détruit tout ce qui était bitumineux.

Cette altération par oxydation est bien remarquable vers le quartier du Mourillon de Toulon, dans l'affleurement houiller du fossé du fort Lamalgue ; elle se manifeste dans toute la vallée de Sauvebonne, sur les coteaux qui bornent cette vallée à l'est. Dans le quartier de Vacon, près Pierrefeu, la substance ferrugineuse est plus abondante, et la houille a disparu plus complètement. Cette remarque est confirmée par les faits que l'on observe à Hyères, au vallon de Borel ; il paraît résulter de ces observations que l'oxyde de fer a favorisé la combustion du principe bitumineux, en fournissant sans doute l'oxygène que le fer soutire si activement de l'eau oxygénée et de l'atmosphère.

C'est cette altération, qui, autant que la première, a contribué à faire méconnaître le terrain houiller dans le département du Var ; seulement les couches de schistes bitumineux d'une altération plus difficile, et les rognons d'oxyde de fer dérivé du carbonate, servent de point de repère pour reconnaître la région houillère.

*Composition et puissance du terrain houiller.* — En résumant tous les caractères que nous venons de tracer pour le grès houiller du Var, nous voyons qu'à sa base il est entièrement lié avec le terrain silurien ou la grau-wacke, puisque le grès houiller offre non-seulement concordance de stratification, mais encore mélange des deux roches. Au fort Lamalgue, à Toulon, l'on voit dans le fossé, le grès houiller renfermer des parties à gros noyaux comme la grau-wacke juxtaposée. Il y a ici

Liaison  
avec le terrain  
silurien.

un phénomène tout à fait analogue à celui que présentent les poudingues modernes de Marseille et de la Durance, où la pâte à grains fins est pénétrée dans certaines places de gros fragments. Néanmoins, il est des cas où la séparation de la grauwacke et du grès houiller paraît se faire brusquement et sans transition. A la Raye d'Auguste (vallon de Sauvebonne), cela se manifeste d'une façon assez tranchée ; mais, indépendamment de la première analogie, un caractère bien plus important se présente dans la nature du noyau. Ceux du grès houiller sont de quartz ou de phyllade (vallon de Borel), précisément des fragments de la roche ancienne préexistante. Ainsi, ce n'est pas la grauwacke qui a fourni ses noyaux au grès houiller, mais c'est la même roche ancienne qui a contribué à la formation des deux dépôts fragmentaires, grès houiller et grauwacke.

Il y a là un caractère commun de haute valeur, et qui prouve une liaison intime entre le terrain silurien et le terrain houiller.

Le terrain houiller présente :

Composition  
du terrain  
houiller.

Une longue série de schistes bitumineux, de grès fins noirâtres charbonneux, alternant avec des couches de carbonate de chaux et de fer, et de veines et de couches de charbon. Quelques-uns de ces schistes bitumineux sont lourds, chargés de carbonate de fer comme ceux de Vouvent-Vendée (exemple : Galerie romaine, vers la Madeleine, vallon du Reyran) ;

Deux couches charbonneuses, plus une nouvelle série de grès grisâtres à gros grains et à noyaux de roches anciennes.

Ces grès se terminent par des couches de grès rougeâtres avec argile rouge, le feldspath diminue et l'élément siliceux prédomine ; on atteint des poudingues à pâte de grès et à noyaux de quartz blanc laiteux, gros quel-

quefois jusqu'à égaler le diamètre d'un œuf d'autruche.

C'est ce poudingue remarquable par sa nature quarzeuse et par sa fréquente transformation en arkose, qui commence la série du grès rouge et annonce la terminaison de la formation houillère. Nous avons toujours reconnu ce poudingue dans le dépôt houiller, qui s'étend à l'ouest et à l'est de Toulon. Il se manifeste également dans toutes les parties houillères d'Hyères, de Collobrières et de Pierrefeu ; il a été même reconnu, par le jeune M. Toulouzan, aux environs du Couloubrier, entre les Arcs et la forêt du Muy. Ce poudingue forme ainsi par sa constance et par ses caractères saillants, le repère le mieux marqué pour reconnaître la formation houillère sous-jacente.

La différence la plus saillante que nous ait présentée le gisement houiller du Var, suivant qu'il se développe autour du noyau occidental ou du noyau oriental, consiste en ce que, dans le noyau occidental, le carbonate de chaux et le carbonate de fer sont beaucoup plus abondants. Les choses en sont au point que, dans les environs de Toulon et d'Hyères, le carbonate de chaux forme de véritables couches de 50 centimètres environ de puissance. Ces couches, au nombre de deux à trois, sont intérieurement bleuâtres, très-compactes, paraissent exemptes de fossiles, et sont imprégnées de fer en quantité plus ou moins considérable. On peut les étudier surtout à la Tour-Lévêque, environs de Pierrefeu, et vers Sigaloux, au commencement de la vallée de Sauvebonne.

Le fer carbonaté lithoïde se présente associé à une quantité notable de silice, à cet état, il est surtout abondant dans les fossés du fort Lamalgue, et au nord de Sixfours vers le hameau de Saint-Estève.

L'épaisseur du système houiller, calculée d'après les éléments que peuvent fournir les observations de la

partie inférieure du grès houiller au fort Lamalgue, et de la partie supérieure à Carqueiranne, offre une puissance totale de 300 mètres environ, tandis que la puissance que nous avons mesurée à Collobrières, dans le vallon de la Mallière, serait inférieure à 100 mètres; ce qui indiquerait que, dans la vallée principale du Gapeau, la formation houillère a pris beaucoup plus de développement que dans les petits affluents et dans les ramifications des vallons secondaires.

En résumé, le grès houiller est composé de

*Grès,*  
*Schiste bitumineux,*  
*Houille,*  
*Schiste bitumineux,*  
*Carbonate de chaux et de fer, en rognons ou en couches,*  
*Grès à gros grains;*

Ce qui constitue trois cinquièmes de la puissance de la formation. — Puis :

*Grès avec taches rouges,*  
*Poudingue à noyaux de roches anciennes,*  
*Grès rouge et jaunâtre,*  
*Argile rouge.*

Jusqu'au poudingue à noyaux quarzeux : cette dernière partie atteint les deux cinquièmes de l'épaisseur de la formation.

La puissance totale varie entre 100 mètres et 300 mètres (1), comme nous l'avons dit plus haut.

Quant aux empreintes végétales du grès houiller du var, elles sont essentiellement composées de débris de roseaux et de fougères et de prêles. M. Adolphe Brongniart a bien voulu examiner à notre prière les empreintes végétales que nous avons recueillies dans les diverses

(1) Nous avons quelques faits qui nous portent à croire que la formation houillère du Var se réduit souvent encore à bien moins de 100 mètres; mais les observations sur ce terrain recouvert de terre et écrasé, sont encore entachées d'incertitude

parties du dépôt houiller du Var. Il a reconnu des espèces de fougères identiques à celles du dépôt houiller d'Alais et d'autres qui appartiennent aux bassins houillers de la Grande-Bretagne (1).

Le terrain houiller forme une bande continue accolée aux phyllades et aux grès schisteux.

Dans toute la partie occidentale du noyau primitif des Maures, il paraît exister, à l'est et à l'ouest de Toulon, en couches, dont l'inclinaison est ordinairement de 25° à 35°, et dépasse ce chiffre sur les points les plus fortement redressés par le voisinage des dykes volcaniques. C'est ainsi que les couches presque verticales de Carqueiranne paraissent soulevées par les couches plutoniques des environs de Saint-Vincent.

Bientôt les travaux entrepris dans l'arrondissement

(1) Détermination qu'on ne doit regarder qu'approximative :

Fossiles du grès-houiller, à Toulon, Fréjus et Hyères,

Conifères :

*Walchia*, analogue à celle qu'on trouve dans les ardoisières de Lodèves. et dans diverses parties des terrains houillers, surtout dans les couches supérieures.

— Autre espèce analogue à celle qu'on trouve dans les couches supérieures de la mine du Treuil à Saint-Étienne.

Fougères, roseaux et lycopes.

*Nevropteris angustifolia*;

— fragment indéterminable, paraissant différer des espèces connues;

— *tenuifolia*?

*Pecopteris arborescens*?

— *dentata*?

— *pennæformis*?

— *cyathea* ou *affinis*?

— *arguta*;

*Sphærophyllum*, indéterminable;

*Lepidophyllum*, ou feuilles de lepidodendron;

*Lepidodendron*, feuilles à impressions vagues

*Poacites*;

*Noggerathia*, indéterminable spécifiquement.



de Toulon , nous dévoileront toutes les inflexions de ce système carbonifère. Dans la partie orientale du département du Var, vers Fréjus, Roquebrune , Ragnols , Saint-Paul et Esclans , il y aura sans doute bientôt des explorations du même genre, lesquelles pourront s'étendre vers Grasse jusqu'auprès d'Auribeau.

Le grès houiller que nous avons reconnu si constamment depuis le nord de Sixfours , environs de Toulon , jusqu'auprès de Fréjus et de Grasse, est recouvert d'une longue série de grès rougeâtres, terminée par les premières couches de la grande masse calcaire qui couronne toutes les montagnes placées au nord du système des Maures. Ces grès se montrent constamment dans le bassin en fer-à-cheval qui , commençant au nord de Toulon, continue jusqu'auprès de Fréjus, en passant par Cuers , le Luc et le Muy. Le bassin se bifurque , à partir du Muy, et le réseau septentrional , en passant par Esclans , Garron et Saint-Paul , vient se confondre avec la vallée de la Siagne, à l'est de l'Ésterel. Ainsi la position du grand dépôt de grès est aussi remarquable par sa couleur généralement rougeâtre, que par la continuité et l'étendue de son gisement. Dans ce grand système de couches de grès , on trouve deux lignes de division bien marquées. — D'abord , en remontant dans les couches supérieures, on rencontre des assises calcaires et une mince couche de rognons d'oxyde de fer. L'ensemble des bancs rougeâtres, compris entre le grès houiller et ces assises de calcaire ferrugineux, nous paraissent constituer la formation de *grès rouge* proprement dit.

Grès rouge.

Grès vosgien.

Au-dessus des assises de calcaire magnésien ferrugineux se montrent de nouveaux bancs de grès alternant avec des argiles diversement colorées et empâtant des noyaux enlevés au grès rouge. Cela forme un nouvel étage bien caractérisé plus récent que le grès rouge, et

qui se termine à des bancs de grès d'aspect porphyrique et à un poudingue à gros noyaux de grès porphyroïde et de quartz. Ce groupe correspond pour nous au *grès vosgien*.

Au-dessus des grès vosgiens se présente le poudingue que nous venons de signaler et dans lequel sont très-souvent des noyaux fournis par les porphyres vosgiens avec des granits à petits grains; ensuite se développent des bancs de grès et d'argiles de couleurs variées; ces argiles sont de plus en plus mélangées de carbonate de chaux, jusqu'à ce que la grande masse calcaire vienne enfin se montrer elle-même. Ce nouveau groupe de grès et d'argiles constitue le grès bigarré.

Grès bigarre.

Nous allons successivement décrire ces trois systèmes des formations fragmentaires si bien caractérisées dans le département du Var.

*Grès rouge.* — Nous avons dit déjà que le grès rouge commençait à un poudingue dont la pâte, éminemment siliceuse, cimente des noyaux quartzeux, blanchâtres, gros comme un œuf de pigeon.

Ce poudingue est très-remarquable par la texture serrée que prend quelquefois sa pâte siliceuse et qui finit par lui donner l'aspect d'un quarzite blanc, compact, dans lequel les noyaux semblent se fondre. Cette roche fragmentaire se distingue facilement des grès houillers et des grauwackes, parce qu'elle renferme essentiellement des noyaux quartzeux; les débris de phyllade et de roches anciennes ne s'y trouvent pas ou sont au moins fort rares. Ce poudingue offre d'ailleurs des taches de mine de fer, de sulfure de plomb et surtout du carbonate de cuivre verdâtre. Au cap Garonne, près Toulon, au Gruet et au quartier des Améniers, cette roche ainsi transformée en arkose, se signale de telle façon qu'il est impossible de la méconnaître. Aux Améniers, les couches presque verticales et dont le

quartz est d'un blanc laiteux, donnent à ce grès, tous les caractères des roches cristallines, et on a même pu le confondre avec un véritable filon. Tandis que si on le suit au cap Garonne, à la côte, près du fort Sainte-Marguerite et à la Carqueiranne, on lui trouve une faible inclinaison et une position géologique qui en font un excellent repère pour le grès rouge qui se développe en bancs superposés au *poudingue*.

Au-dessous du poudingue quartzeux, se montrent des grès faiblement chargés de mica dont la couleur varie entre le blanc sale et le jaunâtre. Puis de nombreuses alternatives de grès rouge avec taches jaunâtres ou noirâtres, et des couches intercalées d'argiles rouges feuilletées.

Avant le milieu de la série, on rencontre des bancs noirâtres qui, au premier aspect, offriraient beaucoup d'analogie avec la couleur due au principe bitumineux du grès houiller; mais, après un examen attentif, on reconnaît que la couleur noire paraît due plutôt à de l'oxyde de manganèse. On observe ces grès grisâtres à la campagne *Rougeot*, à Sauvebonne (Hyères), et au vallon de Borel vers *Lauront*. Les grès les plus élevés dans la superposition deviennent ensuite très-siliceux, leur tissu est bien serré et l'épaisseur de leurs bancs dépasse souvent un mètre. Enfin, dans la partie supérieure argileuse, on atteint un dépôt calcaire formé de trois couches de carbonate de chaux magnésienne recouvertes par de l'argile renfermant du fer oxydé en rognons, qui ne paraît être dû qu'à l'altération du fer carbonaté.

Ce gisement de calcaire n'est point un accident purement local, car nous l'avons observé à la fois dans la vallée de Sauvebonne, à la partie ouest du domaine Sigaloux; chez M. Rougeot (Laugas Cassini); aussi à Carqueiranne vers le moulin Peyron.— Enfin c'est le même

dépôt de calcaire magnésien qui se montre sur le grès rouge d'Agay à l'est de Fréjus , à *Gondrin*.

Il nous semble que ce dépôt calcaire correspond parfaitement à la position du zechstein et aux bancs calcaires signalés par M. Thirria sous le grès vosgien de la Haute-Saône.

Dans le vallon de Collobrières , les bancs calcaires manquent , mais ils sont encore indiqués par l'effervescence des grès qui les remplacent. Voici la composition et la puissance de cette formation , déduites approximativement des observations faites aux environs de Toulon.

Poudingue quartzeux , environ	6 mètres
Grès jaunâtre ,	} 190 mètres.
<i>Id.</i> blanchâtre ,	
<i>Id.</i> grisâtre , avec manganèse , environ 2 mètres ;	
<i>Id.</i> rougeâtre , avec alternatives d'argile rouge schisteuse ;	
<i>Id.</i> siliceux , bancs épais et compacts , Calcaires en trois couches , avec fossiles indéterminés et minéral de fer oxydé. C'est probablement là le zechstein.	4 mètres.
Total	200 mètres.

Le grès rouge est très-répandu autour du massif des Maures ; on le voit succéder immédiatement au grès houiller , sur les rives du Réal-Martin , depuis Collobrières jusqu'à Pierrefeu , à la Crau , à Carqueiranne , à Notre-Dame d'Hyères , et de là , formant une bande continue , il s'étend , par le cap Garonné , jusqu'au terrain ancien du fort Lamalgue pour régner au quartier des Améniers. A l'ouest , on le retrouve en superposition du grès houiller dans la ceinture de grès qui enveloppe , au nord , le rocher de Six-Fours.

Dans la partie orientale du département , il se développe bien plus encore. Depuis Pierrefeu , on peut le suivre constamment à travers les terrains du Luc , de

Vidauban, du Muy et Roquebrune. Dans cette dernière localité, il est souvent immédiatement posé sur le granit ou le gneiss, et alors les couches du contact offrent le passage de la roche fragmentaire à la roche cristalline qui caractérise l'arkose. Le grès rouge se manifeste également vers Esclans, Bagnols, Montauroux, Mandelieu et la Napoule. A Agay, entre Fréjus et la Napoule, il se montre avec les strates calcaires que l'action plutonique a rendus cristallines; le grès devient lui-même du porphyre bleu ou rouge foncé, et le calcaire qui termine la formation perd sa teinte bitumineuse et devient saccharoïde et dolomitique.

Outre l'altération qui transforme le grès rouge en arkose cristalline, il en est une autre qui ne produit souvent qu'une oxydation plus prononcée et l'expulsion de l'eau combinée avec l'oxyde de fer. Le grès prend alors la teinte rouge amarante que l'on remarque d'une manière si prononcée dans les exploitations des pavés du cap Garonne, mais dans tous les cas il paraît métallifère. Nous avons remarqué le carbonate de cuivre en petits noyaux dans le grès rouge amarante, que l'on croirait, au premier aperçu, dépourvu de ce métal si apparent dans l'arkose blanche.

*Grès vosgien.* — Ce grès commençant aux couches calcaires et ferrugineuses qui terminent la série précédente, est d'abord composé de roches à pâte feldspathique empâtant des grains de quartz et des noyaux d'Argillolithe rouge et de grès rouge.

Les grès, offrant des couleurs irisées et distribuées quelquefois par taches, alternent avec des argiles dont la couleur est aussi variable entre l'amarante, le rose, le verdâtre et le blanchâtre.

Le caractère le plus marqué du groupe actuel est fourni par les couches de *grès feldspathique* qui passent

aisément à l'état de porphyre rougeâtre ou verdâtre à grains de quartz brisés, porphyres qui caractérisent les montagnes de l'Estérel. Il a suffi d'une agglutination un peu forte, provoquée par les agents plutoniques sur les grès rougeâtres feldspathiques et sur les Argilolites verdâtres intercalées, pour produire ces porphyres rouges et verts, avec noyaux verdâtres, talqueux, quel'on remarque au pied occidental de l'Estérel, vers Fréjus. Toutes les couches sont restées en place; les divisions sont demeurées parfaitement nettes et régulières; il y a eu seulement un changement dans le tissu intérieur.

Pour bien reconnaître le passage et la modification dont nous parlons, il faut comparer les grès dans les parties où ils sont restés peu disloqués et faiblement altérés avec ceux où le métamorphisme est plus prononcé. Le grès vosgien qui couronne la chaîne de l'*Antiquai* entre *Cuers* et la vallée de *Sauvebonne*, près d'Hyères, offre un excellent terme de comparaison avec la montagne de l'Estérel: des deux côtés, on voit évidemment les mêmes grès composés des mêmes éléments minéralogiques et dans la même position géologique; seulement les caractères de grès feldspathiques sont bien conservés dans les environs de *Sauvebonne*, tandis que l'état porphyrique est très-prononcé à l'Estérel.

Dans sa partie tout à fait supérieure, le grès vosgien présente des couches où le carbonate de chaux se montre en rognons ou en petits filons (Saint-Mandrier, au sud du Creux Saint-George).

La formation est terminée par un poudingue, à noyaux gros comme le poing détachés des grès et des porphyres précédents, avec fragments de roches granitoïdes et nombreux galets de quartz blanc ou coloré. Ce poudingue est un précieux repère pour fixer la fin du grès vosgien et le commencement du grès bigarré. On le trouve à trois ki-

lomètres de l'auberge sur la route formant la rampe orientale de l'Estérel ; il surmonte l'ensemble des grès porphyriques à Fréjus Saint-Raphaël, dans la vallée entre la Garde Freinet, le Luc et Vidauban ; il se montre au sommet de la rampe de Vidauban, au pont d'Argens ; au sud du pont d'Aille, vers la verrerie, sur la route départementale, près d'un vieux pont ruiné ; enfin à Toulon, à la presqu'île Saint-Mandrier, au Creux Saint-George, vers le nord, il se montre avec des noyaux de grès altéré à zones rouges et vertes, présentant jusqu'à 15 centimètres de diamètre.

Les couches qui terminent la série du grès vosgien sont en général fort épaisses.

La puissance totale de la formation, telle que nous la délimitons, est d'environ 500 mètres.

Notre grès vosgien offre, par ses irisations et par ses noyaux d'argilolite rouge et de grès enlevés au grès rouge par érosion, le passage le plus marqué à l'ère du grès bigarré, dont le poudingue que nous avons mentionné le sépare très-nettement.

La formation actuelle est, peut-être, la plus remarquable du département du Var, par son développement uniforme et par ses caractères extérieurs singulièrement tranchés.

Le grès vosgien règne d'une manière continue autour des Maures, aux environs de Saint-Nazaire et la Seyne ; il surmonte le grès rouge ; il constitue ensuite la presqu'île Saint-Mandrier à Toulon. Au nord, il se développe sur la chaîne de l'Antiquaï, entre Hières et Cuers, tourne tout autour du massif des Maures, en touchant immédiatement le terrain ancien, depuis la hauteur du *Luc*, jusqu'au delà de *Roquebrune*, se dessine en crêtes à vives arêtes sur les escarpements des montagnes d'Esclans et du Rouit, et, faiblement interrompu vers le

Reyran, vient se poser sur le massif de l'Estérel. La coupe hardie que présentent ses grès porphyriques, leurs surplombements sur les couches argileuses intercalées, leur couleur sombre qui se dessine si nettement sur le ciel le plus pur, attachent aux paysages de ces contrées un aspect bien pittoresque. Les failles profondes qui divisent ses grandes masses compactes ont donné aux environs de *Notre-Dame de la Roche*, entre le Muy et Roquebrune, une réputation méritée parmi les amateurs d'accidents de rochers. Dans les parties un peu altérées, comme à l'Estérel et à Pennafort, ses strates offrent la division en prismes verticaux, qui rappelle le basalte, et qui n'est autre chose qu'un effet de retrait produit sur une masse dont l'agglomération s'est accrue postérieurement à la première solidification.

Porphyres  
d'Agay.

C'est encore dans cette même série géologique, qu'il faut ranger les roches porphyriques vertes et rouges d'*Agay* et du *Cap-Roux*, qui, succédant au zechstein de Gondrin, rappellent si bien, par leurs caractères minéralogiques, les porphyres du lac Majeur, au pied des Alpes centrales.

Près de la Ferrière d'Agay, les grès porphyriques modifiés par les feux souterrains, ont repris la structure porphyrique cristalline; les grès rouges sont devenus des porphyres d'un rouge foncé, tandis que les argiles vertes ferrugineuses ont formé, par l'action plutonique, des porphyres bleus ou noirâtres auxquels la cristallisation demi-vitreuse du feldspath a communiqué un aspect trachytique. Toutes ces roches ont acquis ainsi une ténacité et une beauté de teinte qui les a fait rechercher pour monuments romains. M. l'architecte Texiera, le premier, signalé les anciennes carrières au torrent de Boulouries; mais, lorsque l'altération a été poussée plus loin encore, le feldspath, le mica, le quartz, l'amphi-



bole, dont la pâte offrait les éléments, ont engendré de grands cristaux. Le feldspath appartient à la variété de Baveno; ces roches, ici comme à Luvino, passent à l'état granitoïde. C'est le dernier développement des cristaux qu'offrent seulement en miniature ou en germe, les noyaux verdâtres amygdalins de l'Estérel et de Roquebrune.

En voyant dans le grès vosgien reparaitre le feldspath qui manquait entièrement, à la fin du grès rouge, en trouvant de nombreux noyaux de grès rouges et de roches plus anciennes, on acquiert la preuve qu'il y a eu une nouvelle révolution, une dégradation des terrains anciens postérieure au dépôt de grès rouge. Aussi doit-on être peu surpris de voir le grès vosgien reposer indifféremment sur les terrains de grès rouge, et se confondre avec lui à sa base, comme cela a lieu dans la vallée de Sauvebonne, ou bien se placer directement sur les roches anciennes, comme cela se manifeste à l'Estérel, et vers Roquebrune et vers Garron.

*Terrain de grès bigarré.*

Les couches de grès, en s'imprégnant du principe calcaire, forment une nouvelle série des roches siliceuses et fragmentaires qui se relie intimement au système calcaire superposé. C'est là ce qui constitue la formation du grès bigarré qui se termine par des argiles très-calcaires, ou soit des marnes couronnées par des calcaires cloisonnés et compactes.

Ainsi, dans la partie inférieure du terrain, grès à grains fins siliceux, avec taches et noyaux verdâtres à zones concentriques fondus dans la pâte siliceuse; ces noyaux sont très-chargés de carbonate de chaux, et colorés par du silicate de fer.

Puis, grès fins très-siliceux à teinte rosée vers la partie moyenne.

Marnes de couleur irisée et variant entre le rouge amarante, le bleu céleste, le vert blanchâtre, lesquelles alternent avec des grès en bancs ou en veines, colorés ordinairement en vert tendre ou en bleu faible.

Enfin, dans la partie supérieure, on voit alterner avec des couches de grès, quelques couches de marnes vertes servant immédiatement de support aux calcaires cloisonnés rougeâtres et magnésiens.

L'épaisseur totale du système est d'environ 100 mètres auprès d'Hyères, à la montée de Carqueiranne; auprès de Vidauban, au-dessous du bois des Maures. La puissance du même système atteint jusqu'à 800 mètres au Lazaret de Toulon.

Ainsi les grès dominent à la base du groupe, et repaissent vers la partie supérieure, tandis que les marnes occupent surtout la partie moyenne.

Le mica se montre dans les diverses assises de la formation, mais en petite quantité. Les marnes plus ou moins argileuses sont très-feuilletées et ressemblent quelquefois à un véritable schiste.

*Composition chimique des marnes bigarrées.* — M. l'ingénieur des mines Diday a fait l'analyse d'une marne et d'un schiste pris à l'escarpement que forme à Carnoules le groupe supérieur de grès bigarré.

	Marne de Carnoules	Schiste de Carnoules
Carbonate de chaux. . . . .	308	286
Oxyde de fer. . . . .	030	074
Argile. . . . .	642	640
	1000	1000

On voit par ces analyses que ces substances, quoique très différentes par leur état physique et souvent par leur couleur, ont une composition très-analogue.

Les phénomènes d'irisation sont un des caractères

les plus remarquables du grès bigarré , c'est à eux que le groupe tout entier doit son nom.

Ces effets se présentent en grand et d'une manière tranchée d'une couche à la suivante. En examinant attentivement les bancs qui offrent cette circonstance , nous avons reconnu qu'en général la teinte des roches siliceuses est plus verdâtre tandis que celle des marnes passe plus facilement au rouge ou au jaune d'ocre.

Une marne rouge présente aussi très-souvent des taches verdâtres qui se rencontrent précisément là où les noyaux sont très-siliceux.

Enfin , sur les bords de la mer entre Notre-Dame-d'Hyères et Carqueiranne, le grès bigarré devient , en général , d'un jaune ocreux , et les taches vertes des marnes sont remplacées par des noyaux jaunâtres.

Tous ces phénomènes sont évidemment dus à différents états d'oxydation de fer. Tant que le fer est à l'état de protoxyde et en partie combiné avec la silice , il garde la teinte verte qui signale le silicate de fer ; tandis que si l'oxygène atmosphérique suroxyde le fer, il devient ou rougeâtre si l'humidité est enlevée, ou jaunâtre si l'air humide favorise la combinaison de l'eau. On voit donc que dans ces terrains les principales causes des variations de couleur sont l'abondance plus ou moins grande du fer , son état d'oxydation, et une petite quantité de principe organique. On trouve, en effet , aux environs de Collobrières et au fort Artigues , près Toulon , des taches rouges dans les dépôts bigarrés qui ne pénètrent pas dans la masse restée verdâtre dans les parties abritées de l'oxydation. On voit aussi pourquoi la silice , par sa force d'affinité pour le protoxyde de fer, tend à le préserver de la suroxydation et à maintenir la teinte verte là où elle domine. Une conséquence, parfaitement vérifiée par l'observation des

environs de Carqueiranne et de l'Estérel, est que la couleur dominante du grès bigarré doit être le rouge plus ou moins prononcé dans les parties où la chaleur des actions volcaniques récentes a favorisé l'oxydation du principe ferrugineux.

De sorte que la coloration du grès bigarré est un phénomène variant, non-seulement d'une couche à une autre, mais encore dépendante des localités et des réactions qui se sont manifestées depuis l'époque où le dépôt s'est formé.

*Rôle géologique du grès bigarré.* — Le rôle géologique du grès bigarré résulte avec évidence de ce qui précède. Il se lie de la manière la plus intime avec le grès vosgien par le passage des couches et leur coloration, et avec le système calcaire, par le carbonate de chaux, dont il est imprégné.

Dans quelques parties il est directement posé sur les roches anciennes. Cela se voit entre la Seyne et le cap Sicié, près Toulon, où il est posé sur la contre-pente des couches de phyllade et quartzite, tandis que vers Saint-Mandrier le grès bigarré fait suite aux grès rouge et grès vosgien. Il demeure évident, en ce point, que le dépôt de grès s'est fait au sein d'une vallée déjà creusée dans les roches anciennes. Des bouleversements postérieurs ont encore tourmenté le dépôt de manière à donner un plongement aux couches de grès qui les ferait passer, en *apparence*, sous les roches anciennes, contre lesquelles elles buttent, en *réalité*, par leurs tranches. Dans d'autres localités, le grès bigarré repose sur le granit, et offre au point de contact un passage à la roche granitoïde, qui peut le faire ranger dans la classe des arkoses. Cette circonstance s'observe à Garron, sur la route de Grasse à Draguignan. Des parties feldspathiques, et même des noyaux de granit, de porphyre et

quartz, évidemment enlevés à la roche adjacente, ont formé les éléments du grès. Il a pu alors, par l'action ignée, régénérer quelque chose d'analogue à la roche qui a contribué à sa formation. Vers Auribeau le même grès repose encore sur le granit; à Cannes il succède au gneiss; vers Saint - Paul et Bagnols on ne trouve que des lambeaux de ce grès représenté par des couches peu nombreuses reposant immédiatement sur les roches anciennes. Dans ce cas, il est évident que la partie la plus récente seulement de cette formation a pu se montrer dans une mer semée d'îlots à fleur de la surface. Mais, ce n'est pas dans ces positions exceptionnelles qu'on doit apprécier la véritable importance et la composition exacte d'une formation. On ne peut voir qu'une nouvelle preuve de l'abondance et de la fréquence des strates siliceux sous-jacents, là où les fragments de quartz sont en grand nombre dans les bancs de grès bigarré.

Le grès bigarré présente encore d'autres variations locales; ainsi, au-dessous de la Colle-Noire, au sud de la route de Grasse à Draguignan, il est presque entièrement formé de grès presque sans argile, succédant brusquement au terrain houiller, et il est alors réduit à une très-faible épaisseur (1).

Le grès bigarré est une formation bien développée dans le Var. Il règne depuis Saint-Nazaire jusqu'au-delà de Cannes, en tournant le plateau des Maures, et pénétrant dans ses anfractuosités. La plus belle étude peut en être faite depuis Ollioules et Solliès jusqu'à Vidauban; il se montre en escarpements prolongés jusqu'aux calcaires supérieurs, et l'on peut y étudier tous les détails de ses caractères.

(1) A Pennafort il se rattache aux grès porphyriques du grès vosgien par un porphyre désagregé et des marnes lie de vin. Dans ce cas encore, le passage au terrain inférieur se fait lentement.

Les débris organiques sont prodigieusement rares dans le grès bigarré du Var. M. Coquand a cité du *woltzia brevifolia*, au Bausset, sous une pointe de Muschelkalk; peut-être est-ce à une *woltzia* du grès bigarré que doit se rapporter l'empreinte végétale que l'on nous a donnée comme venant de Vidauban.

Les seules substances minérales intéressantes signalées dans cette même formation, sont le *sel marin* que l'on indique dans les environs des Arcs; des traces de carbonate de cuivre à la montagne de Notre-Dame d'Hyères.

Si maintenant nous jetons un dernier coup d'œil sur l'ensemble des roches fragmentaires que nous venons d'étudier; depuis les terrains anciens, nous voyons un vaste système de dépôts siliceux alternativement mêlés d'une pâte feldspathique et d'une pâte calcaire.

On peut aussi former le tableau suivant.

		Épaisseur metres		
Poudingue de transaction.	10	{ Poudingue et grès. Argile noire.	} Pâte feldspathique en proportion décroissante	} Mica abondant.
Grès houiller. . . . .	290	{ Carbonate de chaux et de fer. Principes bitumineux. Grès et poudingue.		
Grès rouge. . . . .	200	{ Grès rouge. Argile rouge. Peu de carbonate de chaux et de fer. Peu de principe bitu- mineux.	} Pâte feldspathique et pâte calcaire en petite quantité, quartz très-trituré élément princi- pal.	} Mica rare
Grès vosgien. . . . .	500	{ Argiles, rouges et grises. Grès. Poudingue.		
Grès bigarré. . . . . (quelquefois 800)	50	{ Grès. Argile Calcaire.	} Pâte feldspathique, puis : Calcaire en pro- portion croissante	

Puissance totale de 1050 à 1800 mètres.

De sorte que le poudingue de transition du terrain silurien, le grès houiller et le grès rouge formeraient le développement d'une même série à pâte feldspathique où le mica et le feldspath ont été de plus en plus décomposés dans les couches de plus en plus récentes; et offrant les détritits des roches anciennes de plus en plus altérées sous le rapport mécanique et sous le rapport chimique, c'est une période de dégradation qui montre ses effets d'abord violents, puis tranquilles et prolongés. Les effets violents se répètent deux fois, d'abord avant le grès houiller, puis à la fin de ce grès.

Avec le grès vosgien apparaît une nouvelle révolution qui devient progressivement plus violente et qui, attaquant de nouveau les roches anciennes, fait apparaître une deuxième fois les fragments de feldspath. La dégradation devient de plus en plus forte jusqu'à ce que le maximum de la crise fasse paraître le poudingue du grès vosgien.

Lorsque le mouvement s'apaise, le principe calcaire se présente de plus en plus abondant, et le grès bigarré est le dernier prélude agité de la grande formation calcaire engendrée par les eaux tranquilles.

De sorte que le grès vosgien représente la partie de plus en plus *violente*, de la période nouvelle qui a produit le grès bigarré et puis le calcaire.

Sous le rapport minéralogique nos divers étages sont faciles à distinguer, non par les caractères extérieurs de leur masse, mais bien pour les roches qui sont aux extrémités de chaque division.

Ainsi la limite supérieure de chaque dépôt de grès est :

Grès houiller	{	Poudingue siliceux, a noyaux de quartz blanc.	A.
— rouge	{	Calcaire magnésien et minéral de fer en rognons.	B.

Les couleurs bigarrées se montrent dans ces deux formations avec une égale évidence. Mais déjà elles signalaient aussi plusieurs parties du grès rouge.

{	Grès vosgien	}	Poudingue à gros noyaux,	C
			de grès et porphyre.	
{	Grès bigarré	}	Argiles calcaires et calcaire	D (1).

Nous avons donné au grès vosgien une importance bien plus considérable que M. Thirria et que les autres géologues, qui nous paraissent attribuer au grès rouge une partie des strates qui appartiennent au grès vosgien. Les noyaux de grès rouge empâtés dans les bancs de grès vosgien, ne nous laissent aucune incertitude sur la fixation de la limite. Mais c'est une recherche souvent minutieuse à faire que celle de la nature des noyaux. Lorsque le calcaire magnésien que nous avons eu le bonheur de trouver dans les grès du Var vient à manquer, comme dans la Haute-Saône, on conçoit qu'il règne dans la classification une incertitude qui tient à l'absence de points de repère.

La puissance de tout l'ensemble du système de grès postérieurs aux terrains anciens est bien remarquable dans le département du Var. Elle est plus que triple de celle assignée dans la Haute-Saône aux mêmes formations, si bien étudiées par M. Thirria. En effet, nous avons dans le département du Var de 1050 mètres à 1800 mètres pour ces grès qui, dans la Haute-Saône, occupent seulement 308 mètres. Les altérations par cristallisation ont produit des roches passant au gneiss et au schiste talqueux dans le grès houiller; tandis que dans le grès vosgien il y a eu passage aux porphyres rouges et verts si remarquables à l'Estérel. Enfin les altérations par oxydation ont fait naître des parties rouges par taches ou par veines plus ou moins abondantes lorsque l'élé-

(1) En considérant chaque période comme commençant par un cataclysme, on doit dire que le poudingue à noyaux siliceux signale le commencement du grès rouge, et que le poudingue à noyaux de porphyre, C, indique le commencement du système du grès bigarré



ment bitumineux manquait, ou que quelques circonstances comme l'air humide ou la chaleur souterraine favorisaient l'oxydation, partout où la silice n'exerçait pas une action préservatrice assez efficace.

Chacune des divisions que nous venons d'indiquer dans les terrains de sédiment qui ont succédé immédiatement aux terrains primitifs, est indiquée par une production plutonique particulière et par des dislocations correspondantes.

Ainsi, il est évident que les granits du plan de la Tour et des forêts du Muy ont apparu avant ou pendant la formation du terrain Cambrien, puisque le terrain houiller du Couloubrier, près du Muy, celui du Peines, au plan de la Tour, sont posés directement sur ce granit. Il est certain que le gneiss était disloqué en quelques points pendant la formation du terrain cambrien, puisque le terrain houiller du Reyran, celui de la vallée inférieure de l'Argens, celui à l'est de Collobrières reposent immédiatement sur le gneiss; tandis que le terrain houiller des environ d'Hyères, Toulon et Sixfours gît au-dessus des terrains cambrien et silurien. De même le grès rouge ne se manifeste pas au-dessus du terrain houiller du plan de la Tour et de l'Antoulière, car ces terrains houillers sont demeurés à découvert.

Le grès rouge ne se montre pas non plus auprès de Saint-Paul-lez-Fayence, à Carton de Blacas. A Auribeau, le grès bigarré se pose directement sur le granit à petits grains; le grès bigarré se superpose immédiatement aussi au gneiss de Cannes. Le grès rouge et le grès houiller manquent également vers Roquebrune où le grès vosgien se pose directement sur le granit.

Il s'ensuit que le grès rouge révèle une période de bouleversement totalement distincte à la fois de celle

du grès houiller qui la précède et de celle du grès vosgien qui l'a suivie; et cette même période du grès rouge correspond à l'apparition du granit à petits grains du Carton de Blacas et d'Auribeau, à la dislocation du granit ancien du Muy, à Roquebrune, et enfin à l'émerision des petits bassins houillers de l'Autoullière et des Peines, aux environs du Grimaud et du plan de la Tour.

Quant au grès vosgien, il ne se montre pas au-dessus du grès houiller et du grès rouge qui remplissent le bassin de Collobrières et de Borel, près d'Hyères. — L'émerision de ces bassins est donc contemporaine du grès vosgien, tandis que la mer vosgienne déposait ses sédiments dans les environs de Toulon, Cuers et le Luc; dans les environs de Roquebrune, les sédiments du grès vosgien empâtaient des débris volumineux du granit du Muy; absolument comme si un rivage existait alors entre le Muy et la mer actuelle.

Les séparations qui existent dans le bassin de Collobrières établies en deux points par les roches dirigées au nord-nord-ouest, transversalement au cours de Réal-Martin, paraissent dues à l'amphibolite et à la sidérocriste qui se montrent sous le pont de Collobrières. Le granit de Garron, le gneiss et le granit de Saint-Paulles-Fayences, le granit d'Auribeau et le gneiss de Cannes s'affaissaient alors au-dessous du niveau de la mer.

Après le grès vosgien, le grès bigarré se formait autour de l'ensemble du noyau des Maures, pendant que le massif de la Sainte-Baume de Fréjus se soulevait avec la partie inférieure du cours de l'Argens. Alors naissait le remarquable métamorphisme des environs d'Agay, et des noyaux du grès porphyroïde vosgien étaient empâtés dans le poudingue du grès bigarré qui se montre entre le Luc, Vidauban et Lagarde-Freinet.

Entre le grès bigarré et le calcaire conchylien, au-

cune vallée nouvelle ne se formait. Partout, dans le Var, la liaison entre le grès bigarré et le calcaire conchylien est complète, à tel point que l'on pourrait y puiser une nouvelle preuve de la liaison intime des calcaires conchyliens avec le grès bigarré. — Le muschelkalk serait le calcaire du grès bigarré comme le zechstein est la partie la plus récente du grès rouge.

On doit conclure de tous ces rapprochements que les sédiments siliceux du Var sont séparés nettement les uns des autres par leurs caractères minéralogiques et géologiques; les phénomènes ignés ont manifesté leur influence successive dans les diverses périodes que nous avons tracées, à la fois par les poudingues que les impulsions volcaniques ont fait naître en agitant les eaux, et par les roches solides qui ont été soulevées et disloquées, et enfin par les émissions plutoniques qui ont été amenées au jour.

Si nous comparons, sous le rapport minéralogique, les quatre formations de grès dont nous venons d'assigner les caractères avec les dépôts de transition et les terrains primitifs, nous voyons que les silicates basiques, le feldspath par exemple, très-abondant et partie essentielle des terrains primitifs, n'apparaissent que dans les parties détritiques les plus violemment précipitées des grès secondaires. Ainsi les noyaux de feldspath ne se présentent bien que dans les couches les plus anciennes du terrain houiller, puis encore dans les grès et poudingues du grès vosgien. Les argiles deviennent de plus en plus grossières et siliceuses, le mica et le talc, silicates encore abondants dans le terrain de transition, se montrent en proportion toujours moindre dans les grès subséquents; et lorsque ceux-ci ne sont pas imprégnés de matière bitumineuse, au lieu de mica on ne trouve plus qu'un résidu ferrugineux peroxydé qui colore les grès

d'une teinte rougeâtre lorsque l'oxyde de fer est libre, ou bien d'une nuance verdâtre lorsque le fer est retenu à l'état de protoxyde par sa combinaison avec la silice. Mais, dans les deux cas, la partie alcaline ou magnésienne essentielle dans le mica et le talc, a disparu en majeure partie. Les grès secondaires sont donc encore plus pauvres en base combinée avec la silice que ne le sont déjà les roches de transition sédimentaires, et les parties ferrugineuses sont plus oxydées dans les grès secondaires que dans les roches de transition. Ainsi, en passant des dépôts de transition aux grès subséquents, on trouve le prolongement de la même action chimique, décomposition de plus en plus avancée des silicates et suroxydation du fer.

Ce phénomène chimique n'est suspendu que lorsque le dépôt grossier a été rapidement formé, et soustrait ainsi à la réaction de l'élément acide, comme dans le grès vosgien et le poudingue du grès bigarré, ou bien pendant que le carbone se déposait dans le sein du grès houiller.

Or, la formation du carbone correspond à la décomposition et l'élimination de l'acide carbonique par les végétaux. Ainsi, la suspension de la décomposition du mica et du feldspath dans le grès houiller du Var, révèle ce fait que l'élément acide décomposant devait être essentiellement de l'acide carbonique.

La conséquence de ces faits est que les terrains primitifs du Var paraissant être une dérivation des terrains volcaniques ordinaires, privés d'une portion de leurs bases alcalines par une eau chargée d'acide carbonique, tandis que le fer a été en grande partie amené à un état d'oxydation supérieur dans les roches pénétrées de grenat et de staurotide, les terrains de transition offrent la continuation de la même réaction chimique; les détrit

des terrains primitifs ont été soumis à une décomposition plus avancée qui a fait apparaître des grès, des quartzites, et des phyllades, résidus de la décomposition des silicates, tandis que le fer est en plus grande quantité suroxydé et a fourni, soit de l'oxydure dans les roches talqueuses, soit du peroxyde dans le quartzite, et dans la sidérocriste.

Dans les grès secondaires enfin, dont le rouge est la teinte dominante, les silicates ont été plus complètement attaqués; dans les détritits des terrains de transition, les bases alcalines sont restées en proportion à peu près insensible, tandis que le fer suroxydé s'est montré, soit comme matière universellement colorant en rouge plus ou moins foncé les résidus argileux et siliceux des silicates, soit comme rognons stratifiés dans le zechstein.

Mais l'enlèvement des bases et la décomposition des silicates par l'acide carbonique ont été à leur tour arrêtés, soit que la végétation l'ait en grande quantité décomposé, comme dans la période houillère, soit qu'il ait été neutralisé par la grande quantité de bases enlevées aux silicates: dès lors, il y a eu précipitation des carbonates de fer, de magnésie et de chaux. Les carbonates ont paru dans la période houillère et avec le zechstein entre le grès rouge et le grès vosgien, préluant ainsi aux grands dépôts de carbonate calcaire qui vont signaler les terrains de sédiments plus modernes. L'ensemble des grès houiller, rouge et vosgien, forme une épaisseur moyenne, dans le Var, de près de 990 mètres: or, les calcaires du grès houiller et le zechstein du grès rouge correspondent au plus à 10 mètres de puissance; c'est là un centième de tous les trois dépôts. Mais bientôt dans le grès bigarré, l'élément calcaire apparaît en proportion croissante; dans les schistes et les marnes de Carnoules, qui correspondent à la partie supérieure de la formation bi-

garrée, le carbonate de chaux forme déjà de 28 à 30 centièmes de toute la masse sédimentaire.


Si l'action décomposante de l'acide carbonique, étant épuisée, faisait place à une réaction opposée, l'action oxydante ne s'arrêtait pas, elle allait au contraire en croissant; ainsi ce n'était pas du carbonate de fer qui se précipitait, mais bien du peroxyde de fer, comme si le carbonate de protoxyde dissous laissait échapper l'oxyde ferreux chargé d'une nouvelle proportion d'oxygène. Effectivement, les argiles et marnes de Carnouilles déjà citées, donnent à l'analyse 5 à 6 pour 100 d'oxyde de fer.

Ainsi, la proportion décroissante d'acide carbonique faisait place à un accroissement de l'oxygène en liberté dans les eaux et dans l'atmosphère.

De là jaillit une nouvelle preuve bien inattendue de l'influence que la végétation avait dû produire en éliminant le carbone de l'acide carbonique, et faisant librement exhale l'oxygène.

Du reste, dès la fin de la grande période des terrains de grès, les bases et la partie siliceuse reparaissent dans les proportions où elles étaient respectivement dans les premières roches altérées.

Ainsi pour les schistes et les marnes de Carnouilles, dont la composition a été déjà citée, en mettant de côté l'acide carbonique et l'oxygène qui forme la différence entre le peroxyde de fer et le protoxyde, on arrive à la composition.

Silice et alumine	Chaux.	Fer, protoxyde.
75,3	17,7	6
		
	Bases.	
	23,7	

Un mélange de deux parties de feldspath et d'une partie de pyroxène ou d'amphibolite, à peu près comme

le trachy - dolérite d'Abick et les basaltes inattaquables par l'acide hydrochlorique , donnerait d'une part

Silice et alumine	Bases
74,5	25,5

Si l'on considère, d'autre part, les feldspaths, on y trouve seulement vingt à vingt et un de base pour quatre-vingts d'argile ; ainsi les schistes et les marnes de Carnoules ont déjà plus de base que les granites et les roches primitives ; ils atteignent le degré de richesse en base qu'on ne rencontre que dans les roches volcaniques non altérées.

La fin du grès bigarré signale donc la fin de la période dans laquelle l'acide carbonique éliminait les bases, et le commencement d'une nouvelle ère, pendant laquelle les éléments positifs des silicates décomposés vont reparaitre sous forme de carbonates.

On peut chercher d'avance à établir la limite de la masse de carbonate qui peut être due à la décomposition des silicates

Un tiers des silicates de 7,000 mètres des roches primordiales ; plus, les silicates correspondant à 2,100 mètres de terrain de transition et à 1,000 mètres de grès postérieur . c'est donc à peu près la quantité de base correspondant à une masse totale de 5,433 mètres de silicates décomposés, qui, à 25 pour 100 de base, donneraient 1,360 mètres de matière basique. Comme les calcaires ont une densité moyenne de 2,5, tandis que celle des roches ignées est de 3, et que, de plus, la base chaux s'est précipitée à l'état de carbonate, nous trouvons ainsi que la quantité de carbonate calcaire engendrée par la décomposition des silicates, correspondrait à la génération d'un dépôt de carbonates calcaires et alcalins de 2,914 mètres de puissance.

Or, nous allons bientôt voir que l'ensemble des dépôts

de carbonates calcaires s'élève, dans le département du Var, à 2,819 mètres de puissance. Si l'on ajoute à cela les sels alcalins qui sont restés contenus dans l'eau de mer, on verra qu'il y a, dans le département du Var, un merveilleux accord entre la puissance des dépôts calcaires et les formations antérieures qui sont le résidu argileux de la décomposition des silicates.

*Série calcaire.*

*Ordre des carbonates.*

Au-dessus des formations de grès, des masses calcaires étalent leurs bancs prolongés et dessinés en grands escarpements que la végétation n'entame qu'avec peine.

On reconnaît bientôt que cet ensemble de montagnes calcaires qui s'étendent du sud-ouest au nord-est du département sans interruption, se divise en trois séries.

- |                      |   |   |
|----------------------|---|---|
| 1°                   | } | D'abord, le <i>muschelkalk</i> , ou le <i>calcaire conchylien</i> , qui forme les premières plaines de calcaire, ou des grès rouges bigarrés.   |
| Calcaire conchylien. |   | Ensuite :   |
| 2°                   |   | Marnes surmontées de grandes masses de calcaires blanchâtres, formant les plus hauts escarpements, en face de la Méditerranée, et remarquables par leur dureté et leur éclat voisins du marbre; c'est la <i>formation jurassique</i>  |
| Calcaire jurassique. |   | En troisième lieu :   |
| 3°                   | } | Marnes et calcaires qui lient le dépôt jurassique avec le dernier groupe calcaire. C'est le système <i>néocomien</i> ou <i>jura-crétacé</i> . Puis, enfin, des terrains de calcaire sableux verdâtre ou jaunâtre, accolés à de grandes masses d'argiles marneuses; c'est la <i>formation crétacée</i> . |
| Calcaire crétacé.    |   |   |

*Caractères du calcaire conchylien.* — C'est ici le *muschelkalk* des Allemands, le mot français n'est que la traduction du nom teutonique qui signifie calcaire à coquilles.



Dans la partie inférieure, il est formé des calcaires rougeâtres à nombreuses et larges cellules rhomboïdales remplies de parties marneuses. C'est bien là le passage du système des argiles bigarrées au terrain calcaire. Dans ce passage, la magnésie paraît être abondante.

On cite aussi des veinules de gypse dans cette portion inférieure de la formation.

Ainsi, la portion inférieure du calcaire conchylien offre la plus grande analogie avec les amas de gypse. Les calcaires cloisonnés magnésiens rappellent parfaitement, par leur composition et leur aspect, les calcaires altérés appelés *cargneules* qui forment la partie supérieure des gypses *métamorphiques*. Cette circonstance permet de penser que les marnes calcaires placées à la base du calcaire conchylien n'étaient pas cloisonnées dans l'origine, et pourraient avoir conservé une texture compacte dans certaines positions et certaines localités. Aux calcaires cellulux, appelés en provençal *peyro tranquillado* ou *colombane*, et qui reproduisent parfaitement la *cargneule* des gypses (tête de chat de M. Thyrria), succèdent, en s'élevant aux couches de plus en plus supérieures, des calcaires tantôt bleuâtres, tantôt rosés, d'abord peu chargés de coquilles; puis des calcaires bitumineux bleuâtres, pénétrés de débris de coquilles fossiles, et formant des veines de lumachelle. Après viennent de nouvelles couches marneuses se prolongeant jusqu'à une masse de calcaires magnésiens et siliceux.

La partie moyenne du calcaire conchylien est formée de couches dures bleuâtres bien stratifiées; les plus puissantes d'entre elles n'atteignent pas un mètre d'épaisseur; elles alternent avec des marnes de même couleur.

On voit que l'élément magnésien est très-répandu dans la masse, qui affecte ordinairement dans la cassure un aspect subsaccharoïde, et qui souvent donne une effe-

vescence lente par l'action de l'acide nitrique. Cela est confirmé par la composition chimique des calcaires compactes. Nous la donnons ici faite par M. Diday sur le calcaire de Pignans.

Carbonate de chaux. . . . .	738
Magnésie. . . . .	198
Oxyde de fer. . . . .	024
Argile. . . . .	040
	<hr/>
	1000
	<hr/>

Les marnes qui recouvrent la partie moyenne sont d'un couleur blanchâtre ; elles renferment des nids de pyrites et des couches minces de calcaire et de lignite. Elles se convertissent facilement en gypse.

La puissance totale de ce dépôt est d'environ 300 mètres, savoir :

Partie inférieure.	{ Calcaires marneux , Rougeâtres, Cloisonnés,	} 75 mètres.
Partie moyenne.	{ Calcaires compactes, Bleus en couches minces,	} 150 »
Partie supérieure.	{ Couches marneuses , Très-cloisonnées,	} 75 »
	Total	<hr/> 300 mètres. <hr/>

La puissance de la formation, telle que nous venons de l'indiquer approximativement, n'est pas constante. Elle ne paraît atteindre ce chiffre que dans le centre du département, vers Draguignan ; mais à la Colle-Noire (route de Grasse à Draguignan), elle se réduit au tiers de cette puissance et n'atteint pas 100 mètres.

Cette dernière portion du calcaire conchylien représente bien les marnes irisées du nord de la France, à cela près que les marnes du Var sont plus uniformes dans leur couleur et leur composition où le calcaire domine.

Les fossiles réunis, surtout dans les marnes où l'on peut mieux les distinguer, sont :

Ossements de sauriens,	<i>avicula socialis</i> ;
Débris de poissons,	<i>pecten</i> ;
— —	<i>ostrea</i> ;
— —	<i>terebratula vulgaris</i> .

Mais celui, entre tous les autres, que l'on rencontre le plus fréquemment, parce qu'il est implanté en masse dans les calcaires compacts formant le milieu de cette série, c'est l'*enocrine* ronde dite *liliforme*.

Cette formation règne sans interruption dans le département du Var, depuis le sud des vaux d'Ollioules et les carrières du fort Faron, à Toulon, jusqu'à Cannes, Mougins et Grasse ; elle passe par Solliès, le Luc, Draguignan, Callas, Bargemon, Seillans, Fayence, Montauroux, le Tinet.

Sa partie moyenne constitue de petits plateaux, entre autres ceux de Taradeau, près Lorgues ; des Selves, près Seillans ; des Terrasses, sous Fayence, et la plaine de Mouans, sous la ville de Grasse.

Les marnes de ce dépôt ont été ravinées et ne se montrent que sous les calcaires supérieurs dont l'insolubilité a protégé la marne.

*Altérations.* — L'altération la plus fréquente dans le calcaire conchylien est celle de la couleur : souvent la teinte bleuâtre foncé qui caractérise ses couches dures, a fait place, en partie, à une teinte jaune ou rosée. Ce changement d'aspect est toujours accompagné d'une altération chimique ; de petites pyrites qui sont dans l'intérieur de la masse calcaire ont été décomposées ; le soufre qui s'est changé en acide sulfurique a détruit le bitume recélé dans le calcaire, et le fer est resté à l'état d'oxyde rouge ou d'hydrate jaune, dont la couleur a déterminé la teinte définitive du calcaire.

L'acide sulfurique a été entraîné par les eaux, partie à l'état de sulfate de chaux, partie à l'état d'hydrogène sulfuré.

Cet effet se produit surtout dans les portions exposées à la pluie ou à l'air, ou bien dans les fentes et les filons qui permettent le libre passage des eaux pluviales. Suivant que ces altérations ont été plus ou moins faciles, le changement a été plus ou moins complet; mais, ordinairement, ce sont les angles des blocs calcaires qui ont été plus attaqués.

La couleur primitive ne forme plus alors que des taches bleues arrondies. On voit aussi pourquoi les parties jaunes ou rougeâtres de ce calcaire sont dépourvues de l'odeur fétide qui caractérise, ailleurs, les couches douées encore de leur couleur bleue primitive.

Les marnes du calcaire conchylien sont toujours fort altérées, et le lignite pyriteux intercalé dans leur sein est tellement désagrégé, que l'on reconnaît à peine quelques traces de sa présence. A Seillans, au quartier de Grouffau, à Bargemont, sous la campagne Pierruges, nous l'avons vu en faibles filets, qui ne paraissent que les débris de sa puissance primitive. D'autres fois, le lignite s'est réduit à des marnes bitumineuses, que l'on retrouve vers Solliés et d'autres points de l'arrondissement de Toulon.

*Altération des marnes du calcaire conchylien.* — Ces marnes, très-imprégnées du sulfure de fer, ont éprouvé une décomposition presque complète; le bitume a été détruit par l'acide sulfurique dû à ce sulfure, et la plus grande partie de leur carbonate de chaux est transformée en veines gypseuses colorées en rouge ou en gris. C'est là ce qui a souvent valu à ce dépôt le nom de *marnes irisées*. C'est le phénomène que l'on peut très-bien étudier sur la montagne de Saint-Vincent, entre Hyères et Carquei-

ranne. Du côté d'Hyères, les calcaires marneux, et les marnes sont bien conservés, tandis qu'à l'est, près de Carqueiranne, les marnes sont remplacées par un amas de gypse bien caractérisé avec des argiles calcaires. L'on voit encore en action la cause qui a produit cet effet.

L'argile qui accompagne ces gypses est diversement colorée en rouge et violet: l'oxyde de fer a été mis à nu, et produit ici les phénomènes d'irisation déjà signalés dans le grès bigarré. L'eau pluviale infiltrée par les fissures et les cavités nombreuses du calcaire qui surmonte la montagne et y forme plusieurs entonnoirs, s'échappe de la masse gypseuse en formant un filet d'eau, pour lequel il a fallu exécuter une galerie de dégorgement. Les calcaires qui surmontent la masse gypseuse, et ceux qui la terminent inférieurement, ont toutes les apparences signalées dans la *cargneule*, ils sont formés de cristaux accolés, et ont le toucher rude des calcaires magnésiens argileux.

Les constructions assises sur cette espèce de roche, que les habitants du Var appellent *malauce*, sont toujours très-peu stables, parce que les eaux qui attaquent sans cesse le terrain gypseux, ébranlent la base sur laquelle on s'établit. Aussi les mouvements du sol sont-ils fréquents, non-seulement sur les coteaux de Fayence, Seillans et Bargemont, mais encore dans le bassin de Draguignan, et l'on a vu des édifices s'écrouler tout à coup, sans que leur ruine pût être annoncée par l'état de leurs murailles (1).

*Accidents de stratification du calcaire conchylien.*—  
On trouve aussi les couches compactes du calcaire con-

(1) Dans la plaine de Draguignan et sur le coteau qui la borne vers le nord, les crevasses de la masse calcaire se présentent en plusieurs points, et forment des cavités où les eaux vont se perdre.

chylien devenues cristallines à Toulon , sur la rivière des Amoureux, près la Blanchisserie. Ces couches ont formé là une bande dirigée de l'est à l'ouest, et plongeant au sud comme si elle passait sous le grès houiller.

C'est là encore un des nombreux exemples des stratifications renversées, dont la Provence offre tant d'exemples.

Outre la structure cristalline, les couches disloquées prennent un état fragmentaire qui les rapproche de la nature des brèches brisées et fissurées dans plusieurs sens. Des centres de cristallisation se sont établis qui ont subdivisé la roche en filons de carbonate de chaux pur et en noyaux de dolomie : *absolument comme si le carbonate de magnésie s'était uni au carbonate de chaux en proportions définies, tandis que le carbonate de chaux excédant se serait concentré dans les petits filons.* Les bancs qui supportent les bourgs de Callas et de Seillans offrent ce phénomène de la manière la plus tranchée.

Les gypses du muschelkalk sont exploités au Luc, à Solliés, près Toulon. Dans les arrondissements de Grasse et de Draguignan, on les néglige, parce que l'on trouve de plus importantes carrières dans le terrain immédiatement supérieur.

La vallée où l'on peut le mieux observer les marnes du muschelkalk peu altérées, est l'extrémité du défilé de Belgentier à Solliés. Elles sont là parfaitement compactes. Rien de plus gracieux que les nombreux accidents pré-

Ce sont là de véritables *boit-tout*, que le peuple a baptisés du nom d'*avéng*.

On ne peut rappeler ce sujet sans songer au *Gour* des environs d'Ollioules, où toutes les eaux du vallon d'Alençon viennent s'engouffrer dans une enceinte fissurée formée par le calcaire conchylien.

sentés dans cette même vallée par les dislocations des couches du muschelkalk. Souvent verticales, elles sont découpées et percées à jour ; on dirait une ruine imposante ou une capricieuse dentelure qui se marie à merveille avec la verdure des forêts et la majesté des hauts escarpements qui bornent l'horizon.

Auprès du volcan de Rougiers, les marnes supérieures du muschelkalk sont très-percillées et cristallines. Il est évident que l'altération atteint là son maximum. La cristallisation du carbonate double de magnésie et de chaux est arrivée à son plus haut période, et il s'est engendré une véritable dolomie.

*Calcaire jurassique.* — Les marnes du système conchylien nous conduisent, par une gradation insensible, à la grande masse de calcaire qui couvre la plus grande partie du département. Il y a une fusion si bien ménagée dans la composition chimique et une succession si concordante dans les couches de plus en plus modernes, qu'il est impossible de saisir un défaut de continuité, en passant du système des marnes du calcaire conchylien au grand groupe des calcaires jurassiques.

Un fait d'un haut intérêt se présente dans le nord du département ; en entrant dans les Basses-Alpes par Castellane, on voit le calcaire à *gryphées arquées* assez largement développé, remplacer complètement le calcaire conchylien qui règne au sud du département du Var. De sorte que les marnes et les calcaires magnésiens jurassiques se lient à la fois, au sud, au calcaire conchylien *dépourvu* de bélemnites, et au nord, au calcaire à *gryphées arquées pétri*, dans toutes ses parties, de bélemnites.

Ces différences dans les caractères zoologiques des bases des terrains jurassiques sont accompagnées d'une autre différence minéralogique. Là où le calcaire à *gryphées* paraît, les marnes sont beaucoup plus abondantes

et plus bitumineuses ; elles semblent avoir été formées dans une mer à la fois plus profonde et plus troublée que celle où se déposait le calcaire conchylien. Maintenant que l'on est plus avancé dans l'histoire des bélemnites, cette différence peut sans doute s'expliquer. Mais la géologie du Var est destinée à jeter un grand jour sur ces phénomènes obscurs. D'un autre côté, au nord-ouest du Var, à une distance de 53 kilomètres, de la formation de calcaire conchylien qui se montre si bien à Toulon, on trouve, dans la vallée de Vauvenargues, près d'Aix, les calcaires à gryphées, et surtout les schistes à bélemnites bien plus développés qu'à Castellane, également surmontés par les calcaires enfumés et les calcaires blancs qui représentent les étages inférieur et moyen du Jura. Mais aux environs d'Aix, cet étage inférieur jurassique se rapproche davantage des caractères que l'on reconnaît dans la formation jurassique de Hautes-Alpes et du Dauphiné, de sorte qu'il ne reste plus le moindre doute sur l'identité des divers étages jurassiques, dans les diverses parties de la Provence et du Dauphiné. Il devient parfaitement démontré par l'examen de la superposition, que le système de calcaire dolomitique sans fossiles, qui succède au muschelkalk sur la lisière des Maures, représente le Jura inférieur ; et que les marnes à bélemnites du Jura n'ont pu se présenter là où ce muschelkalk se précipitait. Les circonstances propres à faire déposer le muschelkalk ont réagi sur les dépôts postérieurs.

Il y a là un changement de nature chimique, d'aspect et de débris organiques tout à fait identique à celui qu'offrent les terrains de la Pologne, décrits par M. le professeur Pusch. Et, chose frappante, c'est là où le muschelkalk se développe bien, que les deux localités si éloignées, la Pologne et le sud-est de la France, présen-



tent le même changement dans la formation jurassique ! Ce rapprochement seul permet d'éclaircir les difficultés qu'offrent les gisements inférieurs du Jura, dans la Provence, et de mettre fin aux discussions auxquelles cette particularité a donné naissance. Quoi qu'il en soit, l'ordre que nous allons assigner dans les superpositions est un fait positif, c'est un résultat géométrique à l'abri de toute controverse. Voici cet ordre en commençant par la base :

1 <sup>er</sup> étage.	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Calcaires marneux, magnésiens} \\ \text{et siliceux.} \end{array} \right\}$	Jura inférieur.
Lias et oolite inférieure.		
2 <sup>e</sup> étage.	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Marnes bitumineuses et lignite ;} \\ \text{calcaires siliceux et magnésiens,} \\ \text{et compactes.} \end{array} \right\}$	Jura moyen.
Oolite moyenne.		
3 <sup>e</sup> étage.	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Marnes bitumineuses et lignite ;} \\ \text{calcaires blancs.} \end{array} \right\}$	Jura supérieur.
Oolite moyenne, ou système portlandien.		
<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> <p>Calcaire marneux, magnésien et siliceux ; ou bien marnes bitumineuses, avec calcaires bleus et grisâtres.</p>		

*Premier étage jurassique.*

Depuis les environs de Toulon jusqu'à Cannes et Grasse, les calcaires magnésiens et siliceux, immédiatement supérieurs aux marnes du calcaire conchylien, forment une masse de 30 à 40 mètres de hauteur, composée de gros strates de calcaire gris, où la dolomie montre ses rhomboïdes quelquefois assemblés en géodes, quelquefois aussi entourés d'une pâte de calcaire argileux. Dans les parties surtout où ces calcaires sont devenus verticaux, comme au château de Seillans, ils

ont complètement pris l'aspect d'une brèche à filons de chaux carbonatée empâtant des fragments dolomitiques.

A cause de cette tendance à la cristallisation intérieure, on doit s'attendre à trouver ici peu de fossiles. Les mouvements moléculaires ont dispersé les traces des corps organiques ; à peine peut-on y trouver quelques moules intérieurs de coquilles indéterminables. Dans toute sa longueur, ce gisement se fait remarquer par une grande constance de caractère, depuis Bandol jusqu'à Vence. A Bargemont, la roche de *Peyre ancien* en est formée; à Callas et Seillans, les roches sur lesquelles ces bourgs sont assis appartiennent à la même zone ou au *Jura inférieur*, offrant seulement une puissance de 50 mètres.

Dans toute cette région, le terrain dolomitique dont nous parlons rappelle absolument le dépôt magnésien de la Pologne et de la Silésie, qui, développé avec le muschelkalk, occupe tout l'espace réservé ailleurs aux assises du lias et du Jura inférieur. Mais dans les portions septentrionales du département, on retrouve le Jura inférieur tel qu'il existe dans l'Isère sous le nom de la *Porte de France*.

Ainsi à l'ouest, entre Rians et Aix, se montre le calcaire bitumineux des environs de Grenoble, accompagné des bélemnites, des pecten et des pointes d'oursins, que l'on trouve à Corené, près Grenoble (1).

La partie supérieure du même dépôt se manifeste au centre du soulèvement, mis à découvert par le défilé de Mirabeau. Mais, dans le département du Var lui-même, on retrouve ce type entre Barjols et Brignoles, à Châ-

(1) Ces fossiles sont :

*Pecten textorius* { *Belemnites latesulcatus*,  
— *semihastatus*,

teauvert et dans les paysages pittoresques du Vallon-Sombre. Il reparait aussi avec tous les caractères qu'il offrait dans le Dauphiné, vers le nord-est du Var, à Castellane.

La différence la plus essentielle que présente la composition de ce type est son développement plus ou moins restreint ; ainsi il offre son minimum de puissance là où il est purement dolomitique, comme aux environs de Draguignan et de Grasse.

Il est à la fois plus puissant et plus argileux et plus bitumineux auprès de Cuers et de Solliès, et ce développement s'accroît à mesure que l'on s'avance par Folcalqueiret et Besse, vers les environs de Brignoles, et il est plus fort encore en approchant de la ligne de Castellane à Aix. Ainsi le Jura inférieur présente dans le Var deux types.

Le *type magnésien* ou à mer peu profonde, et le *type marneux*, qui s'est produit sur un rivage escarpé où la mer prenait, sans doute subitement, une grande profondeur. L'état argileux des couches et la puissance de la formation amènent tout naturellement cette manière d'expliquer l'origine de ce que nous appelons le système marneux.

Nous n'avons rien à ajouter à la description du type magnésien, mais nous avons à exposer les gisements variés de son équivalent, le *type marneux*.

La meilleure localité pour observer le type du Jura inférieur marneux, est le trajet de Barjols à Châteauvert, et de là à Saint-Paul. Sur la route départementale de Brignoles, dans le Vallon-Sombre, on voit des calcaires compactes enfumés, superposés aux marnes des plâtrières de Barjols.

L'ensemble de la formation paraît avoir une puissance de 100 mètres environ.

Au nord-ouest de Barjols, au pied septentrional de Mont-Mayour, entre Rians et Ginasservis, on trouve le même dépôt accompagné de deux couches de calcaire ferrugineux. Au-dessus des marnes et du calcaire ferrugineux se montrent les calcaires gris de fumée, qui constituent la masse de la montagne. Ces derniers, identiques au calcaire gris du haut de la vallée de Vauvenargues et au calcaire du détroit de Mirabeau, rappellent le calcaire *Porte de France*, de Grenoble, tandis que les bancs ferrugineux pourraient représenter le calcaire ferrugineux de *Corenc*, des environs de Grenoble.

Nous avons examiné les fossiles de ce système au pied du bourg d'Entrecasteaux, où il reparait encore.

Nous y avons trouvé les mêmes ammonites que nous avons découvertes en 1837 dans les marnes de Meylan, près Grenoble, esp. *Cylindricus* et *Stella* de Labèche. Le premier très-voisin de *Picturatus* d'Orbigny, et peut-être identique; beaucoup de *bélemnites*, de nombreuses entroques, et, entre autres, l'encrinite *cingulatus* et l'encrinite *subangularis*; mêmes fossiles vers Forcalqueiret, à Mardini, *nautilus*, *limes*, *bélemnites* et *pectens*, à oreilles inégales, peut-être même *avicula inæquivalvis*.

Au mont Zéphir, au sud de Brignoles, dans le même étage, M. Matheron a recueilli la *terebratula subrotunda*.

A Sainte-Anastasia, nous avons recueilli le *pecten paradoxus* et la *terebratula semiglobosa*. Près du Canet-du-Luc, l'ammonite *Walcotii* a été trouvée par M. Doublier, de Draguignan.

Ainsi le type marneux, soit qu'il forme généralement une ceinture au-dessus du calcaire conchylien, depuis le Luc jusqu'à Toulon, soit qu'il couronne le lias, entre Castellane, Rians et Aix, offre tous les principaux fossiles du Jura inférieur, et principalement

ceux qui caractérisent la portion supérieure du lias (1)

Quelquefois le type marneux paraît avoir été lui-même complètement dolomifié par une réaction chimique postérieure à son dépôt.

Dolomification  
du type marneux.

C'est là ce que l'on peut observer sur l'escarpement méridional du Faron, auprès de la ville de Toulon. Tous les strates que l'on rencontre entre la partie compacte du muschelkalk et la partie inférieure du calcaire à Chames, soit compacts, soit poreux, sont complètement transformés en dolomies; dolomies avec filons spathiques, et dolomies bréchiformes. On y reconnaît des parties cavernueuses avec cette dolomie pulvérulente qui constitue l'*asche* des géologues allemands. La couleur bitumineuse de la formation a disparu avec les fossiles, dont on ne trouve plus que des traces indéterminables. Les couches elles-mêmes, ressoudées entre elles, présentent un amas confus où l'oxyde de fer, dernier reste des pyrites qui existaient là primitivement dans les calcaires marneux, produit des filets d'un rouge vif, qui tranchent avec les dolomies blanchissantes. A l'extérieur, les bancs dolomitiques ont une couleur grisâtre produite par les lichens qui s'insinuent dans leurs pores. L'action dolomifiante a respecté les couches verticales de muschelkalk compacte placées à la base de ce système, ce qui démontre que la transformation en dolomie s'est faite de haut en bas, par l'action du liquide qui a produit les ca-

(1) De Campa à Cuers, M. Élie de Beaumont a le premier signalé plusieurs fossiles jurassiques :

<i>Modiola plicata,</i>	}	<i>Pecten barbatus</i>	}	<i>Plagiostoma duplicata,</i>		
<i>bipartita,</i>					— <i>Linnæus,</i>	— <i>gigantea?</i>
<i>Terebratula semi-</i>						
<i>globosa,</i>						
<i>ringens,</i>						
<i>Ammonites Buch-</i>	}	<i>Gryphæa cymbium,</i>	}			
<i>landi,</i>					— <i>gigas.</i>	

vernosités, oxydé les pyrites, ressoudé les couches avec des dépôts de stellagmite, et produit une brèche tufeuse au pied de l'escarpement. L'épaisseur de l'ensemble du dépôt modifié paraît moindre qu'à Solliès, où la formation ne s'est pas altérée.

Le type magnésien ne serait-il pas aussi dans d'autres parties du Var une transformation du type marneux ? Ce sont là d'intéressants phénomènes que cette localité permettra d'étudier. La puissance du type marneux atteint jusqu'à 600 mètres de Rians à Aix, tandis qu'aux environs de Sisteron, à Grenoble il est encore plus épais.

*Jura moyen et supérieur.* — Au-dessus de la masse de calcaires magnésiens qui se superposent au muschelkalk du littoral du Var ou bien sur les calcaires enfumés qui succèdent au lias d'Aix et de Castellane, on voit paraître, à stratification concordante et par un passage lentement ménagé, une série de marnes et de bancs calcaires d'une grande puissance, parfaitement liés les uns avec les autres et avec des parties marneuses intercalées. Ces bancs calcaires sont remarquables par leur couleur blanche, leurs couches épaisses souvent de trois à quatre mètres, leur structure compacte, leur éclat marbré et la régularité de leurs caractères depuis Grenoble, jusqu'à Marseille et Nice.

Ce système forme la plus grande partie du plateau inférieur de la montagne, depuis Rians jusqu'à Coursegoules, il règne d'une manière continue en passant par Saint-Julien, Aups, Ampus, le plan de Lubi, Bauregard, le Puy-Bresson et Saint-Vallier. Au près de Toulon, c'est le même groupe qui forme le sommet de Coudon et Faron. C'est lui qui constitue la masse de Sainte-Baume et les crêtes de la Roquebrussane et d'Engarden.

Les strates de ce système se dessinent en majestueux escarpements au-dessus de Draguignan, vers Rebouillon, Ampus, Callas, Bargemont, Grasse. Sur la tranche des couches mises à nu par les escarpements, des argiles ferrugineuses se dessinent en taches rouges allongées dans le sens vertical et attestent la formation et la décomposition du sulfate de fer, par les eaux qui mouillent la superficie du calcaire.

Cette grande génération de calcaires blancs est couronnée par les dépôts néocommiens et crétacés. On peut s'en assurer aux deux extrémités est et ouest du département. En face de la baie de Villefranche à Nice, le calcaire à gryphées colombes est posé au-dessus de ce grand système de calcaires blancs, à stratification discordante.

De Grasse à Caussol, on voit aussi la grande série de calcaires blancs surmontée des marnes à bélemnites dilatées qui précèdent l'apparition des couches à gryphées colombes, turrilites *costatus*, huîtres carinées (1), et autres fossiles de la craie.

Dans l'ouest, vers le versant sud de la Sainte-Baume à Riboux, et surtout dans le prolongement occidental de ce versant à Roquefort, Bouches-du-Rhône, on rencontre, au-dessus des calcaires blancs, les marnes à hamites gigantesques et les calcaires à sphérulites et gryphées colombes qui caractérisent le terrain néocommien et le terrain crétacé de cette partie de la Provence.

Ainsi les premières lois de la superposition sont évidentes. La grande formation des calcaires blancs est postérieure aux premières assises du Jura, et a précédé les premières assises non-seulement du terrain crétacé mais encore du dépôt néocommien.

(1) Ces huîtres carinées ne sont pas précisément l'*ostrea carinata*, mais elles constituent des espèces particulières non décrites.

Dans tout le département du Var, de même que dans le reste de la Provence, la majeure partie du Dauphiné et une grande portion de tout le système des Alpes, ce grand dépôt calcaire est surtout caractérisé par un fossile déposé en énorme quantité, dans les couches mêmes les plus compactes, c'est le *chama ammonia*. Ce fossile, par sa forme spirale conique et les figures variées et bizarres que tracent ses cassures en divers sens, donne un aspect tout particulier aux pierres qui en sont criblées, lorsqu'elles ont subi un commencement de polissage. La pierre de cassis offre le meilleur exemple de l'aspect particulier que donnent les délinéaments de ce fossile.

On voit par ce qui précède que le système des calcaires blancs, ou ce qui est synonyme, le terrain à *chames*, est posé entre le Jura inférieur et le système néocommien et crétacé. Il est donc dans la position géologique qui correspond à la partie moyenne supérieure du *système jurassique*.

Cette conclusion déjà énoncée par nous en 1837, dans le travail que nous avons soumis à l'administration supérieure du corps royal des mines, ayant été contestée par M. Élie de Beaumont, nous avons vérifié ces observations par de nouvelles recherches.

Nous avons constaté que partout où se développait le système des calcaires à *chames*, les dépôts du Jura moyen et du Jura supérieur, ou en d'autres termes l'oolite moyenne et de l'oolite supérieure, manquaient complètement. Ainsi, depuis la grande Chartreuse, Voreppe et Sassenage dans l'Isère, jusqu'à Marseille et Nice, les calcaires à *chames* forment une série non interrompue qui n'a nulle part manqué de tenir la place du système jurassique moyen et supérieur.

Ces calcaires à *chames* sont certainement inférieurs à toute la formation crétacée, même à sa partie la plus ancienne connue sous le nom de grès vert.



Discordance  
de stratification  
entre le grès vert  
et le calcaire à  
chames  
supérieures.

La chose est tellement marquée, que le grès vert ne repose ordinairement sur le calcaire à chames, qu'à stratification discordante. Par exemple, auprès de Quinson, sur les flancs de l'escarpement de Malasauque, les couches du grès vert brisées et recoupées s'appuient sur les bancs de calcaire à chames. Il existe même, en quelques points, une salebande qui sépare les deux roches, comme si la différence entre le calcaire compacte cristallin et les couches marneuses du grès vert n'étaient pas déjà assez marquées.

Dans le lit de l'Artuby, entre Jabron et le Bourguet, sur la route de Castellane à Draguignan, l'antériorité et l'indépendance du calcaire à *chames* relativement au grès vert, sont signalées d'une manière aussi prononcée. Sur le calcaire blanc dont les couches forment un arc fortement courbé, se montrent les strates de grès vert recoupés, et privés de toute liaison géologique, avec les bancs qui leur servent d'appui. Les mêmes faits peuvent s'observer encore sur la route de Grasse en allant à Saint-Vallier, on les retrouve au pied de la Sainte-Baume, entre cette crête et Saint-Zacharie, au point appelé *Pas-de-Peirui*.

Il n'y a concordance entre les terrains qui se rattachent au système crétacé et le calcaire à chames que là où se montrent à la fois les couches les plus récentes du système à chames et le dépôt néocommien qui a prélué au grès vert.

Passage  
insensible des  
calcaires à  
chames supérieur  
au terrain  
néocommien.

Ainsi, qu'on s'élève sur la Sainte-Baume, à partir de la base méridionale de cette montagne, on traversera les couches plongeant, les unes sous les autres, du nord au midi. Arrivé aux Granges de Riboux, on verra les marnes néocommiennes se fondre insensiblement avec les couches supérieures du calcaire à chames qui les supportent. Mais cette fusion est surtout bien marquée, un peu à

l'ouest, sur le prolongement des mêmes couches dans la commune de Roquefort ou au lieu appelé la *Bédoule*, dans les Bouches-du-Rhône.

Les calcaires du Jura supérieur deviennent de plus en plus bitumineux et siliceux à mesure qu'ils se rapprochent du dépôt supérieur des marnes bleues néocomiennes. La partie siliceuse forme de nombreux modules de silex pyromaque contenu dans les couches calcaires qui deviennent ensuite complètement argileuses.

Ce changement progressif dans la nature chimique du calcaire jurassique est la démonstration la plus rigoureuse et la plus palpable d'un passage d'une formation à l'autre. Les inductions contraires que pourrait fournir une faille que nous avons observée à Julhans, plus près de Cuges, ne peuvent démontrer qu'une chose, c'est que, sur ce point seulement, la dislocation a troublé l'ordre naturel et primitif des dépôts. Mais dans presque toute l'étendue du vallon creusé dans les marnes néocomiennes, qui s'étend de Mazaugues (Var), à Cassis (Bouches-du-Rhône), on reconnaît qu'il s'établit, soit par la nature chimique, soit par la concordance de stratification, un passage gradué entre le terrain néocommien et le terrain jurassique.

Néanmoins, le passage chimique d'une formation à l'autre n'empêche pas de reconnaître que la formation néocommienne a eu lieu avec une telle abondance de marnes, d'argiles et de sables, qu'il y a eu un grand changement géologique dans la période qui a précédé le dépôt crétacé, et que celui-ci est le produit d'une ère géologique distincte de la formation jurassique.

Seulement pendant que le changement s'opérait dans la superficie du globe, il n'y a pas eu intermittence dans les dépôts. Les premières couches du système néocom-

mien ont immédiatement suivi la précipitation des dernières assises du Jura.

Reste seulement à éclaircir cette question : Le calcaire à chames se lie-t-il mieux avec les calcaires néocommiens? ou bien y a-t-il, au contraire, plus d'analogie entre les couches néocommiennes et les strates crétacées?

Le terrain néocommien a plus de rapports avec la craie.

Dans le département du Var, et en général dans la Provence et le Dauphiné, le système néocommien se rattache beaucoup mieux avec le terrain crétacé qu'avec le calcaire à chames.

1<sup>re</sup> preuve, par la stratification.

Les deux périodes du dépôt néocommien et de la formation crétacée ont été tellement liées, elles se sont suivies de si près, qu'il est impossible de signaler une localité, dans toute la Provence et le Dauphiné, où il y ait discordance de stratification entre la partie la plus moderne du dépôt crétacé et la portion la plus ancienne du terrain néocommien (1) ; tandis que le grès vert, ou le terrain crétacé ancien, repose sur diverses parties dégradées de notre système jurassique, entre Montmeyan et Quinson, à Latour, au nord de Brignoles ; au Bourguet et Comps, au nord de Draguignan ; à Escragnoles et Vence, dans l'arrondissement de Grasse, et en plusieurs autres points du Var : ce fait peut être aisément constaté.

2<sup>e</sup> preuve, par la composition minéralogique.

A ces premières preuves, il faut joindre celle de la composition générale du terrain crétacé et néocommien. Dans l'ensemble de ces deux dépôts les parties sablonneuses et marneuses n'ont jamais cessé de se montrer dans le système néocommien et crétacé ; il n'y a que bien peu

(1) Près de Toulon, à la Cadière et au Castellet, les terrains de craie supérieure se montrent non loin de la formation néocommienne, et cependant les couches crétacées ne sont pas posées sur les couches dégradées du système néocommien. Auprès d'Aubagne, à Fenestrelle et à Martigues, dans les environs de Marseille, même observa-

de couches calcaires exemptes de silex de sable et d'argile. Partout le système néocommien et le dépôt crétacé ont offert un état grumeleux ou argileux qui donnent, à l'ensemble de leur aspect, quelque chose de commun bien facile à saisir, et par suite leur masse, loin d'offrir les vives arêtes que présentent les puissantes masses calcaires du Jura inférieur, est dans un état de dégradation remarquable. Dans le système crétacé et néocommien du Var, les grands bancs de calcaire pur sont l'exception, ils deviennent, au contraire, le trait le plus général du Jura moyen et supérieur. La couleur est aussi différente, elle est plus ou moins roussâtre dans le système néocommien et crétacé imprégné de silicates ferrugineux; la teinte est d'un blanc grisâtre dans les masses jurassiques. Les dolomies siliceuses stratifiées ne manquent jamais dans l'étage moyen de notre Jura. C'est en vain qu'on les recherche dans les dépôts néocommien et crétacé de cette contrée.

Les différences de stratification, de composition et d'aspect, que nous venons de signaler entre le Jura supérieur, d'une part, et le système néocommien et crétacé, d'autre part, sont accompagnées de notables différences dans les débris organiques. Ainsi les hamites et les turritites abondent dans les systèmes néocommien et crétacé. Mais surtout les *milliolites*, les *nummulites*, les *ichthyosarcolites*, les *hippurites*, les *radiolites*, les *trigoniens scabres* et les *gryphées colombes*, forment, dans l'est et l'ouest du département du Var et des Bouches-du-Rhône, un trait commun bien caractéristique, qui permet de reconnaître immédiatement les calcaires des dépôts néocommien et crétacé, où ces derniers fossiles sont contenus, et de les distinguer de la formation jurassique, où nous n'avons pu les rencontrer, tandis que les *chama ammonia* sont en quantité prodigieuse dans les cal-

3. preuve,  
par les débris  
organiques.

caires jurassiques du Var, et signalent à la fois les étages inférieur et supérieur de nos calcaires blancs.

Si nous poursuivions scrupuleusement les différences des fossiles, nous observerions que jamais l'*encrinite pentagonale* et l'*encrinite cingulatus* ne manquent dans l'étage inférieur des calcaires à chames, et que jamais aussi nous ne les avons trouvés dans les dépôts néocommien et crétacé. Ainsi en comparant les parties analogues des groupes que nous mettons en présence, et en tenant compte, comme de raison, de la présence de quelques fossiles qui ont pénétré dans le dépôt néocommien, après s'être montrés dans plusieurs assises du Jura (1), il ne reste pas moins clairement établi que le groupe néocommien semble avoir des rapports plus intimes, plus multipliés avec la période crétacée qu'avec nos calcaires à chames.

Il résulte de l'ensemble des faits présentés par le gisement, la composition chimique et les débris organiques, que les calcaires à chames sont essentiellement distincts du système néocommien et crétacé.

Une observation présentée par M. Coquand au congrès géologique de Grenoble, en 1840, semblerait infirmer cette conclusion. D'après M. Coquand, à Comps, dans la partie nord-est du Var, les calcaires à chames *manqueraient* et seraient remplacés par les marnes néocommiennes. Il est bien positif, néanmoins, que les calcaires à chames se présentent en grande abondance entre Grasse et Castellane, aussi bien qu'aux environs de Comps, et qu'ils supportent non-seulement les bancs de grès vert, mais encore les diverses parties du système néocommien. Ainsi il y a eu erreur de la part de l'habile

(1) Ces fossiles, communs au Jura et au terrain crétacé, sont le *spatangus retusus*, et le *pecten quinquecostatus*.

professeur de géologie d'Aix, et nos observations ont été complètement vérifiées par celles que M. Matheron a faites en 1841. L'opinion de M. Coquand est le résultat d'une illusion, que la rapidité de son passage explique aisément.

Enfin une dernière circonstance, bien importante à signaler, est que la formation des calcaires à chames est toujours caractérisée par la répétition du même fossile dans les divers étages de son épaisseur; la chama ammonia se présente à la base et au sommet du dépôt; il n'y a que des variations de taille et d'espèce peu importantes. La chama ammonia présente une constance de gisement qui paraîtra moins étonnante lorsque nous aurons observé que nous avons reconnu ce fossile jusque dans les calcaires jurassiques inférieurs qui se montrent à la *Porte de France* de Grenoble.

Les calcaires à chames, qui se détachent si nettement de la masse crétacée, se rattachent zoologiquement et minéralogiquement au Jura inférieur.

On voit, en résumant tout ce qui vient d'être exposé. 1° que le système des calcaires à chames se *lie intimement* au Jura inférieur, et que nulle part, dans la Provence et le Dauphiné, on ne peut apercevoir directement et immédiatement une superposition où la discordance de stratification soit évidente entre les calcaires à chames et le Jura inférieur.

Liaison intime  
des calcaires  
à chames  
avec le jura  
inférieur.

Les exemples de cette liaison sont surtout frappants d'Aix à Rians, par Vauvenargues, de Maraugues à Roquebrussane, et de Grasse à Castellane.

2° Que les calcaires à chames sont antérieurs non-seulement au grès vert, mais encore au système néocomien, tel qu'il a été unanimement reconnu, soit entre Castellane et Grasse, soit auprès de la Sainte-Baume, à Roquefort, Bouches-du-Rhône.

3° Que le plus ordinairement la liaison a été interrompue entre les calcaires à chames et le système crétacé, par des cataclysmes qui n'ont laissé à la jonction des deux systèmes que des couches discordantes, et qu'il n'y a eu passage des calcaires blancs à la formation crétacée que lorsque ce système néocommien s'est interposé.

4° Que les calcaires à chames se rattachant bien plus intimement à la formation jurassique qu'au dépôt crétacé, doivent nécessairement représenter la partie moyenne et supérieure du Jura.

Ainsi, par les lois bien étudiées de la composition et de la superposition des masses de calcaire blanc du département du Var, on est amené à restituer à ces calcaires le nom de formation jurassique qui leur avait été imposé dès l'origine, et ce n'est que par une induction forcée que l'observation de quelques fossiles avait pu les faire confondre avec la formation crétacée.

Du reste, nos conclusions sont justifiées non-seulement par les observations de superposition que nous avons poursuivies dans les autres parties de la Provence et du Dauphiné, mais encore en se livrant aux recherches les plus minutieuses sur les fossiles, M. Philippe Matheron, chargé de la carte géologique des Bouches-du-Rhône, arrivait aux mêmes résultats. La coïncidence du mode de classement obtenu par deux méthodes différentes à l'aide d'observations établies sur des points distincts, est un fait propre à lever les derniers doutes. S'il fallait se prononcer entre une détermination de terrains démontrée par la superposition et celle qui résulterait de la paléontologie, il faudrait, sans hésiter, préférer les résultats géométriques du gisement. C'est pourquoi nous avons examiné la question de position avec persévérance pendant plusieurs années, et lors même qu'il nous fallait conclure que les fossiles tels que le *spatangus retusus*, le

*pecten quinquecostatus*, les *hamites* et quelques autres considérés jusqu'ici comme caractéristiques du système créacé, ont pénétré dans la période jurassique, nous ne devons pas balancer à admettre un tel résultat. Nous ne pouvons voir là qu'une reproduction d'un phénomène déjà constaté par MM. Élie de Beaumont et Dufrenoy, lorsqu'ils ont établi que les *nummulites*, les *milliolites* et *cérithes* et autres fossiles regardés, jusqu'à eux, comme exclusivement tertiaires, se retrouveraient aussi en grande masse dans les terrains créacés.

Ainsi, reconnaître que le *spatangus retusus* se trouve fréquemment dans la partie supérieure des calcaires à chames, tels qu'on l'observe à Vinon et à Quinson, et sur une foule de points du département du Var, c'est là simplement généraliser l'observation déjà signalée de MM. Dufrenoy et Élie de Beaumont, et reconnaître qu'entre les fossiles de la formation créacée et ceux du Jura, il y a une liaison tout aussi intime que celle constatée entre les terrains tertiaires et les dépôts créacés.

Néanmoins les calcaires à chames ont conservé un grand nombre d'espèces fossiles qui caractérisent dans le nord de la France le Jura moyen et supérieur. Parmi ces fossiles, nous avons déjà signalé les plus fréquents et les plus faciles à reconnaître pour les personnes peu initiées dans les secrets de la paléontologie, ce sont les *encrinites* appartenant aux espèces *pentagonalis* et *cingulatus*. On les reconnaît constamment dans les calcaires dolomitiques et siliceux qui se posent sur les marnes inférieures du grand système calcaire, nous les avons vus en quinze localités différentes : sur l'escarpement qui domine l'arrondissement de Grasse, près de la marbrière, entre Châteauneuf et la Malle, entre le Bar et Tourretes, le Vence, entre Vence et le plateau Saint-Barnabé, près Saint-Raphaël, au-dessous de ces points, à la carrière de



Valbonne, chez le sieur Ardisson, près de Biot, près le fort Carré, à Antibes, non loin de la brèche Osseuse.

Au centre du département, sur les hauteurs qui couronnent Draguignan et Bargemont, vers le nord, à Baudinar, au-dessus de Flayosc.

A l'ouest du département, près Saint-Maximin, au nord de Rians, entre Cadarache et Vinon, et enfin sur le prolongement des calcaires de la Sainte-Baume, à Roquefort, Bouches-du-Rhône, ce fossile se trouve ainsi constamment dans la même position géologique, dans un calcaire compacte jaunâtre placé à peu de distance au-dessus des marnes qui préludent au grand dépôt calcaire.

Dans les calcaires marneux de la partie inférieure sont les fossiles suivants déterminés par M. Matheron :

- Terebratula ornithocephala*, Mazaugue, revest de Toulon,  
Signes ;  
*Pecten paradoxus*, Sainte-Anastasie ;  
*Terebratula alata*, Cuers, sur la hauteur ?

Au-dessus des marnes :

- Terebratula decorata* } Ampus, Mont-Ferrat, Antibes, Grasse,  
— *tetraedra* } Châteauneuf ;  
— *triplicata*, Valbonne ;  
— *Valcotii*, Saint-Zacharie ;  
— *concinna*, *id.* ;  
— *bullata*, Mazaugues ;  
— *biplicata*, Sainte-Baume et Marseille.

Cette dernière ne se rencontre que vers les parties plus élevées de la série, dans un dépôt marneux qui divise en deux parties le grand système calcaire. Les rares ammonites que l'on rencontre dans ce système confirment cette classification.

C'est surtout l'ammonite *biplex*, *A. subfascicularis*, *A. perarmatus*, et enfin le *cidaris coronata*, trouvé à

Nice, Mont-Alban. Pour compléter ce tableau paléontologique, nous nous contenterons de nommer des fossiles dont l'espèce n'a pas pu être déterminée, et dont nous ne pouvons que signaler les genres.

*Partie inférieure.*

Vis,  
Corbules,  
Huitres,  
Peignes,  
Cardites,  
Serpules,  
Dentales,  
Dents de reptiles,  
Débris de poissons.

*Partie moyenne et supérieure.*

Nérinées,  
Plagiostomes,  
Trigones,  
Pholadamies,  
Pleurotomaires,  
Trochus,  
Gryphées,  
Venus ou cythérées,  
Des pinnes,  
Des bélemnites rares,  
Des coraux prodigieusement abondants, ainsi que des pointes d'oursins déposées en masse dans certaines assises calcaires.

Dans le Jura moyen, les coraux appartiennent aux genres : *caryophyllie* et *eunomie* (environs de Brignoles et d'Aiguines. L'*eunomia radiata* est très-reconnaissable sur le plateau de Canjeux, à l'est d'Aiguènes. Les coraux du genre *astrée* se montrent principalement dans le Jura supérieur (Bouc vers Marseille).

M. Doublier, naturaliste à Draguignan, a trouvé dans ce même terrain une empreinte de poisson.

Ainsi, que l'on considère les espèces déterminées, ou

que l'on jette les yeux sur les principaux genres, on est toujours frappé de l'analogie de ces fossiles avec ceux qui caractérisent la partie moyenne et supérieure du Jura.

Les caractères paléontologiques, considérés dans leur ensemble, sont parfaitement d'accord avec les lois de la superposition.

La seule difficulté qui reste à examiner est celle-ci : comment se fait-il donc que les calcaires que nous signalons en ce moment présentent de si grandes différences minéralogiques, en même temps que des différences paléontologiques si marquées avec le système oolitique ou jurassique du nord de la France et de l'Angleterre? Est-il permis de regarder comme équivalents l'un de l'autre, deux systèmes calcaires qui offrent de telles dissemblances?

Les dissemblances minéralogiques et zoologiques sont admises pour une formation due à la même période. Il est constaté que les sédiments produits simultanément vers le rivage ou vers une mer profonde, ont dû présenter de très-grandes différences, et sous le rapport de la composition minéralogique, de l'aspect physique, et sous celui des débris organiques. Déjà, dans le département du Var et sur ses frontières, nous avons indiqué la différence que présentaient le muschelkalk et le calcaire magnésien, qui lui succède auprès de Toulon et Grasse, avec le lias, entre Rians et Aix, et entre Grasse et Castellane. Le lias lui-même ne présente-t-il pas aussi d'énormes différences de composition et de fossiles, depuis Digne jusqu'à Grenoble?

A Grenoble, énorme masse de marnes, de calcaires compactes, bélemnites nombreuses, absence de gryphées arquées.

A Digne, moins de marnes, plus de calcaires purs, en général peu de bélemnites et beaucoup de gryphées ar-

quées. Les différences analogues se manifestent dans le Jura inférieur ou l'oolite ancienne. Ce système, réduit dans le département du Var, à Grasse, à 50 ou 60 mètres de calcaires magnésiens blanchâtres, occupe auprès de Toulon déjà une centaine de mètres, arrive à une puissance bien supérieure auprès de Barjols et de Rians, où il atteint 4 à 500 mètres, et présente une remarquable analogie de *facies* et de fossiles avec le calcaire *Porte de France*, de l'Isère (1).

Dans le Jura supérieur, les différences de composition, de puissance et de fossiles sont moindres, mais elles se présentent encore.

Ainsi la structure oolitique se révèle dans les calcaires du pont de la Siagne de Saint-Cesaire. A Mons, les oolites sont enchâssées dans la pâte d'un calcaire compacte, et y forment des taches grosses comme des lentilles, mais la structure oolitique se montre d'une manière très-marquée dans les calcaires ferrugineux de la Bégude, près Roquefort et Valbonne, aux environs de Grasse. Cette structure se montre plus fortement dans les calcaires de Calissanne et Martigues (Bouches-du-Rhône). Les calcaires jurassiques les plus compactes de Sassenage (Isère) laissent voir des points oolitiques dans les parties polies; mais enfin, aux environs de Villebois (2), la grande formation jurassique supérieure a repris les caractères ordinaires des calcaires ferrugineux oolitiques de la Bourgogne. Il est évident que l'on arrive de nouveau à des calcaires littoraux formés dans des eaux peu profondes, troublées par les dépôts ferrugineux, de sorte

(1) Des différences entièrement pareilles ont été mises en évidence dans les diverses parties des dépôts du Jura inférieur des environs de Porentrui, Bâle et Soleure. (Mémoires de M. Gressly, Société de Neuchâtel.)

(2) Partie nord du département de l'Isère.

qu'avec une moindre puissance et une moindre compacité, une faible dureté dans la masse calcaire, coïncide la présence de nombreux fossiles vivant sur un fond rocailleux peu éloigné de la superficie des eaux.

Ainsi, en suivant les formations calcaires du Var et des Bouches-du-Rhône à travers les Alpes, on retrouve leur liaison avec les dépôts jurassiques de la Bourgogne. Le maximum de différence minéralogique et paléontologique se manifeste au centre de la région des Alpes dauphinoises. les calcaires jurassiques du Var présentant un terme moyen entre les deux systèmes jurassiques de la Bourgogne et des grandes Alpes. Sous ce rapport il faut surtout citer le calcaire de la Bégude, entre Châteauneuf et Roquefort, près Grasse. Ce calcaire occupant l'étage du Jura moyen, entre la plaine de Châteauneuf et la tuilerie de la Bégude, offre dans ses strates à la fois les *chama ammonia* du Jura alpin, les *encrinites* et les *térébratules* du Jura de la Bourgogne et de l'Angleterre avec l'*oolite ferrugineuse*, si remarquable dans le Jura du nord de la France; en même temps que les dépôts sableux, les argiles et les lignites qui séparent les étages oolitiques de l'Yorkshire, en Angleterre, et de Brora, en Écosse. Dans l'arrondissement de Grasse cet intéressant rapprochement des caractères, ordinairement opposés, du type jurassique, n'occupe qu'une région circonscrite à une centaine de kilomètres carrés. Dès qu'on s'élève sur les montagnes qui dominent Grasse, les sables, les argiles diminuent, et la structure oolitique s'efface. on retombe dans les caractères ordinaires du Jura alpin.

Il y a ainsi, entre Grasse et Nice, une telle *fusion* des caractères minéralogiques et paléontologiques du Jura considéré dans ses gisements les plus disparates, qu'il n'est pas permis de douter de l'identité d'âge des deux

types jurassiques dont la différence paraissait repousser d'abord toute idée de contemporanéité. Il suffit de songer que le Jura moyen occupe dans la Provence et le Dauphiné une épaisseur de 1,100 à 1,600 mètres, tandis qu'il n'offre en Bourgogne que 110 mètres de puissance, pour se faire une idée de la différence de la profondeur des mers où ces deux types se formaient, et en conclure les différences de compacité et de pureté chimique, et de quantités de débris organisés que devaient présenter ces deux dépôts simultanés. En démontrant que tout le système des calcaires à chames du département du Var occupe la position du Jura moyen et supérieur, nous sommes d'accord avec M. Brongniart, qui avait déjà classé le calcaire dolomitique renfermant la brèche d'Antibes dans le calcaire jurassique moyen. (Voir tableau des terrains). Dans la carte géologique de France, M. Élie de Beaumont a lui-même indiqué les calcaires du quartier de la Vernète, auprès d'Ollioules, dans l'étage jurassique. Or, les calcaires de la Vernète sont précisément la partie inférieure du groupe des calcaires blancs, et nous avons démontré qu'il y avait une telle connexion dans toutes les parties du groupe qu'il y aurait une palpable contradiction à le séparer en deux parties et à classer cet ensemble dans deux terrains différents.

Pour le Jura moyen et supérieur du Var, comme pour les formations plus récentes, tout se ramène à la considération des changements que la profondeur des eaux ou leur état de trouble a pu amener dans les types géologiques

En conséquence, au lieu de montrer dans les gisements calcaires de la Provence et du Dauphiné une exception et une anomalie embarrassante, l'ensemble des faits nous ramène aux lois de l'unité géologique, et c'est de la connaissance de ces lois que peut seulement dériver l'indica-

tion générale des roches que l'on peut rencontrer dans les creusements qui seraient entrepris pour la recherche des substances utiles.

L'ensemble du groupe calcaire qui occupe la position du Jura moyen et supérieur se divise, en effet, en deux étages bien marqués ; la base de chaque étage est signalée par une couche de lignite, stipite de Brongniart. Le lignite de l'étage supérieur manque dans l'ouest du département, il est remplacé par des marnes bitumineuses. On peut se faire immédiatement une idée nette de cette division en deux étages lorsque partant de la plaine de Châteauneuf, près Grasse, on marche, soit vers l'est en suivant la route de Nice, soit vers le nord, en montant vers Caussol. Après avoir reconnu le gisement de lignite qui, au pied du village de Châteauneuf, signale le commencement de l'étage moyen, on trouvera, au-dessus d'une grande série de calcaires compactes, sur les flancs de l'escarpement calcaire qui sépare la Malle de Caussol, des marnes avec indices de lignite formant la base de l'étage supérieur. Ces marnes, avec indices de lignite, se retrouvent encore dans la direction que nous avons indiquée à l'est de Châteauneuf, seulement les marnes sont devenues plus argileuses et constituent la carrière d'argile de la briqueterie de la Bégude.

Examinons avec soin la composition de chacun des deux étages dont nous avons signalé l'existence et les limites.

*Etage jurassique moyen.* — Lignite, dolomies siliceuses, et calcaires compactes.

En partant du pied de Châteauneuf et suivant les bancs des terrains jusqu'à l'escarpement de la Malle on trouve le terrain divisé en trois sous-divisions que nous allons faire connaître en partant de la partie inférieure.

*Sous-division A.*

60 mètres à 150 mètres.	}	1° Gypses et lignite,
		2° Calcaires magnésiens,
		3° Marnes ou argiles vertes,
		4° Calcaire marneux, coquillier, lumachelles,
		5° Calcaire siliceux, nodules de silex, pyromaque dans de gros bancs calcaires.

*Sous-division B.*

540 mètres à 600 mètres.	}	6° Calcaires compactes subsaccharoïdes en gros bancs avec chames,
		7° Calcaires sableux magnésiens, aspect de dolomie,
		8° Marnes,
		9° Calcaires compactes,
		10° Calcaires sableux magnésiens,
		11° Marnes,
		12° Calcaires compactes ferrugineux,
13° Calcaires sableux magnésiens.		

*Sous-division C.*

200 mètres à 300 mètres.	}	14° Calcaires marneux,
		15° Calcaires compactes, couleur fauve;
		16° Calcaires marneux,
		17° Calcaires compactes, couleur claire;
		18° Calcaires marneux,
19° Calcaires compactes.		

Les calcaires marneux forment le quart de la puissance totale.

Le gypse est en amas irrégulier au-dessous du lignite et d'autant plus puissant que le lignite est plus altéré. Le lignite est formé d'une couclic dont l'épaisseur est très-variable : de quelques centimètres à 3 mètres de puissance on trouve toutes les épaisseurs. Il est mêlé d'une telle proportion de pyrites que M. Furgaud, ingénieur en chef des mines, avait proposé d'exploiter ses affleurements pour fabriquer du sulfate de fer (couperose verte). Le plus ordinairement ce gisement de combustible est seulement annoncé dans les affleurements, par des argiles mêlées de lignes jaunes, résidus de la décomposition des

*Sous-division A.*  
1



pyrites ; point de détritits végétaux ni animaux à côté de ce lignite.

- 2 La couche de lignite et l'argile qui l'accompagne sont surmontées d'un calcaire magnésien cellulaire , dont les cloisons sont pleines d'argiles absolument comme dans la cargneule des gypses.
- 3 Épaisseur du banc calcaire magnésien 2 à 4 mètres ; marnes vertes quelquefois très-argileuses, dont l'épaisseur est de 5 à 6 mètres auprès de Bargemont, Seillans et Grasse
- 4 Calcaire marneux avec débris nombreux de coquilles turriculées, vis, turritelles, corbules et dents de sauriens; dans les cassures vives le calcaire est bleuâtre , épaisseur de 50 centimètres à 1 mètre.
- 5 Calcaire très-compacte avec nodules siliceux, intimement mêlé de fer à l'état de silicate de protoxyde. La teinte rougeâtre que prend ce calcaire par l'action atmosphérique donne un aspect caractéristique aux escarpements argileux qu'il domine.

Puissance du calcaire siliceux alternant avec quelques veines marneuses , environ 50 mètres.

Les meilleurs exemples de ce dépôt sont aux environs de Grasse en s'élevant à la montée de Saint-Vallier auprès de Vence , de Saint-Raphaël à plan de Noves à Vescagne en marchant vers Courségoules. On reconnaît la même série sur les flancs de la ligne d'escarpements qui domine Vence et Carros sur les rives du Var, qui passe par Grasse, Montauroux, Tourretes, Fayence, Seillans, Bargemont, Mont-Ferrat, le Malmont près Draguignan; et s'étend ensuite par Rebouillon, Ampus et Aups jusqu'à Saint-Maximin.

Au sud-ouest, le même système se reproduit près de Toulon, vers la Vernète; et le lignite de Cuers, au-dessus du gypse, doit être sans doute rapporté au même dépôt. Au pied septentrional de la Sainte-Beaume, les

gypses d'Auriol, de Roquevaire et Gémenos reproduisent encore la même série. Seulement, vers Gémenos les marnes vertes supérieures au gypse paraissent beaucoup plus puissantes. Elles dépassent 40 mètres d'épaisseur et l'ensemble des marnes vertes et du calcaire siliceux atteint jusqu'à 138 mètres d'épaisseur, outre les bancs occupés par le gypse; ce qui élèverait à 150 mètres la puissance totale. Mais dans cette sous-division dépendante du massif de la Sainte-Baume depuis Besse et Sainte-Anastasia jusqu'à Gémenos, le lignite ne paraît pas : comme si la matière bitumineuse avait été dispersée dans un plus grand nombre de couches marneuses. Le lignite ne se montre pas non plus dans les marnes analogues, placées en amont et en aval du détroit de Mirabeau; ni dans celles du château de Ginasservis et de Vaulongue entre Châteauvert et Brignoles. Dans ces dernières localités la sous-division qui nous occupe atteint jusqu'à 300 mètres de puissance. Ce développement va croissant encore dans les Basses et les Hautes-Alpes. A *Narbonne* près Grenoble il dépasse 600 mètres. La teinte verdâtre d'une portion des marnes de cet étage se communique aux grès qui y sont intercalés dans les Alpes. Ceux-ci, divisés régulièrement par des fentes normales à leur puissance, prennent l'aspect de murs en pierres d'appareil, qui a été décrit si bien dans la statistique de la Drôme, par M. Gras, ingénieur des mines.

La sous-division B se compose successivement de calcaires compacts, d'un blanc légèrement tirant sur le jaune, à texture subsaccharoïde et formant des bancs épais, dont les parties exposées à l'action de l'air montrent de nombreuses empreintes de *chama ammonia*, tantôt d'une grande dimension, tantôt offrant une masse de jeunes individus. L'épaisseur des couches dépasse ordinairement 2 mètres; elles alternent avec quelques

Sous-division B

- veines marneuses; elles ont quelquefois des oolites grosses comme des lentilles, que leur couleur permet de discerner, mais qui ne se séparent que difficilement; de térébratules, espèce *biplicata*, et de longues bélemnites. —
- 7 De dolomies ou de calcaires sableux magnésiens, qui offrent l'aspect dolomitique.
  - 8 De marnes et calcaires argileux feuilletés, avec térébratula *biplicata*, strombes et autres fossiles, tels que bélemnites, pectens, buccardes.
  - 9 De calcaires compactes avec nodules siliceux et nombreuses empreintes de crinoïdes et de pointes d'oursins, mais surtout avec des encrinites *pentagonalis* et *cingulatus*, qui se dessinent en grand nombre dans toutes les parties exposées à l'air, avec *terebratula decorata*.
  - 10 De calcaires sableux magnésiens, ayant l'aspect et les qualités extérieures de la dolomie, mais formant des couches bien marquées. Vient ensuite une nouvelle série de calcaires marneux d'un jaune verdâtre dans leur partie extérieure.
  - 11 De calcaires compactes ferrugineux ayant une couleur rosée ou jaunâtre qui leur donne les qualités des marbres brocatelles des Pyrénées, avec couches de minerai de fer hydraté alumineux en grains, dont le type est connu sous le nom de minerai de fer du Baux.
  - 12 Calcaires compactes blancs, avec nombreux polypiers; les madréporites, eunomies, caryophyllies se présentent en nombre prodigieux, associés à des pointes d'oursins, et notamment du *cidaris coronata*.
  - 13 Des calcaires sableux terminent cette sous-division. Nous avons analysé, en 1837, dans le laboratoire de Grenoble, quelques-uns des calcaires siliceux de cet étage sur échantillons recueillis entre Fourvoirie et la Grande-Chartreuse. Nous y avons trouvé : argile sableuse de 7 à 60 centièmes, magnésie de 14 centièmes.

La puissance totale de ces roches peut être évaluée , aux environs de Grasse , à 600 mètres. Nous l'avons trouvée de 540 mètres au moins au pied du massif de la Sainte-Baume, à Gémenos. Rien de plus aisé que de retrouver cette sous-division avec ses bancs d'aspect dolomitique , qui communiquent une physionomie pittoresque à toutes les régions dont elle forme l'ossature.

Les calcaires qui renferment la brèche osseuse à Nice, à Antibes et à Grasse, appartiennent à ce groupe : ce sont les étages 12 et 13.

Le plateau caverneux du Gaud , entre la Siagne de Mons et la Siagne d'Escragnolle, en est un des exemples les plus remarquables. Au pont de Saint-Césaire, sur la Siagne d'Escragnolle , se montre le calcaire à grandes oolites, dont la couleur et la dimension se rapprochent de celles des lentilles. C'est toujours la même série qui en se développant caractérise le plateau de Favas sur Bargemon , les calcaires découpés à colonnes à Château-Double ; fournit les marbres d'Ampus, les roches pulvérulentes de Moissac, d'Aups ; se reproduit enfin dans les calcaires de Saint-Julien-le-Montagnier, et le plateau de Rians.

Au sud du département , les montagnes si pittoresques , si bien dentelées d'Engardin près Brignoles, et de la Roquebrussanne ; la crête de Sainte-Baume , depuis Mazaugues jusqu'à l'escarpement de Bretagne, en est entièrement formée , et la même série se répète encore au pied septentrional de la Sainte-Baume , depuis Nans jusqu'à Roquevaire (Bouches-du-Rhône). On peut surtout l'étudier avec une grande facilité en marchant de la plâtrière de Saint-Pons vers le bourg de Gémenos.

Non-seulement cette série de roches se retrouve dans les escarpements élevés de Montrieux, auprès de Belgentier, de Dardennes, auprès de Toulon ; Saint-Marcel ,

de Notre-Dame-des-Anges , et du fort Saint-Nicolas à Marseille ; mais on peut encore la poursuivre jusque dans les montagnes de la chaîne de Ventoux , aux environs de Baumes-de-Venise , dans Vaucluse , et la voir enfin répétée par les merveilleuses aiguilles de la Chartreuse de Grenoble.

L'uniformité des caractères du groupe , je dirai même sa puissance , se maintient avec une étonnante précision dans la Provence et le Dauphiné. La plus saillante altération se manifeste à Roquefort , près Grasse , où l'aspect compacte du calcaire siliceux et magnésien diminue souvent à tel point que les couches deviennent de simples amas de sables , connus dans le pays sous le nom de *sablon* , circonstance particulière , qui se répète dans les communes de Biot , Valbonne , Vallauris et Oppio.

Le caractère plus siliceux que prennent toutes ces roches , n'altère pas la puissance de la sous-division. Le principe calcaire a été seulement un peu moins abondant ; avec cette différence apparaît celle d'une texture plus oolitique , bien marquée dans le calcaire ferrugineux de la Bégude , Oppio. Ici , comme nous l'avons déjà dit plus haut , on se rapproche du type de la Bourgogne.

Sous-division C.  
14

Marnes dures , fortement calcaires , très-peu bitumineuses , passant au calcaire feuilleté. Fossiles : *terebratula biplicata* , gryphées virgules ? pectens de grandes dimensions , oreilles inégales ; ammonites bplex et triplicatus ou subfascicularis d'Orbigny , à Beauregard. M. Duval vient de reconnaître l'ammonite *perarmatus* (Sowerby , et le *subfascicularis* (d'Orbigny) , dans le même système des montagnes au-dessus de Grasse. Calcaires blancs , légèrement ferrugineux , très-compactes , en bancs épais de deux à quatre mètres. Fossiles : *chama ammonia* nombreuses , quelques-unes de grande dimension. Le diamètre de la spirale dépasse souvent 10 centi-

15, 16, 17,  
18, 19.

mètres ; *nérinées*, ayant jusqu'à 15 centimètres de longueur ; zoophytes du genre *caryophyllis*. L'alternance de ces marnes avec les calcaires se répète deux fois encore, et donne une puissance à cette sous-division qui atteint souvent 200 et 300 mètres en y comprenant les deux séries 16 et 17, 18 et 19.

L'exemple le plus frappant de cette sous-division est fourni par les calcaires du plateau de Beauregard (nord de Fayence), qui surmontent les grands bancs siliceux et magnésiens des rives escarpées de la Siagne de Mons.

Sur le plateau du Gaud, près du moulin de Mons, on trouve les premiers calcaires compactes qui succèdent aux masses d'apparence dolomitique. Dans ce calcaire nous avons reconnu des débris de térébratules et de zoophytes (*caryophyllies*), avec quelques nodules de silex. Sur la rive droite de la rivière paraissent, en recouvrement, les marnes très-calcaires renfermant à *roche taillée* des lutraires, pholadomies, huîtres et bucardes ; au-dessus des marnes se montrent les calcaires très-compactes et de couleur fauve, dont la masse avait été tranchée par les Romains pour le passage de l'aqueduc de Siagne à Fréjus.

Au-dessus de ces calcaires viennent les bancs d'une belle couleur blanche et d'une pâte très-limpide, qui constituent l'ensemble du plateau de Beauregard jusqu'à la Tuilerie, où commence avec l'argile un dépôt supérieur.

A l'est de ce point, le plateau de Noves, au-dessus de Vence, les calcaires de Ressence et de la Bégude-les-Oppio reproduisent ce même type, que l'on retrouve encore dans le centre du département ; au-dessus des calcaires poreux et siliceux d'Ampus, et dans ceux du plan de Caujeux, au-dessus de l'Agneros ; de là on peut les suivre encore vers *la Tour*, au-dessus d'Aups ; à Mont-Meyan, et plus loin au sud de Cadarache.

On retrouve le même système au centre du département, près Brignoles, au bois de Saint-Julien, où il est associé avec du minerai de fer; au nord de la Sainte-Baume, 1° à *Pas-de-Peirui*, 2° aux *Pères*. On le reconnaît encore au sud de la montagne au-dessus des masses dolomitiques près des Granges de Riboux. Enfin, auprès de Toulon, à la surface du plateau d'Orves, sur le sommet de Sainte-Barbe près Ollioules. Dans les Bouches-du-Rhône, cette sous-division se détache bien nettement sur le flanc nord de l'escarpement de Saint-Pons, à l'entrée de la gorge qui mène à la plâtrière de Gémenos, à la Combe, et à la montagne du Doir entre Aubagne et Roquefort. L'arête des Arelles près Saint-Maximin qui se prolonge jusqu'au nord Saint-Jean de Tretz, les hauteurs qui dominent Pinchiniié, celles des environs de la Pomme, au-dessus du quartier des Cadets, enfin les couches recouvrant les calcaires ferrugineux de Maussane dans les Alpines, près d'Arles, reproduisent le même type.

*Calcaire jurassique supérieur.*

- A. { Argiles avec lignite, ou  
Marnes calcaires bitumineuses ou verdâtres;  
Fossiles térébratules.....huîtres et *spatangus retusus*.  
Calcaires à silex, couleur fauve.
- B { Calcaires compactes en bancs épais, d'un blanc laiteux,  
Chama ammonia, très-abondante,  
Spatangus retusus,  
Ammonites biplex.
- C. { Marnes dures calcaires; des gryphées virgules? gryphées voisines,  
Calcaires en bancs épais, devenant ensuite plus minces, et se réduisant de 4 à 5 mètres à 1 mètre et au-dessous;  
Calcaires à silex avec *ammonites* et *nautilus gigantesques*.

Puissance totale, environ 400 mètres.

Les calcaires de cet étage jurassique, par leur couleur claire, leur compacité à demi cristalline qui en fait presque des marbres, leurs nombreux débris de chames, ressemblent tellement aux calcaires de l'étage moyen, que la distinction est ordinairement excessivement difficile à établir, même sur les localités peu accidentées. Ce n'est que lorsque l'on aperçoit dans le bas des escarpements les argiles ou les marnes verdâtres à la base de cet étage, que l'on peut reconnaître la partie actuelle du système jurassique.

Il est vrai de dire que les calcaires de cet étage ont généralement une couleur plus claire, moins ferrugineuse que ceux du Jura moyen. Cependant il y a dans les calcaires de ce dernier système quelques couches d'une si grande limpidité qu'on peut bien être trompé par ce caractère. Le signalement le meilleur est fourni par l'absence dans le Jura supérieur, 1° des couches siliceuses et magnésiennes, 2° des minerais de fer en grains.

Néanmoins cette distinction n'est pas encore absolue. Le département offre une exception à ce dernier caractère. Il y a des couches siliceuses magnésiennes en bancs réguliers dans le calcaire jurassique supérieur au quartier de Font-Martine, dans les communes de Roquefort et Valbonne près de Grasse.

Quant aux fossiles du Jura supérieur, plusieurs sont identiques à ceux du Jura moyen. Seulement les chames sont beaucoup plus répandues encore dans le groupe supérieur; et nous n'avons nulle part reconnu dans ce groupe les nombreux débris d'*encrinites pentagonalis* et *cingulatus* enfermés au centre des bancs du Jura moyen.

La puissance moyenne de cet étage est comprise entre 400 mètres environ de la Sainte-Beaume, et 500 mètres Roquefort près Grasse.



Les argiles qui forment la base de l'étage actuel ont une position bien connue aux environs de Grasse, où elles sont exploitées dans le canton de Mougins, comme terre plastique, pour la fabrique des briques réfractaires, poteries et jarres de Valauris et Biot. Voici la coupe prise à la Bégude-les-Oppio, sur un terrain identique à celui des Mougins. L'argile constitue deux couches superposées, dont l'épaisseur d'ensemble est de 4 à 6 mètres. Entre les bancs argileux est une veine noirâtre bitumineuse, d'où nous avons fait extraire quelquefois de véritables morceaux de jayet. Il semble évident que cette terre noire n'est que le résidu de la décomposition d'une couche mince de charbon, dont les pyrites ont éliminé la chaux qui constituait les argiles à l'état de marnes, en engendrant le sulfate de chaux que l'on trouve encore mêlé dans cette terre réfractaire à l'état de petits cristaux. Au-dessus de l'argile se montre un banc de calcaire assez pur d'environ 50 centimètres d'épaisseur, puis une couche de calcaire bitumineuse et argileuse, pénétrée de térébratules et autres coquilles; viennent ensuite des calcaires blancs en couches minces, se détachant par dalles minces avec de nombreux nodules de silex.

Puis la longue et belle série de calcaires blancs pétris de chames, dont on peut étudier la suite dans le vallon de Martine et du Merderic, commune de Valbonne. En allant de la Malle à Caussol au nord de Châteauneuf-Grasse, on trouve dans l'escarpement placé au nord du petit vallon de la Malle, des marnes bitumineuses altérées, et une couche coquillière qui offrent l'équivalent des argiles de Mougins. Puis viennent les calcaires du Jura supérieur, ensuite recouverts par le terrain néocomien de Caussol. A cette même série il faut rapporter le lignite du vallon de Nans, au nord de Saint-Val-

lier, puis le lignite avec sable de la tuilerie de Bauregard au nord de Fayence. Dans cette dernière localité les bancs du Jura supérieur s'étendent dans les plaines rocailleuses d'Auvaye et Plan-de-Comps, jusque vers Broves.

On voit, encore une fois, les traces de lignites placées à la base du Jura supérieur à Font-de-Marcel, au nord de l'escarpement qui domine Bargemont et Seillans.

La partie marneuse du Jura supérieur se montre aux bords du Verdon, vers les Salles, d'Aiguines à Baudun, puis entre Montmeyan et Quinson; elle s'enfonce sous les calcaires à chames de Malausaque et de Saint-Pierre, de Brauch, de la Rouvière; enfin, la partie marneuse du Jura supérieur reparait à *Gréoux*, *Vinon*, et constitue à Ginasservis la base du tertre couvert des ruines du château. Dans toutes ces dernières localités aucune couche de lignite n'apparaît, les marnes ont une structure feuilletée, un aspect grumeleux jaunâtre: elles sont recoupées d'une foule de petits filons de calcaire spathique.

Outre le *spatangus retusus* des calcaires marneux de Vinon, nous avons vu, à Ginasservis, des dentales, des pholadomies, qui rappelaient celles de roche taillée sur les rives de la Siagne, près de Mons, et du château de Beauregard. On voit ainsi revenir encore les fossiles de l'étage précédent.

Le Jura supérieur, tel que nous le désignons, se montre d'une manière non équivoque dans la partie sud du massif de la Sainte-Baume, entre le Saint-Pilon et les granges de Riboux. Ses couches plongeant au midi sous un angle de 25 à 30 degrés, supportent les marnes néocomiennes. Dans cette localité, les marnes inférieures offrent des gryphées ou exogyres, des térébratules, voi-

sines de l'espèce *ornythocéphala*, des *pecten* et des *bélemnites*.

De là, cette formation jurassique supérieure se prolonge vers l'ouest, couronne le bord méridional du bassin de Cuges, s'avance dans la commune de Roquefort (Bouches-du-Rhône) par les plateaux de Julhans, des Crès, de la plaine du Caire, et atteint le bord de la mer à *Cassis*. Les belles et célèbres exploitations de pierres de taille de la Cacaou sont découpées dans ses couches supérieures.

Dans la commune de Roquefort, une coupe complète de cet étage jurassique peut être établie depuis les marnes verdâtres placées à la base du système et qu'on trouve aux hameaux de *Barles* et de *Carnous*, jusqu'aux couches supérieures exploitées à la carrière de la Bédoule.

Dans le terroir même de Marseille, les calcaires de Sainte-Marguerite et les argiles placées à leur base au quartier du *Fangas*, reproduisent la même série. La face méridionale du Ventoux et l'étage supérieur des Balmes de Voreppe, paraissent en fournir une autre reproduction dans *Vaucluse* et l'*Isère*.

*Altération des couches du Jura moyen et supérieur.*

Pour compléter la description des étages moyen et supérieur du Jura, pour donner le moyen de les reconnaître sous tous les aspects qu'ils affectent dans le département du Var, nous avons à faire connaître leurs diverses altérations.

Les altérations ont eu lieu, ou sur les marnes placées à la base des deux étages ou sur les calcaires compactes.

Les marnes de l'étage inférieur ont été transformées plus ou moins complètement en amas gypseux dans

presque toute la longueur du département. Le lignite est devenu terne, brumâtre, pulvérulent; les pyrites décomposées ont laissé seulement de l'oxyde de fer pour résidu; quelquefois même le lignite a totalement disparu, il n'est plus représenté que par une veine d'argile ocreuse. Exemple à la Rourée près Grasse.

Le calcaire qui surmontait le lignite a été lui-même attaqué et est devenu celluleux ou cloisonné. Les parois des cloisons sont en dolomie et le milieu est occupé par des parties argileuses. On arrive ainsi à une véritable *cargneule*. Les effets sont identiques à ceux que nous avons signalés dans l'altération des marnes du calcaire conchylien; c'est en effet à la même cause qu'il faut en rapporter l'origine. Destruction d'une grande partie de la matière bitumineuse des marnes et des lignites. Disparition des pyrites. Changement d'une partie des calcaires en dolomie. Oxyde de fer à l'état de péroxide rouge ou jaunâtre.

Changement d'une portion des matières calcaires en gypse ou en anhydrite, et enfin, dépôts tufacés tout près de l'amas gypseux.

Voilà l'ensemble des circonstances qui se présentent toujours dans les plâtrières du département situées à la base du Jura moyen. On peut y joindre une particularité qui manque fort rarement, c'est que les plâtrières sont placées aux pieds des coteaux sur lesquels des eaux paraissent toujours avoir coulé, et où, souvent encore actuellement, de belles sources se manifestent. Les plâtrières placées à la base du Jura moyen aux environs de Grasse, Seillans, Bargemont, Callas, Pignans et Cuers, satisfont d'une façon remarquable à toutes les conditions ci-dessus énumérées. Il demeure évident que tout cet ordre de phénomène dérive d'un seul fait bien simple, l'oxydation des pyrites par l'action des eaux

chargées d'air. Quelques substances accidentelles se trouvent dans ces plâtrières; il nous suffit de citer des cristaux de quartz bipyramidal et de sulfate de baryte : c'est absolument aussi ce que l'on rencontre au milieu de certains noyaux calcaires dont le centre pyriteux s'est décomposé (1).

La transformation des marnes en plâtre est un fait si fréquent dans le département du Var que quelques personnes ont pensé que le cœur de toutes les montagnes en était formé, tandis que c'est précisément le cœur des monts qui en est le plus dépourvu.

Quelquefois la décomposition du calcaire n'est pas allée jusqu'au dernier terme. Chaque noyau pyriteux a servi seulement de principe à une formation partielle de gypse. En cassant les calcaires cloisonnés et percillés, on trouve alors au milieu des vides du sulfate de chaux cristallisé. Les calcaires qui avoisinent les gypses d'Auriol (Bouches-du-Rhône) présentent souvent ce cas.

Ainsi, partout où se montre le calcaire percillé, les marnes ont perdu leur couleur bleuâtre primitive; et il y a des éléments de gypse. Depuis Carros et Grasse jusqu'à Cotignac, Barjols, Brue et Rians, les marnes de l'étage jurassique présentent cette altération, à part quelques rares exceptions. Dans la partie sud-ouest, depuis Ollioules jusqu'à Pignans, le même phénomène se répète, et cette altération des caractères naturels, jointe à l'anéantissement de la plupart des débris organisés, a beaucoup contribué à jeter de l'obscurité sur le classement géologique de l'étage jurassique moyen.

Les marnes de l'étage jurassique supérieur ont été moins altérées, moins puissantes et moins pyriteuses; elles n'ont nulle part perdu tous leurs caractères. Leur

Altération des  
marnes du Jura  
supérieur.

(1) Nous avons observé toutes les phases du même phénomène dans les géodes de Meylan, près Grenoble.

plus grande altération est celle que l'on peut observer dans les *terriers*, exploitations d'argile du canton de Mougins, où la marne débarrassée de son élément calcaire a produit une argile mêlée seulement de quelques cristaux de gypse.

Il est arrivé que les parties marneuses ont été complètement dolomitifiées. Ce cas se présente au pied du fort Faron (1). Les calcaires à chames reposent immédiatement sur des couches dolomitiques, tandis que les marnes supérieures ont perdu seulement leur bitume et leurs fossiles; en gardant leurs éléments siliceux et ferrugineux, elles ont pris une teinte verdâtre avec l'état grumeleux. L'oxyde des fers des pyrites s'est alors combiné avec la silice. La route du fort Faron offre encore plusieurs fois l'exemple de ce phénomène géologique. Il s'est formé de la chlorite dans ces marnes.

Dolomitification  
et formation de  
chlorite dans  
les marnes du  
fort Faron

Examinons maintenant les modifications qu'éprouvent à leur tour les calcaires qui forment la majeure partie et plus solide portion de tout le système jurassique moyen et supérieur.

Les altérations que subissent ces calcaires dans leur couleur, leur texture et leur stratification sont beaucoup moins saillantes que dans la formation précédente. Les changements de couleur sont dus, ici, comme dans les autres formations calcaires, à l'oxydation de sulfure de fer et à la destruction du bitume; de sorte que les parties grises prennent une nuance jaune plus ou moins prononcée, suivant que l'accès des eaux pluviales est plus ou moins aidé par les fissures qui pénètrent la masse et que le sulfure de fer est plus abondant. Ici se répètent les accidents que nous avons déjà décrits dans les formations plus anciennes.

Dans les calcaires à nodules de silex, le carbonate de

(1) Près Toulon.

chaux qui restait uni à la silice a disparu en totalité ou en partie. L'enlèvement du calcaire se fait par zones successives, de sorte que dans certains nodules extérieurs il n'existe plus de calcaire, tandis que d'autres préservés de l'atteinte des eaux oxygénées et de l'air extérieur sont restés effervescents sous l'action de l'acide nitrique.

Dans les calcaires plus purs, la destruction des pyrites donne naissance à du peroxyde de fer qui communique au calcaire une teinte jaune ou rosée. Lorsque les bouleversements ont fait naître de nombreuses fentes ou des failles dans le calcaire, alors les parties ferrugineuses des couches de l'étage moyen se rencontrent dans ces petits fendillements, produisent des veines de sanguine, dont la belle couleur rouge contraste agréablement avec les fragments de carbonate de chaux, devenus plus pur et plus clair. C'est ainsi que se présentent les intéressantes variétés du calcaire connues sous le nom de marbre d'Ampus. Ce sont les bancs de l'étage moyen altérés.

Quand la décomposition est plus avancée, que l'action de l'air et des eaux pluviales a été plus prolongée, l'acide sulfurique, produit par la décomposition de pyrites, corrode de plus grandes parties de ces calcaires compactes : le carbonate de chaux dissous à l'état de sulfate et de bicarbonate laisse alors des cavités nombreuses et arrondies, séparées par de vives arêtes, *absolument comme sur les blocs de carbonate de chaux, attaqués par les vapeurs hydrochloriques des fabriques de soude*. La surface des plateaux couverts de ce genre de calcaires devient prodigieusement raboteuse et très-difficile à parcourir.

Les eaux corrosives pénètrent dans la masse des calcaires par des fissures qu'elles ont ou créées ou agrandies, connues sous le nom de *gouffres* ou de *ragages*, jusqu'à

ce qu'elles soient arrêtées sur certains bancs plus difficilement attaquables ; alors l'action s'exerce sur une plus grande échelle. et l'excavation qu'elles produisent n'est plus un simple trou , c'est une *caverne* plus ou moins spacieuse , suivant qu'elle reçoit les eaux d'un plateau calcaire plus ou moins étendu. C'est le phénomène de la corrosion des calcaires sur de vastes dimensions qui a produit tous les accidents offerts par ces cavernes. Leurs limons ferrugineux , quelquefois même les mines de fer qu'elles présentent ; les eaux chargées du carbonate de chaux qu'elles déposent en certaines positions plus ventilées sous forme de stalactites ; les amas de tufs ou les calcaires d'eau douce récents qui se présentent auprès des terrains caverneux (1) ; tous ces effets si variés et si intéressants sont les conséquences de l'érosion que produit sur ces calcaires l'acide sulfurique engendré par la décomposition de leurs sulfures métalliques.

Aussi peut-on dire que les masses calcaires de l'étage moyen sont surtout remarquables par leurs excavations et leurs grottes. Telles sont les grottes de Mons sous le plateau du Gand et non loin de dépôts de tufs qui arrivent près de la Siagne ; telle est la grotte de la Sainte-Baume et les excavations de plusieurs autres points. Toutes dans la même position géologique que les cavernes d'Antiparos et de Vaucluse.

Le grand nombre des grottes et des excavations plus ou moins avancées est certainement un des traits les plus saillants et les plus dignes d'attention que présente cette masse de calcaire. On pourrait presque l'appeler la formation de calcaire à cavernes. Dans l'étage supérieur les

(1) Le minerai de fer exploité en 1834 dans la caverne de Lagnes (Vaucluse), offrait dans ses plus gros fragments des parties où la pyrite restée intacte , était enveloppée d'oxyde de fer dû aux portions de pyrite décomposées.



érosions se présentent en petit, mais les grandes cavernes manquent.

Les modifications par voie d'érosions sont suivies d'altération par dépôts. Ainsi, les eaux qui ont dissous le bicarbonate de chaux le déposent dans les fissures, et souvent aussi dans les joints extérieurs des couches. Plusieurs paraissent soudés ensemble. La stratification est masquée, mais ordinairement cet effet est purement extérieur et l'irrégularité de la puissance des bancs n'est alors qu'apparente.

Dans les calcaires siliceux et magnésiens, les eaux corrosives attaquent plus facilement les parties où le carbonate de chaux s'est concentré, et l'enveloppe des fossiles, qui est aussi essentiellement calcaire : alors l'ensemble des bancs prend l'aspect d'une masse désagrégée où les anciens fossiles ne sont plus marqués que par les noyaux intérieurs privés de leur enveloppe primitive. Quelquefois même le liquide qui avait traversé des couches magnésiennes dolomifie des bancs de calcaire pur. Cet effet s'est produit sur les calcaires du Jura moyen de *Faron* près Toulon. La dolomification arrêtée dans le haut et le bas de l'escarpement n'a pu être engendrée que par les eaux qui ont jailli et mouillé la partie moyenne et se sont éloignées ensuite. Le carbonate de chaux étant plus soluble dans une liqueur acide que le carbonate de magnésie, souvent le carbonate de magnésie, d'abord dissous par les eaux, a été précipité par la rencontre de nouvelles masses calcaires, et cet effet s'est continué jusqu'à complète dolomification du carbonate de chaux. D'autres fois les parties calcaires enlevées ont laissé des parties siliceuses et dolomitiques, en blocs superposés, qui se présentent sous forme de colonnades nombreuses ou d'imposantes ruines. Tel est l'aspect des masses calcaires de signes aux sources du Latay, de Val-

belle , entre Belgentier et le château d'Orves ; du nord de la montagne de Faron , près Toulon , en allant à Dardennes. Enfin , les sommités dentelées et pittoresques de Roquebrussanes , se présentent , en première ligne , dès qu'il s'agit de citer des exemples de ce genre d'altération.

Les exploitants de carrières savent fort bien que les soudures que les stalactites ont opérées à l'extérieur , disparaissent intérieurement et que les joints de couches se montrent de nouveau à découvert. Ce sont des irrégularités de stratification , le plus souvent purement superficielles.

Dans les parties les plus bouleversées par les soulèvements plutoniques , les calcaires ont été soumis à des réactions électrochimiques qui ont donné une texture tout à fait cristalline aux calcaires les plus compactes. Les parties les plus marneuses se sont alors criblées de filons , où du carbonate de chaux pur s'est concentré en veines blanches , tandis que le restant des couches est devenu plus argileux ; alors aussi les calcaires compacts sont devenus plus cristallins ; les fossiles ont été ou brisés ou détruits par le déplacement du carbonate de chaux qui les constituait. Le calcaire a pris l'apparence d'un marbre quelquefois éclatant. Cet effet se fait souvent remarquer dans la gorge de l'Estéron près Saint-Auban , dans les vaux d'Ollioules et vers les escarpements de Malasauque près Quinson. Enfin , dans les calcaires magnésiens et siliceux , le carbonate de chaux pur et cristallin en excès , s'est aggloméré dans certaines parties éclatantes de blancheur , tandis que la silice ou la dolomie ont formé des noyaux disséminés dans le réseau calcaire. Au pied de la Sainte-Baume , à Saint-Zacharie , au Saint-Pilon , grande route de Pourcieux à Saint-Maximin , sur les bords de la Siagne , à Saint-

Césaire , ces effets se montrent fréquemment. En dehors de ces effets , nous n'avons reconnu dans le Var que des altérations insignifiantes dues à l'action ignée sur les calcaires du Jura.

Les caractères normaux ou accidentels que nous venons d'indiquer dans la grande formation calcaire jurassique du Var , permettent aisément de la reconnaître dans toute la longueur du département. On la trouve toujours la même d'un bout à l'autre , mais elle se présente aussi avec la même constance dans les Bouches-du-Rhône , dans les Alpes et la chaîne de l'Étoile , dans le Lébéron , dans le Ventoux et la montagne de Lure qui en est la suite. Le grand dépôt de carbonate de chaux traverse à la fois le département de Vaucluse et celui des Basses-Alpes ; il s'étale sur la chaîne du Cheval-Blanc ; par le Ventoux ; il se lie aux calcaires de la Drôme et de l'Isère. Les gorges de Sassenage , les magnifiques défilés de la Grande-Chartreuse et ses pics élancés , répètent exactement les caractères de ce dépôt qui semble partout garder exactement la même allure et la même composition. Cette grande formation se retrouve à Nice , et , suivant les Alpes et les Apennins , il va se dessiner jusque sur les montagnes de la Grèce et de l'Asie ; tandis que , d'autre part , on la retrouve encore avec ces mêmes caractères chimiques et minéralogiques dans les Pyrénées et jusque dans l'Afrique. On peut dire , qu'après les terrains primitifs , c'est de toutes les parties solides du globe , celle dont le caractère a le plus d'uniformité.

Comparons cet ensemble avec celui que M. Thirria a si bien décrit dans la Haute-Saône , et mettons en regard les divers étages jurassiques que nous avons observés dans les Basses-Alpes et l'Isère.

HAUTE-SAONE.	VAR.	BASSES-ALPES (SISTERON).	ISÈRE (GRENOBLE).
Calcaire conchylien, 12 m	Calcaire conchylien, m.		
Keuper, { Gypse, houille, marne ferrugineuse, 107 } 119	Marnes irisées } Houille-ou keuper. } 300	Lias inférieur, } 600	Marnes, à bélemnites et à lucines. } 4300
Lias, Oolite inférieure { Lias, 1 <sup>er</sup> étage du Jura, 134 } 229	JURA INFÉRIEUR. Calcaire magnésien ou calcaire marneux. } 50	Lias supérieur, 1 <sup>er</sup> étage du Jura. } 600	Marnes de Meylan, Calcaire de la Porte-de-France. } 2000
Argile d'Oxford, Oolite moyenne. { 2 <sup>e</sup> étage : Argile à chailles, Calcaire à nérinées et astartés. } 110	JURA MOYEN. Lignite marne, calcaire siliceux à Mirabeau, 150 } 1050 Calcaires siliceux et magnésiens, coraux, chames nérinées. 900 }	JURA MOYEN. 600 } 1500 900 }	JURA MOYEN. Marnes de Narbonne, 600 } 1500 Calc. de Sassenage, étage inf. de Voreppe. 900 }
Argile de Kimmeridge, Oolite supérieure. { 3 <sup>e</sup> étage : Marnes à gryphées, Calcaire portlandien, — à exagypse. } 448	JURA SUPÉRIEUR Marnes à gryphées virgules, } 500 Calcaire à chames, }	JURA SUPÉRIEUR. 500	JURA SUPÉRIEUR. Balmes de Voreppe, } 500 étage supérieur. }
Total. . . . . 906	Total. . . . . 1900	Total. . . . . 2600	Total. . . . . 10300

JURA SUPÉRIEUR.

De ce tableau comparatif entre les puissances des terrains jurassiques dans le Var, les Basses-Alpes, l'Isère et la Haute-Saône, ressort avec une grande évidence, ce que nous avons déjà énoncé :

1° Que la puissance du terrain jurassique et conchylien de la Haute-Saône étant prise pour unité, dans le Var cette puissance est représentée par 2, par 3 dans les Basses-Alpes et par 10 dans les Grandes-Alpes; de sorte que les terrains du Var offrent un développement intermédiaire entre celui qu'ils prennent dans la région alpine et la puissance à laquelle ils sont réduits dans la Haute-Saône ;

2° Que les terrains du Var se rapprochent par leur base davantage du type de la Haute-Saône et par leur extrémité supérieure davantage du système alpin ;

3° Que dans tous les cas les plus graves différences se manifestent par les parties inférieures marneuses des terrains. Ce sont donc les marnes qui font subir aux formations les plus grandes variations de puissance et de débris organiques.

Mais, en tenant compte des circonstances, on peut ramener les terrains, soit du littoral du Var, soit de la partie septentrionale de ce département, aux lois de l'unité générale. C'est d'après les inductions ainsi fournies par les variations de puissance des divers étages, à mesure qu'on avance du littoral vers le nord, qu'on doit conclure, par analogie, les épaisseurs d'un étage sur les points intermédiaires. Ces rapprochements ont donc une haute valeur par la recherche des matières utiles dans les divers terrains ;

4° Que dans les diverses portions du département le calcaire conchylien et le Jura inférieur varient toujours simultanément ; de sorte que lorsque le calcaire conchylien se développe largement, le Jura inférieur dimi-

nue de puissance, et réciproquement lorsque le Jura inférieur devient très-épais, le calcaire conchylien s'aminuit ou disparaît même entièrement.

Les variations que nous venons de signaler n'affectent que très-peu le Jura moyen et supérieur du Var. Nous avons été conduits dans le tracé de notre carte géologique, à faire sentir la liaison intime et la dépendance mutuelle du Jura inférieur et du calcaire conchylien, en désignant ces deux groupes calcaires par une seule teinte principale.

La teneur moyenne en calcaire du dépôt jurassique du Var, en d'autres termes sa richesse basique, peut être évaluée à 80 centièmes. carbonate de chaux; tandis que dans la Haute-Saône on semble le porter à 66 centièmes, et dans les terrains anglais correspondants elle arrive seulement à 33 centièmes. — Il est donc bien clair que dans le département du Var les terrains du Jura offrent une masse totale de carbonate de chaux de beaucoup supérieure à celle du terrain correspondant du nord de la France et de l'Angleterre.

Chose remarquable, les grès siliceux qui précèdent le Jura, sont très-pauvres en élément basique dans le Var, tandis que les dépôts calcaires et jurassiques abondent dans les grès inférieurs de l'Angleterre et du nord de l'Europe. — Il y a une compensation bien inattendue et qui confirme le rapprochement que nous avons déjà fait sur la relation qui s'établit entre le grès et la décomposition des silicates, des terrains primordiaux par l'influence de l'acide carbonique.

De sorte que l'élimination de l'acide carbonique aurait amené dans les eaux saturées la précipitation des bases à l'état de carbonate.

Le département du Var offre une preuve palpable de la destruction de l'acide carbonique et de la fixation du

carbonate dans les dépôts charbonneux que l'on trouve répétés à la partie inférieure de chacun des trois grands étages, et lorsque les couches charbonneuses manquent leurs éléments constitutifs se retrouvent dispersés sous forme de matière bitumineuse dans les marnes et les argiles correspondantes à la période où elles ont dû se former.

Cette substance bitumineuse est bien marquée dans les calcaires bleuâtres, situés entre Château-Vert et le Val. Elle se montre encore mieux dans les marnes de Castellane, et de là, en avançant, elle produit sur les calcaires alpins cette teinte noire qui les caractérise.

L'on a été souvent frappé de la puissance et de l'énorme développement du système animal représenté par les nombreuses coquilles du Jura. Lamark avait même pensé qu'elles avaient engendré le dépôt calcaire tout entier. Cette supposition est contraire à toutes les lois connues de la chimie et de l'organisation; mais il est certain que les coraux et les testacés ont dû accélérer la concentration et la précipitation des éléments calcaires. Néanmoins une autre force plus énergique encore que celle-là a nécessairement dominé, puisque dans le Var où les fossiles testacés sont *moins* nombreux qu'en Angleterre et dans le nord de la France, le système calcaire est cependant *plus* considérable. C'est dans la végétation que l'on trouve le secret de cet énorme enlèvement de l'acide carbonique et de la fixation du carbone qui ont précédé et provoqué le grand dépôt calcaire.

L'élément charbonneux, dû à la végétation et mêlé avec les marnes et les calcaires, se montre dans le sud-ouest du Var, dans la partie non altérée du dépôt conchylien et les marnes immédiatement superposés aux environs de Toulon et au sud de Brignoles. Les calcaires et marnes, teintés en bleu par le bitume, occupent environ 500 mètres d'épaisseur. — Dans le nord est du Var,

vers Castellane, les marnes et les calcaires bitumineux, qui ont précédé le Jura moyen, occupent une épaisseur de 1200 mètres et beaucoup plus encore dans les Grandes-Alpes. Ainsi, en comparant les parties extrêmes du département du Var, on voit l'accroissement simultané du dépôt calcaire et de l'élément charbonneux, reste de la vie végétale. La révélation de cette admirable connexion est un des premiers résultats de l'examen géologique de cette contrée.

*Formation crétacée.*

Immédiatement au-dessous de la grande formation calcaire que nous venons de décrire se présente un ensemble d'autres dépôts où les marnes et les grès occupent la plus large place, et ne laissent jouer aux bancs calcaires intercalés qu'un rôle de plus en plus restreint, à mesure qu'on se rapproche des assises supérieures ou plus modernes. L'aspect de l'ensemble de cette formation est caractérisé par les marnes bleuâtres, les grès verdâtres ou jaune ferrugineux et par des calcaires bitumineux foncés ou d'un blanc sale. Les eaux et les gelées, dans les parties non boisées, dégradent ce terrain et lui donnent une physionomie ruineuse. On voit de suite à cette première description qu'il n'y a rien dans l'aspect du terrain crétacé du Var qui puisse rappeler celui de la craie blanche de Meudon près Paris, et qu'il s'agit ici d'une appellation qui indique la place géologique, indépendamment du *facies* géologique. Néanmoins dans le terrain crétacé de couleur foncée nous avons vu, au golfe de Saint-Ospice, près Nice, des fragments de calcaire devenus d'un blanc pur et d'un tissu tendre, et ce changement si complet était produit uniquement par l'altération atmosphérique.



Le terrain crétacé, caractérisé à la fois par sa position géologique, au-dessus des terrains jurassiques et au-dessous du terrain tertiaire, par les débris organiques des végétaux et animaux qui vivaient dans les mers à cette période de la création, se trouve complètement développé dans les deux parties extrêmes du département à l'est-nord-est et à l'ouest-sud-ouest.

Il se divise en trois systèmes nettement séparés les uns des autres.

La partie supérieure qui offre encore de puissantes couches de calcaire et qui présente un véritable passage du terrain jurassique au terrain crétacé, soit par les roches constituanes, soit par les fossiles, porte le nom de *terrain néocomien*.

La partie *moyenne*, remarquable par l'abondance des grès ferrugineux, renfermant souvent dans les parties non altérées beaucoup de silicate de fer dont la couleur verdâtre lui a valu le nom de *grès vert*.

La partie supérieure où l'élément calcaire est de nouveau abondant et qui constitue le *terrain de craie*.

#### *Terrain néocomien.*

La formation crétacée offre dans le département du Var deux types bien distincts : l'un principalement composé de marnes et de calcaires marneux et sableux d'une teinte foncée due à l'abondance du bitume, présente des débris fossiles distincts ; les *turrilites costatus*, et la *gryphea columba* dominant dans ce type. Il s'étend au nord-est du département du Var entre Grasse et Castellane, à Séranon, Saint-Auban et autres lieux où il remplit le fond des vallées jurassiques.

L'autre type formé de calcaire assez pur, dont la pâte

blanchâtre se montre souvent pètrie d'abondantes hip-purites, tandis que la *gryphea columba* y est très-rare. On voit aussi dans le système crétacé la répétition du phénomène de la différence des types géologiques, déjà signalé pour le Jura inférieur et les marnes du Jura moyen, et cette différence se reflète dans la composition minéralogique, dans la puissance des formations et dans leurs débris organisés.

Le changement du type affecté à la fois toutes les parties du système crétacé depuis le terrain néocomien jusqu'à la craie la plus moderne. Nous allons donc décrire successivement le terrain néocomien du sud-ouest et celui du nord-est du Var.

*Terrain néocomien du sud-ouest.*

On peut suivre constamment le terrain néocomien superposé aux plus récentes assises du Jura, sur le flanc méridional de la Sainte-Baume, depuis le Latay jusqu'à Cuges, en passant près des granges de Riboux. Il se prolonge encore à l'ouest, et, après avoir formé toute la masse du plateau de Cuges, on le suit dans le vallon de Roquefort jusqu'à ce qu'il vienne se terminer par une imposante falaise au cap Canaille, entre Cassis et la Ciotat (Bouches-du-Rhône.) Dans toute cette région, le système néocomien se fait remarquer par la masse marneuse et sablonneuse, qui constitue sa partie inférieure et la masse de calcaires blancs qui terminent la partie supérieure de ce terrain.

Les couches du système, dirigées moyennement vers l'est 10 à 11° nord, plongent au sud sous un angle moyen de 20°, de sorte que tout le terrain présente vers le nord un long escarpement marneux, bleuâtre, surmonté d'une grande crête calcaire, disposition qui rend facile

l'étude de tous les strates de la formation, surtout dans la partie où elle est entamée par les routes de Marseille à Toulon et d'Aubagne à La Ciotat.

*Partie inférieure. — Marnes et sables néocomiens.*

Cette partie se subdivise en cinq étages.

a. *Calcaires siliceux* d'un bleu verdâtre, se décomposant en terres roussâtres d'un grain grossier; ces calcaires se superposent immédiatement aux calcaires à nodules de silex qui confinent à la série jurassique. Il est évident, dans la commune de Roquefort et notamment à la Bédoule, que la superposition se fait à stratification concordante.

De bien remarquables fossiles sont déposés dans cet étage: des ammonites très-abondantes, dont le diamètre dépasse trente centimètres et dont l'espèce est nouvelle, se rapprochant de l'*ammonites cornuelianus*; l'*ammonites consobrinus*, est ici très-fréquente; mais surtout des hamites qui ont près de cinquante centimètres de longueur et appartenant aux familles nouvelles. *ancylloceras*, *matheronianus*, *Duvalianus*, *simplex*, *brevis*, caractérisent ce dépôt.

En général, les ammonites et les hamites de cette partie du terrain néocomien sont remarquables par leurs tubercules ou leurs larges côtes, se prolongeant sur la circonférence.

b. Les *calcaires marneux*, bleuâtres à l'intérieur et blanc jaunâtre dans les parties altérées à l'air. Les calcaires alternent avec des marnes plus bitumineuses et de couleur plus foncée. — Les calcaires donnent à l'analyse de 12 à 22 pour 100 de substance argileuse et les marnes de 25 à 35 d'argile. Il y a dix-huit alternations

de couches de ce genre, entre la douzième et la treizième alternative; la partie marneuse est plus épaisse, ce qui dessine trois groupes distincts dans l'ensemble.

Ces marnes sont intimement imprégnées de pyrites et prennent, par la cuisson, une légère teinte rouge. On exploite les calcaires pour chaux hydraulique, et les marnes sont employées dans la fabrication du ciment de Roquefort.

Les fossiles de cet étage sont des ammonites, *ammonites mayorianus*, *velledæ*, *matheroni*; des bélemnites, espèce *semi canaculicatus*, abondantes, des plicatules, *plicatula radula* de M. Matheron inédite; plusieurs bivalves non déterminés; des coquilles *turriculées*, *vis* et *turritelles*.

c. *Marnes bleues*. Marnes avec 35 pour 100 d'argile, alternant avec des calcaires à 28 pour 100, fossiles oursins nombreux déprimés.... ammonites, *belemnites*.... *plicatula radula*, de M. Matheron, très-abondante.

d. *Marnes vertes*. Marnes sans alternances de calcaires, paraissant tenir de 35 à 40 pour 100 d'argile mêlée de sable. Le silicate de fer, qui colore ces marnes en vert, se décompose souvent, ainsi que les pyrites qui leur sont mêlées, et donne une teinte jaune sale à la superficie et aux parties fendillées de ces marnes.

e. *Calcaires et grès*. Les calcaires sont imprégnés de sable et alternent avec de véritables couches de grès. Les fossiles ont changé avec la nature de la roche, les nummulites, les milliolites, les trigonies scabres; les hippurites caractérisent cet étage, quoique alternant avec les calcaires, les sables sont assez purs, il n'y a que 1 à 2 pour 100 de matières calcaires. Ils sont formés de grains fins, mêlés à d'autres, gros comme de petits pois. Leur teinte est d'un jaune sale. Les grès sont utilisés à Cassis comme pavés.

*f.* L'élément calcaire est décidément éliminé ici ; on arrive à un dépôt de *sables*, tantôt d'un blanc pur, tantôt jaunâtre, d'un grain très-fin et mêlés de grès consistants à structure noduleuse. Ces sables sont exploités pour verres blancs quand leur teinte est claire.

La puissance des divers étages se résume ainsi :

*Calcaires à nodules de silex.*

<i>a.</i> Calcaires siliceux à hamites. . . . .	136 mètres,
<i>b.</i> Calcaires marneux. . . . .	55
<i>c.</i> Marnes et calcaires. . . . .	65
<i>d.</i> Marnes vertes. . . . .	65
<i>e.</i> Calcaires et grès. . . . .	33
<i>f.</i> Grès et sables. . . . .	37
Total. . . . .	391 mètres.

*Étage supérieur néocomien*

Cet étage est entièrement composé de calcaires blancs qui rappellent, par leur puissance, leur texture, leur compacité et leur dureté, la partie supérieure du Jura, que j'avais longtemps confondue avec la série actuelle sous le nom de craie inférieure. Ce n'est qu'à la suite des observations faites en 1837 que j'ai vu la nécessité d'établir une séparation entre ces deux groupes calcaires. Nous avons mesuré ici jusqu'à 255 mètres d'épaisseur de calcaires attachés par leur base aux grès et sables qui couronnent cet étage inférieur néocomien ; et par leur extrémité supérieure aux grès qui commencent le grès vert.

Entre ces deux parties, les calcaires néocomiens varient seulement par leur structure et leur pureté. Voici quelques détails sur les subdivisions qu'ils présentent :

*a.* Calcaires décidément oolitiques vers la base. Les oolites blanches ont souvent la grosseur d'une noi-

sette. Cette masse de calcaires compactes forme un escarpement fortement dessiné depuis le plateau de Cuges jusqu'à Roquefort (Bouches-du-Rhône); c'est cet escarpement qui a valu à la dernière localité précitée le nom qui la dépeint.

Les fossiles sont : *nummulites*, ayant jusqu'à 5 ou 6 millimètres de diamètre, *milliolites*, *hippurites*, *sphérulites*, *huîtres*, *oursins*, *ichthyosarcolites*, *gryphées colombes*, *pecten*, *grandes nérinées* (*nerinea gigas*).

b. Calcaires compactes blancs alternant avec des calcaires feuilletés légèrement bitumineux et ferrugineux. Fossiles : hippurites, sphérulites, *chama ammonia*, pointes d'oursins.

c. Calcaires blancs compactes alternant avec des calcaires feuilletés, renfermant 2 à 5 pour 100 d'argile et de bitume. Fossiles : *Nerinea requieniana*, *nérinées*, *serpules héliciformes*, huîtres, pointes d'oursins et *bras d'ophiures*.

d. Calcaires légèrement ferrugineux et siliceux, prenant vers le haut l'état grumeleux, en couches minces à la base : *chama ammonia* et pointes d'oursins, vers le haut, polypiers divers, fungites et milliolites. La nature des fossiles confirme pleinement les rapports minéralogiques que cette partie du terrain crétacé présente avec le système calcaire jurassique. Les nérinées, les *chama ammonia*, encore abondantes, rappellent le Jura que nous avons décrit, tandis que les *sphérulites*, les hippurites et les nummulites et milliolites qui dominent dans les diverses parties, forcent à reconnaître ici une dépendance de la craie; en outre, il faut remarquer ici que les genres des fossiles de la partie inférieure du système néocomien inférieur et marneux, sont les mêmes que les genres des fossiles des marnes jurassiques. Tandis que le calcaire néocomien a plusieurs fossiles analogues à

ceux des calcaires compacts jurassiques. Nouvelle preuve que c'est dans les terrains analogues, sous le point de vue minéralogique, qu'il faut chercher les analogues des fossiles.

Outre les caractères généraux, qui démontrent que le système actuel mérite bien le nom de néocomien, nous rappelons la présence de la *serpule héliciforme*, que M. Woltz indique comme caractéristique de cet étage. La puissance totale du terrain néocomien que nous venons de décrire serait de 646 mètres.

Le dépôt néocomien, qui forme comme nous l'avons dit toute la masse du plateau de Cuges, plonge au sud sous la craie du Bausset et du Castellet, pour reparaitre à l'entrée des gorges d'Ollioules, avec un plongement au nord bien marqué. En revenant ainsi au jour, le système néocomien change un peu de caractère; la partie argileuse est moins abondante. Aussi l'étage inférieur est-il formé de calcaires moins marneux; ce sont simplement des calcaires très-feuilletés, tandis que les sables exempts d'argile, placés à la partie supérieure de cet étage, constituent une masse considérable, subdivisée par des fendillements réguliers, et criblée de trous dus à la pénétration des eaux extérieures, produisant les figures les plus bizarres. Ce grand dépôt sableux est, en général, tellement blanc, qu'il est exploité pour les verreries de cristaux; il se continue dans toute une petite vallée, à laquelle il a fait donner le nom de *Val d'arène*, Vallon de Sable.

La formation néocomienne de l'entrée des gorges d'Ollioules est beaucoup moins puissante que sur le plateau de Cuges; la partie inférieure est d'environ 300 mètres, et la partie supérieure de 50 mètres; l'épaisseur totale qui était de 646 mètres, paraît donc réduite à celle de 350 mètres environ. Le moindre développement du

calcaire, et la présence d'une moindre quantité d'argile, expliquent cette différence de puissance.

Des lambeaux du système néocomien se montrent encore au Revest au nord de Toulon, et au nord de la Sainte-Baume, à Nans, à Pas-de-Peirui. Dans cette dernière localité, le *vallon des Cornes* doit son nom à la prodigieuse quantité d'ammonites qui se détachent des couches marneuses néocomiennes.

Plus loin encore, à Pourrières, en tête de la vallée de l'Arc, sur le calcaire jurassique supérieur, se montrent, en couches plongeant à l'ouest, des roches recouvertes de grès avec empreintes végétales, puis de calcaires marneux qui font partie de la formation néocomienne; le facies des roches ne permet pas d'en douter.

On voit, en résumant, les caractères du type que nous venons d'étudier, que ses fossiles sont tout à fait analogues et souvent identiques à ceux du système néocomien de la Haute-Saône et de la Haute-Marne, de sorte qu'en se basant sur la paléontologie seule, il est impossible de ne pas voir l'exactitude de notre classification, d'où résulte une nouvelle démonstration du principe qui nous a fait ranger le terrain calcaire inférieur à la formation néocomienne dans le *système du Jura*.

Comme nous l'avons déjà énoncé, ce type néocomien se montre dans les vallées de la région montueuse qui domine Grasse et qui se rattache aux Basses-Alpes. Entre Grasse et Castellane, depuis le Bourguet jusqu'à Gréolières, en passant par Taulane et Thorenc, on peut suivre entre deux chaînes de calcaires jurassiques le système néocomien formé de marnes d'un bleu foncé, très-bitumineuses, souvent sableuses, et qui ne changent de nature que lorsqu'on atteint des bancs de calcaire avec grains verts d'un blanc jaunâtre, pénétré de *belem-*

Terrain  
néocomien  
du nord du Var.



*nites platyurus* (Duval), qui paraît servir de base à la série du grès vert et de la craie.

Ainsi le terrain néocomien est formé dans cette localité:

- 1° D'une série de calcaires marneux et de marnes grises;
- 2° De calcaires blancs durs et souvent chloriteux.

Cette division, qui a été démontrée la plus naturelle par M. Duval-Jouve, se raccorde non-seulement avec nos propres observations dans ces localités, mais encore elle rappelle parfaitement les deux traits caractéristiques de notre division du type néocomien du sud-ouest. Par la partie inférieure, elle se lie intimement aux calcaires blancs du Jura, et par sa partie supérieure elle passe au terrain crétacé bien caractérisé comme tel. Ainsi elle satisfait bien à la double condition que doit remplir le terrain néocomien; néanmoins dans les environs d'Es-ragnole, sur la montagne de Bleine, près Saint-Auban, et sur plusieurs autres points, cette liaison intime n'existe pas toujours, mais elle est bien évidente au quartier de la Cheylane, domaine de Taulanc, commune de la Martre, et dans la vallée de Thorenc. On voit, en examinant la chose de près, ou que les calcaires les plus inférieurs de la formation néocomienne manquent, ou que les calcaires les plus supérieurs du Jura sont absents, toutes les fois que la liaison des deux systèmes paraît moins prononcée. Pour faire connaître les détails de la composition et les fossiles de cette formation, nous allons rapporter le résumé des excellentes observations de M. Duval-Jouve.

*Épaisseurs, partie inférieure. — Composition minéralogique*

- |  |   |  |
|--|---|--|
| <p>A. Marnes blanchâtres, alternant avec calcaires blancs, jaunâtres à l'extérieur et bleuâtres à l'intérieur, se fendillant, par des fentes régulièrement distribuées, en blocs de base rhomboidale de 0,25 à 1<sup>m</sup>,50 de largeur</p> | } | <p>Fossiles.<br/> <i>Aptychus</i>; une espèce de<br/> <i>Belemnites extincorius</i>;<br/> <i>Terebratula</i>, 7 à 8 espèces, dont une rappelle celle de la craie du Pérou à Martigues,</p> |
|--|---|--|

- B.** Marnes blanc jaunâtre, n'of-  
frant plus dans leur alternance  
que des calcaires schistoïdes très-  
argileux.
- C.** Calcaire avec grains oolitiques  
ferrugineux de 1 millimètre de  
diamètre, chargé de grains verts  
de silicate de fer en telle quan-  
tité que quelquefois le calcaire  
disparaît. Épaisseur de 50 centi-  
mètres à 1 mètre. Quelquefois  
cette couche est séparée en deux  
par un mince lit de marne, mais  
dans tous les cas elle est pétrie  
de fossiles; c'est là le calcaire  
chloriteux de M. Duval.
- D.** Marnes grises ou quelquefois  
d'un bleu foncé.
- Spatangus retusus* .  
*Exogyra Couloni* ;  
*Ostrea* , deux espèces ;  
*Pholadomia* inédits , plusieurs  
bivalves ;
- Ammonites radiatus* ;  
— *Renauxianus* ;  
*Cidaris Claviger* ;  
*Nautilus requieni* ;  
*Aptychus* ;
- Baculites* inédits ;  
*Scaphites Pusosi* ;  
*Crioceratites Duvalii* ;  
— *Emerici* ;  
*Ammonites Leopoldini* ;  
— *cryptoceras* ;  
— *incertus* ;  
— *subfimbria-*  
*tus* ;  
— *difficilis* ;  
— *clypeiformes* ;  
— *Grasianus* ;  
— *anguli costa-*  
*tus* ;  
— *cultratus* ;
- Nautilus neocomiensis* ;  
*Pholodomia Langii* ;  
*Terebratula* , 7 à 8 espèces ;  
*Ostrea* ;  
*Pectunculus* ;  
*Belemnites dilatatus* ;  
— *bipartitus* ;  
— *hybridus* ;  
*Spatangus retusus* ;  
Bâtons de *Cidaris* ;  
*Pentacrinites* ,  
*Serpula* ;  
*Pecten quinque costatus* ;  
*Trigonie inedita* ;  
*Aptychus* ;  
*Ostrea* .
- d'Orbigny.

*Partie supérieure du système néocomien du nord.*

<p>Calcaires marneux et siliceux à la base des marnes, alternant avec des calcaires marneux grisâtres à l'intérieur, blanc jaunâtre à l'extérieur. Plus haut, dans cette série, les calcaires sont durs, très-siliceux et même chargés de rognons de silex blancs et opaques. Ils sont aussi très-chargés, de grains verts de silicate de fer ; les marnes sont en très-faible quantité dans cette partie caractérisée par les calcaires durs.</p>	<p>Fossiles.</p> <p><i>Belemnites platyurus</i>, Duval;  — <i>grasianus</i>, id.;  <i>Nautilus pseudoelegans</i> ;  <i>Ammonites pulchellus</i>,  — <i>compressissimus</i> ;  — <i>Parandieri</i> ;  — <i>castellanensis</i> ;  — <i>ligatus</i> ;  — <i>intermedius</i> ;  — <i>incertus</i> ;  — <i>cassida</i>, Raspail ;  — <i>hamites</i> ;  <i>Crioceratites Duvalii</i> ;  <i>Bâtons de Cidaris</i> ;  <i>Térébratules</i>, plusieurs espèces</p>	<p>} d'Orbigny.</p>
--	--	---------------------

La puissance totale de ce terrain néocomien atteint environ 300 mètres.

Le caractère minéralogique dominant est, en même temps que l'état généralement bitumineux, la présence de marnes plus grossières et plus sableuses que dans le système du sud-ouest et la présence d'une grande quantité de matières vertes dues au silicate de fer ; ainsi, la partie calcaire de ce type s'éloigne davantage des calcaires blancs et supérieurs du Jura que dans le type du sud-ouest. Aussi les *nérinées* et les *chames* manquent-elles, dans ces calcaires souillés d'argile siliceuse ? En même temps se fait remarquer l'absence des hippurites et des sphérulites, mais les bélemnites sont ici le fossile dominant et caractéristique.

C'est le *belemnites extincorius* dans le système inférieur, le *belemnites dilatatus* dans les marnes grises, enfin le *belemnites platyurus*, dans le calcaire qui couronne la formation. Les espèces de bélemnites, les hamites et les ancyloceras et les ammonites du système du

sud-ouest, manquent tout à fait, mais le *spatungus retusus* et le *pecten quinquecostatus* traversent le Jura et le terrain néocomien, soit au midi, soit au nord du Var.

Outre les différences que je viens de signaler, de plus fortes se manifestent encore lorsque l'on suit le terrain néocomien du nord du Var dans les parties où il est encaissé, dans les chaînes formées, par les marnes du Jura inférieur. Dans les dépôts néocomiens, qui environnent *Castellane* ou *Entrevaux*, la couche de calcaire chloriteux C disparaît. Les marnes grises ne sont pas interrompues, et, au lieu du silicate de fer, il y a du sulfure ou des pyrites. Ainsi le carbonate de chaux manque et le sulfure de fer est plus abondant et a remplacé le silicate; le sulfure de fer se substitue même au carbonate de chaux dans la formation des fossiles. Les *ammonites*, *hamites*, *trochus*, *térébratules*, sont à l'état ou de fer sulfuré ou bien par décomposition; ils sont transformés en fer oxydé hydraté; les fossiles y sont très-petits, les ammonites qui, dans les bassins ordinaires, ont 20 centimètres de diamètre, et atteignent même 1 mètre aux environs de Taulane, près de la Martre, sont réduits dans les bassins néocomiens du Jura inférieur à 3 centimètres de diamètre. Les bélemnites et l'*aptychus* prennent dans ce type une couleur noir foncé. Des espèces même disparaissent: toutes celles, par exemple, de la couche chloriteuse, et ni à la base du terrain on ne rencontre plus l'*exogyra couloni*, ni dans les marnes grises le *Pecten quinquecostatus*.

En un mot, la diminution du principe calcaire et l'abondance de l'élément bitumineux ont donné non-seulement une formation moins puissante, douée d'un tout autre aspect, mais encore ils ont produit de notables différences dans la qualité et la quantité des produits organisés. C'est ici le type bitumineux amené à ses diffé-

rences les plus extrêmes. M. Duval a désigné cette variété du terrain néocomien sous le nom de dépôt des bassins ferrugineux, parce que ce naturaliste habile a été surtout frappé de la présence du fer dans les fossiles. Mais c'est là une conséquence de l'abondance du bitume et de la moindre quantité de calcaires ; le silicate de fer, décomposé par les corps organisés, a donné naissance au sulfure qui a servi de matière incrustante. Un dernier trait du caractère du système néocomien dans le nord du Var est son altération et sa transformation en gypse. Entre Eoux et la montagne de Saint-Martin au *maou-pas*, près La Garde, à 5 kilomètres au delà de la limite nord du département ; le gypse s'est formé aux dépens du calcaire marneux qui surmonte le type néocomien chloriteux.

En résumant tout ce que nous venons d'exposer sur les terrains néocomiens du Var, on voit qu'ils se composent de deux types dont les différences sont bien tranchées ; l'un essentiellement *calcaire* : c'est le type du sud, caractérisé par les sphérulites et les hipurites ; l'autre, *marno-bitumineux*, c'est le type du nord caractérisé par ses *bélemnites* ; et, si l'on observe que le type bitumineux a un rapport immédiat avec les calcaires du Jura inférieur des vallées alpines où il est encaissé, on verra là une nouvelle confirmation des inductions où nous avaient conduit la comparaison du Jura inférieur et du Jura moyen dans le Var et dans les Alpes (1). Ce sont toujours les *marnes bitu-*

(1) Le système néocomien du nord du Var offre la ressemblance la plus frappante avec le dépôt néocomien de Neuchâtel et de Genève. Ce sont à la fois la *même superposition* au-dessus des calcaires à chames, les *mêmes éléments minéralogiques*, le *même aspect*, et les *mêmes fossiles*. Nous avons trouvé là des preuves irréfragables de l'exactitude de la classification établie dans le Var.

mineuses et les *bélemnites* qui établissent les principales différences des groupes inférieurs. Les caractères minéralogiques et paléontologiques amènent toujours le même résultat; et c'est encore le département du Var qui offre les exemples les plus remarquables des passages d'un système à l'autre. On y lit, partout, cette conclusion, qu'à chaque époque, des *fossiles particuliers* ont signalé les *circonstances particulières des formations*.

*Grès vert.*

La séparation en deux types, déjà bien constatée dans le terrain néocomien du sud-ouest et du nord nord-est du Var, se maintient fidèlement dans les dépôts plus modernes des grès verts et de la craie. Nous suivons le même ordre dans nos descriptions de ces deux types. Après avoir exposé les caractères généraux, nous décrivons chaque type. Les éléments que vient de nous présenter le terrain néocomien, se retrouvent dans le *grès vert*.

Des argiles ou des marnes imprégnées de sable et pénétrées du principe calcaire, tel est l'ensemble de la masse du terrain dans lequel l'élément ferrugineux semble toujours assez abondamment distribué, il est tantôt à l'état de *silicate de fer* et sous forme de grains verdâtres qui ont d'abord motivé le nom attaché à ce dépôt, tantôt le fer est à l'état de *sulfure* disséminé dans les marnes foncées et bitumineuses; tantôt enfin, le fer est transformé en *oxyde* jaune rougeâtre par suite d'altérations plus ou moins modernes. Mais, dans tous les cas, le caractère de dépôt minéralogique ferrugineux prédomine dans l'ensemble de la formation, et le principe calcaire est moins abondant que dans le système néocomien qui précède et le dépôt de *craie* qui va suivre.

*Grès vert du sud-ouest.*

Le grès vert, si largement et si uniformément déposé entre le plateau de Cuges et l'escarpement calcaire qui passe par le Castellet et la Cadière comme une longue falaise dirigée de l'est à l'ouest, le *grès vert* peut se diviser en deux étages : L'étage *inférieur* est essentiellement formé de bancs de grès à la base, devenant fortement calcaires vers le haut ; puis, l'étage *supérieur* est composé de marnes bitumineuses quelquefois avec bancs de lignite et de marnes siliceuses verdâtres ou bleuâtres très-bitumineuses, enfin de couches minces de calcaires pétries d'hippurites et offrant quelques gryphées colombes. Ces derniers bancs servent de prélude au grand dépôt du calcaire créacé.

Tout l'ensemble de la formation se montre avec une constance parfaite de stratification depuis le sommet de la montée de Cuges et le Camp de Penon, au nord de la Cadière, jusqu'au bourg de ce nom. Dans toute cette série de couches la direction varie seulement de l'est absolu à l'est 25° nord, de sorte que la direction moyenne est sensiblement, est 12° nord, avec prolongement au sud sous un angle moyen de 20 degrés.

Il se lie ainsi intimement, par la stratification, au système néocomien ou plateau de Cuges et de Roquefort (Bouches-du-Rhône) et avec la craie à hippurites de la Cadière. Cette liaison s'établit d'une manière toute aussi intime par le passage minéralogique que par les fossiles.

*Composition du grès vert. — Etage inférieur.*

L'ensemble du grès vert se détache bien vite du calcaire du plateau de Cuges par ses détritits sableux et sa

couleur rougeâtre, résultat de l'oxydation extérieure.

Marnes grises alternant avec des couches calcaires ;	Fossiles Fungites ; Débris de végétaux ,
Argile grise sableuse ;	
Grès dur jaune dans les parties exposées à l'air ;	Débris d'échinides très-nom- breux ;
Grès bleuâtre à l'intérieur, pâte calcaire avec grains siliceux fins ;	
Grès <i>fissile</i> , jaune à l'extérieur, grains siliceux très-fins, roche très-dure, se divisant en feuillets très-minces, avec ramifications plus siliceuses, dont la forme dérive peut-être d'animaux mollasses.	Bâtons d'oursins garnis d'épines ;
Grès calcaire en couches de 25 à 30 centimètres d'épaisseur ; gris bleuâtre à l'intérieur, employé pour pavés ;	
Calcaire gris siliceux, jaunâtre à l'extérieur.	Ammonites et nombreux débris d' <i>ophiures</i> ; Pointes d'échinides avec ou sans épines latérales.

Fossiles moins abondants, déterminés par M. Matheron.

<i>Pectunculus</i> ,	} La Cadière.
<i>Nucula siliqua</i> ,	
<i>Crassatelle</i> ,	
<i>Solen</i> ,	
<i>Venus plana</i> ,	} Plan d'Aups
— <i>gibbosa</i> ,	
— <i>fabæ</i> ,	
<i>Lucina discus</i> ,	}
— <i>numismalis</i> ,	
<i>Mytilus subquadratus</i> ,	
<i>Pinna bicarinata</i> ,	
<i>Perna marticensis</i> ,	

En se rapprochant à l'ouest vers Saint-Cyr et la Ciotat, le grès vert se montre, au cap de l'Aigle, à l'état de poudingues dont les noyaux ont jusqu'à soixante centimètres de diamètre. Mesurée au nord de la Cadière, la puissance totale de cet étage s'élève jusqu'à 800 mètres et elle se fait surtout remarquer par l'énorme quantité



de sable siliceux qu'elle a agglutiné et empâté, à l'aide du ciment calcaire. Les grains verts de silicate de fer se montrent rarement; ils sont cachés dans les parties non oxydées sous la teinte bleuâtre due au bitume.

*Étage supérieur du grès vert.*

Marnes bitumineuses noires, mêlées de débris végétaux;	} Fossiles communs : Fucus;
Marnes siliceuses verdâtres;	
Calcaire gris, criblé de pointes d'échinides.	} Hippurites nombreuses; Orbitolites; quelques <i>Gryphées colombes.</i>

L'ensemble de cet étage se dessine au loin sous l'escarpement du Castellet et de la Cadière par sa couleur d'un vert foncé, sur laquelle paraissent des efflorescences blanches de sulfure de chaux et de sulfate de magnésie dues aux pyrites décomposées. La partie bitumineuse, si abondante dans cette localité, au lieu de se concentrer en formant une couche combustible, s'est dispersée en donnant sa couleur à plusieurs strates de marne sableuse. — Après avoir tourné au tour de la hauteur du Castellet, le même étage reparaît, en prenant une inclinaison opposée et plongeant au nord, dans les montagnes de Notre-Dame-du-Vieux-Bausset. Là on observe une décomposition complète aux dépens des parties pyriteuses, les marnes sont devenues irisées, et une grande partie du calcaire a été transformé en gypse. Les marnes bitumineuses offrent dans cette partie une véritable couche de lignite dont les débris altérés sont mêlés au gypse.

*Grès vert et craie du type sud-ouest.*

La puissance de l'étage supérieur du grès vert est de

40 mètres environ sur l'escarpement nord de la Cadière, de sorte que l'ensemble des deux étages du grès vert atteindrait 840 mètres. Au Vieux Bausset les couches de tout le système du grès vert paraissent diminuer de puissance, le dépôt siliceux est moins abondant, le calcaire, dispersé dans un moins grand nombre de couches, se montre en bancs plus purs et plus prononcés. L'ensemble des deux étages du grès vert se réduirait à 600 mètres au lieu de 840.

La puissance de la formation du grès vert continue à décroître lorsqu'on la suit vers l'est du Bausset, qu'on en retrouve des lambeaux dispersés sur le prolongement de la crête de la Sainte-Baume, vers Mazaugues, vers Engarden et Candelon, aux environs de Brignoles. Le grès vert n'est plus alors représenté que par des marnes foncées. Cette puissance s'accroît, au contraire, vers l'ouest, à la Ciotat, ou, sur une série de couches de près de 100 mètres de puissance, il se montre au Bec-de-l'Aigle, transformé en poudingue à gros noyaux de grès rouge, dont les dimensions vont jusqu'à 60 centimètres de long sur 25 de hauteur, et de là il se prolonge jusqu'à la cime du cap Canaille, à Cassis, où il vient couronner le terrain néocomien; sur le versant septentrional de la Sainte-Baume, au Plan-d'Aups, il éprouve le même rétrécissement que celui signalé vers Brignoles; mais dans la vallée de l'Arc, vers l'Assassin, les Pennes, Gignac, il prend la teinte verte prononcée, et offre les *térébratules striées*, les *spatangus coranguinum*, *Buffo*, et autres fossiles pareils à ceux de la *perte* du Rhône.

*Formation crétacée du sud-ouest.*

Le terrain crétacé, qui par une fusion minéralogique lentement ménagée, se montre au-dessus du grès vert,

est bien caractérisé par des couches de calcaire compacte, blanc grisâtre à l'intérieur, tirant légèrement sur le jaune à l'extérieur, avec des quantités énormes d'hippurites et autres fossiles, dont nous ferons bientôt l'énumération. Les strates de ces calcaires mêlés de parties siliceuses, se décomposent en grumeaux qui lui donnent un aspect particulier. Aux bancs calcaires se superposent des couches de grès calcaire, analogues par leur couleur vert sombre et leur compacité à celles du grès vert, avec fossiles marins où dominent les orbitolites, les milliolites et les nummulites; des marnes d'un vert très-foncé alternent avec ces grès calcaires. C'est là ce qui constitue, dans le sud-ouest du Var, la craie ordinaire.

Mais au-dessus de ce système arrive une nouvelle série de parties siliceuses mal agglomérées, et passant à l'état de sable; puis, des couches compactes bitumineuses, fétides, facilement décomposables, encaissant jusqu'à trois couches de combustible, offrant, outre des débris végétaux, des coquilles marines et fluviatiles mélangées, puis des coquilles d'eau douce toutes seules, le tout couronné de nouveau par des calcaires grumeleux jaunâtres, intérieurement criblés de milliolites, hippurites et autres corps organisés marins. Cet ensemble, distingué par des caractères si tranchés, constitue ce que nous appelons la *craie supérieure*.

A ces traits généraux ajoutons quelques détails.

## Craie ordinaire.

- Fossiles peu abondants . Ichthyosarcolites, *Turritelles*, *Mutres*, *Fossiles rares* : *Gryphées colombes*, *Bélemnites*,
- Les *calcaires compactes*, posés sur le grès vert, forment des couches dont l'épaisseur va jusqu'à 1 mètre 50 centimètres, d'un tissu blanc si pur qu'ils se rapprochent quelquefois des marbres, et ils ont été quelquefois employés comme tels.
- Fossiles dominants : *Hippurites* très-nombreuses, de l'espèce organiques ; *Milliolites* et *Nummulites*.
- Fossiles peu abondants . Orbitolites.
- Les bancs calcaires deviennent plus minces, et à la fois plus *siliceux* et plus marneux ; ils sont très-solides à l'intérieur, mais plus altérables à l'air ; leur couleur est plus *grise* dans la cassure fraîche, un peu jaunâtre à l'extérieur, et ils se détachent en grumeaux.
- Nummulites* et *Milliolites*, *Bâtons d'oursins*.
- A la Cadière. { Grès calcaires durs, d'un vert bleuâtre bitumineux à l'intérieur, extérieurement jaune ocracé. } *Orbitolites*, *dentales*.
- Puissance de la *partie inférieure* : 85 mètres.
- A la Cadière. { *Marnes* sableuses, d'un bleu verdâtre. }
- Puissance de la *partie moyenne* : 70 mètres.
- A la Cadière. { Grès durs calcaires, d'un vert foncé à l'intérieur, ferrugineux à l'extérieur. *Marnes* sableuses bitumineuses, alternant avec des couches calcaires offrant de nombreux nodules de silice. Calcaires compactes et siliceux. } *Milliolites*, *Hippurites*, *Nummulites*.
- Puissance de la *partie supérieure* : 85 mètres.

La puissance totale de la craie est donc, à la Cadière, de 240 mètres. On peut vérifier cette mesure approximative en partant du bourg de la Cadière et marchant au sud vers le quartier de la Noblesse.

On voit arriver au jour successivement toutes les couches, avec la direction moyenne E. 12 à 13° N., et le prolongement au sud sous un angle de 20 degrés.

*Craie supérieure.*

La craie supérieure est, en partie, recouverte par la terre végétale dans les points où ses couches les plus anciennes viennent affleurer; mais un puits et un sondage exécutés en 1828, ont permis de reconnaître une succession de couches pareilles à celles que l'on peut bien étudier aux environs de la Pomme, près Fuveau, Bouches-du-Rhône, et de Font-Salade, à Martignes.

Les travaux d'exploitation de M. de Castellane, dans le quartier du Colombier et de Fontainieu, à la Cadière, ont entièrement dévoilé l'ordre de superposition des couches supérieures, et démontré avec la dernière évidence ce que nous avons déjà conclu par l'examen de la superficie. Il est désormais hors de doute que dans la craie supérieure du sud-ouest du Var, un terrain d'eau douce important est intercalé dans des couches à fossiles marins.

*Composition de la craie supérieure, type du sud-ouest.*

	Fossiles dominants :
	Débris végétaux.
Sables calcaires avec débris de végétaux, <i>fucus</i> et autres. Les sables sont jaunâtres.	La structure li-gneuse est encore visible dans des parties de plusieurs centimètres d'épaisseur.

Partie inférieure.	Dépôt marin.	<i>A.</i> Mine de combustible jayet; Calcaires jaunâtres à l'extérieur ou grisâtres, dans les parties non altérées; Calcaires compactes coquillier, mêlé de débris végétaux; Calcaires siliceux jaunâtres.	Milliolites très-nombreuses. Fungites et autres.	
			Polypiers, Hippurites. Mélanopsides et bivalves d'eau douce.	
Partie moyenne.	Dépôt d'eau douce et marin.	<i>B.</i> Combustible et argile noire bitumineuse; Calcaires bitumineux formant plusieurs couches; Calcaire coquillier schistoïde; Calcaire siliceux à grumeaux.	Cyrènes, cyclades, mêlés à des pecten, huîtres et autres débris marins et d'eau douce. Mélanopsides et autres fossiles d'eau douce.	
			Cyclades, cérithes, potamides, mélanopsides, milliolites, hippurites, huîtres, petites à test, bien conserve.	
Partie supérieure.		<i>B'.</i> Combustible, Calcaire siliceux et bitumineux, Calcaire siliceux et ferrugineux.	Calcaire en bancs de 50 centimètres à 2 mètres de puissance, bleu foncé Argile, Grès micacé, Calcaire coquillier, très-bitumineux.	Milliolites et hippurites; Fossiles marins sans mélange.
				Coquilles d'eau douce, Cyclades et mélanopsides.

Passage au système tertiaire d'eau douce de Fuveau; lorsque le système est complet, comme sur les flancs de la vallée de l'Arc, depuis Trets jusqu'à Martigues, sa puissance est de 120 mètres environ.

Mais à la Cadière, la formation s'arrête aux calcaires à hippurites et milliolites supérieurs à la couche de combustible *B'*, ce qui réduit la partie existante en ce point à 85 mètres. Le quartier du Colombier permet d'en faire une étude assez détaillée. A en juger par les débris amenés sur le sol près du puits Bazin, la couche sableuse

et aquifère, atteinte par le sondage de 1828, foré au fond de ce puits, est précisément celle que nous avons désignée par la lettre A. Au bas du Colombier, les couches qui plongeaient au sud, se relèvent brusquement, et prennent l'inclinaison opposée en formant un V. Les travaux d'exploitation des lignites permettent seuls de suivre la position des strates dans cette partie bouleversée.

La partie supérieure de la craie, telle que nous venons de la décrire, se présente aussi à quelques cents mètres au sud du bourg du Castellet avec ses affleurements de lignite. La craie ordinaire, remarquable par ses hippurites en nombre prodigieux, se montre au nord du Castellet et sous le village même. Ses couches plongeant au sud, servent de support à la craie supérieure. A Toulon, à la campagne Roustan, située à 4 kilomètres à l'ouest de la ville, s'offre un débris du dépôt de la craie d'eau douce, avec les fossiles et les calcaires cités au quartier du Colombier, à la Cadière. Mais le terrain très-disloqué à Toulon n'offre que des couches rapprochées de la verticale, et dont le calcaire est si altéré qu'il est devenu friable et blanc comme la craie de Meudon près Paris. Au-dessus des marnes noires du grès vert, la craie ordinaire et la craie supérieure se présentent sur le flanc septentrional de la Sainte-Baume; les couches redressées verticalement se montrent au pied de l'escarpement de Bretagne, vers l'ouest, et se prolongent avec une inclinaison décroissante vers la Brasque, la chapelle de Saint-Jaume, et jusqu'à la campagne Giniès. Toutes les couches plongent vers le sud, comme si elles s'enfonçaient sous les bancs compactes du Jura moyen.

La craie à hippurites qui constitue la petite crête de Saint-Janme, est recouverte par la craie supérieure avec écérithes, agathines, mélanopsides, cyclades, huîtres

et milliolites. Tout cet ensemble, y compris le grès vert, donne à peine 300 mètres d'épaisseur. Ce terrain fouillé en plusieurs points, pour suivre les couches de combustible, vient butter et s'arrêter brusquement contre la masse jurassique de la partie culminante. Interrompue un instant par le calcaire du Jura moyen; le système de la craie reprend à l'est, vers Fontfrède, et de là s'abaisse vers Mazaugues, Saint-Julien, Engardin, La Celle et Candelon.

Dans tout ce développement rectiligne de l'est à l'ouest, la craie supérieure se montre fidèle compagne de la craie à hippurites; le plongement au sud se maintient avec une grande constance, et toujours en recouvrement des hippurites se montrent les traces de couches de combustibles, et les milliolites et les fossiles d'eau douce.

Si l'on quitte le gradin du Plan d'Aups, élevé à 600 mètres au-dessus de la Méditerranée, pour descendre jusqu'au gradin inférieur du pas de Peirui, situé seulement à 400 mètres d'élévation, on trouve un autre lambeau de la craie à hippurites et de la craie supérieure.

Dans les Bouches-du-Rhône, le même système de formation grès vert, craie à hippurites, craie supérieure, se montre depuis l'origine de la vallée de l'Arc, à Tretz, au quartier de *Quirbon* et des Reynauds, et de là en marchant à l'ouest, on traverse à la montée de Peynier le quartier du *Jayet*, qui doit son nom aux mines de Jayet, de la craie supérieure; on suit ainsi la craie ordinaire et la craie supérieure à la Pomme-de-Fuveau, et puis on les reprend à Saint-Savournin. Mimet, Simianne, La Malle, les Pennes et Martigues. Dans le nord-est du Var, les diverses parties du terrain que nous venons de signaler, se montrent superposées au terrain néocomien depuis le bassin de Taulane au pied de l'Achens, jusqu'à



**Courségoules.** Le fond des vallées , parallèles à celles de Thorenc au nord et au sud de l'Achens, est presque toujours rempli de grès vert supérieur, facile à reconnaître par le grand nombre de ses petites gryphées à crochet strié. Dans les vallées au nord, les étages de plus en plus supérieurs se dessinent largement; ainsi dans la vallée de Lales, Lafoux et Baumette, la craie tufacée se montre sur une grande surface, et ses couches plongeant au nord, viennent se poser à stratification transgressive sur les strates jurassiques de Tayon et de la montagne Saint-Auban.

Enfin, dans la vallée de l'Estéron, vers Briançonnet, Collongue, Sallagrifon et la Roque-Estéron, c'est la craie à nummulites, supérieure à la craie tufau, qui vient couvrir les dépressions, de ses couches bitumineuses et presque verticales.

Vers le midi et au-dessous du grand plateau du nord du département, on trouve encore le *grès vert* par lambeaux à Tourrettes-les-Vence.

Dans le *nord-est*, quelques parcelles du même système de grès vert se présentent encore interrompues entre Comps et Aiguines; il reparait vers Artignosc, Latour, Montmeyan, et se prolonge par lambeaux vers Saint-Julien-le-Montagnier et Ginasservis. Dans toute cette dernière partie, c'est le système à gryphées colombes qui reparait. Pour compléter la description de la craie du nord du Var, il faudrait ici mentionner le type plus bitumineux que présente le grès vert déposé dans les vallées du Jura inférieur, aux environs de Castellane. Les couches calcaires et les grès verts ont disparu dans ce type chimiquement modifié par la présence des marnes bitumineuses, de sorte que c'est une formation du *grès vert* uniquement composé de marnes noires qui reproduisent la principale masse des fossiles déjà énumérés,

excepté le *pecten quinque costatus*, le *gryphea columba*, et le *turrilites costatus*, et quelques autres différences moins importantes. Ce type du grès vert à marnes noires semble se rattacher plus intimement aux calcaires à nummulites, que nous aurons à examiner bientôt comme terminant la série crétacée du nord du Var. Ici, il nous suffit de dessiner à grands traits ses principaux caractères, parce qu'il ne se montre qu'incomplètement dans la vallée la plus septentrionale du département, dans le bassin de l'Estéron.

*Craie supérieure du nord du Var.*

Au-dessus du terrain caractérisé par les couches calcaires, rempli de grands gryphées colombes, se montrent des marnes sableuses de couleur foncée; puis apparaissent des bancs calcaires pétris de nummulites appartenant à l'espèce *contortus*, avec des coquilles multiloculaires, probablement des *Rothalies*, des oursins, espèces que nous n'avons pu déterminer, et autres fossiles. Mais les *nummulites* sont les fossiles tellement dominants, que dans les calcaires où ils se trouvent les individus semblent se toucher. A Collongues, Sallagriffon et La Roque, on suit ce système, signalé par les marnes noires profondément ravinées, qui supportent des couches de calcaire d'un gris blanchâtre, pétri de nummulites. Les strates sont tellement relevés qu'ils se rapprochent de la verticale, notamment à La Roque-Estéron, au pied septentrional du Cheiron. Dans cette région bouleversée, où les rocs du Jura interrompent fréquemment le dépôt crétacé, il est bien difficile de démêler les relations des diverses parties de terrain de craie.

Mais à l'est de Nice, entre la baie de Villefranche et

celle de Saint-Ospice, l'ordre des formations se montre avec la dernière évidence.

Les assises à grandes gryphées colombes se posent à stratification discordante sur le Jura moyen, qui forme la presqu'île du fanal de Villefranche. Les calcaires à gryphées colombes offrent une telle identité de fossiles et de caractères minéralogiques avec ceux que nous avons signalés à Taulane, près la Martre, et à Seranon, que l'on ne peut douter qu'on se trouve placé sur le même horizon géognostique. Au-dessus des calcaires à gryphées se posent de nombreuses couches de grès et marnes siliceuses, verdâtres et de couleur très-foncée, plongeant vers le nord sous un angle de 45°, puis devenant plus inclinées, et tout à fait verticales lorsqu'on arrive vers le fond de la baie de Villefranche, de sorte qu'en allant du sud au nord, on atteint les couches de plus en plus modernes, on voit enfin les calcaires à nummulites, que l'on peut suivre en direction vers l'est, jusqu'à ce qu'elles plongent dans le golfe de Saint-Ospice; ainsi les marnes et les grès de couleur foncée verdâtre, que l'on peut évaluer à une puissance de 800 mètres, forment la séparation de la craie à *grandes gryphées colombes*, de l'étage caractérisé par les *nummulites*; là se trouve bien justifiée, par la superposition, la place que nous assignons au calcaire à nummulites; les fossiles viennent parfaitement à l'appui de cette détermination. Le calcaire à nummulites, bien développé dans les hautes et basses Alpes, arrive, d'après M. Gras, à 1000 mètres de puissance; dans le Var, on ne trouve qu'une partie du dépôt, et on ne peut pas mesurer son épaisseur.

Les dentales, les fungites et les nummulites, et les échinides *spatangues* que nous avons reconnus à Colongues, donnent aux débris zoologiques de cet étage la plus grande analogie avec ceux de la craie supérieure

de la Cadière et de la Pomme près Fuveau , dans les basses et les hautes Alpes, où la même formation continue à se montrer. M. Gras a trouvé des *cérithes*, des *mélanies* et des *cyrènes*, qui complètent l'analogie, et démontrent, dans cette portion de la craie, une liaison aussi intime avec les terrains tertiaires marins que celle que nous avons reconnue à la Cadière avec des fossiles tertiaires d'eau douce. Des *cérithes* et des *cyrènes* ont été signalées dans la craie supérieure du sud-ouest.

Ainsi la craie supérieure du nord-est du Var est marine, tandis que celle du sud-ouest, par le mélange des fossiles, se lie au système d'eau douce; mais il y a dans la partie marine des deux types des fossiles communs: des *milliolites*, des *nummulites*, et des *fungites*; il existe même un point où la craie supérieure du nord passe au dépôt d'eau douce. Au pied de Lachens, à la Roque-Esclapon, le terrain de craie à grandes gryphées colombes, accompagné de bancs de poudingue, s'avance en se redressant en couches verticales, dirigées vers l'ouest, à travers la gorge qui sépare la montagne de Lachens de celle de Broui, et par ce défilé il va se joindre au dépôt de grès vert et de craie de Taulane-la-Martre. Dans la partie nord du bassin de la Roque, un système de calcaires friables bitumineux se superpose à la craie, et se fond avec elle d'une manière insensible; et dans ces couches bitumineuses existe une couche de lignite accompagnée de *cyclades* et *potamides*, et autres coquilles qui marquent le passage de l'eau salée à l'eau douce, absolument comme dans le dépôt crétacé supérieur du Colombier, à la Cadière.

Ainsi la craie supérieure du nord du Var semble reproduire le phénomène du passage aux terrains tertiaires d'eau douce, déjà observé dans la craie du sud-ouest; il y a complète analogie dans l'ensemble des phé-

nomènes géologiques de ces deux formations éloignées, mais grande différence dans l'élément minéralogique et paléontologique. La puissance totale de la formation de la craie du nord du Var peut s'exprimer ainsi :

	Grès vert et craie, tufau. . .	150 mètres environ.
Craie moyenne.	{ Marnes inférieures au calcaire à nummulites. . . . .	800 —
Craie supérieure.	{ Calcaire à nummulites. . . .	1000 —
Total. . . . .		1950 mètres.

Lorsque les marnes et les calcaires à nummulites sont remplacés par le calcaire d'eau douce de la Roque-Esclapon, la puissance est réduite à 200 mètres.

En jetant un coup d'œil d'ensemble sur les caractères de cette formation, on est frappé de l'influence que les débris marneux des montagnes jurassiques des Alpes ont exercée sur son développement et sur ses caractères minéralogiques et paléontologiques. Il est évident qu'elle a été engendrée dans des bras de mer très profonds, recevant des masses d'eau trouble qui venaient de raviner les flancs des montagnes encaissantes. De sorte que le système crétacé du nord du Var, absolument semblable au système crétacé des hautes et basses Alpes, des Fiz, des Diablerets, d'Entrevernes et autres régions alpines, a été évidemment influencé par les détritits marneux du Jura et des Alpes, comme le système du grès vert du sud-ouest paraît avoir été influencé par les grès enlevés au système de Maures et de l'Esterel.

La partie commune des caractères paléontologiques des deux types est, vers le bas, la GRYPHÉE COLOMBE, et, dans le haut, les NUMMULITES; mais en considérant les masses, les débris organiques sont bien différents. Les *bélemnites*, dans le système *du nord*, qu'on pourrait aussi appeler alpin, et les grandes *gryphées colombes*,

abondantes dans le type du nord ; les nombreuses *hippurites* du système du sud-ouest, reproduisent les mêmes différences que celles déjà signalées dans les types néocomiens. Sur un même bassin, l'analogie des circonstances génératrices a amené l'analogie dans les débris organiques des deux dépôts immédiatement successifs, le terrain néocomien et le terrain crétacé, tandis qu'entre les *formations contemporaines*, des circonstances physiques et chimiques différentes du dépôt, ont fait naître des *différences* correspondantes dans les débris organiques.

Il est bien remarquable que nous ayons encore ici, dans les âges récents, des différences paléontologiques analogues, et plus *tranchées* encore que celles déjà offertes par le département du Var, dans ses deux types de formations du Jura inférieur ; et que nous trouvions sur ce département le type crétacé de la Gascogne et du Languedoc, signalé par ses *calcaires* et ses *hippurites*, en regard du type crétacé des Alpes, caractérisé par ses marnes noires et ses *bélemnites*.

Le classement des débris organiques des *Alpes* se ramène à celui des *bélemnites*, comme le classement des dépôts calcaires peu puissants se base sur les *gryphées* et les *huîtres*, et genres analogues.

La comparaison des puissances du type crétacé est non moins intéressante que celle des autres éléments.

CRAIE DU SUD-OUEST.		CRAIE DU NORD.	
Siliceuse et calcaire.		Marneuse chloriteuse.	Marneuse bitumineuse.
Terrain néocomien. . .	646 mètres.	300 mètres.	300 mètres.
Grès vert. . . . .	840 —	300 —	300 —
Craie. . . . .	240 —	800 —	800 —
Craie supérieure. . .	85 —	—	1000 —
Total. . . . .	1811 mètres.		2400 mètres.

Réduite à Plan-d'Aups à 300 mètres.

On peut ainsi reconnaître une série de gisements parallèles à ceux placés entre Plan d'Aups et Brignoles, et vérifier toutes les circonstances du gisement que nous avons énumérées avec quelques différences locales, sur lesquelles les bornes de ce travail, particulier au département du Var, ne nous permettent pas de nous appesantir. Il nous suffit de constater ici la généralité des relations géologiques, découvertes dans le département du Var; c'est là une chose utile, non-seulement pour la science, mais encore pour l'industrie, qui pourra, plus tard, s'emparer des dépôts de combustible de la craie, enfouis dans les deux départements contigus.

L'ensemble du grès vert et de la craie ordinaire et supérieure, constitue dans le bassin de la Cadière une masse puissante de 1165 mètres.

Dans cette masse, les calcaires en bancs bien marqués ne paraissent pas former plus de 160 mètres. Ainsi il y a 1000 mètres de grès et marnes plus ou moins pénétrés de l'élément calcaire. On voit que le caractère dominant de ce terrain crétacé est celui d'un dépôt formé dans un bassin profond et grandement agité, où le sédiment mécanique siliceux l'emporte prodigieusement sur les autres éléments. On est ainsi conduit à admettre que les grès secondaires anciens, qui plongent sous les flots du littoral du Var vers Saint-Nazaire et les îles des Ambiers, avaient fourni, par leur détritits, une grande partie de l'élément de cette formation. Les noyaux de grès rouge, empâtés dans le grès vert de la Ciotat, sur le prolongement du même bassin, donnent à cette induction une

(1) Le grès vert de Martigues et de Gignac est moins puissant et moins bitumineux que celui de la Cadière, et offre à un plus haut degré la teinte verdâtre. On y a mis à découvert, vers la Mède, à Martigues, des couches de lignite identiques à celles de Piolenc et Montdragon (Vaucluse).

nouvelle force, et font présumer que vers la Ciotat était placée la tête du bassin qui recevait les courants partis des montagnes de grès rouge.

Cet aperçu reçoit une nouvelle confirmation de l'examen du grès vert de la vallée de l'Arc, tout encaissée dans les calcaires et marnes jurassiques, et dans laquelle les détritiques siliceux sont bien moins abondants, les noyaux de grès rougeâtre manquent, et le grès vert de cette dernière vallée présente une puissance totale bien moindre.

Nous allons maintenant décrire l'autre type crétacé, celui du nord du Var. Dans cette étude nous aurions à reproduire tous les principaux résultats consignés par M. Duval-Jouve, dans son excellente monographie des terrains situés entre Castellane et Grasse. Nos propres observations sont parfaitement concordantes avec celles de cet habile et infatigable naturaliste, qui depuis dix ans explore cette contrée avec une intelligence que nous aimons à proclamer.

Nous divisons ce type en trois parties, correspondantes aux divisions du sud-ouest.

Grès vert, marnes noires de M. Duval ;

Craie, craie tufacée à grandes gryphées colombes ;

Craie supérieure, marnes et calcaires à nummulites.

*Craie type du nord du Var. — Marnes noires.*

Grès vert inférieur.	{	Marne arénacée, passant au grès rempli de grains verts et d'ammonites, nautilus, hamites, turrilites et échinides, dents et vertèbres de poissons non perforés.	Bois dycotylédones, perforés ; Turbinolia inédite, Cidaris, plusieurs espèces ; Discoïda subuculus, Terebratula ovata, Lrv. ; — semistriata, Lam. ; — plusieurs espèces ;
		<i>Marnes noires</i> et arénacées, peu de grains verts (Val de Roure).	{ <i>Ostrea</i> , deux espèces inédites (l'une d'elles fortement carénée) ; <i>Gryphea</i> inédite, <i>Plicatula</i> .



Grès vert supérieur.	Marnes grises feuilletées, sableuses, dépourvues d'autres fossiles que dents de squales.	<i>Pecten quinquecostatus</i> , Sorv.; <i>Inoceramus sulcatus</i> , Sorv.; <i>Natica</i> , deux espèces inédites; <i>Solarium</i> inédit, <i>Trochus</i> , 7 à 8 espèces; <i>Turritelles</i> , <i>Turbo</i> , 3 à 4 espèces;	
	Marnes alternant avec couches de calcaires <i>siliceux</i> , gris jaunâtre dans la cassure fraîche, rouge ocreux dans la cassure ancienne, souvent mêlés de grains verts. Grande quantité de jeunes individus de gryphées colombes à crochet strié, très-contourné, avec discolites, gervities, trigonies, scabres, cucullées, énormes plagiostones, térébratules et polypiers, et une grande quantité de bivalves indéterminées (Taulane, Séranon).	<i>Rostellaria Parkinsoni</i> , Mant.; <i>Belemnites semi-canaliculatus</i> , <i>Nautilus Clementinus</i> , d'Orb.; <i>Ammonites inornatus</i> , — <i>Parandieri</i> , — <i>latè dorsatus</i> , — <i>impessus</i> , — <i>tortisulcatus</i> , — <i>Bendanti</i> , — <i>splendens</i> , — <i>Fittoni</i> , d'Archiac; — <i>Raulinianus</i> , d'Orbigny; — <i>Guersanti</i> , d'Orb.; — <i>Denarius</i> , Sorv.; — <i>interruptus</i> , — <i>Lyelli Leymerie</i> ; — <i>mamillaris</i> , Schlosteim; — <i>monile</i> , Sowerby;	
	Marnes sans fossiles.	<i>Turritiles</i> , deux espèces inédites; <i>Baculites</i> , <i>Hamites rotundus</i> , deux espèces inédites.	
	Grès friables verts. Craie tuffau.	Calcaires avec grandes gryphées colombes (la Doire, environs de Lattes et de Brunet).	Dents de squales. Vertèbres de poissons grosses. <i>Nautilus triangularis</i> , Montf.; <i>Turritiles costatus</i> , Sowerby; <i>Ammonites Rotomagensis</i> , <i>Gryphea columba</i> , <i>Orbitolites</i> .

Puissance totale, environ 100 mètres à 300.

Dans l'ensemble de tout ce dépôt, la partie qui a le plus souvent attiré l'attention des industriels, c'est le dépôt des marnes noires du système des grès verts inférieurs.

que l'on aperçoit au Val-de-Roure, et qui ont été signalés comme des couches de lignite; mais la partie terreuse s'élevant à plus de 50 pour 100, jamais on ne pourra les utiliser un peu en grand comme combustibles.

Lorsqu'il est bien complet, le système du nord ou le système alpin est beaucoup plus puissant: c'est encore un phénomène pareil à celui que nous ont montré les épaisseurs *du terrain jurassique* des divers types. Ainsi, la remarquable variété des terrains calcaires secondaires se ramène complètement à des lois uniformes, et ces lois démontrent, en résumé, l'influence toujours plus marquée des débris des roches formant les points de départ des eaux affluant dans les grands bassins. Cette influence s'est toujours plus prononcée, au fur et à mesure de l'accroissement des continents, et elle se montrera plus fortement empreinte dans les terrains tertiaires.

Sous le rapport chimique, les terrains crétacés du Var paraissent offrir la réunion de détritius des terrains préexistants avec la continuation du dépôt de carbonate de chaux qui a déjà produit les calcaires conchyliens et jurassiques.

La quantité de carbonate de chaux, ainsi précipitée dans les terrains crétacés, peut être évaluée pour le sud-ouest du Var de la manière suivante :

Terrain néocomien. . . . .	90 centièmes, soit. .	582 mètres,
— grès vert. . . . .	50 — —	420 —
— craie. . . . .	90 — —	216 —
— craie supérieure. 95	— —	81 —
		1299 mètres;
Calcaires antérieurs ont produit. . . . .		1520 —
Total du carbonate de chaux secondaire. .		2819 mètres.

Ce chiffre, mis en regard des 5433 mètres de silicate

décomposée, dont les terrains silicieux antérieurs offrent le résidu insoluble, donne une idée complète des phénomènes chimiques qui ont présidé à la constitution des terrains sédimentaires du département.

*Terrain tertiaire.*

*Ordre des peroxydes et des sulfates (1).*

Nous divisons les terrains tertiaires du Var en cinq groupes ou sections :

Terrain tertiaire ancien ,

— tertiaire moyen ,

— — récent ou supérieur ,

— — diluvien ,

— — alluvions modernes et terres végétales.

Les illustres géologues à qui nous devons la carte géologique de la France, n'ont pas reconnu dans les départements du Var et des Bouches-du-Rhône le groupe tertiaire ancien que nous venons de signaler, et dont le meilleur type est la Provence, le terrain de lignite des environs de Fuveau, dans la vallée de l'Arc. Ils ont confondu dans un seul et même groupe le dépôt de lignite de la Cadière intercalée dans la craie supérieure, soit avec le terrain à lignite de Fuveau, Pourrières, Saint-Zacharie, qui, dans les vallées de l'Arc et de l'Huveaune, représentent le terrain tertiaire ancien, soit avec la formation de Brue, Barjols et de Salerne qui constitue évidemment à nos yeux le terrain tertiaire

(1) Le sulfate de chaux ne se trouve *déposé* en couches bien caractérisées que dans cette période. Les masses de gypse qu'on trouve dans les formations plus anciennes, y sont *toujours* le produit d'une altération chimique postérieure au dépôt; ainsi le sulfate de chaux ne devenant une roche principale que dans les terrains de l'ordre actuel, nous sommes fondés à réserver le nom de terrain à *sulfates* pour les dépôts de cette période.

moyen. Or, la différence de position, de composition minéralogique et de débris organiques est facile à saisir dans le bassin de l'Arc où les trois groupes existent à la fois et posés les uns sur les autres. Les couches dirigées de l'est à l'ouest et plongeant au nord permettent de reconnaître les diverses formations en allant du sud au nord.

Le dépôt à lignite intercalé dans la craie se montre très-clairement à l'auberge de la Pomme, sur la route qui mène aux mines de Fuveau, déposé immédiatement sur le calcaire à hippurites, à stratification concordante. Il est composé de *sables et calcaires sableux* qui deviennent *compactes, argileux et bitumineux*, à mesure qu'on s'élève dans la série où se présentent les affleurements de lignite.

Les fossiles sont d'abord **MARINS** : milliolites, fungites, hippurites, et nummulites.

Puis **FLUVIATILES** : *potamides, cyclades, cyrènes, mélanopsides*, etc.

Ensuite de nouveau **MARINS** : *huîtres* particulières, *milliolites, nummulites, hippurites, cardites*.

Il existe des bancs où le mélange des fossiles marins et d'eau douce est bien marqué.

Au-dessus de ce groupe, qui est une dépendance évidente de la craie, se posent toujours, à stratification concordante, des couches calcaires de plus en plus bitumineuses, de couleur bleu foncé encaissant les couches de lignite exploitées aux environs de Fuveau. Dans sa partie supérieure, cette formation perd peu à peu son principe bitumineux, les couches calcaires deviennent blanchâtres.

Les fossiles sont ici essentiellement fluviatiles, *cyclades striées, mélanopsides, unios* et autres analogues. Le groupe actuel forme le terrain à lignite de Fuveau proprement dit, il se lie de la manière la plus intime, soit

par la stratification, soit par la composition des roches, soit par les débris organiques, avec le terrain précédent, appartenant à la craie.

Si de Fuveau on vient à passer l'Arc et atteindre le terrain des plâtrières d'Aix et du plateau de Venelles, on trouvera au-dessus des grès qui terminent le terrain à lignite de Fuveau :

1° Des poudingues à noyaux de quartz alpin et de calcaire jurassique, alternant avec des calcaires compactes ornés de taches roses (défilés de l'Angesse, et de la Galante, et Tholonet);

2° Une grande masse de calcaires blanchâtres, un peu argileux, avec quelques minces couches de lignite (Val-Brillant);

3° Des argiles rouges et des grès;

4° Les calcaires d'eau douce bitumineux des couches subordonnées de gypse subsaccharoïde, intimement mêlé de calcaire, avec couches de lignite (Venelles);

5° Du sable et le calcaire grossier jaunâtre, si connus sous le nom de mollasse (plateau de Saint-Marc).

Les fossiles *lacustres* à la base de ce nouveau terrain, appartiennent principalement aux genres : *planorbes*, *paludines*, *hélices*, ils sont ensuite *fluviatiles* et *marins* vers la partie supérieure. On y rencontre surtout des *cyclades lisses* et des *potamides*, puis des *huîtres* (*ostrea virginica*) et autres, les *pectens* et les nombreux coquillages marins qui caractérisent la mollasse.

Ainsi, les débris organiques, d'accord avec la nature des roches, établissant ici un ordre de formation totalement distinct du calcaire à lignite de Fuveau, les *poudingues* de Galante et de l'Angesse, bien mieux encore que ne le ferait une discordance de stratification, démontrent qu'après que la période où le lignite de Fuveau s'est tranquillement déposé, est venue une série

de perturbation et de mouvement qui ont préparé un terrain totalement différent du précédent.

Il résulte de ces observations :

1° Que le terrain à lignite de Fuveau est tellement bien lié à la période crétacée, qu'il est nécessairement le terrain tertiaire le *plus ancien*. On devrait même le considérer comme antérieur à l'argile plastique de Paris qui repose sur la craie à stratification discordante ;

2° Que le terrain tertiaire de l'Angesse, du Tholonet et du plateau de Venelles, avec ses grès et sables rouges, ses poudingues, ses calcaires bitumineux à paludines et la mollasse, est évidemment postérieur au terrain tertiaire ancien.

Comme, d'autre part, ce terrain d'Aix est antérieur évidemment au terrain tertiaire supérieur qui constitue le poudingue de la Durance, il s'ensuit que les formations des environs d'Aix, depuis Langesse et le Tholonet, jusqu'à Venelles, appartiennent bien certainement à l'âge *tertiaire moyen*.

Les bases de la classification que nous venons d'exposer ont été reconnues exactes par tous les géologues qui, comme nous, ont sérieusement examiné la localité ; depuis quatorze ans nous avons parcouru ces contrées en tout sens, M. Matheron les a examinées sous le rapport conchyliologique pendant un intervalle de temps plus long encore. M. de Bonnard, M. Gucymard, M. Diday, M. Renou, chargé de la carte géologique de l'Algérie, et M. Coquand, professeur de géologie à Aix, ont tous été amenés aux mêmes conclusions dès qu'ils ont vu les points que nous leur signalions.

#### *Terrain tertiaire ancien.*

Le terrain tertiaire ancien existe, dans le département

du Var, à Pourrière et Pourcieux, dans le haut de la vallée de l'Arc, à Saint-Maximin, Ollières et Seillons, dans la vallée de l'Argens, enfin, à Saint-Zacharie, Nans et pas de Peirui, au nord de la Sainte-Beaume.

Nous allons décrire cette formation dans chacun des bassins où elle s'est déposée. Ici les descriptions locales sont seules possibles, parce que, dans la période tertiaire, les variations que présente un même terrain en passant d'une vallée à l'autre, sont en général fortement caractérisées.

*Bassin de l'Arc.*

Le terrain de lignite est essentiellement formé de calcaires bitumineux, compactes, durs, à cassure conchoïde, exhalant par le choc une odeur tellement caractérisée de bitume mêlé d'hydrogène sulfuré, que cet indice seul suffit pour les faire reconnaître dans leur cassure fraîche et leurs parties non altérées. Ces calcaires sont mêlés d'argile très-fine. Voici deux analyses faites par M. l'ingénieur des mines Diday, sur deux calcaires très-bitumineux pris dans les mines de Belcodène, non loin de Fuveau, et qui permettront de juger de la composition de l'ensemble.

	Calcaire de la mine du Gros-Rocher	Mine de Quatre-Pans
Eau et matières bitumineuses. .	075	035
Pyrites. . . . .	055	004
Oxyde de fer. . . . .	039	000
Carbonate de chaux. . . . .	518	957
Carbonate de magnésie. . . . .	093	000
Argile. . . . .	220	004
	1000	1000

En moyenne, on peut évaluer la quantité de bitume de 2 à 3 pour cent, les pyrites de 1 à 2 pour cent et l'argile à 4 ou 5 pour cent; quant à la magnésie, elle s'y

trouve en quantité très-variable. Abonderait-elle davantage dans les couches les plus argileuses ?

Ce terrain se divise en deux étages :

Étage inférieur.	{	Calcaires bitumineux sans lignite ,	a.
		Calcaires bitumineux avec couches de lignite exploitées.	b.
Étage supérieur.	{	Grès calcaires oolitiques et sable ,	a.
		Calcaires blanchâtres, peu bitumineux, alternant avec marnes irisées.	b.
		Sables et grès irisés.	c.
		Calcaires bitumineux avec indices de lignite.	d.

*Étage inférieur.*

*a.* Les calcaires bitumineux qui succèdent immédiatement à la craie supérieure et qui précèdent la première mine exploitable, connue sous le nom de *grande mine*, constituent une masse puissante de 183 mètres et sont fortement imprégnés de débris de *mélanopsides*, *cyclades*, *striées*, *unios*, *cyrènes*, *potamides*.

*b.* Puis viennent sept couches de lignite exploitées aux environs de Fuveau et dispersées sur une masse de calcaires bitumineux de 130 à 132 mètres de puissance. C'est là ce que nous appelons la zone carbonifère, terminée par un banc de grès vert bleuâtre, lorsqu'il n'est pas altéré et que le silicate de fer qu'il contient n'est pas décomposé. Mais le fer, en se suroxydant, communique à ce banc une couleur roux jaunâtre, fortement prononcée, qui a valu à ce banc le nom de *barre rousse*, bien connu des mineurs de Fuveau. — Puissance totale des deux groupes *a* et *b*, 313 mètres.

Fossiles :

Les *cyclades striées* dominant ; elles sont accompagnées de *mullettes*, *d'anodontes*, *mélanopsides*, *ampullaires*, *lymnées*, *néritines*, *paludines* et *physes* ;

*Mâchoires de crocodiles* et coprolites ;

*Carapaces de tortues émydes*.



*Étage supérieur.*

*a.* Calcaires siliceux et grès ferrugineux à ciment calcaire avec silicate de fer verdâtre et du bitume qui colore la masse en gris dans les parties où elle n'est pas altérée. Dans quelques couches, le calcaire, en se concentrant dans de petits noyaux, a formé des amygdales ou oolites de grosseur variable, depuis 1 centimètre de diamètre jusqu'à 8 centimètres. Ces couches se terminent par des grès micacés rougeâtres.

La puissance de cette zone siliceuse est de 174 mètres.

*b.* Calcaire blanchâtre, peu bitumineux, alternant avec des marnes irrisées. Ce groupe constitue, aux environs de Fuveau, la colline sur laquelle est établie la fabrique de soude de MM. *Menut*. Les bancs calcaires n'offrent plus ici, comme dans l'étage inférieur, depuis 1 jusqu'à 2 mètres de puissance. Mais les couches les plus ordinaires ont à peine 50 centimètres d'épaisseur; elles sont peu bitumineuses et offrent peu de coquilles. — Ainsi, par l'absence de bitume ou toute autre cause, le calcaire s'est plus nettement séparé de l'argile.

Fossiles :

*Cyclotoma disjuncta* de M. Matheron.

*c.* Sables et grès irisés.

Ces sables sont à grains fins et micacés, mêlés d'argile. Il y a, en général, peu de cohésion et les grès sont rares. La couleur dominante est le rouge sale et la teinte lie de vin. On le trouve au sud du Pont-de-Bachasson vers les *Amadiliés* et *Veuve-Long* (Cassini).

*d.* Calcaires en couches puissantes de 1 à 2 mètres, légèrement argileux et bitumineux, avec deux indices de mines de lignite; ces indices sont très-apparents sur les escarpements méridionaux de la ligne de hauteurs que

l'on voit depuis le *Four*, près Meyreuil, jusqu'à *Château-Neuf-le-Rouge* et *Rousset*.

Fossiles :

*Helix*, voisine de l'hélix *algira* ;

*Planorbis*, *physes*, etc.

Considéré dans son ensemble, le système tertiaire ancien de la vallée de l'Arc offre cela de remarquable, que les traces végétales sont excessivement rares dans le charbon fossile et les bancs qui le précèdent ou le suivent. Ce sont les débris de coquilles qui amènent l'élément charbonneux. Ainsi, dans le voisinage de la mine la plus puissante, là, où toutes les couches calcaires sont douées d'une teinte bleue foncée, à cause de l'abondance de l'élément bitumineux, les coquilles sont aussi beaucoup plus nombreuses. De même au-dessus du toit calcaire de chaque mine de charbon, se présente un banc tellement pétri de fossiles testacés, que les mineurs donnent à ces bancs les noms de couches coquillières.

Il est frappant de voir que le banc *coquillier* de chaque mine de charbon est d'une épaisseur proportionnée à la mine de charbon elle-même. — Il est évident, ainsi, que chaque dépôt charbonneux s'est formé dans une période de tranquillité, qui a favorisé le développement des êtres organisés, vivant dans le grand lac tertiaire.

Dans la partie haute de la vallée de l'Arc, à son extrémité Est, à Pourrières et Pourcieux, on ne trouve que le terrain tertiaire ancien, et la seule partie visible de ce terrain est le groupe *a* de grès calcaires oolitiques et sables que l'on suit d'une manière continue depuis Jas de Bassas, à l'ouest de Fuveau, jusqu'au bourg de Tretz, Bouches-du-Rhône, et, de là, sur la nouvelle route royale aboutissant à Pourcieux (Var). Les couches plongeant au nord et dirigées de l'est à l'ouest, tournent au haut de la vallée et viennent se montrer sous le village

de Pourcieux. De ce point elles s'avancent vers Puylobier, pour s'infléchir vers l'ouest et devenir fortement plongeantes au sud, lorsqu'elles atteignent ce village. De sorte que l'ensemble du dépôt tertiaire forme le fond du bateau, en se relevant sur toutes les rives de la vallée de l'Arc.

Les grès de Pourcieux et de Pourrières, agglutinés par un ciment calcaire, sont intérieurement d'une dureté telle, que les travaux de forage d'un puits artésien, entrepris en 1834 à Pourrières, ont été abandonnés à cause de l'excès des dépenses que causait cette dureté. On nous a montré, à quelques cents mètres au nord de Pourrières, un grès dans lequel un docteur en médecine affirmait que l'on avait rencontré des ossements de mammifères; il est bien à regretter que ces débris n'aient pas été déterminés.

A Pourcieux, le terrain de grès repose immédiatement sur le calcaire jurassique moyen, et au contact les couches rougeâtres marno-siliceuses sont chargées de minéral de fer pisiforme.

A l'est de Pourrières, les couches inférieures au grès sont masquées par la terre végétale qui ne cesse de couvrir le sol que lorsque l'on est arrivé à des bancs sableux et de calcaires marneux qui nous paraissent appartenir au système crétacé, et, spécialement au dépôt néocomien. D'après ces circonstances, il est probable que les calcaires bitumineux de la zone carbonifère affleurent à l'est de Pourrières, en recouvrement du système crétacé. Cette probabilité a une valeur industrielle que nous développerons dans le chapitre consacré à l'application de la géologie du Var à l'industrie.

*Terrain tertiaire ancien de Saint-Maximin, Seillons et Ollières.*

Le terrain tertiaire ancien se montre dans deux espèces de golfes entourés de calcaire jurassique de Saint-Maximin à la grande verrerie d'Ollières, d'une part, et à la verrerie de Seillons, d'autre part; il y a complète identité des caractères extérieurs des calcaires bitumineux et de débris des coquilles fluviatiles, telles que cyclades striées, mélanopsides, etc., entre les terrains que nous venons de signaler et ceux de la vallée de l'Arc. Les lignites paraissent exister à Saint-Maximin, au quartier de Verdagne, mais ils sont décomposés et passés à l'état d'altération, désigné par les mineurs de Fuveau sous le nom de moulières; vers Ollières et Seillons, les couches de combustibles se manifestent d'une manière plus prononcée, mais elles sont très-minces.

Les bancs de ce terrain sont peu inclinés, ils plongent sous les calcaires du Jura qui encaissent le dépôt et viennent butter contre eux en prenant un plongement dirigé dans le même sens que celui des bancs jurassiques; le long de la route royale de Saint-Maximin à Aix, à la montée du Saint-Pilon, les couches de calcaire tertiaire reposent sur des argiles irisées, qui se moulent sur la dépression du calcaire jurassique.

Mais le caractère le plus saillant de ce dépôt, c'est la dégradation qu'il a éprouvée. Ses couches peu inclinées ont été corrodées dans leurs parties méridionales, là elles se présentent en escarpement, où leur tranche est à découvert, comme si l'érosion avait détruit le prolongement des bancs.

De plus, un changement chimique notable s'est effectué dans leur masse, leur couleur bleuâtre est devenue souvent jaunâtre, la dureté a disparu, les couches de

lignite ont été converties en un charbon terne, brunâtre et terreux. Cet ensemble de caractères que nous avons étudié en plusieurs points, non-seulement dans le Var, mais encore dans les Bouches-du-Rhône, dérive d'un seul fait : c'est la décomposition des pyrites contenues dans certaines veines des couches de charbon, constituant la partie essentielle des débris connus des mineurs provençaux sous le nom de *terreuses inflammables*.

D'autres fois c'est le calcaire lui-même qui a fourni les pyrites décomposées (1). Dans tous les cas, cette décomposition a produit le sulfate de fer qui a détruit ou transformé le bitume du charbon. Le carbonate de magnésie a été enlevé à l'état de sulfate éminemment soluble. A défaut de carbonate magnésien, c'est le carbonate calcaire qui a été entraîné à l'état de sulfate pour être déposé,

(1) Ces aperçus sur les résultats de la décomposition des pyrites dans les calcaires bitumineux, émis pour la première fois en 1839, viennent d'être pleinement confirmés par les analyses faites par M. l'ingénieur des mines Diday. Nous faisons facilement ressortir les changements chimiques que nous avons exposés, en mettant les résultats des analyses sous la forme suivante .

Lignite de Belcodène		non altéré.	altéré.
Matières volatiles. . . . .		524	535
Charbon. . . . .		452	265
Cendres {	Carbonate de chaux. . . . .	010 = $\alpha$	082 = $8\alpha$
	Oxyde de fer. . . . .	008 = $\beta$	098 = $12\beta$
	Argile. . . . .	006 = $\delta$	020 = $3\delta$
		1000	1000
		A	A'

En comparant le lignite altéré A' à celui non altéré A, on trouve qu'il y a eu destruction de 187 parties de charbon, augmentation de 176 parties de cendres, et que dans cette série la chaux et l'argile ont été de 6 fois leur ancienne dose, tandis que le fer a été multiplié par 12. C'est donc évidemment l'incorporation d'un élément ferrugineux, pareil à celui que porte le sulfate de fer, qui a

soit en cristaux, soit en poudre, à une faible distance; par une autre conséquence, le charbon altéré est devenu riche en oxyde de fer; les strates calcaires ont été privés d'une portion de leur bitume, ainsi que de leur magnésie ou d'une partie de leur chaux. Ils ont pris un aspect terne, auquel l'hydrate oxydé de fer a ajouté une teinte jaunâtre. Leur cohésion évanouie a fait place à une texture argileuse. C'est une altération chimique identique à celle que nous avons signalée dans certains gisements des couches bitumineuses du calcaire conchylien jurassique et crétacé, lorsque du gypse s'est formé à leurs dépens.

Les couches tertiaires supérieures qui couvrent le reste du bassin, se lient au dépôt tertiaire moyen que

été le principal agent de l'altération. Le charbon enrichi d'oxygène a été changé en ulmine, soluble dans la potasse.

Quatre autres analyses vont mettre à nu les circonstances de l'altération dans les calcaires.

	Calcaire de la mine du Gros-Rocher		Calcaire de la mine de Quatre-Pans	
	non altéré. B	altéré. B'	non altéré. C	altéré. C'
Eau et matière bitumineuse.	075	010	035	041
Pyrite. . . . .	055	007	004	004
Oxyde de fer. . . . .	039	061	»	005
Carbonate de chaux. . . . .	518	807	957	938
Carbonate de magnésie. . . . .	093	»	»	»
Argile. . . . .	220	115	004	012
	<u>1000</u>	<u>1000</u>	<u>1000</u>	<u>1000</u>

En comparant B' à B, on voit que les pyrites ont été décomposées; un peu d'oxyde de fer est resté, le carbonate de magnésie et une partie de l'alumine ont été entraînés à l'état de sulfate soluble, et il s'est engendré une nouvelle quantité de carbonate de chaux, sans doute à l'aide du sulfate calcaire qu'ont apporté les eaux vitrioliques. Dans l'analyse C' on voit, au contraire, que lorsque les eaux vitrioliques n'ont pas trouvé à dissoudre de la magnésie, elles ont dissous du carbonate de chaux.

l'on peut suivre sur tous les affluents de l'Argens et que nous décrirons plus loin.

*Bassin de Nans et Saint-Zacharie.*

A Nans, au quartier de la *Bastide-Blanche* (Cassini) et ensuite auprès du village lui-même, au nord des habitations, on trouve deux lambeaux de calcaire à lignite analogues à celui que nous venons de décrire dans les environs de Saint-Maximin; seulement, à Nans, les couches sont plus tourmentées, elles plongent sous un angle qui va jusqu'à 45 degrés contre le massif jurassique de la Sainte-Baume.

En marchant vers l'ouest, après avoir traversé les marnes néocomiennes de la *Taurelle*, on trouve à Pas-de-Peirui le prolongement géologique du calcaire à lignite de Nans, près la grande Bastide (Cassini).

Les calcaires bitumineux à cyclades striées, encaissant des couches de combustible, se trouvent là superposés aux calcaires à milliolites, et, dans un très-court intervalle, on trouve réunis les lignites-jais de la craie, tels que ceux exploités à la Cadière, avec les lignites tertiaires exploités, soit à Fuveau, soit même à Saint-Zacharie.

Le système tertiaire ancien est représenté, dans cette localité, par des lambeaux très-bouleversés. Il existe une position où une faille a relevé tout le terrain néocomien inférieur et reporté les couches néocomiennes à bélemnites, ammonites, térébratules et autres fossiles marins, jusqu'au niveau des bancs pleins de fossiles d'eau douce qui font partie du calcaire à lignite.

Ce relèvement s'est opéré avec une telle régularité que les couches à calcaire marno-siliceux de la formation néocomienne, se sont posées exactement sur le prolon-

gement des strates d'eau douce inclinées de 6 à 10° contre la crête de la Sainte-Baume, de telle façon que l'on serait amené à conclure que le système d'eau douce tertiaire traverse la formation marine secondaire.

Il faut une attention bien soutenue pour reconnaître la faille ; c'est là une nouvelle et intéressante preuve à ajouter à toutes les observations qui démontrent combien les erreurs de superposition sont faciles dans les terrains bouleversés.

D'autres observations non moins intéressantes peuvent être faites à Pas-de-Peirui, sur les variations d'épaisseur et les altérations que peut éprouver le calcaire à lignite.

Ainsi, la puissance des bancs qui séparent la grande mine du terrain tertiaire ancien d'avec les couches exploitables de jais, de la craie supérieure, se réduit ici à 120 mètres ; tandis que cette puissance est, à Fuveau, à Coudoux et autres points de la vallée de l'Arc, de plus de 200 mètres.

Enfin, dans les couches reconnues et traversées par une galerie destinée à explorer le gîte de lignite, nous avons constaté que les parties calcaires et marneuses étaient tout à fait altérées dans le voisinage de la faille. Le carbonate de chaux ayant été, en grande partie, enlevé par les pyrites décomposées, les couches amincies ne présentent plus que des argiles rougeâtres, résidu insoluble et oxydé des calcaires compacts bitumineux.

En descendant du Pas-de-Peirui, vers le bourg de Saint-Zacharie, on trouve les calcaires d'aspect dolomitique qui forment le pied de la Sainte-Beaume ; et l'on aperçoit dans la vallée la partie inférieure des terrains tertiaires reconnus dans la vallée de l'Arc.

Il y a néanmoins ici une différence très-importante à noter, c'est l'apparition d'un poudingue à gros noyaux jurassiques dans les bancs en couronnement des



calcaires bitumineux. Il paraît que la partie supérieure de la formation à lignite, moins riche en éléments calcaires solubles, dans l'eau du lac générateur, au lieu de calcaires puissants et de grès à grains fins, n'a pu produire que des poudingues dont les noyaux ont été fournis par les montagnes immédiatement voisines.

La formation de calcaire à lignite de Saint-Zacharie se cache à l'ouest sous les dépôts tertiaires moyens qui se prolongent de la vallée de l'Huveaune jusqu'à Marseille ; les strates tertiaires anciens à découvert, vers *Fond-Garotte* (Cassini), plongent, en général, vers le nord, comme s'ils allaient passer dessous le calcaire jurassique qu'ils encaissent à l'est et au septentrion. Il y a là encore cette fausse indication dans les plongements si souvent signalée par nous dans le département du Var.

Les couches de lignite révélées dans les bancs coquilliers avec cyclades striées, unies et mélanopsides, ont été poursuivies par des travaux d'exploitation.

Les bancs inférieurs à la zone carbonifère ne se présentent au jour nulle part, dans le bassin de Saint-Zacharie ; la terre végétale les déroberait aux regards au sud de Fond-Garotte, là où la stratification devrait les faire affleurer.

Les bancs de calcaire bitumineux ont encore subi ici une altération de la même nature que celle déjà signalée à Saint-Maximin et à Peirui. Mais cette altération est à un degré bien plus faible. Les couches d'origine noirâtres sont devenues un peu blanchâtres ; néanmoins il est resté encore une forte quantité de principe bitumineux, et le combustible a encore conservé quelques parties éclatantes et pas trop friables.

En résumant les caractères du terrain tertiaire ancien du département du Var, on voit encore que ces dépôts

sont, surtout, établis à l'origine de trois vallées de l'Arc, de l'Argens et de l'Huveaune.

Le département du Var ne possède que la partie haute de deux de ces bassins, ceux de l'Arc et de l'Huveaune, mais il contient toutes les parties du cours de l'Argens.

Il y a assez de ressemblance dans les caractères minéralogiques et paléontologiques des deux dépôts tertiaires anciens de l'Arc et de l'Huveaune, pour affirmer qu'il y a eu jonction entre eux pendant la première partie de la période tertiaire. On peut encore aujourd'hui, en passant du bassin de l'Arc dans celui de l'Huveaune, par Gréasque et Valdonne, ne pas cesser de fouler aux pieds le sol tertiaire. Le grand lac d'eau douce qui joignait ainsi les deux vallées des Bouches-du-Rhône s'étendait, en outre, dans les bassins de Saint-Maximin et de Nans. Le pied des escarpements de la Sainte-Baume à Peirui était atteint par les mêmes eaux. — La montagne des Arelles formait, alors, l'extrémité orientale d'une île jurassique qui se prolongeait par les Regagnas, le Pilon-du-Roi, les montagnes de Septème et de l'Estaque jusque vers le cap Couronne.

C'est depuis cette période qu'ont pris naissance les hauteurs de Saint-Pilon vers Pourcieux, qui ont définitivement isolé le bassin de l'Arc de celui de l'Argens, tandis que le calcaire jurassique s'est élevé vers le vieux Nans et la Sambucque, comme une barrière qui a séparé les eaux de l'Argens d'avec le lac de l'Huveaune.

#### *Terrain tertiaire moyen.*

Nous avons déjà décrit dans nos considérations générales, sur la stratification des terres tertiaires, les principaux caractères du dépôt actuel à la base, des roches

arénacées, grès ou poudingues, dont les noyaux sont arrachés aux flancs des vallées encaissantes; des grès et des marnes irisées; des couches de sable variant de couleur depuis le blanc pur jusqu'au rouge vif, mais, en général, la teinte rougeâtre dominant; des bancs de calcaire plus ou moins compacte; des couches de sulfate de chaux bien régulièrement stratifiées; des couches de lignite intercallées dans les calcaires; des coquilles terrestres ou lacustres, telles que des planorbes, des lymnées et des hélices.

Une formation d'origine marine, la mollasse, couvrant le terrain ou le remplaçant, en grande partie, et quelquefois absence complète de mollasse. — Tels sont les caractères bien variables de cette formation où les circonstances ambiantes ont impérieusement dominé. Ici, plus que jamais, est frappante l'influence des continents, la contemporanéité des produits d'eau douce et des dépôts marins, et la couleur des sédiments des matières fortement altérées par l'oxydation.

Décrivons cette formation dans les divers bassins du département.

*Terrain moyen de la vallée de l'Huveaune.*

Ce terrain consiste en argiles rouges et en poudingues à pâte de grès calcaire, avec noyaux de quartz et de calcaire jurassique. Sa liaison intime avec le terrain tertiaire ancien, à Saint-Zacharie, nous force à le placer immédiatement à la suite du terrain tertiaire ancien.

On l'observe sur la butte à l'ouest de Fond-Garotte près Saint-Zacharie, de là, il s'étend, dans la vallée de l'Huveaune, vers Auriol. Ce terrain se montre non-seulement dans la plaine, mais on en retrouve encore des lambeaux au quartier de Saint Pierre, à celui de

Sauveclare , à la montée de Saint-Claude , à Auriol ; et de là , il descend dans les parties inférieures de la vallée de l'Huveaune , où il montre ses gypses et ses calcaires bitumineux à paludines. L'argile un peu calcaire est exploitée pour poterie dans toute la vallée.

Nous nous abstenons de plus amples détails , parce que ce terrain ne montre que ses poudingues et ses argiles rouges inférieures dans les environs de Zacharié ; le reste est dans les Bouches-du-Rhône.

*Bassin de l'Argens.*

Le terrain tertiaire moyen du bassin de l'Argens est d'abord marqué en tête de la vallée par des couches d'argiles rougeâtres, des grès et des poudingues à noyaux de calcaires jurassique et conchylien , fragments de quartz et de grès modernes qui se superposent au calcaire à lignite des environs de Nans. Sur la route de Brignoles , vers le lieu appelé Logis de Nans , les poudingues de ce système offrent des noyaux de la grosseur du poing et des argiles fortement colorées en rouge. En avançant près de Rougiers , vers l'est , et près du massif des Arelles , vers le nord , ce terrain butte contre le calcaire conchylien et contre la formation jurassique ; il n'occupe donc qu'une place bien restreinte, mais il se montre de nouveau au fond de chaudron qu'occupe la ville de Saint-Maximin ; il a été mis en évidence par le forage artésien arrêté en 1830.

De là , il suit dans la direction de Brue , arrivant de nouveau au jour , à l'est de la Fous ou source d'Argens , à Brue Barjols , le Val , Montfort et Carcès. A la base sont les argiles et grès de couleur irisée , déjà signalés comme souvent caractéristiques ; cela est surtout très-marqué à Terrabi , entre Carcès et le Val-

Après les argiles rougeâtres et reposant sur elles, viennent des calcaires marnes bitumineux très-friables, avec couches de lignite terreux, intercalées à Brue, au vallon de Saint-Christophe, au-dessus de Barjols, vers la *Bastide-Neuve*. Au Val, le lignite manifeste son affleurement près du pont de la route départementale de Briognoles. il se dirige, comme la vallée, de l'est à l'ouest.

Les fossiles, très-communs dans les calcaires tertiaires de Brue et Barjols, consistent surtout en lymnées, planorbes et paludines. Au Val, outre les coquilles lacustres, M. Coquand a recueilli un fémur qui appartient peut-être à un mastodonte. A Brue, le système tertiaire repose sur le calcaire jurassique; à Barjols, sur le Jura et le calcaire conchylien, et de même auprès du Val, Carcès et Montfort, tantôt sur le Jura, tantôt sur le dépôt de calcaire conchylien.

*Bassin de la Bresque.*

Un affluent de la vallée de l'Argens, la Bresque, montre ce même terrain très-bien développé à Sillans, Salernes et dans le voisinage d'Entre-Casteaux. Par le plateau de Rognète, le terrain tertiaire de la Bresque se confond avec celui que nous venons d'indiquer aux environs de Barjols, tandis que par le vallon de Foz-Amphoux, par Mont-Meyan et Quinson, il va s'unir au terrain tertiaire des Basses-Alpes.

Tout le terrain tertiaire de la Bresque est déposé dans les anfractuosités des terrains jurassiques, reposant indifféremment sur ses couches dégradées ou inclinées. On trouve dans ce système, au-dessus des argiles rouges plus ou moins chargées de minerai de fer, exploitées par les poteries de Salernes, un calcaire à hélix, très-compacte, avec taches rouges et des noyaux oolitiques qui le ren-

dent absolument pareil au calcaire de Tholonet et de Vitrolles qui, dans le système tertiaire moyen de l'Arc, se montre avec une continuité si remarquable. Dans ses couches supérieures, le terrain de la Bresque présente un poudingue à pâte de macigno, enveloppant des noyaux calcaires et se liant avec des tufs qui dépendent du terrain tertiaire supérieur.

Après de Brignoles, c'est encore un des affluents de l'Argens, la Calami, qui a déposé des argiles ferrugineuses, exploitées par les briqueteries voisines. Ces argiles ne forment qu'un fond de bassin limité de tous côtés par les marnes supérieures au calcaire conchylien.

Partout ailleurs l'Argens et ses affluents ne montrent point d'autres traces de la formation tertiaire que des tufs appartenant au système supérieur et que, par cette raison, nous décrirons plus tard.

Ce n'est que vers le bas de la vallée, en face de Roquebrune, au-dessus du Puget que, sur les rives du Blavet, on retrouve le terrain tertiaire moyen représenté par la formation marine qui le termine quelquefois. Le terrain marin du Blavet renferme des débris d'huîtres, des *pecter pleuronectes*, des *nucules*, des *fuseaux* qui prouvent son origine marine et sa contemporanéité avec les terrains subapennins.

Il gît en couches faiblement inclinées, vers l'est-nord-est, et dirigées, par conséquent, nord-nord-ouest, comme l'ensemble de la vallée basse de l'Argens. Ces bancs sont posés en stratification discordante sur les couches de grès rouge et de grès vosgien altérées et dégradées.

Il est formé par des alternatives de grès et sables fins d'argiles et de poudingues, dont les noyaux de gneiss, de porphyre et de quartz, fournis par le terrain ambiant, atteignent quelquefois la grosseur du poing. On voit que

sa nature est essentiellement celle d'un dépôt mécanique engendré par des eaux souvent tranquilles, mais quelquefois agitées. A la partie supérieure on trouve des nodules de calcaires blancs friables qui démontrent qu'à la fin de cette formation les eaux tufeuses ont envahi le sol.

L'épaisseur de cette formation, d'après M. Ferdinand Panescorse, aurait été reconnue sur plus de 42 mètres.

Ce même terrain se montre ensuite d'une manière continue, dans la partie de plus en plus basse de la vallée de l'Argens; il entoure d'une ceinture la butte de grès rouge où Fréjus élève ses monuments, et il se montre de nouveau à l'est, dans la plaine, entre Fréjus et l'Estérel

Voici la coupe de la partie supérieure de ce terrain, telle qu'elle résulte du forage établi par M. Panescorse.

	Épaisseurs. Mètres.
1° Filet de grès mêlé de calcaire résistant au marteau.	0,03
2° Sable assez fin. . . . .	1,50
3° Filet de sable argileux. . . . .	0,03
4° Sable de la grosseur du millet. . . . .	0,28
5° Sable très-fin. . . . .	0,10
6° Filet de sable très-fin. . . . .	0,02
7° Sable très-grossier, formé de grains variant de la grosseur du millet à celle du poing; fragments de quartz, gneiss, porphyre anguleux avec grandes huitres; les parties les plus grossières au bas de la couche. . . . .	0,80
8° Argile sablonneuse. . . . .	} 0,50
9° Sable fin, devenant grossier dans le bas, grains de quartz comme un pois. . . . .	
10° Argile sablonneuse. . . . .	
11° Sable grossier, formé de morceaux de porphyre jaune, oblongs, ovales. . . . .	0,10
12° Argile sablonneuse. . . . .	0,10
13° Sable pur et fin. . . . .	0,25
A reporter. . . . .	3 74

	Mètres.
Report. . . . .	3,71
14° Argile sablonneuse. . . . .	0,20
15° Sable à grains de quartz, grosseur du millet. . . . .	0,20
16° Sable fin. . . . .	0,20
17° Argile sablonneuse. . . . .	0,20
18° Sable fin dans les parties inférieures et supérieures de la couche; au milieu grossier; noyaux de quartz, gneiss et porphyre aplatis. . . . .	0,55
19° Argile sablonneuse. . . . .	0,10
20° Sable grossier, grains de quartz comme le millet. . . . .	0,30
21° Argile sablonneuse. . . . .	0,03
22° Sable grossier, quartz anguleux de la grosseur d'un grain de blé à une fève. . . . .	0,25
23° Argile sablonneuse. . . . .	0,04
24° Sable pur très-fin. . . . .	0,80
25° Argile jaunâtre. . . . .	0,06
26° Sable assez fin. . . . .	0,10
27° Sable fin et argile, filets alternants. . . . .	0,30
28° Argile grise avec débris de <i>pecten pleuronectes</i> , de nucules et de fuseaux, etc. . . . .	0,80
29° Sable fin. . . . .	0,14
30° Argile bleue, sablonneuse avec mica; nodules de fer et pectens rares. . . . .	0,60
31° Sable grossier, beaucoup de quartz, peu de gneiss en noyaux anguleux, de la grosseur du blé à celle d'une fève; porphyre jaune, aplati, dé- composé; la partie supérieure de la couche plus fine. . . . .	0,42
32° Argile jaune avec mica. . . . .	0,07
33° Sable blanchâtre fin et mica. . . . .	0,15
34° Sable fin et mica. . . . .	0,22
35° Argile percée par le sondage. . . . .	33,44
Total reconnu. . . . .	42,86

Le terrain tertiaire moyen se révèle encore par des couches de calcaire bitumineux avec indices de lignite à *paludine* et *lymnées*, aux environs d'Aiguines, à Chantereine, entre Saint-Julien et Vinon, vers la *Ba-raque*; il paraît former le fond des bassins de Mont-Meyan et de Rians, mais comme tous ces dépôts se terminent par des poudingues et des argiles de l'âge ter-



taire supérieur, nous renvoyons la mention de ces sédiments un peu plus loin.

Lorsqu'on compare entre eux les divers dépôts tertiaires moyens de la vallée de l'Argens, on est frappé de leurs variations d'un point à un autre, de leur faible puissance, du petit nombre de leurs dépôts de lignite, et de l'état terreux de ces combustibles, et, enfin, de l'absence du dépôt marin, comme si ces bassins avaient été toujours supérieurs à la mer de cette période. Mais ce qui frappe, surtout lorsqu'on compare ces dépôts à ceux de la vallée de l'Arc et de la vallée de la Durance, c'est à la fois l'absence de couches subordonnées de sulfate de chaux et la faible épaisseur de l'ensemble de ces terrains.

Ainsi, tandis que le terrain tertiaire moyen de la Durance, aux environs de Manosque, atteint 2000 mètres, tandis que celui de l'Arc va encore à 897 mètres, que celui même de l'Huveaune dépasse 400 mètres, dans les bassins de l'Argens, on trouve, au plus, une puissance de 300 mètres. Les terrains de l'Argens offrent aussi cette circonstance particulière, qu'ils paraissent avoir été formés d'une série de petits lacs communiquant ensemble et disposés en étages les uns au-dessous des autres, absolument comme les lacs actuels de la Suisse, et chacun de ces lacs avait bien moins d'importance que le lac tertiaire de l'Huveaune, depuis le pont de l'Étoile, près Roquevaire, jusqu'à Marseille. Il devient ainsi évident que l'épaisseur des terrains tertiaires a un rapport intime avec la surface des lacs qui les engendraient, comme si l'abondance du dépôt était le résultat de la surface d'évaporation et de la quantité d'eau qui affluait par les bords.

*Terrains tertiaires moyens à l'orient de l'Esterel.*

Lorsque l'on vient à considérer les terrains tertiaires a

l'est de l'Esterel, on est immédiatement frappé de l'absence totale des terrain d'eau douce moyens. Nulle part, à cette époque, il n'existait aucune vallée inférieure au niveau de la mer; toutes les eaux s'écoulaient dans la Méditerranée.

La série tertiaire n'a commencé à paraître que lorsque la mer a envahi les terres et y a laissé la formation de mollasse. On trouve, en effet, cette formation dans les quatre bassins de la Siagne, du Loup, de la Cagne et du Var.

*Mollasse de la Siagne.*

La formation de mollasse marine apparaît, dans la vallée de la Siagne, au-dessous de Grasse, près d'Auribeau, à la Tuilerie Merle. Elle est argileuse, bleuâtre, avec mica, intimement mêlée de calcaire, comme la mollasse inférieure des Bouches-du-Rhône et des Basses-Alpes. Nous y avons reconnu facilement de nombreuses coquilles d'huîtres arrondies, dont le têt est bien conservé. Elle est déposée dans des excavations de grès rouge. Rien n'indique qu'elle s'étende au-dessous des alluvions de la Siagne, et dans la partie supérieure elle ne se développe pas; de sorte qu'elle ne forme plus qu'un dépôt de quelque cent mètres de diamètre. Il paraît que le prolongement de ce dépôt a été enlevé par les érosions postérieures; elle a été signalée par M. Duval Jouve, dont nous avons déjà eu occasion de citer les intéressantes recherches.

Elle nous paraît correspondre à l'étage inférieur de la mollasse.

*Mollasse du bassin du Var.*

La mollasse du Loup, de la Cagne et de la rivière du Var a, dans ces trois bassins, des calcaires tellement

identiques, que nous ne pouvons considérer cela que comme un dépôt unique disloqué après sa formation.

Elle se présente sous la forme d'un calcaire grossier jaunâtre, en couches épaisses, de 2 à 3 mètres, avec de nombreux débris de peignes et autres coquilles marines, des gyrogonies. — Elle repose à stratification discordante, indifféremment sur le grès vert et le calcaire jurassique, dont elle empâte souvent des blocs plus ou moins volumineux. Reproduisant ainsi un accident dont nous avons été souvent témoin, aux environs d'Aix, dans la vallée de Vauvenargues.

On trouve cette formation à 2 kilomètres, au nord d'Antibes; elle se montre entre Villeneuve, Biot et Roquefort, supportant des couches d'origine volcanique. Plus haut et plus au nord encore, on la reconnaît entourant le bourg de Tourrètes-les-Vence et s'avancant jusqu'à Vence et Saint-Jeannet, elle s'élève avec le terrain, au-dessus de Vence, se montre jusqu'à 500 mètres au-dessus du niveau de la mer, à Saint-Raphaël, au nord de Vence. — A Tourrètes-les-Vence, la mollasse qui entoure le village est en couches inclinées vers le nord-ouest et faisant un angle très-marqué avec les bancs du Jura moyen qui la supportent; mesuré à l'aide de la Boussole, cet angle a été trouvé de 15°. A 500 mètres environ, à l'est du village de Tourrètes-les-Vence, la mollasse enveloppe des blocs de craie chloritée, avec gryphées colombes. — Dans tous les environs de Tourrètes, elle repose dans les dépressions et sur les couches inclinées du Jura, qui arrive au jour dans un grand nombre de localités dénudées. Mais, entre Saint-Jeannet et la Gaude, elle recouvre des strates de grès vert; enfin, à la Gaude, elle est surmontée par le poudingue tertiaire du Var avec blocs de roches volcaniques.

Lorsque des bords du Var on s'avance vers Nice,

on trouve toujours la mollasse en lambeaux épars çà et là, à la surface du calcaire jurassique; on en voit un exemple à la montée de Mont-Alban. Il est impossible, dans toute cette région, de rencontrer la mollasse en dépôts réguliers; elle est partout disloquée et corrodée, et les couches supérieures, remarquables par leur compacité et le grand nombre de fragments de coquilles qui la constituent, ne se montrent nulle part.

Sur le littoral du département, entre Saint-Tropez et Toulon, les terrains tertiaires moyens paraissent seulement représentés par les argiles de la rivière des Amoureux, qui ont été percées dans le forage que M. l'ingénieur Noël a exécuté dans l'arsenal de Toulon. A l'embouchure du ruisseau de Dardennes, le terrain tertiaire n'a pas été étudié au-dessous des argiles tourbeuses superficielles.

*Terrain tertiaire supérieur.*

Ce terrain a reçu de M. Élie de Beaumont le nom de *transport ancien*, parce qu'il se présente surtout en Provence, sous la forme d'une masse prodigieuse de poudingue, déposé sur une grande partie du cours de la Durance, notamment depuis Mirabeau jusqu'à Sisteron. Il est d'ailleurs totalement distinct des cailloux transportés par la débâcle diluvienne qui a imprimé par sa puissante érosion le dernier trait de leur configuration actuelle. Le terrain tertiaire supérieur a donc été raviné profondément par les eaux qui ont amené les cailloux diluviens.

La partie essentielle de ce terrain consiste en argiles rougeâtres ou en grès calcaire (macignos), alternés quelquefois avec des couches calcaires renfermant des fos-

siles d'eau douce, tels que *hélices*, *paludines*, *planorbis*. Des couches marneuses et bitumineuses, quelquefois des lignites tourbeux, y sont associés aux calcaires.

Les grès calcaires et les argiles fougéâtres sont ordinairement à la partie inférieure. Les calcaires qui existent quelquefois mêlés aux grès en couches subordonnées, prennent souvent la texture tufacée, tandis que sur leur prolongement ou même à leurs parties supérieures ils sont à l'état compacte.

Les noyaux ou galets empâtés dans le ciment argilo-silico-calcaire du poudingue sont assez bien arrondis, mais surtout ils sont fortement altérés comme par un liquide *énergiquement oxydant* (1); de sorte que toutes les roches ferrugineuses, grès et calcaires, ont fourni des noyaux extérieurement jaunâtres. Une oxydation plus avancée est donc un des caractères chimiques les plus marqués de cette formation, et ce caractère n'avait pas été bien nettement signalé. Les galets transportés par des courants irréguliers ont été distribués inégalement; dans certaines parties ils abondent, tandis que d'autres points en sont entièrement dépourvus. L'abondance des galets varie non-seulement dans des parties éloignées de plusieurs kilomètres, mais encore dans des parties distantes de quelques mètres; l'inégale distribution des galets amène l'inégale épaisseur et l'irrégularité des couches; la stratification devient souvent indiscernable.

Les noyaux de ces poudingues ont toujours été fournis par les roches qui encaissaient immédiatement le

(1) Le bitume complètement détruit, et le fer suroxydé donnent à ces galets une teinte jaune jusqu'à une certaine profondeur. Le milieu a gardé la teinte bleuâtre du calcaire néocomien, qui en a fourni la majeure partie

bassin de dépôt. Cette formation étant le dernier produit de la période où nos vallées étaient composées d'une série de lacs superposés et où les défilés qui les séparent n'étaient pas encore ouverts, il en résulte que chaque bassin doit avoir sa nature particulière de noyaux

Aussi, dans le grand lac tertiaire qui s'étendait de Digne à Sisteron, Manosque, Vinon et Mirabeau et qui pénétrait un peu dans le Var par Aiguines, Baudun, Montmeyan et Vinon, les granites des Alpes n'ont pu faire entrer leurs débris; les variolites de la Durance et le granite rose du-Val Louise ne se rencontrent jamais dans les produits de cette période.

Tous les noyaux sont formés de calcaires, de grès et de quartz dans le poudingue tertiaire que nous venons de citer.

M. Élie de Baumont a signalé ce terrain comme nettement séparé de la mollasse marine sur laquelle il repose à stratification, discordante à Manosque.

Mais la mollasse de Manosque n'a pas été formée d'un seul jet; outre ses strates remarquables par les *pecten latissimus* et les *pecten benedictus*, elle offre des bancs *supérieurs*, pénétrés de coquilles terrestres et fluviatiles, et notamment beaucoup d'hélix, se liant successivement à un calcaire à lymnées et planorbes avec lignite, surmonté à stratification concordante et avec passage minéralogique bien marqué par des couches de mollasse marine pénétrée de bivalves marines à grandes *balanes*; cette mollasse très-sableuse se lie enfin insensiblement aux argiles rouges et à la pâte de macigno qui forme le poudingue de la Durance; de sorte que la mollasse récente est identique à la pâte du poudingue. La stratification est alors aussi parfaitement *continue* que l'élément minéralogique. Ces observations sont très-faciles à vérifier sur le riu de Ste-Tulle, près Manosque, en

se dirigeant vers Pierrevert, et en face de Vinon, sur le riu de l'*Ayade*, limite des communes de Beaumont et Corbières (Basses-Alpes). Elles démontrent que le terrain tertiaire supérieur se lie parfaitement avec la mollasse toutes les fois que les couches les plus récentes de mollasse et les plus anciennes de terrain tertiaire supérieur sont en contact, et qu'il n'y a discordance que lorsque les deux séries sont incomplètes, et que la partie récente du terrain tertiaire supérieur s'appuie sur les parties anciennes du dépôt de mollasse (1).

Le principe que nous venons de poser est parfaitement d'accord avec les observations qu'on peut faire sur la bresque entre Salerne et Entrecasteaux; aussi bien qu'à la Viste, près Marseille, où le terrain de grès et sables contemporain de la mollasse se lie parfaitement avec le terrain d'eau douce supérieur. Les débris organiques de cette période ont consisté surtout, comme nous l'avons dit, en fossiles testacés tels que hélix, paludines, lymnées, planorbes, etc., mais aussi en animaux d'un ordre plus élevé et tels que *daim*, *bœuf*, *hipparion*, *cheval* et autres mammifères. Les débris en ont été quelquefois conservés dans les parties argileuses déposées avec le plus de tranquillité; exemple: Argile de Séon-St-Henry, près Marseille, de Cucuron (Vaucluse), etc. Mais la plus parfaite conservation a eu lieu surtout dans des crevasses que les eaux tufeuses ont rempli de leurs incrustations et où elles ont tellement cimenté les ossements, qu'elles en ont fait des *brèches osseuses*.

Brèches osseuses.

La brèche osseuse découverte d'abord à Nice, dans le calcaire dolomitique appartenant au Jura moyen, a été

(1) Dans le cas néanmoins où la liaison des deux dépôts ne serait pas complète, la distance d'âge ne serait pas aussi grande que ce qu'en feraient penser les observations faites à Manosque.

retrouvée ensuite à Antibes, puis à la marbrière de Grasse, à 500 mètres au-dessous de la mer, et enfin dernièrement à St-Vallier, à 700 mètres de hauteur au-dessus du niveau méditerranéen. Dans ces deux derniers gisements, elle a été signalée par M. Duval-Jouve et M. Olivier, juge de paix de Saint-Vallier. Dans ces localités la brèche osseuse est évidemment contemporaine du poudingue tertiaire supérieur, puisqu'elle est recouverte par lui à Nice, et que les cailloux de ce poudingue sont mêlés à la brèche osseuse elle-même.

Nous reviendrons plus tard sur ces intéressants gisements osseux; il nous suffit d'avoir constaté que des mammifères analogues à ceux vivant actuellement, peuplaient alors le département du Var. Il y avait pourtant une climature bien peu différente de celle où ces dépôts sont actuellement enfouis, puisque certains des animaux dont on retrouve ainsi les débris sont de l'espèce de ceux qui vivent en ce moment dans l'archipel Indien.

Les débris végétaux de cette période sont encore plus analogues à ceux que nous voyons croître; ainsi, dans le tuf de cette époque, qui forme un dépôt remarquable près de Draguignan, depuis Trans jusqu'à La Motte, on trouve des empreintes de feuilles de chêne, et dans les dépôts tourbeux, on rencontre des roseaux et des plantes marécageuses bien difficiles à distinguer des nôtres; mais les débris de palmiers du terrain tertiaire supérieur de Castellanne démontrent un climat plus doux que celui existant en ce moment.

Ainsi, des débris testacés pareils aux espèces vivantes dans la Méditerranée, les végétaux et les quadrupèdes correspondant à des espèces vivantes, mais exigeant une température plus douce que celle de l'ère actuelle dans le département du Var, tels sont les caractères organiques de l'âge tertiaire supérieur, si l'on joint à ce caractère

Considérations  
sur les végétaux  
et animaux  
vivant dans le  
département  
à cette période.



celui d'être le dernier terrain qui , dans notre continent , ait été soumis aux dislocations qui ont fracturé et incliné les couches , aux grandes érosions qui ont sillonné la superficie de notre terre , on verra qu'il offre un ensemble de caractères facile à saisir.

Il est le passage de l'ère ancienne à l'ère actuelle.

*Terrain tertiaire supérieur des bords du Verdon.*

En remontant le Verdon, depuis Vinon jusqu'à Castellane , on traverse successivement trois défilés où le Verdon est profondément encaissé dans le calcaire jurassique, et qui séparent les uns des autres , les trois petits golfes de Vinon , Quinson et Aiguines où se montre le prolongement du terrain tertiaire des Basses-Alpes.

Lorsque ces défilés n'existaient pas , lorsque le détroit de Mirabeau et celui de Sisteron n'étaient pas encore ouverts, alors le grand lac tertiaire des environs de Digne se prolongeait à partir de Vinon par Boutre et se réunissait aux lacs de Ginnasservis et de Rians , tandis qu'il se ramifiait à l'est vers Aiguines ; puis de Quinson , il s'étendait à Montmeyan et Aups dans le Var. Maintenant la superficie de tous ces bassins et des canaux qui les unissent est remarquable par le dépôt rougeâtre argileux, qui leur donne un air de famille et qui annonce que la même eau les a colorés par son sédiment. Mais en même temps il est facile de voir que les parties les plus méridionales de ces ramifications ne participaient pas à sa grande agitation et n'étaient pas troublées par les violents courants qui entraînaient une masse immense de cailloux dans toute la partie occidentale et septentrionale du lac tertiaire. En effet les couches de calcaire d'eau douce et les bancs de grès et d'argile sont plus nombreux et moins grossiers dans les environs d'Aiguines et près de Mont-

meyan , tandis que vers Vinon c'est la masse de galets qui domine , et que l'on voit recouvrir le calcaire jurassique aux environs du pont. Les galets du poudingue sont formés , en majeure partie , par un calcaire jaunâtre altéré qui paraît identique à celui que l'on rencontre vers le système marneux du Jura et surtout à la base du terrain crétacé qui remplit encore actuellement le bas fond de plusieurs vallées autour du bassin de la Durance et en forme la partie la plus attaquable par les eaux et la plus altérable par l'atmosphère. Les galets de ce genre sont devenus jaunâtres jusqu'à une profondeur de dix millimètres ordinairement , tandis que le centre resté bleuâtre et bitumineux a été préservé de l'altération ; les autres galets calcaires appartiennent aux bancs les plus solides du Jura inférieur et ils sont traversés par les filons blancs si multipliés dans cet étage. Quelques noyaux appartiennent au calcaire à nummulites , d'autres aux terrains tertiaires d'eau douce qui précèdent la formation actuelle. Les autres noyaux appartiennent aux grès jurassiques et crétacés : les moins nombreux sont des silex qui ont pu être détachés des assises de calcaire déjà énumérées.

Les bancs de calcaire d'eau douce se montrent en divers points des environs de Vinon. Au nord , ils sont exploités pour pierres de taille ; au sud , vers Cadarache , ils forment des nodules dans le dépôt rougeâtre siliceux , et , çà et là , on en voit des lambeaux.

La configuration qu'a prise ce dépôt tertiaire aux environs de Vinon , a été déterminée par les courants rapides qui ont établi la direction actuelle du lit de la Durance , et qui ont marqué , à deux reprises différentes , le volume des eaux par les berges qu'ils ont tracées sur le terrain de poudingue.

Les strates sont d'ailleurs demeurées dans leur position

horizontale primitive ; d'autres courants ont corrodé dans d'autres sens la haute plaine que formaient ces cailloux , et qui se dessine parfaitement aux environs de Valensole et ils y ont frayé le passage actuel de l'Asse et de tous les ravins qui y aboutissent ; enfin aux environs de Mezel les bancs de poudingue eux-mêmes ont été soulevés dans le sens de l'est à l'ouest.

Lorsque de Vinon , on s'avance par le vallon de Boutes jusqu'à Ginasservis , on reconnaît que le terrain argileux rouge servant de base au poudingue de Vinon a été dénudé sur quelques points et a mis à découvert le terrain de grès vert sur lequel il s'était déposé. Ginasservis est bâti sur une butte jurassique enveloppée par le dépôt tertiaire rouge que l'on suit toujours en allant à Rians par le vallon de Saint-Antoine. On le voit ici constamment en contact avec le calcaire jurassique. Dans le bassin arrondi de Rians , le terrain rougeâtre est associé à un poudingue à noyaux calcaires et siliceux fortement relevé vers l'oratoire de St-Michel suivant la direction de l'est 10° sud parallèlement aux couches jurassiques qui enveloppent le bassin tertiaire de ce côté et qui plongent vers le nord.

De Rians , le même terrain argileux rougeâtre quelquefois mêlé de paillettes de mica se prolonge par la vallée d'Artigues jusqu'auprès de Varages , tandis que vers le nord , il vient envelopper la butte pittoresque où Saint-Julien a bâti ses maisons sur des couches de calcaire jurassique relevées verticalement. Le terrain d'argile rouge se ramifie au pied de la butte de St-Julien vers le nord , où il se montre associé à des couches de calcaire bitumineux avec paludines qui recouvrent du lignite vers le lieu dit *Baragne* , tandis qu'à l'est il s'étend vers *La Rouvière* , jusqu'au contact du grès vert avec lequel il se joint à sa base. Plus à l'est encore vers St-Pierre de

Brauch, le terrain argileux rouge n'est plus, à vrai dire, une formation, il est simplement là sous forme d'un enduit pour colorer la superficie du sol.

Puis à un niveau inférieur de cent mètres, on retrouve le terrain argileux rougeâtre à Quinson; de là on le suit à Montmeyan, Regusse, Aups, d'où il se prolonge, par Fos, jusqu'au vallon de la Bresque; et enfin par le plateau de Rognète, jusqu'à Barjols. Le terrain est teint d'un rouge très-vif aux environs de Quinson; on voit les grès et argiles tertiaires reposer sur le terrain de grès vert à gryphées Colombes et sur le calcaire du Jura. Vers Montmeyan, le même système percé par un sondage jusqu'à plus de trente-trois mètres a toujours montré la même nature; c'est une alternation d'argile et de grès micacé. Le grès offre, vers le puits de Regusse, la structure oolitique déjà signalée dans le grès tertiaire ancien et le calcaire moyen de la vallée de l'arc. Il présente des noyaux de la même nature que la pâte, offrant des cellules arrondies dans leur intérieur près Foz-Amphoux. Dans la plaine d'Oureillo-Freyo la coupe suivante du terrain tertiaire est due à l'obligeance de M. Ferdinand Panescorse; en partant des couches supérieures, on trouve :

	Épaisseur :
1° Calcaire d'eau douce sans fossiles. . . . .	3 mètres;
2° Argile. . . . .	10 —
3° Grès alternant ensemble, dont les uns offrent des noyaux calcaires, les autres en sont dépourvus. Une de ces couches est chargée de débris d'os fossiles. . . . .	7 —
4° Système de calcaire d'eau douce s'étendant vers Salernes. . . . .	100 —
Total. . . . .	120 mètres.

Les os sont répandus dans l'épaisseur des couches de

grès, ils sont disséminés à 5 ou 6 mètres l'un de l'autre et pénétrés de la matière colorante rougeâtre qui tient tout ce terrain. Cet intéressant gisement d'osa été révélé par M. Ferdinand Panescorse et M. Doublier; les débris osseux paraissent appartenir à des sauriens.

Le même terrain se montre sur la hauteur d'Artignosc et de Baudinar qui sont sur le prolongement du plateau jurassique de Malasauque et de Saint-Julien-le-Montagnier. Le calcaire d'eau douce à tissu lâche, les argiles rougeâtres ferrugineuses et le poudingue à noyaux de calcaire et grès oxydés jaunâtres se montrent à l'est et aussi au sud de Baudinar, entre ce village et Moissac. Les argiles rouges remplissent les dépressions du plateau calcaire jurassique dégradé de la Tour à Artignosc. On voit fréquemment le terrain tertiaire reposer indifféremment sur le grès vert et le calcaire Jura. Ainsi le même système que nous avons déjà vu relevé entre Quinson et St-Julien se montre ici porté à une hauteur bien plus grande encore.

De Baudinar à Baudun, nouvel abaissement de terrain tertiaire que l'on retrouve sur les bords du Verdon où il est exploité pour argile à poterie. Mais le poudingue s'efface de plus en plus; en explorant le terrain tertiaire de Salles, jusqu'à Chantereine, au sud d'Aiguines on ne trouve que des sables alternant avec des argiles, diversement colorés et surmontés par des calcaires d'eau douce à paludines, avec des veines d'un lignite terreux et décomposé. Si l'on suit le même système tertiaire vers le nord, on retrouve aux bords du Verdon, près du pont de Moutiers, le même calcaire lacustre et puis, à Moutiers, apparaît la grande masse d'argile tertiaire qui se prolonge dans toute la partie centrale du département des Basses-Alpes, et qui partout attriste les regards par sa nudité et les ravinelements qui la déchirent.

C'est encore le même système tertiaire que l'on reconnaît entre Robion et Castellane. Au milieu du grès vert, les couches tertiaires blanchâtres renferment des débris végétaux et notamment de nombreux troncs de palmiers silificiés. C'est là encore la suite du terrain tertiaire d'Aiguines.

Nous avons déjà énoncé que ce terrain se révélait sur la Bresque aux environs de Sillans, par des masses de tufs recouverts d'une couche d'argile ferrugineuse, la chute de la Bresque a mis à nu cette masse tufeuse sur plus de 30 mètres de hauteur vers Entrécasteaux, ce sont encore des tufs qui se montrent avec les poudingues à sa partie supérieure.

Vers Barjols mêmes accidents : au sud-est de cette ville la rivière d'Argens a creusé son lit à travers le tuf tertiaire qui se prolonge vers Corrans.

Tous les autres affluents de l'Argens se font remarquer aussi par leurs masses tufacées, par exemple l'Essole entre Carcés et Cabasse, la Flaurièye, au-dessous de Tourtour; l'Artuby après avoir déposé au fond du bassin de Draguignan une brèche à noyaux argileux de calcaire conchyléen et à ciment rougeâtre, traverse une masse de tuf épaisse de plus de 40 mètres où ses eaux se jouent en cascades aux environs de Trans, et qu'elles ne quittent qu'après avoir formé sur ses débris, qu'elles corrodent activement vers la Motte, la chute pittoresque appelée le saut du Cappelan.

Tuf de l'Artuby.

Cette masse tufeuse passe à la structure de poudingue à noyaux de calcaire conchylien, entre le Gabre et Valbourgès, puis reprenant l'aspect tufacé se développe autour de Ste-Roseline jusque dans la plaine des Arcs, dont elle forme presque tout le fond.

Le passage du calcaire compacte de la *Viste*, près Marseille, au poudingue à noyaux de calcaire jurassique

Suite du terrain tertiaire supérieur de l'Argens.

tel qu'on l'observe vers le *Cadenel*, est un phénomène exactement reproduit par le calcaire d'eau douce supérieur de la vallée de l'Argens. Le tuf de la plaine des Arcs devient un calcaire assez compacte et même un poudingue bien caractérisé, là où les déclivités qui dominent le Gabre et Valbourgés devaient laisser rouler des cailloux entraînés par les orages jusque dans le lac tertiaire, tandis que le calcaire tufacé est demeuré exempt de cailloux dans les parties éloignées des hauteurs (1).

Le tuf des Arcs à Lamotte est associé à des dépôts tourbeux que l'on reconnaît quelquefois sur plus de deux mètres de puissance aux bords de l'Argens, et qui se retrouvent à un état plus terreux dans le tuf de l'Artuby, au-dessus de Lamotte. Le tuf corrodé jusque vers sa base au saut du Cappelan règne encore au delà la droite de l'Artuby; mais au delà du *Serre*, en avançant de Lamotte vers le Muy, le tuf cesse de se montrer; il a été

(1) Nous avons remarqué qu'en général quand deux formations d'âges très différentes se touchent suivant une ligne escarpée, un poudingue se produit à leur contact.

A la rencontre du calcaire conchylien de la Tour du Balagnier, près Toulon, avec le schiste talquex du fort Napoléon, le calcaire marneux devient un poudingue à noyaux de schiste;

Le calcaire de Vitrolles, tertiaire moyen, en touchant au Tholonet, les calcaires jurassiques, produit le poudingue si connu sous le nom de brèche du Tholonet.

La mollasse en touchant les mêmes calcaires vers Barré, aux environs d'Aix, chemin de Vauvenargue, produit un autre poudingue.

Autre poudingue là où le calcaire d'eau douce des Camoins, tertiaire moyen, près Marseille, touche le calcaire jurassique d'Alouet.

Ce sont quatre exemples à ajouter aux deux que nous venons de signaler, et qui conduisent à une explication simple du phénomène

sans doute détruit ; mais , jusque dans la plaine du Puget , vers Fréjus , on reconnaît l'influence de la formation tufeuse ; dans le sous-sol qui renferme des nodules de calcaire blanc friable , dernier produit de ce dépôt , nous avons déjà signalé les débris organiques du tuf de Lamotte : *feuilles de chêne* et feuilles de saule et de jonc , dans les amas tourbeux .

Quoique les bancs soient très-épais et mal dessinés , il ne paraît pas que la stratification ait été dérangée par les soulèvements ; le tuf a conservé son horizontalité primitive ; mais dans la période diluvienne il a été puissamment attaqué , et le barrage qui fermait le lac d'eau douce , où le tuf se formait a été détruit .

Ainsi *antérieur* à la période diluvienne , *postérieur* au terrain de mollasse du Blavet , infiniment *voisin* par sa texture tufeuse et ses débris végétaux de la période actuelle , sa place géologique est bien marquée dans la période que nous décrivons .

Entre Hyères et Toulon , sur les bords du Gapeau , se montre un poudingue à ciment calcaire avec cailloux calcaires évidemment enlevés aux rives du cours supérieur du Gapeau . Ce poudingue recouvre les formations très-variées du schiste talqueux du grès houillier , du grès rouge et vosgien , il est resté dans la position horizontale qu'il avait en se formant . Il est évident qu'il a été déposé dans un lac qui existait à Notre Dame-de-Crau avant que le barrage de la Roquette eût été percé . Depuis cette époque , le terrain de poudingue a été excavé par le Gapeau , et les eaux approfondissent constamment leur lit . Du reste la ressemblance de sa contexture avec le poudingue ancien de la Durance est telle que l'on a aussi donné le nom de Crau à la plaine dont il constitue le sous-sol . Les circonstances de son gisement sont tellement identiques avec celles du poudingue et du tuf des

Terrain tertiaire  
du Gapeau.



environs de Lamotte et Valbourgés qu'il n'est pas possible de le rapporter à une autre période.

Terrain tertiaire  
de la Siagne.

Ce dépôt se prolonge dans la vallée de Belgentier, où il se montre en grandes masses tufacées. Aux approches de Cannes, entre cette ville et la Napoule, la butte de Saint-Cassien paraît formée aussi par un poudingue que la Siagne aurait engendré avant la période diluvienne en unissant par un dépôt de tuf des noyaux siliceux et calcaires. C'est encore là un produit *antédiluvien*.

Poudingue  
de la rivière  
du Var.

Depuis les rives du Loup, près la Colle-de Grasse et Saint-Paul-de-Vence jusqu'au Mont-Alban, au delà de Nice, toute la superficie présente un poudingue à noyaux calcaires jaunâtres, pareil à celui que nous avons indiqué à Vinon, sur les bords de la Durance et du Verdon. A la Gaude il contient aussi des débris de roche volcanique, basalte.

Au-dessous du poudingue existent des marnes rougeâtres, reconnues par M. Risso dans le comté de Nice. Ensuite un macigno réunit des noyaux, tantôt calcaires jaunâtres, tantôt de grès, tantôt de quartz, et quelquefois encore de roches volcaniques comme à la Gaude.

Nous avons reconnu ce grand dépôt caillouteux où les noyaux ont jusqu'à la dimension de la tête, dans toutes les parties inférieures du cours du Var. Depuis Carros jusqu'à la mer on le voit surmonter la mollasse vers la Gaude sans se lier avec elle. Il constitue la base des bourgs de Saint-Paul, de Cagnes et Saint-Laurent; enfin il se montre fort développé dans la plaine de Cagnes à la mer connue sous le nom de Crau de Cagnes.

Il s'élève jusqu'à plus de deux cents mètres au dessus des eaux actuelles du Var. Il a été découpé par les profondes fissures où coulent la Cagne, le Loup et quelques ravins tributaires du Var.

Sur la rive gauche du Var, ce poudingue forme les

collines qui encaissent la rivière à l'ouest de Nice , puis , ce dépôt se joignant à celui du Paillon , s'avance jusque sur le sommet de la citadelle de cette cité ; on le retrouve dans la brèche osseuse , et , d'après l'intéressante observation de M. Risso , on le rencontre jusqu'au fond de la mer à 500 mètres de profondeur. Des coraux retirés par les pêcheurs de Nice ont rapporté des morceaux de poudingue adhérents à leur base. Ainsi il existe entre des parties bien voisines du même dépôt récent des différences de niveau de près de 700 mètres , et cependant les strates du dépôt ainsi disloqués n'ont pris que des inclinaisons assez faibles.

L'âge de ce terrain est facile à reconnaître , il est *antérieur* à la séparation du bassin du Loup , de la Cagne et du Var ; dans leur partie inférieure ces cours d'eau étaient réunis dans le grand lac où la formation que nous décrivons se déposait ; il est *antérieur* au grand cataclysme qui a donné au rivage sa configuration , puisqu'on le retrouve sous les flots comme au-dessus. Enfin il est *postérieur* aux dégradations qu'a éprouvées la mollasse aux environs de Vence. Il est donc contemporain du terrain d'eau douce supérieur.

Nous devons rapporter à la même période le poudingue à blocs de gneiss , de porphyre et de balsate pyroxénique , de roche amphibolique que nous avons observé au-dessus de Saint-Vallier près Grasse. Ce poudingue gît à l'est du bourg de Saint-Vallier , sur la direction de *Fey-Soulade* ; il est placé ainsi à 700 mètres au-dessus de la mer. Par sa pâte silicéo-calcaire et par la majorité de ses blocs de calcaire jaunâtre ce poudingue est entièrement semblable à celui que l'on observe à la Gaude et sur les bords du Var.

Les strates inclinés de ce poudingue sont déposés ici , comme à Nice , comme auprès d'Antibes et de la Gaude ,

tantôt sur le calcaire jurassique madréporique, Jura moyen, tantôt sur le calcaire créacé à *nummulites*. Or quelques-uns des noyaux du poudingue de Saint-Vallier ne peuvent provenir que des buttes granitoïdes et plutoniques du littoral, et principalement du massif de l'Esterel.

Dans l'état actuel des choses, un escarpement terrible élève Saint-Vallier au-dessus des masses de l'Esterel; enfin les circonstances locales sont telles qu'un poudingue à blocs volcaniques ne pourrait plus se former qu'à 500 mètres au-dessous du point où se repose la roche tertiaire de Saint-Vallier. Il y a donc preuve palpable que le poudingue de Saint-Vallier a subi un grand relèvement depuis son dépôt.

Donc, à côté du poudingue fracturé et enfoncé sous la mer d'Antibes et de Nice, à une profondeur de 500 mètres sous le niveau des eaux actuelles, se retrouve, à six lieues au nord, reposant sur le même calcaire, le même poudingue reporté à 700 mètres de hauteur. Une variation totale de 1,200 mètres s'est manifestée à une si petite distance et sur la plus récente de toutes les formations géologiques! Et ce grand cataclysme récent a été accompagné d'une immense dévastation qui a emporté toutes les parties des couches jurassiques, joignant de Grasse à l'Esterel les terrains calcaires aux roches plutoniques.

Les bancs du calcaire le plus compacte ont été corrodés sur un espace qui se prolonge de Bargemont jusqu'au Var, sans qu'il en soit resté sur place les débris; ce sont là des effets sur lesquels nous aurons à revenir; mais, en attendant, nous allons exposer un autre témoignage du même cataclysme.

Nous avons déjà énoncé la présence des brèches osseuses sur le littoral du Var, elles ont été parfaitement

décrites par MM. Brongniart et de la Bèche dans leurs gisements de Nice et d'Antibes. Nous avons rappelé que ce étaient des coquilles marines, des ossements de daims, chevaux et bœufs qui avaient été agglutinés par du calcaire d'eau douce, pêle-mêle avec des cailloux du terrain tertiaire supérieur et colorés par une argile ferrugineuse. Ces dépôts, formés dans des fentes, des crevasses et des grottes du calcaire dolomitique du Jura moyen, ne sont que des variétés du terrain poudingue qui nous occupe; seulement les brèches osseuses ont échappé à la fois aux effets de trituration des eaux agitées et aux effets de l'altération de l'air. A Nice, suivant la judicieuse observation de M. Risso, la brèche osseuse est recouverte encore par le poudingue tertiaire.

Dans le gisement de la brèche osseuse que vient de signaler M. Duval Jouve à la marbrière de Grasse, à 500 mètres au-dessus de la mer; le poudingue de Saint-Vallier est encore supérieur à cette brèche, quoiqu'il ne la recouvre pas immédiatement. D'après M. Duval, M. Ollivier, juge de paix à Saint-Vallier, annonce encore un autre gisement de la même brèche, plus haut encore que la marbrière, et tout près de Saint-Vallier. Dans cette dernière, les ossements se rapportent à des mammifères plus petits; M. Duval-Jouve les considère comme appartenant à des lapins. Ainsi lorsque se formait la brèche osseuse avant la période diluvienne, les mêmes animaux, et des animaux appartenant au climat de l'archipel indien, vivaient à la fois sur le rivage d'Antibes et sur le plateau de Saint-Vallier. Or, actuellement la différence de niveau de ces deux localités établit entre leur température une différence de cinq degrés au moins; la différence de niveau n'existait donc pas alors. Nous voilà donc ramenés, par la considération des débris organiques de la brèche osseuse, à la

conclusion que nous avait déjà fournie l'examen des noyaux du poudingue de Saint-Vallier. (1). Voilà encore une preuve bien inattendue que l'escarpement de Grasse à Saint-Vallier n'a surgi que postérieurement au terrain tertiaire supérieur, et, par conséquent, à l'époque diluvienne.

En terminant la description du terrain tertiaire supérieur du bassin du Var, remarquons que le terrain contemporain présente, aux bords du Verdon et de la Durance, la même composition avec une précision attestant que les mêmes causes présidaient à la même formation. Des deux côtés, la majorité des noyaux est formée de calcaire marneux bleuâtre à l'intérieur, et altéré de la même manière à la superficie oxydée. Il semble que c'est le calcaire marneux néocomien et crétacé déposé dans les vallées jurassiques qui a, par ses débris, fourni les éléments de cette débâcle; les restes de cette formation sont encore, en effet, la partie la plus attaquable dans les vallées secondaires des Alpes; seulement les noyaux du poudingue du Var sont plus gros que ceux du Verdon à Vinon, parce que le cours du Var est plus rapide et le lieu de dépôt plus rapproché du point de départ.

Ainsi c'était aux deux extrémités du département du Var, des eaux tumultueuses arrachant aux montagnes escarpées des amas de débris, tandis que les eaux chargées de tufs des lacs qui sillonnaient la partie centrale du département n'empêtaient que rarement des cailloux et déposaient un calcaire spongieux et léger et d'une

(1) A l'appui de ces deux preuves, viennent encore les débris de *palmyers* enfouis aussi dans le *terrain tertiaire supérieur*, entre Robion et Castellane. Jusqu'à la période diluvienne, tout le nord du département du Var était demeuré une plaine basse avec une température très-douce.

faible puissance Le poudingue de la Durance et du Verdon s'élève à Vinon jusqu'à 400 mètres de puissance. Les tufs de Trans , près Draguignan et d'Entrecasteaux et Sillans , s'élèvent à peine de 40 à 50 mètres ; enfin, les dernières agitations qui ont élevé le poudingue tertiaire jusqu'à 7 et 800 mètres de hauteur, à Artignosc , Baudinar, Baudun et Aups , et , dans les environs de Saint-Vallier, ont laissé dans la position horizontale, et au niveau primitif, les tufs de la vallée de l'Argens.

Ainsi la partie qui s'était créée de la manière la plus tumultueuse a été, encore plus tard, la plus tourmentée. Ainsi dans le voisinage des montagnes alpines, les commotions du globe se sont fait sentir d'une manière continue avant et après le dépôt tertiaire supérieur.

Les dépôts tertiaires qui ont été fournis, soit par le Var, soit par le Verdon, se font remarquer par la grande quantité d'argile ferrugineuse qui les colore en rouge. En remontant les affluents de ces cours d'eau, on atteint des vallées percées dans des noyaux de marne noirâtre, appartenant aux terrains crétacés et jurassiques. Là, où le sol végétal se forme, on voit ces marnes noires décomposées fournir une terre analogue à l'argile ferrugineuse dont nous parlons. C'est là un phénomène chimique facile à expliquer à l'aide de la décomposition des pyrites par l'influence de l'air et la combustion lente du principe colorant charbonneux. Il demeure ainsi évident que les argiles ferrugineuses sont engendrées par les érosions exercées sur les marnes noirâtres, et l'on voit comment les dépôts rougeâtres des bords du Verdon et du Var ne sont que la représentation des érosions opérées dans les montagnes des environs de Digne, Barcelonnette et des Alpes maritimes.

*Terrain diluvien.*

Voici la période où tous les lacs, dont nous venons de décrire les derniers produits, affranchis des digues qui les retenaient, roulent à travers les vallées leurs eaux impétueuses en marquant leur passage, à la fois, par de profondes érosions et par des blocs laissés çà et là comme des signaux de leur passage.

Dès lors les vallées se dessinent avec tous les grands traits de leur configuration actuelle, et notre terre s'est faite telle que nous la voyons.

Le terrain diluvien n'est donc pas un dépôt paisiblement et lentement engendré; c'est une débâcle marquée par les blocs volumineux que l'on retrouve dans toutes les vallées. Ces blocs n'ont pas été arrachés seulement dans le bassin circonscrit d'un lac, ils ont été entraînés des rochers mêmes qui entourent le berceau des rivières et sont venus se confondre avec ceux qu'enlevaient aussi les torrents inférieurs. Cette circonstance établit une différence bien tranchée entre les cailloux diluviens et les débris appartenant aux poudingues lacustres qui formaient le terrain antérieur.

Ainsi, dans les blocs diluviens que l'on trouve répandus sur les rives actuelles du confluent du Verdon et de la Durance, vers Vinon, les fragments arrachés aux roches alpines des glaciers voisins de Briançon, les variolites et les granites roses sont fréquents, tandis qu'ils manquent entièrement dans le poudingue de l'âge précédent, d'où résulte qu'avant la période diluvienne la passe de Sisteron n'était pas ouverte.

D'autres caractères signalent aussi les graviers diluviens apportés par une eau impétueuse et passagère; ils ont souvent été précipités, sans mélange de parties

fines , et une quantité suffisante de ciment n'a pu les agglutiner ; les cailloux diluviens forment donc rarement de véritables poudingues , il sont ou incohérents ou faiblement empâtés.

La mobilité des cailloux diluviens est donc un de leurs caractères généraux qui sert aussi à les distinguer des produits de la période précédente.

Lorsque les cailloux diluviens ne sont pas les produits caillouteux de la période précédente remaniés , ils sont remarquables par leurs formes plus anguleuses.

Sur les coteaux parcourus par les eaux diluviennes , on trouve toujours des blocs détachés qui , souvent , ont été transportés de fort loin ; ce sont là encore d'autres témoins du cataclysme diluvien.

Sur tous les coteaux bien garnis de terre végétale , on trouve ainsi , au-dessous de la couche de terre peu ou moins épaisse , des blocs épars anguleux.

Après cette grande furie des eaux qui leur a fait marquer de leur courant les plus hautes berges des vallées , sont venues d'autres débâcles moindres qui ont creusé des berges inférieures ; alors des graviers plus fins se sont déposés et ont alterné avec des masses d'argile. Ainsi s'est formé le sous-sol de nos vallées.

D'abord inférieurement des amas de gros cailloux , puis des argiles alternant avec des graviers qui démontrent les dernières périodes des fluctuations des eaux et qui se confondent insensiblement avec les dépôts actuels. Tous ces matériaux de transport suivent d'ailleurs exactement le contour des vallées actuelles et offrent un mélange des débris de tous leurs bassins étagés les uns au-dessus des autres.

Sur les bords du Var , du Verdon et de la Durance les phénomènes que nous venons de décrire sont plus faciles à observer qu'ailleurs.



La berge la plus élevée forme les collines qui longent, au sud, le chemin de Vinon à Rousset et Oraison ; une plaine caillouteuse s'établit au-dessous de cet ancien rivage.

Plus bas, une autre berge, dessinée encore dans le poudingue tertiaire supérieur, borne, sous le nom de *Tor*, les plaines dans lesquelles la Durance coule actuellement. Ainsi il y a deux plaines tracées dans le poudingue : la plaine haute ou plateau et la plaine moyenne au-dessus du *Tor*, et puis la plaine proprement dite (1).

Ces trois étages sont moins marqués sur les bords du Var, parce que le voisinage des trois bassins du Var, de la Cagne et du Loup a grandement rétréci la plaine haute ou le plateau ; cependant il se montre sensiblement à la Gaude ; la seconde règne au crau de Cagne, puis au-dessus est la plaine des alluvions du Var à Saint-Laurent.

En creusant dans la plaine de Vinon on ne peut manquer de trouver partout, sous la terre végétale et en des lieux que n'atteignent jamais les inondations actuelles, un lit de cailloux et de sables de même nature, mais plus gros que ceux que roule actuellement la rivière. Nous en avons fait directement l'expérience à Corbière, en face et au nord de Vinon. On ne peut manquer de rencontrer le même lit de cailloux désagrégés sous la plaine de Saint-Laurent-du-Var.

Mêmes effets dans la vallée de l'Argens et dans tous les bassins de ses affluents. Notamment sur l'Artuby, de Traus à Lamotte, les deux étages de berges de la rivière sont bien dessinés au-dessous du Gabre.

Nous avons signalé les blocs de rochers épars au-dessous de la terre végétale de la plupart des coteaux. Ces blocs ont été utilisés pour les murs de soutènement et

(1) Cette dernière offre les alluvions de la période actuelle

pierres sèches des coteaux de Grasse on rencontre de gros blocs calcaires qui appartiennent à des bancs de rochers situés à plus d'une demi-lieue de distance, blocs qu'il eût été trop dispendieux d'aller chercher si on ne les eût pas trouvés sous la main.

La grandeur des dépôts de cailloux diluviens est proportionnelle à l'étendue des vallées. Très-puissants dans la vallée du Rhône, ils ont encore 50 mètres d'épaisseur dans l'Isère, près Grenoble; dans le bassin de Saint-Maximin, les graviers analogues ont 3 à 4 mètres, et beaucoup moins encore dans les tout petits vallons.

Il s'est aussi formé alors des sédiments tufacés beaucoup plus considérables que ceux de la période actuelle. Ainsi le dépôt de tuf qui soutient une bonne partie de la ville de Grasse, date nécessairement de cette époque, puisqu'il n'est pas le produit de la période actuelle, et qu'il a été engendré après l'escarpement dont les flancs vomissent les eaux de la *Fous*.

Mais ce qui est plus fréquent encore que le tuf, c'est une brèche à fragments anguleux de roches ambiantes unis par un ciment tufeux, brèche que l'on rencontre au fond de tous les bassins du Var. Dans ce cas est la brèche que l'on trouve immédiatement dans la plaine de Draguignan, sous la terre végétale; de même origine sont la brèche tufeuse de la plaine de Toulon, et notamment au pied du Faron, et celle aussi de la plaine de Grasse. C'est un produit que nous avons reconnu dans tous les bassins du département dont nous avons pu reconnaître le sous-sol.

Nous avons déjà fait connaître les érosions mécaniques que les eaux diluviennes ont produites dans les plaines qu'elles ont traversées. A cela ne s'est pas borné toujours leur action; il est nombre de points du département, où ces eaux ont corrodé et attaqué les roches

calcaires les plus dures, sans doute par la voie d'une dissolution chimique.

C'est à la période diluvienne seulement qu'ont pu être excavés et dénudés les escarpements de la vallée de Belgentier, et toutes les longues falaises calcaires qui se montrent avec des traits si prononcés au nord-ouest de Draguignan, vers Rebouillon, et ceux qui s'étendent en ligne si continue, depuis Bargemont jusqu'à Grasse et Vence. Alors seulement ont pu être emportés les grands lambeaux du calcaire jurassique, qui, à la période immédiatement antédiluvienne, faisait suite aux bancs de Roquefort, et joignait le calcaire d'Antibes et le massif de l'Esterel avec le plateau de Saint-Vallier.

Alors aussi ont pu être formés et mis au jour, les amas gypseux qui se montrent sur toute cette ligne dans les marnes du Jura; de même que la transformation du calcaire en dolomie, qui a eu lieu dans tous les foyers gypseux, ou sur les points où des phénomènes analogues à ceux de la génération du gypse se produisaient.

Génération des  
gypses diluviens.

Lorsque ce grand escarpement s'est élevé tout à coup en brisant le calcaire compacte, le soulèvement a changé la pente qui entraînait auparavant les eaux vers le nord, et ramené l'écoulement vers le midi; alors les eaux, en se déversant dans un calcaire fendillé et encore échauffé par la chaleur centrale, ont fait réunir immédiatement toutes les circonstances propres à la décomposition des pyrites et à la génération du gypse (1).

(1) Un surgissement brusque de 600 mètres a découvert des couches dans lesquelles la température moyenne du lieu étant accrue de 3 degrés par 100 mètres, donnera une élévation de température de 18 degrés. La température moyenne du lieu étant 14 degrés, les couches inférieures mises à jour auront donc 32 degrés.

Des eaux chargées d'air atmosphérique tombant sur des marnes ainsi échauffées, produiront une active décomposition des pyrites;

Il s'est produit alors, à Grasse et Bargemont, des eaux minérales et thermales analogues à celles d'Aix en Provence, de Digne et d'Aix en Savoie. Il s'est engendré à Toulon les dolomies de la montée du fort Faron.

C'est par les courants d'eau acidulée de cette époque qu'ont pu être ouverts ou agrandis les défilés calcaires, là même où leurs couches étaient verticales, par exemple vers la Clue de Draguignan à Callas; ainsi a été formée la Clue de Tournemy, vers Grasse: ainsi a été frayé le passage de la Braque vers Valbonne, du vallon des Donnes à la Bégude-les-Oppio. Dans tous ces points les eaux étaient acidulées par l'acide carbonique qui résultait de la génération des gypses de Callas, de Grasse et d'Oppio.

C'est encore ainsi qu'ont agi, sur le Cours du Loup, les gypses de Châteauneuf et du Bar; sur le cours de la Cagne, les gypses de Courségoules. On voit aussi comment les gypses du Bausset ont contribué à élargir l'ouverture des gorges d'Ollioules.

Les relations entre les érosions du calcaire et les amas gypseux sont tellement constantes, que partout où une échancrure a plus profondément pénétré dans la masse du calcaire jurassique, on aperçoit un amas gypseux au fond de l'échancrure.

et par suite de la réaction du sulfate de fer sur le calcaire magnésifère, on aura production de sulfate de magnésie et chaux, tandis que l'acide carbonique du calcaire mis en liberté dissoudra une autre portion du carbonate calcaire; et l'on aura, ainsi, des eaux carboniques qui creuseront profondément dans les calcaires les plus purs, et qui excaveront des cavernes intérieures ou des passages extérieurs.

Le sulfate de magnésie en contact avec le bitume des marnes, donne du soufre et du carbonate de magnésie acidulé, qui, en attaquant plus loin le carbonate de chaux, dissoudra la chaux et laissera une portion de magnésie, ce qui engendrera, en définitive, la *dolomie*.

Ainsi l'échancrure de Ribes à Auribeau correspond aux gypses de Ribes à Grasse; ainsi l'échancrure de Bargemont, ainsi l'échancrure de Seillans, sont en rapport avec les gypses de ces deux bourgs.

Aux terrains diluviens s'arrêtent tous les sédiments qui caractérisent l'ancienne période du globe; là finissent aussi ces débris qui portent l'empreinte d'un climat et d'une atmosphère différents de ceux que nous possédons actuellement.

Mais nous ne pouvons pas laisser ce sujet intéressant sans avoir fait remarquer que la génération des gypses diluviens a produit aussi, comme effet nécessaire, ces calcaires percillés qui abondent dans toutes les vallées gypseuses du Var, et qui doivent leur percillement aux parties calcaires plus pures qui ont été dissoutes, tandis que la partie magnésienne des calcaires s'est concentrée dans les cloisons.

La génération du terrain tertiaire paraît due à des phénomènes entièrement analogues, lorsque l'on voit que les dépôts ont été d'autant plus considérables qu'ils correspondent à des lacs traversés par des affluents plus puissants: ainsi les bassins tertiaires de l'Argens n'offrent que des sédiments insignifiants à côté des terrains tertiaires placés sur le cours du Var ou du Verdon. Les causes qui ont présidé à la formation des cavernes, à la corrosion des barrages calcaires des vallées, et qui ont déterminé ensuite la précipitation de sédiments argileux et ferrugineux suivis de tufs et de calcaires d'eau douce, mettent sur la voie des formations tertiaires plus développées.

Les formations tertiaires ne sont que le produit des eaux qui ont attaqué les terrains secondaires, comme les terrains secondaires eux-mêmes sont le résultat de l'altération des terrains primordiaux.

La sulfatation des calcaires pyriteux par l'oxydation des pyrites, donne à la fois la raison de la corrosion des calcaires et de la formation des amas d'eaux chargées d'éléments calcaires. On voit bien qu'au point de vue chimique les terrains tertiaires sont dus à l'influence de l'oxydation. L'atmosphère était devenue riche en oxygène après les dépôts secondaires; elle a pu produire alors des altérations dues à l'élément dont elle avait été enrichie après l'élimination de l'acide carbonique.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur l'ensemble du département; il suffit de comparer la superficie sur laquelle les calcaires conchyliens et le Jura inférieur ont été mis à découvert par des érosions tertiaires, à l'étendue très-restreinte occupée par les dépôts de même âge, pour demeurer convaincu que la période tertiaire lui a beaucoup plus enlevé de matières solides, qu'elle ne lui a fourni de sédiments. Les *érosions* l'ont emporté sur les *dépôts*, et ce fait coexiste avec des épygénies de gypse énormes!

*Période actuelle. — Dépôts.*

Des tufs et des poudingues analogues se sont formés dans toutes les vallées du littoral du département, ainsi que nous l'avons observé dans les fouilles que nous avons faites dans la plaine de Scillans, près de Riou Blanc, torrent qui va se joindre à d'autres, comme lui tributaires de la Siagne. Nous avons reconnu la masse tufeuse à 3 à 4 mètres sous le sol végétal. Dans des fouilles entreprises auprès d'Oppio, sur le cours du vallon des Donnes, même résultat. Nous avons partout reconnu que ces dépôts étaient constamment alternés avec des amas d'argile bitumineuse ou de tourbe terreuse, et avec des masses de galets et de graviers.

Les tufs se présentent surtout abondants aux abords des sources qui surgissent des calcaires caverneux. C'est ainsi que les eaux de la Fous de Grasse, qui sortent du calcaire caverneux, ont produit une masse de tuf, sur lequel une partie de la ville est assise, vers le quartier de la place Neuve.

Aux abords des cavernes qui bordent la Siagne, entre Mons et Saint-Césaire, les masses tufeuses sont fréquentes.

Ces dépôts se font constamment remarquer aux embouchures des fleuves du département.

C'est ainsi que les alluvions de Gapeau ont produit l'atterrissement du Ceinturon, près Hyères.

Les alluvions de l'Argens ont formé le delta de Fréjus, qui s'est avancé depuis Fréjus jusqu'au littoral actuel; dans environ dix-huit siècles, le rivage s'est reculé de 1,400 mètres.

Les alluvions de la Siagne ont produit le sol de la Napoule. Enfin les dépôts du Var ont fait naître le prolongement du Crau de Cagne, et le dépôt tourbeux que nous avons reconnu à l'embouchure de ce fleuve.

Ainsi, pendant que le haut des vallées est excavé par les eaux pluviales, dans les parties littorales, où les courants viennent perdre leur vitesse, le sol s'étend de tous les débris amassés par les torrents. Ces formations locales sont enrichies, en outre, par le courant sablonneux qui parcourt toutes les rives de la Méditerranée, en passant de l'est à l'ouest. La partie du rivage qui regarde l'orient est surtout recouverte par ce dépôt. C'est à lui que l'étang de Vaugrenier, près Antibes, doit l'espèce de digue sablonneuse qui le sépare de la mer. C'est sans doute aussi une cause analogue qui avait contribué à former l'étang de la Napoule, et qui forme encore en ce moment l'étang de Villepey, à l'embouchure de l'Argens.

Pendant que les eaux étendent, au fond des basses vallées, les débris arrachés aux terrains élevés qui encaissent leurs bassins, la main réparatrice de la Providence fait, sans cesse, naître de nouveaux détritiques sur les rochers les plus durs, et couvre leur nudité des débris de leur incessante décomposition.

Les terres végétales sont dues aux décompositions atmosphériques et aux transports par les eaux : nous allons fournir quelques données sur leur origine dans le département; nous n'aurons pour cela qu'à faire connaître les décompositions et les dépôts de la période actuelle.

Sur les plateaux élevés et les coteaux isolés, la décomposition des roches est d'autant plus active que les dévastations des orages et des tempêtes mettent plus souvent à découvert le terrain vierge, en enlevant la croûte de détritiques qui les protégeait (1).

Cette décomposition, due essentiellement aux alternatives de chaleur et de froid, de sécheresse et d'humidité, et aussi à l'attaque des pyrites et des silicates de protoxyde de fer par l'oxygène de l'air, produit les effets les plus rapides sur les rochers formés des éléments les plus durs, comme les terrains de granite et de grès.

Il y a là à la fois une action mécanique qui brise les noyaux, augmente les surfaces d'attaque, et une action chimique qui désunit complètement les éléments de la roche et les fait entrer dans de nouvelles combinaisons.

(1) La couleur *rougeâtre* des terres végétales qui couvrent les coteaux formés de marnes bitumineuses *noirâtres* ou d'un gris bleuâtre, provient de l'oxydation du fer contenu dans les pyrites qui contenaient ces marnes. Ainsi, malgré leur différence de coloration, les terres *rouges* des coteaux marneux jurassiques et néocomiens des Basses-Alpes et du nord du Var, ne sont dues qu'à la décomposition du terrain *noirâtre* qui les supporte.



Ensuite les pluies, en lavant les débris, enlèvent tous les sels solubles qui viennent d'être formés. Ainsi la terre végétale des coteaux et des plaines élevées ne représente jamais que la portion insoluble des éléments de la roche décomposée. Ces éléments, du reste, sont d'autant plus aptes à être absorbés par les végétaux, qu'ils sont à l'état naissant, et par conséquent dans la situation la plus propre à former de nouvelles combinaisons dans le tissu végétal.

Tous ces effets sont, surtout, fortement prononcés lorsque les marnes sont accompagnées de masses gypseuses. Le plâtre, par sa solubilité, accroît la rapidité de l'érosion. Aussi les vallées ont-elles été bientôt énergiquement et profondément excavées dans les lieux où les terrains marneux du Var ont été à découvert. On trouve dans les *Maures* de fréquentes preuves de la rapide décomposition des roches. L'épaisseur de la croûte végétale que l'on rencontre, soit sur les pentes des grès porphyriques d'Esterel, soit sur les schistes micacés des rives de la Molle, près Saint-Tropez, soit sur les granites des Maures du Muy, étonnera tous ceux qui n'auront pas réfléchi à l'énergie des causes de décomposition que nous venons de signaler. Les schistes micacés des environs de la Garde-Freinet, de Saint-Tropez, chargés de grenats, présentent surtout le degré d'altération le plus avancé ; c'est en effet sur eux que l'action de l'oxygène doit être plus énergique, parce qu'il trouve une plus grande masse de silicate de protoxyde de fer à attaquer et changer en peroxyde.

La promptitude avec laquelle ces roches anciennes et le grès sont attaqués, fait bientôt disparaître leurs angles, qui sont les portions où l'action de l'air trouve une plus grande surface exposée à son action. De là naît l'aspect arrondi des collines, et des buttes de tous les

terrains anciens, et des grès qui ont précédé le Jura.

*Altération des pierres volcaniques, des terrains marneux et gypseux.*

Plusieurs des produits volcaniques, comme les stylbytes, facilement solubles dans les acides, sont attaqués et dissous rapidement à l'aide des eaux chargées d'acide carbonique. Mais les masses volcaniques elles-mêmes, malgré leur dureté, sont énergiquement décomposées par l'influence de l'oxygène atmosphérique. Le silicate de protoxyde de fer, base essentielle de ces roches, est converti en silice et en peroxyde. Le tissu noirâtre de la roche fait place à une argile rougeâtre, qui se détache par couches successives. Bientôt les blocs argileux n'offrent plus que des masses arrondies qui se séparent par croûtes globulaires. Les masses volcaniques de l'Esterel présentent, surtout, ce phénomène. On donne le nom de *vacke* à ces détritits de pierres volcaniques. C'est une des meilleures terres végétales, sans doute à cause de la présence de la soude et de la potasse, toujours contenues dans les roches volcaniques.

Les terres végétales de tous ces terrains sont essentiellement formées de grains siliceux et d'argile ferrugineuse, mêlés des parcelles de la roche non attaquée. Le principe calcaire y est très-rare. Les bases alcalines sont entraînées et dissoutes par les pluies à l'état de sous-silicate. Le résidu est une argile sableuse.

Les terrains qui présentent la plus grande altérabilité sont les marnes placées sous l'étage jurassique supérieur, et puis les marnes qui ont précédé le terrain crétacé. Il arrive souvent qu'un hiver rigoureux suffit pour engendrer des détritits de plus de 60 centimètres d'épaisseur, dans un terrain marneux en pente. Ce fait est signalé par M. Surrel, *Études des torrents des Alpes*.

Les marnes très-chargées de pyrites sont en travail continuel de décomposition ; l'oxygène atmosphérique, en convertissant sans cesse le soufre en acide sulfurique, lequel laisse à découvert du fer peroxydé, détermine constamment la transformation des carbonates de chaux et de magnésie mêlés d'argile en sulfate de chaux, d'alumine de fer et magnésie, et en bicarbonate de chaux et magnésie. Ces sels, par leur cristallisation, achèvent de désagréger la roche ; ils lui donnent une extrême friabilité, qui favorise les lixiviations des eaux pluviales.

Celles-ci dissolvent le bicarbonate de chaux, le sulfate de magnésie, d'alumine et de chaux, et entraînent mécaniquement l'argile restante. De cette double action mécanique et chimique résulte une force de décomposition qui entraîne toutes les parties à découvert des terrains marneux, tandis que le glissement sur les pentes argileuses précipite les masses que les eaux n'ont pu délayer.

Dans le cas où ces marnes ont été déjà préalablement altérées, et où il s'est formé des masses de sulfate de chaux (gypse), la dégradation est encore plus active. Les pluies gonflent le gypse et le dissolvent avec une rapidité effrayante, tandis que les argiles qui enveloppent le gypse lui-même, déjà complètement désagrégées par l'enlèvement du sol, cèdent et se mettent en mouvement à la moindre impulsion des eaux. Les terrains deviennent alors vraiment *coulants*.

Le département du Var est celui de la France où les mines de plâtre sont les plus répandues, et évidemment celui aussi où ces dégradations offrent les plus nombreux exemples. Telles sont la vallée de Belgentier, les flancs des escarpements de Toulon à Cuers, de Draguignan à Bargemont, Seillans, Grasse, Vence. Le torrent de Bargemont, entre cette ville et Seillans, au col de Saint-Arnoux, offre des preuves frappantes des progrès de l'ac-

tivité de l'érosion dans ces terrains. Les parties abruptes et entamées s'étalent sur une hauteur de 200 mètres au moins ; chaque année de nouveaux éboulements se manifestent sur la hauteur, tandis que le fond du torrent s'exhausse sans cesse par les déblais, menace d'envahir toujours de nouveaux terrains cultivés. Au premier coup d'œil jeté sur les flancs ravinés, on reconnaît que ce ne sont que les parties protégées par les bancs de calcaires horizontaux qui demeurent un peu stables.

De là cette disposition des flancs de montagnes en dentelures aiguës, ou en longs chapiteaux qui caractérise les assises jurassiques, recouvrant les marnes friables et gypseuses. Encore arrive-t-il souvent que des quartiers de roche, séparés des autres parties des bancs par des fissures, viennent quelquefois à glisser tout à coup à la suite des détrempelements causés par les longues pluies.

C'est ainsi que le quartier de la commune de Seillans, connu sous le nom de *Fondude*, est en état continuél de glissement. C'est ainsi que l'église de Fayence, assise sur le terrain marneux jurassique, est ébranlée depuis 1835.

Dans la partie septentrionale du département, dans le bassin de Taulanne et les vallées de Thorenc, de Coursegoules, de Coussol et de la Malle, ce sont les marnes inférieures, dépendantes de la craie, qui, profondément ravinées, surtout depuis qu'elles ont été dépouillées de leur bois, rappellent et la nature géologique et les paysages désolés des vallées de Barcelonnette et d'Embrun. Depuis quatre mille ans que cette action a commencé à se manifester, les érosions qu'elle a causées atteignent souvent 60 mètres de profondeur, auprès de Coursigoules et Cipières ; aux environs de Séranon et Saint-Auban on peut apprécier encore la fâcheuse activité de ces dégradations.

*Nature des terres végétales.*

Les terres végétales qui peuvent être retenues sur les flancs marneux par les murs en escarpements, renferment donc des parties calcaires moins abondantes que dans les parties non décomposées ; leur couleur noire bitumineuse a disparu, et elles sont teintes soit en jaune rougeâtre par l'oxyde de fer mis à nu, soit en blanc grisâtre lorsque le fer est moins abondant. Elles sont donc ou argileuses blanchâtres, ou ferrugineuses jaunes ou rougeâtres.

Parmi les terres argileuses et gypseuses provenant de la décomposition des marnes, on peut citer celles des coteaux de Draguignan, de Grasse.

Des exemples de terrains jaunes ou rougeâtres provenant de la décomposition des marnes ferrugineuses, s'offrent sur les marnes sableuses de la craie, auprès du Bausset et de Riboux, sur la pente méridionale de la Sainte-Baume.

Quant aux eaux échappées de ces terrains, elles sont principalement saturées de bicarbonate de chaux avec excès d'acide et de sulfate de chaux. Elles sont plâtreuses et tufeuses. C'est là ce qu'il est facile d'observer sur les eaux des flancs des collines des environs de Grasse et de Draguignan, et de Bargemont. Partout ces eaux donnent de prompts incrustations de carbonate de chaux. Employées dans l'irrigation, elles font naître des légumes qui renferment beaucoup de plâtre dans la partie minérale de leur tissu ligneux.

*Altération des calcaires siliceux ou dolomitiques. — Leur division en colonnes et aiguilles.*

Ces calcaires, formés de grains agglutinés par un ciment calcaire, sont pénétrés par les eaux comme des

éponges ; ils sont ordinairement recouverts de mousses qui rendent leur aspect grisâtre , bien distinct de la couleur blanche des calcaires compactes qui les accompagnent. Le ciment calcaire posé entre les particules se dissout bientôt, la cavité commencée s'agrandit, parce que l'eau s'y réunit plus aisément qu'ailleurs ; bientôt ces grandes masses sont découpées en colonnades et en aiguilles, rappelant tantôt l'aspect des ruines amoncelées, tantôt les flèches multipliées des cathédrales gothiques, tandis que le sol est jonché de débris sableux. Tels sont, aux environs de Toulon, les flancs septentrionaux de la montagne de Faron, sur le ruisseau de Dardenne, la vallée de Valbelle, entre le plateau d'Orves et Belgentier, l'amphithéâtre de la Table, entre Signe et le Latay ; auprès de Brignoles, les dentelures des montagnes de Roquebrussaunes et d'Engardin, les marnes pittoresques des environs de Château-Double, le plateau sableux qui précède la descente de Flayosc au vallon de Salernes, les environs de Tourtour, d'Aups et d'Ampus.

On peut rapprocher encore de ces effets, les détritits sableux des calcaires de Roquefort, près Grasse, ceux que l'on parcourt entre Biot et Valbonne et au nord de Vallauris. On voit reparaître ainsi, au milieu de la formation jurassique, le sol et la végétation des conifères et des bruyères propres aux terrains des Maures.

Les calcaires qui par leur pureté s'éloignent le plus de la nature des marnes ont un autre genre d'altération. Ils renferment toujours des pyrites, au moins à l'état de paillettes imperceptibles. Dans les parties où l'eau séjourne, ces pyrites se décomposent. De là naît un dépôt ferrugineux, tandis que l'acide sulfurique attaquant le carbonate de chaux forme du carbonate soluble par un excès d'acide et de sulfate de chaux.

C'est dans les fonds d'entonnoirs que cette attaque se

Altération  
des calcaires  
compactes et  
leurs résidus  
ferrugineux.

montre surtout active, parce que les eaux pluviales se réunissent là en plus grand nombre. Dans les calcaires n'ayant qu'un pour cent d'argile, à mesure que le trou s'excave, il s'y accumule, à la proportion de 1/100, du calcaire enlevé, le résidu insoluble de l'attaque. Ce résidu argilo-ferrugineux est de plus en plus exempt de carbonate de chaux. Le résidu ferrugineux forme donc ainsi à la longue une terre végétale qui semble remplir un fonds d'entonnoir, et dont la couleur rouge foncé et la nature argilo-ferrugineuse paraissent tout à fait étrangères à la nature du calcaire dont la décomposition l'a engendré.

C'est ainsi que, sur le grand plateau calcaire de Canjeux, près d'Aiguines, ou de Malasauque, près de Quinson, de Favas, au-dessus de Bargemont, de Plan-de-Novés et de Saint-Vallier, près de Vence et de Grasse; sur le plateau d'Orves, entre Toulon et Signe, l'on rencontre à chaque pas ces petits fonds d'entonnoirs pleins de terre végétale argilo-ferrugineuse, tandis que le calcaire blanc corrodé élève ses bancs au-dessus de ces espèces de bassins. La difficulté avec laquelle le calcaire est attaqué, et la petite quantité de résidu que laisse sa dissolution, expliquent la nature ferrugineuse et la rareté de terres végétales formées à sa superficie.

Aussi les grands plateaux calcaires sont-ils la partie la plus nue, la plus stérile du département.

Les eaux corrosives donnant très-peu de résidu, ont fini par *élargir* toutes les fissures au lieu de les combler; elles s'échappent en toute liberté par les issues qu'elles ont agrandies et auxquelles les Provençaux ont donné le nom de *ragagés*. Il n'y a sur ces blanches étendues calcaires que peu de terre et point d'eau.

*Formation des cavernes.*

Les eaux qui se réunissent par ces fissures multipliées, par ces entonnoirs partant de la surface, attaquent alors les calcaires avec une énergie augmentée par la masse de toute l'eau circulante. Ainsi se forme une vaste excavation à travers la masse du calcaire compacte ; ce sont précisément les parties les plus dures des couches qui sont plus ravagées, parce que le calcaire en est plus pur. Il se forme alors des cavernes. Lorsque la caverne est à un niveau élevé, et que l'écoulement de l'eau affluente a lieu en toute liberté, l'érosion est de plus en plus active, la caverne s'agrandit, tandis que la partie argilo-ferrugineuse insoluble, délayée à l'état de dépôt rougeâtre, tapisse le fond de l'excavation.

Ainsi le limon ferrugineux des cavernes représente encore ici la partie insoluble du calcaire. L'origine du limon des cavernes est exactement la même que celle de la terre rougeâtre des plateaux calcaires sous lesquels les cavernes se creusent.

Les cheminées qui laissent fuir l'eau de la superficie dans les cavernes correspondent aux fonds de chaudron corrodés à la surface des plateaux. Ce sont les puisards des cavernes.

Les eaux, en s'accumulant dans les cavernes comme dans un bassin, donnent un volume d'autant plus grand que le volume d'eau pluviale fourni par le plateau est plus considérable. De là ces belles et limpides sources qui se montrent dans les découpures et les escarpements qui terminent les grands plateaux calcaires, eaux dont la limpidité n'est presque jamais altérée, et dont le débit est d'autant plus régulier que l'issue d'écoulement est moins largement ouverte.



D'après tout ce qui précède, les eaux des cavernes doivent être seulement chargées de carbonate de chaux dissous par un excès d'acide carbonique et de sulfate de chaux. Elles doivent être plâtreuses et tufeuses; mais presque jamais les fortes pluies ne les rendent bourbeuses, parce qu'elles se décantent avant de s'écouler. Exemple : celles de la Foux de Grasse, de Fontaine-l'Évêque, de Cotignac, de l'Argens, de Siagne. Lorsque l'ouverture des cavernes est située à un niveau élevé, et que leurs eaux intérieures peuvent s'échapper en toute liberté, le bassin intérieur peut se vider rapidement dès que la saison pluvieuse cesse; l'intérieur reste à sec.

*Grottes à stalactites.*

Alors le rôle change; la caverne n'est plus un lac intérieur. Les eaux qui s'infiltrent après la saison des pluies trouvent une large superficie vide où les issues à différents niveaux renouvellent tous les phénomènes d'une active circulation d'air; elles y éprouvent une vaporisation qui élimine immédiatement l'excès d'acide carbonique dont elles sont chargées. Dès lors elles laissent déposer les particules de carbonate de chaux dont elles étaient chargées, des stalactites s'allongent à la voûte de la grotte, des stalagmites s'accumulent sur le sol : des colonnades, des espèces de statues et mille formes bizarres excitent la surprise des visiteurs de ces curieuses excavations.

Les grottes se retrouvent à chaque pas sur les flancs élevés des escarpements calcaires du département du Var, auprès de Grasse; sous le plateau de Saint-Vallier, près de Toulon, sous l'escarpement du plateau d'Orves. Les plus renommées sont celles de la Sainte-Baume, dans

les flancs de la montagne de ce nom ; de Barjols sous le plateau qui va vers Rognète ; de Mons sous le plateau calcaire du Gaud , sur la rive droite de la Siagne d'Escagnolles.

Les couches de calcaire que surmonte la grotte au plateau du Gaud , appartiennent au Jura moyen ; ces couches sont presque horizontales. On y trouve des fungites et un calcaire jaune oolitique, sous lequel se montre un calcaire rose, identique au marbre d'Ampus, puis des couches puissantes de calcaire compacte et de calcaire dolomitique. La grotte est creusée dans le calcaire compacte immédiatement supérieur aux bancs dolomitiques. Cette grotte, placée à 100 mètres au-dessus du niveau de l'aride plateau de Gand, et à plus de 40 mètres au-dessus de la Siagne, ne peut être abordée que par un sentier étroit en longeant les beaux escarpements de la Siagne, près du pont de la route de Mons à Saint-Césaire. En face de la grotte, l'aspect des couches de calcaire, tourmentées, repliées à angles aigus sur elles-mêmes, comme si une violente commotion venait de les disloquer, le bruit des cascades de la rivière qui jaillit de rocher en rocher, la difficulté qu'on éprouve à se maintenir en équilibre sur un sentier placé sur une pente si roide que chaque pierre déplacée descend jusqu'au fond de l'abîme : tout l'ensemble de cette scène majestueuse et terrible, rend ce pèlerinage une des plus intéressantes excursions de la Provence. L'abord de la grotte, signalé par un figuier sauvage, est formé par une espèce de vestibule élevé d'environ 4 mètres. Ce vestibule, dirigé vers l'ouest, présente au sud un couloir étroit et surbaissé, au point de ne laisser qu'un espace d'un mètre ; il faut le franchir en se traînant. On parcourt ensuite une série d'étranglements et de bassins ou salles ornées de stalactites, dont les formes prêtent à tous les jeux de l'imagi-

Grotte de Mons.

nation : les salles se succèdent jusqu'à cinq fois. Le sol est inégal, tantôt montant, tantôt descendant, et la hauteur, à part quelques cheminées prolongées dans la route, se maintient entre trois et quatre mètres. Les stalactites ruisselants d'humidité et réfléchissant la lueur des torches, le retentissement des cris d'admiration des visiteurs, l'espèce de terreur secrète qui remplit l'âme de tous ceux qui éprouvent pour la première fois les impressions des voyages souterrains, rendent cette excursion vraiment attrayante pour tous ceux qui aiment à connaître les secrets de la nature.

La longueur totale de la grotte, à partir de l'entrée, n'est que d'environ 185 mètres; mais à ceux qui font leur première visite et qui mesurent le temps par leurs sensations, cette distance paraît décuple.

Au fond de la grotte à droite et à gauche, quelques ramifications se montrent encore, mais trop étroites pour être parcourues. La dernière salle offre toujours une petite flaque d'eau dans la saison la plus sèche. Après les grandes pluies, on en trouverait bien davantage. On reconnaît à la surface arrondie des parois qu'elles ont été façonnées par un liquide corrosif. Sous la croûte de stalagmite qui couvre le sol, se trouve le limon rougeâtre dont nous avons signalé la présence et l'origine.

Outre la grotte que nous venons de décrire et qui porte le nom de *Combrières*, plusieurs autres cavités se font remarquer sur les flancs du même escarpement. La grotte *Pouveroua* (Poudreuse), dont le nom est emprunté du salpêtre qui se manifeste dans son sol; puis, la grotte *Pertuade*, celle de *Favarelle*; leurs dimensions, trop exigües, les rendent à peine dignes d'être nommées.

Sur la rive gauche de la Siagne, vers Saint-Césaire, une autre grotte se montre. C'est celle de la Fous de

Saint-Césaire, dont le nom rappelle qu'une source en découle aux époques les plus humides de l'année. Partout dans le voisinage de ces grottes, des tufs abondants annoncent aussi que les eaux, exhalées par les ouvertures, sont chargées de carbonate de chaux, lorsque celui-ci n'a pu être déposé sur les parois intérieures. On peut remarquer ces tufs à la bastide Pellassi, tout près des bords de la Siagne, en amont de la grotte. La grotte de Villecrose, bien moins profonde et moins intéressante que celle de Mons, ne présente que des masses de tufs accumulées en forme de stalactites, dans un rocher entièrement tufeux.

En résumant les caractères des grottes, en observant que leur direction est en harmonie avec celle des bancs du terrain qui les encaisse, et qu'elles ne se sont développées que là où les couches ont gardé une direction voisine de la position horizontale, que des masses de tufs modernes se trouvent encore dans leur voisinage et sont évidemment dues à la déjection des eaux de ces grottes, on demeure convaincu que les grottes ne sont que le résultat des érosions prolongées jusqu'à nos jours, et qu'elles peuvent avoir été commencées à une époque antérieure à l'âge actuel, mais qu'elles ont pris leurs derniers agrandissements dans la période actuelle. Seulement les unes sont en voie d'agrandissement, parce que les eaux qui les parcourent sans cesse corrodent et ne peuvent pas déposer; ce sont les grottes à sources; les autres qui sont en voie de comblement parce que les eaux ventilées sont forcées de laisser le carbonate de chaux qu'elles avaient dissous; ces dernières sont les grottes proprement dites.

Les ragages, les gouffres et les crevasses sont des excavations verticales, présentant cette analogie avec les grottes et les cavernes, qu'elles sont toujours dues à des

érosions à travers le même système jurassique qui forme les plateaux élevés.

Le gouffre de la *Tourne*, à la Sainte-Baume, dans lequel vont se précipiter toutes les eaux de la haute plaine du Plan d'Aups, et que les habitants disent en communication avec la source de l'Huveaune, est le plus célèbre des gouffres du département. Après celui-là il faut placer le gouffre de Cossol, qui absorbe toutes les eaux d'un plateau élevé.

Mais il existe plusieurs autres gouffres qui paraissent déboucher dans la mer les eaux qu'ils ont prises à la superficie. Ainsi le gouffre de Cuges, qui reçoit toutes les eaux de ce bassin, ne paraît les restituer que dans le sein des flots. Ainsi les calcaires poreux et siliceux du plateau de Roquefort, à Biot, ne peuvent se décharger de leurs eaux que dans le golfe d'Antibes. A Cannes, on trouve, en face du calcaire conchylien, des eaux surgissantes du fond, qui paraissent sortir du calcaire conchylien plongeant dans la mer à l'est de Cannes. De Saint-Nazaire à Bandol et au golfe de Leques, des phénomènes analogues se présentent. Nous verrons plus tard comment on pourrait arrêter ces eaux, et les utiliser pour les besoins de l'agriculture.

#### *Décomposition des poudingues.*

Les poudingues tertiaires supérieurs forment la roche la plus altérable peut-être de toutes celles qui viennent d'être passées en revue. Le grès empâtant les noyaux, est lui-même formé de sable réuni par une très-petite quantité de ciment calcaire. Les eaux pluviales, en dissolvant le sel calcaire par l'influence de l'acide carbonique qu'elles puisent dans l'atmosphère, désagrègent

bientôt de grandes étendues de roches : alors les noyaux glissent et roulent les uns sur les autres , formant dans les ravins de véritables avalanches qui exhaussent sans cesse leur lit , et rendent leurs eaux toujours menaçantes pour les plaines environnantes.

La terre végétale ferrugineuse qui résulte de la décomposition de ces poudingues , ne peut jamais se maintenir en couches un peu épaisses sur leurs pentes abruptes. Sur les flancs et les petits plateaux que constitue ce poudingue à Vinon , et sur le cours inférieur du Var , la végétation est toujours rabougrie ; ce terrain est seulement propre à donner une petite quantité de vin , dont la qualité est recherchée. Les vins de la Gaude et de Mées sont des exemples de la supériorité de ce genre de produit dans ce terrain.

En résumant ce qui précède , on voit que les moins altérables de tous les terrains sont les calcaires purs et compactes ; puis viennent les granites et les gneiss , les schistes micacés , les schistes talqueux , les grès , les marnes et les poudingues à gros noyaux.

Tous les détritits offrent cela de commun , qu'ils renferment tous le fer à un degré d'oxydation plus avancé que dans les roches mères , et que la chaux ou les bases alcalines y sont en moindre proportion ; de sorte que toutes les terres tendent insensiblement à se transformer en argiles ferrugineuses. C'est là le résultat nécessaire de l'oxydation et de la lexiviation des détritits produits par les gelées. L'eau , en s'insinuant dans les fentes , et en s'y congelant , sépare les rochers à l'instar des pêtards à poudre. Aussi très-souvent des éboulements de rochers fort durs ont lieu à la suite des gelées. On peut citer celui qui , sur la montagne de Malignon , vers Bargemon , détacha en 1836 une masse importante de rochers.

Effets de la végétation sur la décomposition ou la conservation des roches.

Les végétaux altèrent aussi par leurs exsudations les roches dures, les décomposent et leur enlèvent leurs éléments alcalins, à l'aide des liquides acides que secrètent leurs racines. Mais cette influence est très-faible, comparée à l'action préservatrice de leurs rameaux qui, servant de tamis et d'écran, empêchent à la fois l'action immédiate des grands orages, et l'effritement des eaux congelées. A cet effet conservateur des branches et du feuillage, il faut ajouter celui des racines qui relie entre elles les diverses parties du sol mobile. La couverture de terre végétale ainsi maintenue sur les roches nues, arrête bientôt leur destruction.

Ces effets se montrent, avec la plus grande évidence, dans toutes les forêts situées sur des terrains abruptes, qui sont depuis longues années respectées; la terre végétale est là bien mieux maintenue que dans les lieux où le sol nu s'expose à l'attaque des agents atmosphériques. Il suffit de comparer les parties de l'Esterel, qui sont toujours demeurées boisées, à celles qui ont été dénudées, pour reconnaître cette influence (1).

Les eaux pluviales, réunies dans les torrents, enlèvent rapidement la croûte de détritits formée par les agents météoriques et l'atmosphère. Cet effet est immédiat sur les pentes rapides et lorsque les orages sont violents.

(1) Mais à la longue, la végétation peut exercer une influence bien plus décisive encore, par la modification qu'elle tend sans cesse à introduire dans la composition de l'atmosphère.

Nous avons reconnu, il y a quelques instants, que la principale action dans la désagrégation des roches était produite par l'oxygène atmosphérique, qui tend sans cesse à décomposer les silicates et les sulfures métalliques. Or il y a de la part des plantes une absorption continuelle de matières carboniques et une émission d'oxygène, de sorte que si une forte végétation dominait pendant de longues années, il n'y a nul doute que l'atmosphère tendrait à devenir plus

Il y a ainsi active corrosion vers la tête des torrents ; ceux qui sillonnent les masses de terrains crétacés et néocomiens des environs de Saint-Auban, ceux qui entraînent les argiles jurassiques et les rocs marneux et le gypse au col de Saint-Arnoux, entre Bargemon et Seillans ; ceux qui entament le terrain analogue vers Fayence, Cabris et le Bar, montrent cette attaque dans toute sa vivacité.

*Canal d'écoulement.* — Au-dessus des bassins d'érosion, les torrents parcourent un canal où ils ne prennent rien et ne font aucune relaissée. La pente est suffisante pour qu'ils puissent maintenir en roulement ce qu'ils ont détaché plus haut. Mais au-dessous de la pente dominante, ils élargissent leur lit et abandonnent les blocs les plus volumineux qu'ils avaient entraînés, et les déposent en relevant sans cesse le niveau de leur lit. C'est là le *bassin de déjection* ; le torrent de Saint-Arnoux, dans le fond de la vallée de Bargemont, le torrent de Camiole (Callian), vers la Plaine des Terrasses, etc., offrent des bassins de déjection redoutables pour les propriétés voisines, toujours menacées d'invasions par des eaux qui élèvent leur niveau chaque année. Après avoir abandonné les graviers, en formant des espèces de poudingues, le torrent amène les parties les plus fines, des argiles et des terres végétales, jusque dans les rivières;

riche en oxygène en diminuant la proportion d'acide carbonique.

Les analogies nous conduisent à reconnaître que l'immense végétation qui a fourni les éléments des houillères et des couches de lignite, a ainsi préparé la composition atmosphérique actuelle, et remplacé l'acide carbonique qui prédominait dans l'air du monde primitif, par la proportion d'oxygène que nous avons dans l'atmosphère actuelle. La force végétale est une arme prodigieusement puissante, à l'aide de laquelle les corps animés peuvent réagir à la fois sur l'atmosphère, et de l'atmosphère sur les roches les plus solides du globe qu'ils habitent.



ces derniers limons sont enfin déposés par elles dans le voisinage de la mer. Ainsi chaque changement de pente est signalé par un dépôt particulier.

*Érosions des rivières et des torrents.*

Dans le département du Var, les érosions actuelles sont presque nulles partout où elles coulent sur le calcaire jurassique ; malgré la rapidité de leur pente, elles ne peuvent entamer les rochers qui encaissent leur lit.

Mais, une forte érosion se fait remarquer sur les points où le tuf forme le fond du lit.

C'est ainsi que la rivière d'Argent entame le tuf qu'elle traverse entre Lorgues et Vidauban : c'est ainsi que l'Artuby a corrodé depuis trente ans plus de deux mètres de la masse de tuf sur laquelle elle coule entre le Gabre et le Saut du Cappelan (de Trans à Lamotte). Vers le pont de Pouillette, cet effet est surtout bien marqué par l'élévation qu'offre la voûte du pont.

*Dépôt des rivières.*

Dans la période actuelle, les dépôts des rivières se composent, dans le département, de parties argileuses, de limons, de tufs, et quelquefois de matières végétales qui, entraînées dans leurs débordements, vont former à leurs parties inclinées une tourbe terreuse. Ainsi, en fouillant près du lit du Rioublanc, entre Fayence et Seillans, dans la plaine près Notre-Dame, nous avons rencontré des masses de tufs qui se rapportent évidemment aux premières phases de la période actuelle. Ces tufs étaient recouverts de terre végétale et de gravier. Près du lit du vallon des Donnes, à Oppio, nous avons

reconnu les mêmes éléments accompagnés d'une masse argileuse noirâtre, qui n'était évidemment que de la matière végétale amenée à l'état de tourbe, et mêlée de terre.

Il est bien à remarquer que ces deux vallons traversent à leur source des terrains gypseux, le premier vers les Combelongues de Seillans, le second dans la plaine de Châteauneuf, et que tous les jours l'action incrustante de leurs eaux se montre dans les chutes d'usines qu'elles alimentent. Au domaine de la Bégude, une roue construite depuis quatorze ans, offrait, en 1834, une couche de 30 centimètres de tuf, formé depuis cette période. Ces effets sont des conséquences naturelles de ce que nous avons exposé sur la décomposition des marnes calcaires. Aussi les retrouve-t-on exactement reproduits sur tous les torrents analogues, à Nice, sur le Paillon; près de Draguignan, sur l'Artuby; sur l'Issole, à Carcès, etc.

Vers les rivières considérables, ce n'est pas le tuf qui s'est formé, mais on trouve surtout les dépôts argileux et tourbeux. Sur les bords du Var, vers l'embouchure, nous avons observé un dépôt de tourbe qui paraît fort développé (1).

Les atterrissements marchent rapidement là où la côte est en pente douce, à l'embouchure des rivières. Ainsi s'accroît sensiblement, à l'embouchure du Gapeau, le terrain alluvien, appelé le Ceinturon.

Nous avons déjà fait connaître l'effet des alluvions de

(1) Les alluvions de l'embouchure du Var sont excessivement faibles, et cependant la masse de limon que ce fleuve déverse chaque année est très-considérable. Les parties terreuses disparaissent donc sous une mer profonde. La marche lente des atterrissements du Var suffit pour démontrer la pente abrupte de ce rivage.

l'Argens, qui ont fait reculer la mer depuis le port de Fréjus jusqu'à Saint-Raphaël. C'est un envasement de 1,400 mètres, dans une période de moins de 1,800 ans, ou 77 centimètres par an.

A la Napoule, l'atterrissement est aussi très-marqué, la Siagne recule toujours le rivage.

De même enfin les atterrissements de la Malle, vers Grimaud, au fond du golfe de Saint-Tropez.

Outre les dépôts des eaux troubles des rivières, il y a, sur le littoral du Var, une cause particulière d'atterrissement. Il existe dans la Méditerranée un courant littoral de l'est à l'ouest, qui pousse toujours les sables dans les ports ouverts dans la direction de l'est. C'est ainsi que l'étang de Vaugrenier, près d'Antibes, a été fermé par un amas de sable que la mer y accroît constamment.

Dans une anse qui ne reçoit que deux faibles ruisseaux, et où très-peu de sables sont apportés par les orages, on trouve une formation actuelle très-intéressante. Dans la petite rade de Toulon, un dépôt boueux noirâtre se forme constamment. C'est un mélange de débris de végétaux marins et de limon très-fin. De 1809 à 1839, ce dépôt a relevé le fond de 80 centimètres : ce serait environ 2 mètres 66 centimètres par siècle. Ce résultat intéressant se déduit des sondages dirigés par les ingénieurs hydrographes. Dans 40 siècles on aurait 106 mètres 40 centimètres de dépôts !

L'étang de Villepey, près Fréjus, et les Garonnes, près de Grimaud, paraissent devoir, au moins en grande partie, les digues de sable qui les isolent de la mer, à cette même cause générale.

Il se forme en outre, dans tout le fond de la Méditerranée, un dépôt presque universel de marne bleuâtre, qui, à partir des profondeurs de 100 mètres, est indé-

pendant des détritits du rivage. Ce dépôt ressemble complètement aux formations géologiques régulières.

Ainsi, dans l'âge présent on voit, comme dans les anciennes périodes, des rochers de toutes les espèces attaqués et détruits plus ou moins activement. Les parties élevées attaquées et détruites fournissent des éléments qui exhausent les vallées, ou qui vont étendre le terrain habitable à l'embouchure des rivières. Des matières calcaires, des argiles, des couches de graviers se forment dans les parties basses, tandis que des poudingues se consolident quelquefois dans les parties hautes. La grande loi géologique de la destruction et de la reconstruction, de l'action et de la réaction, se manifeste toujours à nous. Seulement les produits et les effets sont modifiés de manière à porter l'empreinte de notre époque. Les dépôts ne sont pas exactement de même nature, ni d'une étendue comparable aux anciennes formations, parce qu'ils sont superficiels, et que c'est au fond des mers que la majeure partie des détritits va se rendre. Sous le rapport de la texture, ce sont des dépôts formés sous une égale pression qu'il faudrait comparer, alors on retrouverait la même dureté et la même compacité, ainsi que nous l'avons vu en comparant les terrains tertiaires formés sous de grandes profondeurs d'eau avec les calcaires jurassiques. Sous nos yeux la décomposition prédomine sur la recomposition : en apparence, la dévastation l'emporte de beaucoup sur les formations ; mais, en ayant égard aux dépôts sous-marins, l'équation s'établit.

L'action volcanique elle-même, qui semble plus complètement éteinte, produit cependant de nos jours encore une partie de ses effets, et en considérant que ses efforts ont été plus violents dans chaque période nouvelle, on est porté à redouter ses paroxysmes futurs.

En effet, la ligne volcanique que nous avons signalée

Action actuelle  
des volcans  
du Var.

depuis Nice, Antibes, l'Esterel, Saint-Tropez et l'entrée méridionale des gorges d'Ollioules, toute sillonnée de produits d'anciens volcans, cette ligne si remarquable par leurs anciens soulèvements, se mit en mouvement dans le tremblement de terre du 2 avril 1808.

Antérieurement, en 1755, le tremblement de terre de Lisbonne troubla les eaux de la source de Saint-Auban. Ce fait fut exactement noté par un des ancêtres de M. de Villeneuve-Bargemont, qui alors passait la saison des chaleurs dans sa terre de Saint-Auban.

Le 16 septembre 1813, en 1819, et enfin le 26 mai 1831, d'autres tremblements ont affecté le département du Var.

Le rivage paraît s'être même exhaussé aux environs de Nice, vers Villefranche, à 15 mètres au-dessus des flots. Un banc de coquilles sub-fossiles, d'espèces identiques à celles actuellement vivantes sur les mêmes bords, s'est établi au-dessus du calcaire madréporique qui forme le rivage de la mer, et démontre de la manière la plus convaincante le relèvement du littoral. La liaison du rivage de Nice avec celui d'Antibes, est si évidente qu'on ne peut douter que les mêmes mouvements ne se soient faits sentir aussi sur la rive française.

Ainsi il n'y a nul doute que les ouvertures volcaniques du Var ne continuent à communiquer avec le grand centre igné du globe. Il paraît que c'est surtout la ligne du littoral qui est en connexion avec des volcans sous-marins. L'action ancienne de ces soupiraux ignés, le relèvement qu'ils ont produit, est si patent, que l'ingénieur Gardien s'écriait, à une époque où les idées de relèvement étaient presque inconnues : « Les couches de la côte du Var sont disposées comme si elles s'étaient appuyées sur une ancienne chaîne de montagnes actuel-

lement engloutie sous les flots. » C'est là précisément la disposition qu'ont dû produire en effet des soulèvements volcaniques ayant leur centre sous le rivage.

Du soulèvement qui a eu lieu près de Nice, et de l'ébranlement qui se fait sentir en masse sur cette ligne littorale, à des périodes plus ou moins éloignées, nous devrions conclure à la fois que la direction des phénomènes volcaniques anciens était établie suivant cette ligne, et que c'est dans la série d'impulsions analogues qu'il faut chercher le secret de la configuration actuelle du sol de ce département. Nous serions ainsi ramenés à une conclusion que déjà les révolutions des âges précédents nous avaient forcé d'adopter.

#### *Résumé des terrains tertiaires.*

La différence des types dans les produits géologiques correspondant à une même période, a été signalée, dans le Var, en comparant les dépôts jurassiques qui sont placés aux deux extrémités nord et sud du département. Ces différences sont devenues bien plus saillantes encore dans les parties analogues des sédiments crétacés. Mais ces différences sont devenues tellement tranchées, tellement nombreuses dans la période tertiaire, que c'est avec grande peine que l'on reconnaît la contemporanéité des dépôts.

Ainsi les terrains tertiaires moyens du haut de la vallée de l'Arc, déposés dans le fond de lacs d'eau douce, vers Pourcieux, celui de Brue, Barjols, Montmeyan et Salernes, déjà très-différents les uns des autres, ont des caractères totalement distincts de la mollasse marine des environs de Vence.

La dissemblance de ces formations est telle qu'il n'y a d'autres moyens de reconnaître l'identité d'âge de ces

dépôts, que de s'assurer qu'ils ont les mêmes relations avec les produits géologiques antérieurs et postérieurs.

Ainsi les dépôts tertiaires du Var sont essentiellement distincts dans chaque vallée ; ils renferment toujours plus ou moins de débris de roches des chaînes de montagnes qui les encaissent.

Dans la vallée de l'Arc, ils offrent, au Tholonet, des fragments de rochers de Sainte-Victoire ; dans la vallée de l'Huveaune, les noyaux du calcaire de la montagne de Saint-Jean-de-Trets et des Arelles, sont enveloppés dans le poudingue tertiaire ; dans la vallée de l'Argens, vers Roquebrune, ce sont des noyaux de grès et de porphyre enlevés aux escarpements voisins ; dans les environs de Grasse et Vence, dans la vallée de Verdon, auprès de Vinon, de Montmeyran, et auprès d'Aiguines, les dépôts tertiaires renferment une grande quantité d'argiles rougeâtres, qui paraissent un remaniement des marnes jurassiques et crétacées qui encaissent les anciens bassins.

Ces effets d'érosion et de remaniement sont tellement manifestes dans les cavernes du cours de la Siagne, de l'Artuby, et dans les dépôts de tufs qui leur correspondent, vers Draguignan et Grasse, qu'il est impossible de douter, en examinant la superficie du Var, que les terrains tertiaires sous toutes leurs formes, poudingues, argiles, grès ou calcaires, ne soient le produit remanié et plus ou moins altéré par l'oxydation, des érosions exercées aux dépens des terrains secondaires.

La mollasse marine présente moins le caractère de formation locale enrichie de détritits des roches environnantes. Cependant la mollasse du Blavet, près Roquebrune, celle du bas de la vallée de l'Arc, auprès d'Aix, ont évidemment des noyaux de roches antérieures. Mais, lorsqu'on suit le dépôt de mollasse dans

le Dauphiné, et jusqu'en Suisse, lorsqu'on la voit prendre une énorme puissance, adopter une couleur grise au lieu de la couleur jaunâtre qui la caractérise vers Vence, à l'est du Var, on ne peut plus guère douter qu'elle n'ait été augmentée, au pied de la grande chaîne des Alpes, des détritiques, des marnes noirâtres, qui forment la majeure partie des escarpements placés sur la ceinture des hauteurs alpines.

Ainsi les types tertiaires du Var semblent tous concourir à établir cette loi, que les dépôts de cet âge sont le résidu des érosions exercées sur les terrains antérieurs; seulement il y a eu sur ce résidu une réaction chimique qui a le plus souvent consisté en une oxydation plus ou moins avancée. Ainsi les noyaux de calcaires néocomiens compactes, dans les poudingues du Verdon et du Var, ont perdu la plus grande partie de leur bitume, et sont passés de la teinte bleue ou grise à la couleur jaunâtre; les marnes bleuâtres ou pyriteuses sont devenues les argiles rougeâtres et ferrugineuses du bassin du Var, de l'Argens et du Verdon. Ce genre d'altération paraît d'ailleurs être bien moindre dans les dépôts puissants, formés sous des eaux profondes, comme cela a eu lieu dans la vallée de l'Arc.

Il semblerait donc résulter de l'ensemble des caractères des sédiments secondaires et tertiaires du département du Var, que les terrains secondaires sont un remaniement et une altération des terrains primitifs, tandis que les terrains tertiaires sont à leur tour le résultat des dégradations éprouvées par les terrains secondaires.



TABLEAU GÉNÉRAL de l'épaisseur des terrains de sédiment du Var.

		Puissances partielles. Mètres	Puissances par groupes Mètres		
Terrain cambrien.	{ Quarzite. . . . . 1,500 } { Phyllade. . . . . 600 }	2,100	3,900		
— silurien. . . . .		10			
— houiller. . . . .		290			
— gres rouge . . . . .		200			
— grès vosgien. . . . .		500			
— bigarré. . . . .		800			
Calcaire conchylien (muschelkalk). . . . .		300	3,659		
Jura. . . . .	Inférieur, type magnésien. . . . .	{ Marnes. . . . . 10 } { Calcaire. . . . . 40 }		50	
	Moyen. . . . .	{ Marnes. . . . . 150 } { Calcaire. . . . . 900 }		1,050	
	Supérieur. . . . .	{ Marnes. . . . . 25 } { Calcaire. . . . . 475 }		500	
	Néocomien. . . . .	{ Marnes et grès. . . . . } { Calcaire. . . . . }		559	
Terrain crétacé. . . . .	Grès vert. . . . .	{ Inférieur. . . . . 800 } { Supérieur ou gault. . . . . 40 }		840	
	Craie. . . . .	Moyenne. . . . .		{ Calcaire. . . . . 85 } { Grès et calc. marneux. . . . . 70 }	240
		Supérieure. . . . .		{ Sables. . . . . 85 } { Craie d'eau douce et mélangée. . . . . 85 }	120
		Superficielle. . . . .		{ Superficielle. . . . . 35 }	
				7,559	

Si l'on retranche de l'ensemble des puissances des couches de carbonate calcaire les 840 mètres correspondants au grès vert, on retombe sur 2,819 mètres de puissance pour l'ensemble des dépôts calcaires, chiffre que nous avons annoncé déjà dans le résumé des caractères des terrains de grès.

Quant à la puissance des terrains tertiaires, elle est éminemment variable dans les diverses parties du Var.

Dans le bassin de l'Argens, vers Salernes et Brue, elle est inférieure à 200 mètres. Dans la vallée de l'Arc, elle s'élève à 3,000 mètres environ.

Chacun de ces dépôts dépendant d'influences locales, on conçoit que le département offre un espace trop circonscrit pour qu'on puisse y démêler les lois générales des formations se présentant sous un aspect si varié.

*Roches non stratifiées ou terrains volcaniques.*

Les terrains volcaniques ou pyrogènes apparaissent en plusieurs points à la surface du département du Var. Ils sont placés, en général, à une faible distance du littoral. Depuis le cap Nègre, à l'ouest, jusqu'à Antibes et Biot, à l'est, on ne peut pas parcourir le terrain sans rencontrer quelques filons, ou au moins quelques blocs détachés, dont l'aspect noirâtre ou la dureté annoncent l'origine ignée. Les scories rougeâtres qui se montrent sur le sol de Rougiers, les masses compactes et de couleur sombre qui couronnent les rocs blanchâtres et calcaires des gorges d'Ollioules, près Toulon, les grandes nappes de pierres noires ou grisâtres qui s'étendent de Villeneuve à Biot, au nord-est d'Antibes, et que l'on exploite pour garnir les fourneaux, sont connues de tous les voyageurs qui ont rapidement parcouru le dé-

Divers états de  
roches ignées.

partement ; ce sont là des traces des anciennes tourmentes volcaniques qui frappent les regards les moins attentifs.

Les produits des volcans ne se montrent pas à la superficie à plus de 26 kilomètres de la mer. Vers Rougiers et Tourves est leur siège le plus distant du rivage. Ailleurs l'impulsion volcanique a bouleversé les terrains et redressé les couches, mais elle n'a pas lancé la matière vitrifiée au-dessus des sédiments aqueux.

La plus grande élévation atteinte par le terrain volcanique, est celle de la butte de Rougiers, placée à 400 mètres environ au-dessus de la Méditerranée.

Ainsi que nous l'avons indiqué, les produits volcaniques se présentent sous trois aspects : en blocs spongieux, pareils à des scories rougeâtres très-ferrugineuses, aux environs de Rougiers ; en nappes compactes noirâtres, ayant des parties poreuses avec quelques noyaux de carbonate de chaux cristallisé, ou des rudiments de cristaux de feldspath : butte de Rougiers, nappe d'Ollioules ; ou bien, en masses d'aspect tufeux, aux environs de Villeneuve et Biot ; enfin, à l'état de grands filons qui ont rempli des crevasses ; ce sont des *dykes* : à Saint-Vincent de Carqueiranne, dans les Maures du Muy, près de la Péguière, auprès d'Antibes, sur le cap de Notre-Dame, à la base occidentale de l'Estérel, vers les Darbousiers.

Lorsque l'on compare ces trois manières d'être de la matière volcanique du Var, on reste convaincu que c'est la même pâte sous trois aspects différents.

Dans les scories, la masse était imprégné de gaz pendant qu'elle était pâteuse. Elle a été saisie d'un refroidissement subit, avant que les gaz aient pu s'échapper ; elle a gardé l'empreinte de leur bulles

Dans les nappes, le refroidissement ayant été plus

lent, beaucoup de gaz s'étaient échappés à l'époque de la consolidation définitive.

Enfin, dans les dykes, le refroidissement a été excessivement lent, les gaz ont pu s'échapper complètement avant la consolidation de la masse; elle paraît tout à fait compacte. Exemples : dykes à la base ouest de l'Esterel, sur la route royale, et au nord du château d'Esclans.

La masse volcanique dans le département du Var paraît généralement formée de pyroxène en fusion, avec quelques centièmes de carbonate de chaux, qui s'est réuni dans des loges et a formé ainsi la roche amygdaloïde, caractérisée dans l'Isère sous le nom de *variolite* ou drac, ou *spilite*. L'identité entre la roche volcanique du Var et la spilite de l'Isère, se manifeste aussi bien dans les dykes qui percent les calcaires jurassiques ou crétacés des environs d'Ollioules, d'Évenos et du Bausset, près Toulon, que dans les dykes qui ont traversé les grès rouge et bigarré de Saint-Vincent-de-Carqueiranne, de Pennafort, près du château d'Esclans, que dans celles qui sont encaissées dans le gneiss à l'est de l'auberge de l'Esterel, dans le schiste micacé du fort Saint-Tropez, dans le granite du Plan-de-la-Tour et des environs du Muy.

Cette roche se montre à de grandes distances complètement indépendante de la nature des bancs qu'elle a traversés; elle a donc une origine tout à fait étrangère à la nature des sédiments qu'elle a recoupés.

Dans les parties où la spilite a coulé en nappes, le carbonate de chaux n'a pas toujours adopté la même cristallisation. Quelquefois le carbonate de chaux a pris une structure laminaire; d'autres fois il est en aiguilles qui ont la cristallisation de l'aragonite : à Ollioules et au cap Nègre, ce fait se rencontre fréquemment.

Le quartz aussi se montre quelquefois en noyaux laiteux.

Dans la petite butte de Rougiers, le feldspath et le périclase olivine se présentent en petits cristaux. Le feldspath est rare; mais le périclase se trouve aussi dans les autres parties volcaniques du Var.

Les blocs volcaniques, épars à Villeneuve-Loubet, au nord-nord-est d'Antibes, sont aussi complètement analogues à la matière volcanique des autres parties du Var. Mais une différence très-sensible se manifeste dans l'aspect de la nappe qui couvre, sur plusieurs points, la mollasse entre Villeneuve et Biot. Cette nappe est dans un état grenu qui lui donne beaucoup d'analogie avec l'aspect d'un grès sédimentaire.

Les produits volcaniques se rencontrent aussi en blocs détachés; on les trouve même incorporés dans les poudingues, aux environs de la Gaude et près de Saint-Vallier.

D'après les précieuses méthodes que nous a révélées M. Élie de Beaumont, nous allons essayer de classer les matières volcaniques que nous venons de passer en revue.

Nulle part ces diverses masses volcaniques ne sont recouvertes. Diverses circonstances peuvent permettre néanmoins de les classer.

Le terrain volcanique de Villeneuve-Loubet est *postérieur* à l'époque de la mollasse, car il repose immédiatement sur ce sédiment marin.

Il est *antérieur* au terrain de transport ancien du Var, ou tertiaire supérieur, puisque ce poudingue, auprès de la Gaude, renferme des blocs détachés de la masse volcanique.

Une circonstance du gisement extérieur vient merveilleusement appuyer l'induction fournie par l'obser-

Classification  
chronologique  
des produits  
ignés.

vation précédente. Les nappes volcaniques ne peuvent jamais se consolider et s'arrêter sur un terrain dont la pente excède deux degrés, d'après les observations de M. Élie de Beaumont (*Mémoire sur l'Etna, Annales des Mines*, 1838). Or, sur la pente du plateau de Roquefort, au Loup, la masse volcanique offre des pentes de plus de 7 degrés; en outre, plusieurs lambeaux disloqués sont brusquement établis à des niveaux très-différents. Il en résulte que cette masse a été inclinée postérieurement à son dépôt, et qu'elle a subi tout le mouvement qui a donné au bassin du Loup son inclinaison et sa configuration actuelles.

Or, la catastrophe qui a amené la dernière forme de la vallée du Loup, a dû suivre évidemment la formation du poudingue, qui ne s'engendrait que lorsque la vallée était un lac.

Ainsi, que l'on ait égard à la position géométrique de la nappe basaltique dans la vallée, ou que l'on reporte l'attention sur les blocs que le basalte a fournis au poudingue, dans les deux cas on est amené à conclure que l'apparition de la roche volcanique a eu lieu *avant* l'époque de la formation du terrain tertiaire supérieur, et *après* la mollasse; elle est le produit de la période antédiluvienne.

D'un autre âge est la dyke basaltique que l'on observe au sud d'Antibes, sur le commencement de la pointe de Notre-Dame. Cette dyke offre une nature analogue aux blocs de Villeneuve et de Biot; elle a percé le calcaire jurassique supérieur, et est évidemment liée par son apparition avec la révolution qui a donné au rivage, depuis le fanal de Villefranche jusqu'à Antibes, la forme qu'il offre actuellement.

Cette dyke se rattacherait donc à la révolution diluvienne, et serait contemporaine des dykes qui traversent

le gneiss à l'ouest de l'auberge de l'Esterel. Les roches pyrogènes de l'ouest du département se font surtout remarquer par leurs nappes et leurs dykes aux environs d'Ollioules. Les deux débris de nappes qui, posées en face l'une de l'autre, à Sainte-Barbe d'un côté et de l'autre à la Courtine et Évenos, sont évidemment les restes d'un même épanchement, qui s'étend ensuite vers le nord-est sur la hauteur de Curassau vers le Bausset. Cette nappe, posée sur le calcaire jurassique des montagnes d'Ollioules, s'appuie à son prolongement sur le calcaire néocomien vers Évenos, et sur le grès vert vers Curassau.

Cette nappe est donc évidemment postérieure, non-seulement au terrain jurassique, mais encore au terrain crétacé. Pour infirmer cette conclusion, on a cité des filets de basalte trouvés dans les bancs du calcaire jurassique, dans lequel on a creusé des puits à Ollioules, d'où on voulait induire que le basalte était contemporain au calcaire; mais ce n'est là qu'une injection latérale, due à la force de pression du basalte liquide, et un fait analogue à celui des filets de lave s'insinuant dans les fissures horizontales de leur cratère.

La nappe d'Ollioules, posée horizontalement sur les strates inclinées du terrain crétacé, est postérieure non-seulement au terrain crétacé, mais encore à la révolution qui a communiquée cette inclinaison au terrain crétacé lui-même. D'autre part, le terrain volcanique d'Ollioules a évidemment éprouvé une grande déchirure: les deux parties de la même nappe couronnent les deux escarpements opposés du défilé d'Ollioules. Il est donc évident que cette gorge a été ouverte après la solidification de cette masse basaltique.

Or l'ouverture de la gorge d'Ollioules se rattache à la génération des gypses du Bausset, et à la crise qui a

donné aux vallées leur configuration actuelle, et qui les a modifiées suivant la ligne nord-nord-ouest.

La nappe basaltique d'Ollioules est donc antérieure au dernier cataclysme, comme la nappe de Biot et Ville-neuve; elle se rattache à la période *antédiluvienne*. La nappe du cap Nègre doit, par ses analogies de gisement et de composition, être rapportée à la même classe.

Les dykes de Saint-Vincent-de-Carqueiranne, et de Curassau, la nappe de Lagarde, près Toulon, doivent être classées dans cette période, de même que celle du pied occidental de l'Esterel, aux Darbousiers; en en mot toutes les dykes qui se raccordent avec la direction est 12° nord.

Le soulèvement conique du basalte de Rougiers, avec ses scories encore *sur place*, se rattache, au contraire, à la dernière révolution, soit à la période diluvienne (1).

Il est évident, en effet, qu'il n'y a plus eu trace de formation, ni même de grand courant, postérieurement à l'apparition de ce dôme basaltique. Il est donc surtout le produit de la période diluvienne. Il a affecté le calcaire conchylien juxtaposé, et l'a fait modifier en dolomie celluleuse, en provoquant la décomposition de ses pyrites; mais son influence n'a pas pu aller jusqu'à faire décomposer les marnes jurassiques placées au pied de la Sainte-Beaume, à 500 mètres du cône de soulèvement.

Le principal effet de ce cône volcanique a été de modifier l'inclinaison des roches ambiantes dans la direction nord-nord-ouest. A la même période doivent être rangés les petits lacs cratériformes des environs de Tourves, et aussi les dykes nord 18 à 20° ouest, auxquelles se

(1) M. Coquand et M. Diday ont vu dans la masse volcanique de Rougiers des blocs de calcaire conchylien avec périclote.



rattachent les derniers cataclysmes du département. De ce genre est la dyke d'Esclans, près *Pennafort*.

En résumant tout ce que nous venons de dire, on voit que les matières volcaniques du Var se divisent en deux classes.

*Première classe.*

Produits pyrogènes antédiluviens, correspondant à la naissance du terrain tertiaire supérieur, et ayant provoqué sans doute ce grand mouvement aqueux. Toutes les nappes basaltiques du département, plus ou moins dégradées, et les bouches qui les avaient vomies, ont été tellement dévastées qu'on ne peut plus en suivre la trace.

Nappe de *Biot* et *Villeneuve*.

Nappe de *Faucon*, près *Cogolin*.

Nappe de *Lagarde*, près *Toulon*.

Nappe de cap *Nègre*, à laquelle se rattachent probablement les débris volcaniques au nord de *Sixfours*.

Nappe d'*Ollioules*.

Dyke du pied occidental de l'*Esterel* (*Darbousiers*).

Dyke de *Saint-Vincent-de-Carqueiranne*.

Dykes nombreuses dans le granit du *Plan de-la-Tour* et des *Maures du Muy*. Direction moyenne est 12° nord.

*Seconde classe*

Produits pyrogènes diluviens.

Butte volcanique de *Rougiers*.

Matières volcaniques de *Tourves*.

Dykes d'Esclans à *Pennafort*.

Dykes au pied oriental de l'*Esterel*. Direction moyenne nord 18° ouest.

Les dykes d'Antibes et de Saint-Tropez se rapportent à la même période. Elles s'y rattachent par ce caractère commun qui consiste à avoir imprimé à la figure du sol son dernier trait ; par une déviation qui n'est, peut-être, qu'apparente, elles ont néanmoins une direction est  $45^{\circ}$  nord. Dans cette deuxième classe, il faut placer le cratère de Beaulieu, dans les Bouches-du-Rhône, qui ne paraît pas modifié par la révolution postérieure au terrain tertiaire supérieur, et qui daterait par conséquent de cette dernière catastrophe.

Ainsi les deux séries de roches bien évidemment volcaniques du Var appartiennent précisément aux deux périodes d'action des volcans de l'Auvergne et du Vivarais.

Les nappes basaltiques et trachytiques du Mont-d'Or sont de la série antédiluviennne, tandis que les laves et les cônes du Puy-de-Dôme correspondent à la série diluvienne.

Les émissions de roches ignées ont fait naître divers phénomènes dans les roches de sédiment qui offrent, dans le département du Var, un sujet d'études fort intéressant.

Parmi ces phénomènes, le plus important, celui qui a entraîné les conséquences les plus graves, c'est celui des *dislocations* des couches relevées ou abaissées relativement à leur ancien niveau, inclinées sous un angle quelquefois voisin de la verticale, ou bien reportées en masse à une grande hauteur avec une faible inclinaison, et dans plusieurs cas contournées et fracturées en un grand nombre de points.

Nulle contrée n'est plus curieuse sous ce rapport que le massif de l'Esterel, où les roches ignées apparaissent à chaque instant et toujours changeant le plongement et la direction des couches, de façon qu'il est impossible

Relations des  
terrains ignées  
du Var, avec les  
dislocation  
des couches.

de suivre un mince strate pendant quelques centaines de pas. Ainsi, près l'auberge de l'Esterel, en descendant vers Cannes, à quatre reprises différentes le terrain de gneiss apparaît recoupé par des dykes qui dérangent la stratification du gneiss et des grès qui lui sont superposés.

Si l'on descend à l'ouest de l'Esterel, on trouve la stratification dérangée aux points où apparaissent d'autres matières volcaniques, au chemin des Adrechs et aux Darbousiers, au sud, vers Agay; au nord, vers le Reyran, même observation.

Ainsi les dérangements de la stratification sont si intimement liées avec l'apparition des terrains ignées, qu'il est impossible de nier que c'est à l'apparition de ces roches que sont dues les dislocations des terrains de sédiment, déposés d'abord suivant des plans sensiblement horizontaux.

En examinant l'ensemble des sommités du département du Var, qui s'élèvent en grandes lignes parallèles, comme Sainte-Victoire et la Sainte-Beaume; à l'ouest, les montagnes d'Audibergue et de Thorenc, à l'est; en considérant leurs couches dirigées suivant des lignes sensiblement parallèles à celles de ces crêtes, on demeure convaincu que la cause qui a produit l'inclinaison des couches, est la même que celle qui a fait apparaître ces hauteurs. D'où résulte cette autre conclusion, que toutes les inégalités du sol, tant soit peu importantes, ont leur cause dans les forces volcaniques qui ont disloqué les couches.

Dès qu'on étudie les dislocations produites par les émissions volcaniques, on reconnaît qu'elles s'étendent suivant la ligne suivant laquelle la matière ignée s'est produite.

Ainsi vers Antibes, les strates de calcaire sont dirigées

vers le nord-est, absolument comme la dyke volcanique voisine, de sorte qu'il est rationnel de comparer les lignes de la stratification des crêtes des montagnes avec celles affectées par les dykes.

En faisant cet ensemble de comparaisons, on est amené à penser que la direction moyenne des dykes antédiluviennes de Saint-Vincent-de-Carqueiranne, de la base ouest de l'Esterel, dont la ligne moyenne est de l'est 12° nord, correspondent précisément aux dislocations et aux crêtes antédiluviennes, et leur ont imprimé cette direction.

N'est-il pas frappant, en effet, de voir la direction de la Sainte-Beaume, celle de Saint-Victoire, celle de la montagne de Carqueiranne, se prolonger suivant la même ligne est 12° nord.

Il résulte de ces prémisses deux conséquences importantes :

1° Les phénomènes volcaniques ont existé comme cause prépondérante dans toutes les grandes dislocations du Var ;

2° La nature et l'âge de ces dislocations peut être indiqué par la ligne de direction des couches.

Avec cette donnée, on peut aussi bien reconnaître l'action ignée dans l'apparition du schiste talqueux du fort Lamalgue, qui a relevé presque verticalement les terrains houiller et les grès supérieurs du quartier des Améniers et du Mourillon, qu'on la reconnaît à Carqueiranne, où le même relèvement a coïncidé avec l'émission du basalte de Saint-Vincent, suivant la ligne est 10° nord.

Les relèvements ou les abaissements qui se sont ainsi opérés par les forces volcaniques, ont été même dans les périodes très-récentes de l'âge antédiluvien et de l'âge diluvien d'une énergie extrême.

Énergie des  
soulèvements  
dans le Var.

Nous avons déjà rappelé ce changement de niveau de 1,000 mètres, qui a eu lieu pour les deux parties du poudingue tertiaire supérieur, déposées à Saint-Vallier et à Nice.

Voici d'autres faits analogues tirés d'un autre ordre d'observations.

A Toulon, tous les terrains de grès houiller rouge, vosgien, bigarré, et le muschelkalk ou calcaire conchylien, sont en stratification parfaitement concordante. Il n'y a pas eu le moindre défaut de continuité; ils se sont donc tous disposés horizontalement les uns sur les autres. Eh bien! la puissance volcanique qui a brisé toute cette croûte et amené au même niveau les couches de schiste talqueux et celles du muschelkalk, a donc fait naître un relèvement égal à l'épaisseur de l'ensemble de tous ces terrains, et qui ne va à rien moins qu'à 1,500 mètres. On peut aller plus loin: entre Ollioules et Sixfours, où tous les terrains ont été soulevés jusqu'au delà du système du Jura supérieur, la faille a été si grande qu'elle a nivelé le terrain de la craie supérieure avec le grès houiller. En effet, les deux ou trois inflexions observées dans les gorges d'Ollioules, ne sont pas des soulèvements particuliers, mais seulement des ondulations du même soulèvement. On trouve donc, en ajoutant l'épaisseur de tous ces terrains, que le changement de niveau a été d'environ 3,500 mètres. Si les terrains crétacés et jurassiques avaient toute la puissance dont ils sont doués à quelques lieues plus au nord, la faille se trouverait plus grande encore.

Ainsi, voilà un ensemble de relèvements très-modernes qui ont fait naître des dislocations énormes!

Les relèvements volcaniques du Var ont amené des changements minéralogiques dans l'état des roches de sédiment. Mais avant d'aborder ces observations inté-

Modifications  
des roches du Var  
par les  
soulèvements.

ressantes, nous allons donner quelques nouveaux détails sur les relations des phénomènes volcaniques avec les hauteurs qui sillonnent le département.

Le sens du plongement des couches soulevées est toujours du côté opposé à celui où apparaît la roche volcanique soulevante. *L'escarpe des montagnes est en face des foyers volcaniques.* Ainsi les dykes volcaniques de Carqueiranne sont placées au *sud*, tandis que les strates des terrains qui forment la plaine et qui se montrent sur les hauteurs, plongent tous vers le *nord*.

Si l'on franchit la Sainte-Beaume, on trouvera de même les matières volcaniques de Tourves et de Rougiers, situées au pied *septentrional* du massif dont les couches plongent vers le *midi*.

Même chose encore du côté de l'Esterel; toutes les couches des environs de Bargemon, Seillans, Fayence, Montouroux, ont leur plongement général au *nord*, tandis que le foyer volcanique est au *sud*.

A Antibes aussi, la dyke étant au *sud-est*, le plongement va vers le *nord-ouest*.

On peut exprimer cette loi en l'établissant en ces termes .

L'escarpe des montagnes est du côté le plus rapproché du foyer volcanique.

Cette loi se vérifie très-bien dans les Bouches-du-Rhône, où l'escarpe du calcaire jurassique de la Trevarresse se pose en face du volcan de Beaulieu. Elle se vérifie plus en grand encore dans les Alpes, où l'escarpe des Alpes du mont Rose est vis-à-vis les matières volcaniques des bords des lacs Majeur et Lugano.

C'est ainsi que dans un cratère volcanique les masses qui forment le cirque ont leur escarpement vis-à-vis le foyer central.

Cette loi simple permet de donner pour induction la

place de la matière volcanique qui ne se montre pas. Ainsi toutes les montagnes qui bordent le littoral entre Saint-Tropez et Hyères, étant formées de couches dont l'inclinaison générale est vers le *nord*, on en déduit que le soulèvement a dû partir du rivage placé au *sud*.

De même, entre Antibes et Nice, la rive est généralement très-escarpée; du côté de Nice surtout, à peu de distance du rivage, on trouve 500 mètres de profondeur. Tout l'ensemble du bord figure une espèce de cratère elliptique, allongé au *nord*, dont les couches formant l'ossature, plongent au *nord-ouest* à Antibes, et au *nord-est* au fanal de Villefranche du côté de Nice.

D'où il suit que l'axe de soulèvement, ou le foyer volcanique, sont à peu près placés suivant une ligne marchant vers le *nord*, comme le cours de la rivière du Var.

C'est une disposition analogue qui règle l'allure des couches placées des deux côtés du golfe de Saint-Tropez, tandis que, près de la dyke basaltique du fort Sainte-Anne, les couches plongent à l'ouest en se dirigeant nord 45° est; au contraire, du côté de Fourneux, les bancs courent du *nord* au *sud* et plongent à l'est: sur les deux côtés opposés les couches ont donc encore des inflexions inverses.

Ce qui prouve assez péremptoirement d'ailleurs, que la stratification est liée à la forme du bassin intermédiaire, c'est que sur la partie qui sépare Saint-Tropez de Fourneux, dans le voisinage de Saint-Maxime, les strates passent par une direction intermédiaire, et vont vers l'est 22° nord.

De même, à Antibes, l'inflexion des couches au nord est très-prononcée vers le Fort-Carré et en avançant vers Villeneuve, la direction devient nord 10° ouest, suivant une ligne exactement parallèle au grand axe du soulève-

ment elliptique qui s'allongerait suivant le cours du Var.

De sorte que dans tous les cas le département du Var justifie cette observation déjà énoncée : l'escarpe regarde le lieu d'où est partie la matière volcanique. Seulement ce lieu de départ est une ligne dans les soulèvements linéaires, ou une courbe arrondie dans les soulèvements elliptiques ou de la forme d'un cratère.

Les phénomènes volcaniques ont produit, soit des soulèvements, soit des dépressions ou des affaissements. Quelquefois les deux effets ont eu lieu simultanément. Ainsi le poudingue tertiaire supérieur qui se trouve à la fois porté à la hauteur de Saint-Vallier, et au-dessous du niveau de la mer de Nice et d'Antibes, a plus de 500 mètres de profondeur. On conçoit que ce n'est point à cette profondeur qu'est la position normale d'une formation d'eau douce.

Exemple  
de dépression  
de terrain.

Les phénomènes qui ont produit les soulèvements et les affaissements, ont aussi produit des fractures qui doivent être d'autant plus larges et d'autant plus nombreuses que les strates ont été portées plus subitement à une grande hauteur, et ont été forcées d'occuper une surface plus élargie.

Filons.  
Fractures  
et clues.

Les fractures sont très-communes dans le département du Var, et elles y ont reçu le nom de *clues*. Ces fractures sont, en effet, très-nombreuses dans le grand plateau calcaire de Saint-Vallier, que nous savons avoir été soulevé à l'époque diluvienne, et elles ont servi à encaisser profondément les rivières qui coulent dans l'est du département.

La Siagne de Mons, la Siagne d'Escragnolle, le Loup près du Bar, et la Cagne entre Coursegoule et Saint-Jeannet, roulent au fond de ces clues profondes et escarpées comme des abîmes



Les clues étant une conséquence des soulèvements, doivent se classer comme ces derniers relativement à la direction.

Ainsi les soulèvements est 10 à 12° nord, ont pu produire des fractures dans la direction perpendiculaire nord 10 à 12° ouest.

Et au contraire, des soulèvements du système nord 18° ouest ont pu produire des fractures est 18° nord.

C'est ainsi que toutes les clues que nous avons citées, tantôt dans le grand plateau nord-est du département, depuis Comps jusqu'à Saint-Jeannet, ont toutes des ramifications infléchies vers le nord-ouest.

Il ne faut en excepter ni la fracture entre Brouis et Lachens, vers le plateau de Taulane, ni celle plus récente qui, sous le nom de Clue de Saint-Auban, sert de lit à l'Estéron.

Dans les environs de Montmeynan et de Quinson, le soulèvement a agi, au contraire, dans le sens du nord 18° ouest; aussi les grandes fractures se dirigent vers l'est ou l'ouest, et c'est dans ces grandes fractures que mugit le Verdon depuis Gréoulx jusque vers Castellane.

Le terrain tertiaire supérieur s'étant distribué dans le bassin du Verdon indépendamment de ces clues, il est clair que leur ouverture est postérieure au terrain tertiaire supérieur, tandis que la gorge de Brouis est antérieure au terrain crétacé déposé dans son étendue.

La gorge d'Ollioules a été ouverte postérieurement au terrain de basalte en nappe, par conséquent à l'époque diluvienne; elle a coïncidé avec le surgissement du volcan de Rougiers.

Cette gorge célèbre marche parallèlement à la vallée de Belgentier, en commençant cette vallée à la croix de Pierre et la terminant à Solliers

La fracture d'Ollioules a été provoquée par le soulève-

ment nord 18° ouest, auquel se rattache le volcan de Rougiers et la dyke de jas de Canaune, vers le Bausset.

En effet, les couches verticales dirigées nord, sud, nord 30° ouest, sont fréquentes dans la vallée de Belgentier. Les tufs, qui sont le seul dépôt tertiaire qu'elle présente, démontrent que son ouverture est de l'époque diluvienne.

Ainsi il existe dans le département des clues dirigées du nord-nord-ouest au sud-sud-est, qui ont été l'effet de dykes et de soulèvements venus dans cette même direction.

D'autres fois, les clues de ce système nord-sud, ont été ouvertes à une époque plus reculée, et ont été disloquées de nouveau à l'époque diluvienne.

Tel est le défilé de la Bastide-d'Esclapon, au pied de l'Achens, par lequel le grès vert et la craie du bassin de Taulane ont pénétré jusqu'à la Roque d'Esclapon et Brovés, puis les couches de ce défilé ont été redressées verticalement dans la direction du nord au sud, simultanément avec les couches de craie verticales de Séranon, connues sous le nom de *graus*.

La dislocation qui a produit ce phénomène tout à fait comparable à celui éprouvé par le terrain crétaé de Quinson, est postérieure au dépôt tertiaire supérieur. Il est donc de la période diluvienne; d'où résulte cette conséquence que dans le département du Var les défilés du nord au sud ont été ouverts, ou au moins de nouveau disloqués, dans la période diluvienne. C'est donc le sens dans lequel le mouvement volcanique s'est le plus longtemps maintenu.

On sait que Werner définissait les filons des fentes remplies. Ainsi les filons ont les rapports les plus immédiats par leur origine, par leur direction et leur âge, avec les fractures que nous venons d'étudier.

Les filons sont prodigieusement nombreux dans les terrains anciens du département du Var ; mais ils ne se montrent pas d'une manière prononcée dans les terrains secondaires. Ainsi nous ne pouvons signaler, dans les grès houillers et les terrains supérieurs, que des fentes remplies ou par des dykes volcaniques, comme les dykes de Carqueiranne, de l'ouest de l'Esterel, d'Esclans près Pennafort, dans les divers terrains de grès ; d'Antibes, dans les terrains jurassiques, ou bien par des amas d'argile, de poudingue et de calcaire d'eau douce, comme les brèches osseuses de Nice, Antibes, Grasse et Saint-Vallier. Mais ce n'est, dans le Var, que dans les terrains anciens, que l'on trouve de grands filons remplis de matière cristalline.

La substance qui remplit généralement les filons du département, c'est le quartz, tantôt blanc laiteux, tantôt carié. Le quartz est accompagné de filets et de rognons métalliques, tels que sulfure de plomb, de zinc, d'antimoine, d'argent, de cuivre, de fer. On y rencontre aussi de la chaux fluatée ou fluorine, de la barytine et de la chaux carbonatée. Presque tous ces filons sont encaissés dans le gneiss, aux environs de la Garde-Freynet, de Cogolin, de Grimaud, et entre Collobrières, Hyères et Bormes. Tels sont les filons de Saint-Clément, de l'Autoulières, de Tassy, du Jas de la Mourre, aux environs de La Garde. Dans la même commune on en trouve dans l'amphibolite de Bougoï et de Lavagne: même gisement à Reboul près Cogolin. Les filons quarzeux sont aussi très-fréquents dans le terrain de granite à gros cristaux du Plan-de-la-Tour.

Dans les granites à petits grains des Maures du Muy; au quartier de Charles, ou de la Péguière, c'est la barytine qui remplit les filons. On rencontre encore la même substance dans les granites du château de Guignes, dans

la partie nord du massif de l'Esterel, et dans les gneiss de l'Argentière, dans l'est du même massif.

Enfin le fer carbonaté spathique ne se trouve en filon que dans les environs de Cogolin, au moulin de la Madeleine, dans le gneiss.

Ainsi, dans l'ensemble des filons du département, la matière composante essentielle ne ressemble ni à celle des dykes à injections plutoniques, ni à celle des terrains de transports récents; c'est principalement le quartz ou la silice qui forme près des deux tiers de la masse des roches anciennes. Puisque le principal élément du filon est le même que celui de la roche encaissante, il devient probable qu'une réaction exercée sur la roche fissurée a déterminé la formation du filon.

En examinant attentivement les parois du filon de Saint-Clément, à la Garde, où nous avons vu en 1829 des travaux assez prolongés, et en étudiant l'état des parois des autres filons du Var, nous avons reconnu que la roche encaissante était décomposée. Le mica et le feldspath étaient désagrégés, et la partie restante se rapprochait du kaolin.

Or, la décomposition du feldspath et du mica produit précisément les éléments chaux, magnésie, baryte, fer, manganèse, plomb, mica, que l'on trouve concentrés dans les filons avec les sulfures que l'on trouve en petites particules disséminées dans toutes les roches. Il y a déjà longtemps aussi que l'acide fluorique est reconnu dans le mica.

Ainsi la décomposition des roches encaissantes, et les courants électriques à travers les roches fissurées, sont, dans le département du Var, parfaitement en harmonie avec la composition des filons.

Il y a plus encore, une décomposition analogue à celle

qui se montre dans les parois des filons, se manifeste aussi au point de contact des dykes.

Ainsi dans les Maures du Muy, toutes les dykes qui traversent le granit, lui ont communiqué une teinte blanche et un état terreux qui les rapproche de l'aspect que prennent les parois des filons.

Ce que nous venons de signaler dans les Maures du Muy, près la Péguière, se montre aussi bien dans les granites traversés par des dykes dans la partie nord du terroir du Plan-de-la-Tour.

Mais rien n'est plus remarquable sous ce rapport que l'influence exercée par les dykes qui coupent, jusqu'à quatre reprises, le gneiss traversé par la route royale d'Italie à l'Estérel, au-dessus de la maison du cantonnier, située du côté de l'est. Citons un de ces exemples.

La dyke a 1<sup>m</sup>, 50 d'épaisseur; elle est dirigée sud 1/4 sud-est; elle est presque verticale, seulement elle incline un peu vers l'est 10° nord. Au-dessus du filon dyke le gneiss est tout à fait terreux, et a pris une teinte rouge. Cette espèce de salebande de gneiss a 30 centimètres d'épaisseur. Au-dessus du gneiss terreux s'appuie une couche de gneiss épaisse de 1 mètre, très-altérée, et ayant des cristaux plus volumineux de feldspath, qui lui donnent une structure porphyroïde.

De l'autre côté de la dyke, le gneiss est aussi devenu porphyroïde et altéré. Ensuite, à 1<sup>m</sup> 50 du filon, la roche prend son état ordinaire. En continuant à descendre la route, on voit dans les autres dykes, tantôt le gneiss devenir terreux et friable, tantôt prendre une structure rubanée, dans laquelle les veines rubanées partent d'un centre.

Ainsi les phénomènes d'altération produits par les dykes, ont tant d'analogie avec l'altération des parois des filons, qu'il demeure évident que l'ouverture d'une

faille provoquée par un phénomène volcanique a dû suffire pour faire naître les réactions chimiques que suppose l'existence des filons.

En conséquence la comparaison des filons et des dykes du département démontre qu'il y a eu identité dans l'origine première de ces deux accidents, dus à l'action plutonique seulement. Il y a eu cette différence que les dykes ont été remplis par la substance plutonique elle-même, tandis que le vide des filons a été comblé par le transport et la concentration de certains éléments de la roche décomposée.

Identité d'origine. Différence dans le remplissage des filons et des dykes du Var.

Dès lors on voit aisément pourquoi les mêmes substances qui remplissent les filons se trouvent aussi disséminées dans les couches altérées, et y forment des veines et des rognons. Ainsi le quartz, ainsi les sulfures métalliques qu'il enveloppe ou qu'il accompagne, se trouvent plus fréquemment encore en rognons et en petites veines qu'à l'état de filon.

Le sulfure d'antimoine, par exemple, accompagne les rognons et les veines de quartz de la Jeannette, près de Sainte-Eulalie, tandis qu'il se montre dans les filons de la Reille, au terroir d'Hyères (1).

Si les filons des Maures du Var sont très-nombreux, ils sont en général peu puissants et surtout très-peu continus. La petite étendue des terrains anciens sur lesquels ils se sont montrés, la faible hauteur de ces terrains,

Discontinuité des filons.

(1) Les filons du département de l'Isère, et ceux que nous avons étudiés dans l'ensemble des Alpes, offrent des circonstances analogues à celles que nous venons de signaler dans le Var. Ainsi le carbonate de fer des filons d'Allevard a été formé aux dépens du silicate de fer du schiste talqueux, qui est devenu blanchâtre et quarzeux, et le même phénomène s'est produit dans les veines comme dans les filons de cette contrée.

semblent avoir rendu les phénomènes électriques moins intenses et moins continus.

L'allure générale des filons des environs de la Garde-Freyne est, est 35 à 45° sud, à ouest 35 ou 45° nord. Le filon de Saint-Clément est le type de ce genre.

Cependant il y a des filons qui affectent surtout les deux directions que nous avons vues se produire si fréquemment dans les dykes et les directions des couches. Ainsi les filons de la Reille, de Léoube à Hyères, celui de Tassy à la Garde-Freyne, affectent la direction du nord droit au nord 22° ouest.

Les filons de la Péguère, des Maures du Muy, le grand filon quarzeux de Cogolin, exploité en 1822, donnent les directions est 10° nord et est 15° nord.

Celui de l'Autoulière à Cogolin va jusqu'à est 45° nord.

Il est bien à remarquer que là où les filons et les dykes se manifestent près les uns des autres, il y a parallélisme. Cette liaison dans les directions est bien marquée dans les Maures du Muy : la ligne Est 10° nord indique dans cette dernière région la direction moyenne des dykes et des filons. C'est ainsi que d'après les idées émises par M. Élie de Beaumont, il y a souvent parallélisme lorsqu'il y a identité d'origine ou même âge géologique.

Après avoir examiné les modifications produites dans les roches anciennes, soit par la fracture, soit par le contact des substances plutoniques, nous allons examiner l'influence qu'elles ont exercée sur les roches secondaires et tertiaires.

En élevant jusqu'à la superficie, les roches secondaires profondément ensevelies, les agents plutoniques ont provoqué tous les changements que pouvait faire naître un changement brusque de pression et de température.

Les couches bitumineuses ont dû laisser exhale

Influence  
des failles sur  
les roches  
secondaires

ment les gaz que la pression pouvait retenir malgré une température élevée ; il s'est fait ainsi une véritable distillation, tout comme des roches de houille entaillées à une profondeur de plus de 100 mètres laissent exhaler le gaz hydrogène carboné que la pression avait jusqu'à maintenu dans leurs pores. Ainsi les bancs de combustible doivent nécessairement tendre à se transformer en anthracite. C'est ainsi que la houille qui enveloppe le massif des Maures d'une ceinture, devient de l'anthracite au milieu des dislocations du bassin de Vaux, et se rapproche du même état aux environs du fort Lamalgue, à Toulon, là où les couches sont devenues verticales.

Avec cette modification se manifeste celle du grès houiller. Les noyaux qui entrent dans sa composition deviennent des centres de cristallisation, les éléments triturés du feldspath s'unissent de nouveau, et il se forme un gneiss porphyroïde. On voit clairement la tendance à cette transformation dans le grès houiller du fort Lamalgue, à Toulon. La métamorphose est évidente dans le grès houiller, qui supporte la couche de houille anthraciteuse du bassin de Vaux, dans l'Esterel, de même que dans le grès houiller de Belloni, à peu de distance du précédent. C'est encore un effet de la même transformation qui a fait apparaître le gneiss porphyroïde qui, à la montée de Fourneux, se rattache aux roches arénacées du bassin de l'Argent.

Les grès feldspathiques du système du grès vosgien se transforment ainsi en porphyres rouges avec noyaux de quartz limpide ; les argilolites vertes prennent elles-mêmes l'aspect porphyrique. Ainsi se sont formés, par une modification du grès vosgien, les porphyres rouges et verts de la montée de l'Esterel et de Saint-Raphaël, tandis que la silice et l'oxyde de fer, en s'unissant, ont



engendré le silicate de fer, dont la couleur verte se manifeste dans une foule de petits nids et de taches au milieu de ces porphyres. Les grès très-siliceux, comprimés par l'action plutonique, ont eu leurs molécules unies de nouveau et transformées, soit en roches schisteuses lorsque le fer encore abondant pouvait engendrer du mica, soit en quarzites blanches et compactes lorsque le fer était en trop petite quantité. Les quarzites du cap Garonne sont évidemment les couches siliceuses du grès houiller et du grès rouge soumises à cette influence. Les mêmes effets se sont manifestés dans les couches redressées verticalement au Quartier des *Améniers*, près Toulon.

L'influence cristalline que développent les matières plutoniques, les redressements que cause leur émission, ne sont nulle part plus frappants que dans le bassin d'Agay, aux Causs. On voit les porphyres feldspathiques du grès vosgien devenir noirâtres, et prendre peu à peu une cristallisation plus prononcée à mesure qu'on avance vers l'est. Outre les cristaux de feldspath demi-vitreux, on voit paraître de petits nids pleins de druses de cristaux de feldspath blanc *hémitrope* (variété de Baveno), des cristaux de quartz hexagonal mêlés de cristaux de mica et d'amphibole. Les cristaux de feldspath deviennent de plus en plus nombreux, les géodes sont plus rapprochées, la roche tend à se confondre avec les granites porphyroïdes. On peut reconnaître aussi que lorsque les bases alcalines ont manqué, et que la silice et le fer ont abondé, il s'est formé de la serpentine et du minéral de fer oxydulé.

Ainsi dans le massif de l'Esterel, on reconnaît clairement le passage de la roche altérée par l'action plutonique, aux roches granitiques et porphyriques; et l'on voit que les roches de détritiques qui s'étaient formées des

débris des roches anciennes, peuvent reproduire les roches-mères, par l'influence ignée. Ces phénomènes expliquent très-bien comment les terrains silurien et cambrien du Var, ont perdu leur ancien aspect sédimentaire, pour revêtir la forme de roches siliceuses schisteuses et de schiste talqueux.

C'est seulement dans les points où la transformation a été incomplète, ou bien lorsque l'action atmosphérique a désagrégé les roches, qu'on peut discerner les traces de leur véritable origine.

A deux kilomètres à l'ouest de l'auberge de l'Esterel, la grauwacke elle-même devient si bien cristalline, que l'on dirait une pâte de gneiss enveloppant des noyaux d'un autre gneiss. Dans toutes les parties où les terrains de transition et de grès secondaire ont été énergiquement soumis à l'action plutonique, ils prennent, dans les Maures du Var, l'aspect des roches cristallines des Alpes du Dauphiné et de la Savoie ; mais c'est surtout avec les Alpes centrales, voisines du lac Majeur et du lac de Côme, que l'analogie est frappante. Nous avons observé, entre Lugano et le lac Majeur, un porphyre passant au granite de Baveno, absolument comme celui d'Agay aux Causs. Les schistes micacés avec grenat et staurotide, situés entre Collobrières et La Garde, ne sont que la reproduction en miniature des schistes grenatifères de Saint-Gothard.

Déjà nous avons exposé, en décrivant les terrains de calcaires secondaires et les dépôts tertiaires, les changements que les grandes failles ont fait naître dans les calcaires marneux. Nous avons vu comment, par l'action de l'oxygène atmosphérique, des couches chargées de bitume et de pyrites avaient été décomposées, lorsque ces couches, en s'élevant tout à coup de plus de mille mètres de profondeur, avaient offert une température

qui dépassait de 30 degrés celle de la surface où elles apparaissaient. Ainsi la formation de l'oxyde de fer, la génération du sulfate de chaux, et enfin la dolomification, sont évidemment dans le Var le simple résultat de puissants soulèvements. Par ce seul changement, les marnes et les lignites pyreux sont devenus des sulfates.

Absence  
de dolomies et  
de gypses formés  
par sublimation

On a quelquefois affirmé qu'il y avait dans les déjections plutoniques du Var des traces de l'émission de l'acide sulfurique par d'anciennes bouches volcaniques, qui avaient ainsi converti les calcaires compactes en gypse : qu'il y avait eu des *dolomies* engendrées aussi par de la magnésie sublimée. C'est en vain que nous avons cherché les preuves géologiques de cette dernière absurdité chimique. Les gypses manquent précisément là où la bouche volcanique est la plus apparente. Aux environs de Rougiers, les calcaires en sont dépourvus, et la dolomie et le gypse sont absents au milieu des crevasses surmontées des basaltes d'Ollioules.

Les premières abondent au fort Faron, et les autres au Vieux-Bausset ; tous points plus éloignés des événements volcaniques. C'est que le gypse et la dolomie n'ont pu se former que lorsque l'ensemble des couches bouleversées était imprégné de pyrites, et les calcaires eux-mêmes mêlés de magnésie, et lorsqu'enfin l'action de l'oxygène pouvait se faire sentir sur ces éléments.

Effets du contact  
des roches ignées  
avec le calcaire.

Le contact des roches ignées n'a pas généralement exercé une influence bien marquée sur les calcaires ; lorsque les calcaires ont été purs et cristallins, l'action a été absolument nulle. Ainsi les calcaires de Jas-de-Cannaune, près de Bausset, ceux de Curassau, d'Évenas et de Sainte-Barbe, ne présentent pas d'altérations sensibles dans les parties où ils sont purs, quoique le contact de la roche ignée soit immédiat.

Mais il y a eu altération toutes les fois que le calcaire a été impur, ou lorsqu'il offrait de la magnésie. Ainsi le calcaire conchylien, qui contient, d'après l'analyse de M. Diday, 20 pour 100 de carbonate de magnésie, a formé une dolomie poreuse dans son contact avec la butte volcanique de Rougiers. Dans le grès rouge, à Agay, les calcaires qui terminent la formation ont perdu leur bitume et leurs traces de fossiles; ils sont devenus jaunâtres et saccharoïdes. Ceux qui étaient magnésiens ont pris la structure dolomitique.

Dans plusieurs autres points, les éléments des calcaires magnésiens soulevés ont aussi éprouvé une séparation. Les deux carbonates de chaux et de magnésie se sont unis en proportion définie; puis le carbonate de chaux excédant s'est réuni en veines spathiques, dont la blancheur et la pureté frappent les regards lorsqu'on les compare aux noyaux dolomitiques gris ou jaunâtres. Exemples: les calcaires du Saint-Pilon, près Saint-Maximin, et de la brèche osseuse à Antibes. D'autres fois le calcaire pur a été dissous parce qu'il est plus soluble, et il est resté une dolomie caverneuse. Exemple: le calcaire ferrugineux entre le Val et Brignoles.

Dolomite par déplacement ou transport moléculaire.

Enfin, lorsque les calcaires ont été simplement fissurés, le carbonate de chaux pur s'est concentré dans les fentes, et il en est résulté ces calcaires bleuâtres, veinés de blanc, si faciles à reconnaître dans la gorge de l'Estéron, près Saint-Aubin, aux environs de Rians, Ginnaservis, et une foule d'autres points.

Calcaires fissures et pénétrés de filons spathiques.

Ce dernier fait offre encore une preuve péremptoire à l'appui de ce que nous avons énoncé sur les filons du Var. Les filons, grands ou petits, sont toujours de la nature de la roche encaissante. Le quartz y domine dans les roches siliceuses, et c'est la chaux dans les roches calcaires.

Cette influence cristalline qui s'est produite dans les fentes, a réagi jusque sur les calcaires tertiaires des mines de lignite de Pas-de-Peiruis et de Saint-Zacharie. Les filons sont toujours formés par la partie la plus pure du carbonate de chaux, pris aux dépens des couches encaissantes, et les filons spathiques s'arrêtent dans la couche de charbon.

En résumé, c'est en les exposant à des changements de température et de pression, en provoquant de nouvelles combinaisons chimiques, soit des éléments intérieurs, soit avec l'oxygène atmosphérique, que les masses d'origine plutonique ont surtout influé sur la nature et l'aspect des roches calcaires secondaires et des terrains tertiaires du Var.

Ici, les influences du contact immédiat ont été bien moindres; mais celles du changement de pression et de température, celles du fendillement et de l'accès des eaux chargées d'oxygène, ont eu une influence prépondérante.

Après le tableau que nous venons de tracer de toutes les réactions qui se rattachent aux roches plutoniques, il devient facile de déterminer celles qui, dans les temps anciens, ont joué le même rôle.

En première ligne, il faut ranger les roches amphiboliques. Par leur nature minéralogique, elles se rapprochent beaucoup des basaltes, puisque le pyroxène, élément essentiel des basaltes, est le composé chimique identique à l'amphibole. Nous avons vu d'ailleurs que la dyke basaltique de Sainte-Anne, à Saint-Tropez, renferme, avec le péridot, des cristaux d'amphibole, et que le porphyre noir modifié d'Agay passe par une cristallisation progressive à une roche mêlée de cristaux d'amphibole.

Les rapports de gisement et d'influences sont plus frappants encore. Ainsi les gneiss amphiboliques, placés

Roches volcani-  
ques anciennes

au pied de la montée du golfe de Saint-Tropez, à Sainte-Maxime, à Grimaud, alternent avec des roches noires compactes, qui ne sont autre chose que des amphiboles à cristaux très-déliés et très-rapprochés, et ils alternent soit avec des gneiss blancs mêlés de peu de cristaux d'amphibole, soit avec de véritables gneiss amphiboliques ou amphibolites schistoïdes, de sorte que le passage de l'aspect du *trapp* compacte à la roche *amphibolique* ordinaire est insensible (1). Or du *trapp* au basalte la nuance est plus délicate encore; la liaison minéralogique est donc complète.

La roche amphibolique, par son contact avec les roches anciennes, produit une décomposition analogue à celle que fait éprouver une dyke basaltique, ou à celle que fait naître un filon.

En suivant la route de Gogolin à Grimaud, près de l'amphibolite, on voit le quartz que renferme le gneiss devenir carié, absolument comme dans les filons. Un peu plus haut, un autre contact de la roche amphibolique avec le gneiss très-feldspathique, produit une décomposition complète de celui-ci. Le mica ne laisse plus que quelques traces ferrugineuses; la silice forme des noyaux entrelacés dans le feldspath devenu du kaolin; la couche de gneiss supérieure a éprouvé la même décomposition, mais les cristaux de feldspath ont encore quelque cohésion; leur forme peut même être conservée: c'est du *kaolin dur*, qui démontre avec la dernière évidence que le kaolin terreux ne doit son état qu'à une influence décomposante plus énergique et à une action plus avancée.

Au-dessus du kaolin dur, nouvelle bande d'amphibolite supportant une couche de feldspath à l'état d'*eurite*

Identité d'origine et de rôle géologique entre les mélaphtes et les amphibolites.

Preuve par l'altération des roches en contact. Gneiss modifié par l'amphibolite. Kaolin de Grimaud.

(1) Même passage entre le Revest et le Plan-de-la-Tour.

ou *weistein*, tel qu'on le trouve dans les filons; enfin viennent, au-dessus, du gneiss ordinaire et du schiste micacé.

L'analogie entre ce genre d'altération et ceux déjà décrits dans les granites et les gneiss en contact des dykes, vient confirmer pleinement les inductions minéralogiques sur l'identité d'origine de l'amphibolite du basalte et du mélaphyre. Entre le Revest et le Plan-de-la-Tour, le mélaphyre ou porphyre noir offre encore un autre exemple de cette association avec l'amphibolite.

2<sup>e</sup> preuve.  
Par la position  
des roches  
amphiboliques  
dans les positions  
soulévées.

Dans les localités où apparaissent les roches amphiboliques, *l'escarpe est du côté où surgit cette roche*. Ainsi les couches de Sainte-Maxime plongeant au nord, les roches amphiboliques se montrent au bas de la pente sud. Et à partir de ce point on suit la roche d'amphibole au bas de l'escarpement formé par la tranche des couches jusque vers Cogolin. Elle joue le même rôle que celui qui est réservé, vers Sainte-Anne, à la dyke basaltique de Saint-Tropez.

Au bas de la butte de serpentine de la Carrade, se montrent des strates de roche amphibolique qui se posent comme le porphyre noir d'Agay à l'égard de la serpentine de la Ferrière.

A la descente de la *Capelude*, à Collobrières, au bas de la descente, l'amphibolite se montre en s'enfonçant sous les couches de schiste micacé.

C'est toujours avec des relations analogues que se présente l'amphibolite à Gassin, près Saint-Tropez, au lieu où le plongement des couches, qui était vers le nord, passe vers le sud.

Conclusion  
Dans les escarpements la roche amphibolique joue le même rôle que les roches volcaniques soulevées.

Les rapports géologiques et minéralogiques nous forcent donc à classer les amphibolités parmi les roches plutoniques anciennes. Ce sont des produits ignés dans lesquels une réaction intérieure, plus longtemps profond-

gée et développée dans toutes les actions volcaniques subséquentes, a provoqué une cristallisation marquée.

D'après cela, on doit classer les roches amphiboliques en deux séries :

1° Les amphibolites *bien cristallisées*, dans lesquelles les éléments cristallins d'amphibole et de feldspath se sont tellement séparés que la roche en est devenue feuilletée. Telles sont les amphibolites de Collobrières, associées avec du gneiss, à cristaux de fer oligiste (sydérochiste), et avec de l'amphibolite à veines calcaires ;

Amphibolites  
bien cristallisées.

Les amphibolites de Réboul à Cogolin ; celles qui encaissent les filons de Lavagne et de Bougoï, à la Garde-Freynet ;

Telles sont encore les amphibolites avec tourmaline de Sainte-Maxime, les syénites de Gassin, par Saint-Tropez ;

2° Les amphibolites *en masse compacte*, de Grimaud, et celles situées entre le Revest et le Plan-de-la-Tour.

Amphibolites  
à petits cristaux.

A leur tour les amphibolites cristallines se lient intimement avec les granites, et la fusion qu'établit le mica noir, du granite avec l'amphibolite de même couleur, est telle que les échantillons ne peuvent guère être distingués. On n'a pas oublié le commencement de structure granitoïde prise par le mélaphyre d'Agay.

Le granite aussi a joué le rôle de roche modifiante. Ainsi l'action qui a mis au jour le granite des Maures du Muy, a tellement métamorphosé le grès rouge et le grès vosgien de Roquebrune et de Notre-Dame-de-la-Roquette, que le passage du grès au granite est impossible à saisir. A la jonction, le grès empâte des cristaux de feldspath, et il offre une texture serrée qui lui communique la physionomie du granite, dont il avait sans doute pris les débris en se formant.

Identité de rôle  
et d'origine  
du granite et  
de l'amphibolite  
1<sup>re</sup> preuve.  
Par les  
modifications  
qu'il imprime  
aux roches  
en contact

De même, le granite de Garron (près de Claviers,



route directe de Draguignan à Grasse) a donné une structure, au grès bigarré, tellement cristalline, qu'on peut confondre quelquefois les deux roches d'origine si différente. Le grès bigarré modifié renferme de petits amygdales de calcaire concrétionné et de silicate de fer, qui deviennent un des signes de la modification. Ainsi, par ses rapports minéralogiques et géologiques, le granite aussi doit être classé parmi les roches plutoniques, et il confirme la justesse de cette classification par la position qu'il occupe dans les escarpements. Il se montre toujours dans la ligne où se séparent les deux pendages opposés. A Garron, cette position est bien dessinée.

2<sup>e</sup> preuve  
Par la position  
qu'occupe le gra-  
nite dans les par-  
ties disloquées.

Granite à gros  
cristaux.

Les granites peuvent se diviser, dans le département, en deux séries :

Le granite à gros cristaux de feldspath et de quartz; celui où l'action cristalline a opéré pendant la plus longue série : c'est le granite du Plan-de-la-Tour; on pourrait l'appeler aussi le granite porphyroïde.

Granite à petits  
cristaux

Le granite à petits cristaux. Ce sont les granites roses des Maures du Muy, de Garron, de Vallauris, le granite d'Auribeau, près Grasse, et enfin le granite du château de Guignes, dans le massif de l'Estérel.

Voilà donc les roches plutoniques paraissant se rattacher aux divers âges géologiques du département, et il est facile de pressentir que les roches granitiques, ayant servi de base à tous les terrains de sédiment, ont, sans doute, fait entrer leurs éléments dans toute la série des terrains, de telle sorte que les eurites et les schistes micacés ont les rapports d'origine les plus intimes avec les granites. Ce sont, en effet, les mêmes éléments minéralogiques, et associés souvent en même quantité, seulement avec un ordre différent. Nous avons signalé ces roches feldspathiques qui, au milieu des schistes très-micacés de la Garde-Freyenet, reproduisent,

par leur ensemble, toutes les proportions du quartz, du mica et du feldspath dans le granite.

La production des roches ignées a été continue dans le département du Var, et l'on peut essayer de mettre en regard de chaque période des sédiments divers, le produit igné qui a pu lui correspondre. Or le produit le plus marquant de chaque révolution étant un poudingue, l'âge de chaque roche ignée peut être marqué par le poudingue correspondant.

*Age des diverses roches plutoniques du Var.*

Poudingue silurien.	Granite à gros grains du Plan-de-la-Tour et du Muy.	{ <i>Après le terrain primitif. Pendant le terrain cambrien et silurien.</i>
Poudingue du grès rouge.	Granite à petits grains de Garron, Carton-de-Blacas, d'Auribeau et Château de Guignes.	{ <i>Après le grès houiller. Pendant le grès rouge.</i>
Poudingue du grès bigarré.	Amphibolite et sidérocriste de Collobrières, de la forêt du Muy, du vallon de Vêlan, entre Plan-de-la-Tour et Grimaud.	{ <i>Après le grès rouge. Pendant le grès bigarré.</i>
Poudingue du grès vert.	Syénite de Ramatuelle.	{ <i>Après le terrain jurassique. Pendant le grès vert.</i>
Poudingue.	Diorite de Miramas.	{ <i>Après le grès vert. Pendant la craie supérieure.</i>
Poudingue du terrain tertiaire moyen.	Amphibolite compacte ou trappite du Plan-de-la-Tour.	{ <i>Après la craie supérieure et le terrain tertiaire ancien. Pendant le terrain tertiaire moyen.</i>
Poudingue du terrain tertiaire supérieur.	Basaltes de Villeneuve et Biot, Saint-Vincent de Carqueiranne, Faucon, près Cogolin, Lagarde près Toulon, Ollioules, etc.	{ <i>Après le tertiaire moyen. Pendant le tertiaire supérieur.</i>
Dépôts de cailloux diluviens.	Dykes d'Antibes, l'Esterel <i>est</i> ; volcans de Rougiers et de Tourves.	{ <i>Après le tertiaire supérieur. Pendant le diluvien.</i>

*Age des montagnes et des vallées.*

Les époques géologiques fixées par la succession des divers terrains, permettent d'assigner l'ordre dans lequel les montagnes et les vallées se sont formées. Cette idée bien grande et bien simple tout à la fois, a été émise pour la première fois par le célèbre géologue français Élie de Beaumont.

Les inégalités du sol sont de deux espèces : ou produites par les dislocations, les soulèvements et les affaissements des couches, ou dues aux érosions des eaux. Dans le premier cas, les strates des terrains dessinent les flancs des vallées par leurs plans inclinés ; dans le deuxième, les bancs corrodés montrent leurs tranches correspondantes des deux côtés des vallées en suivant le prolongement mathématique de leurs plans. Les vallées du premier genre sont des inégalités de *dislocation* ou de *soulèvement*, tandis que les autres inégalités appartiennent au système d'érosion. Dans ce dernier cas est la vallée du Loup, au-dessous du Bar : tel est aussi le bassin de Draguignan. Les montagnes entre Bésaudun et Rians, d'Artigues à Esparron, font partie d'un système de dislocation.

Il est évident que les inégalités engendrées par les convulsions intérieures du sol, ont existé les premières, et que les grands mouvements aqueux n'ont été que les conséquences de l'apparition des hauteurs ainsi poussées du fond des mers vers la superficie ; absolument comme le volcan qui, en juillet 1831, fit arriver au jour, près de la Sicile, l'île Julia. Les chaînes, les vallées de dislocation, sont donc les premières en âge et les plus importantes en grandeur : c'est par elles que nous allons commencer notre exposé.

*Chaînes et vallées de dislocation*

Comme nous l'avons déjà fait comprendre, les réactions souterraines en poussant ou affaissant les strates, ont produit deux effets simultanés : la croûte terrestre a été rompue et les matières plutoniques ont été amenées à la superficie, en même temps les eaux ont été dérangées de leur équilibre, de là sont venus de grands courants qui ont corrodé les terrains déjà formés, et dont les débris ont, d'abord, servi à engendrer des roches de détritiques ou de poudingue. Ainsi, à chaque période de dislocation il a dû apparaître une roche plutonique, et se former un poudingue.

Rapports entre  
l'apparition  
des montagnes  
et les émissions  
des roches  
ignées.

En mettant en regard les diverses émissions de roche plutonique avec les générations de poudingue, on arrive donc à classer les dislocations qui ont produit les diverses inégalités du département. Il nous suffit par suite de retracer le tableau chronologique des roches ignées, pour que celui des montagnes et des vallées en résulte immédiatement; ainsi l'escarpement qui se trouvera en face de la matière volcanique est nécessairement de même âge qu'elle.

Lorsque la substance volcanique ne paraît pas, on peut remplacer le signe qu'elle fournit par un autre indice géologique d'une observation immédiate. Au moment où la chaîne des montagnes a pris son dernier relief, les couches qui la constituaient déjà ont été disloquées et mélinées, les couches subséquentes, produites dans une période de repos qui n'a plus été troublée, sont demeurées horizontales : ainsi l'époque de l'apparition de l'inégalité se trouve être précisée, entre la dernière couche *incliné*e et les premières qui sont demeurées *horizontales*. Et si c'est une montagne qui a été élevée

pour toujours, au-dessus des eaux génératrices, à dater de son élévation, aucune couche nouvelle n'aura plus pu recouvrir les anciennes. Dans ce cas, l'époque de la dislocation sera fixée entre les dernières couches formées et les premières qui manquent, et qui auraient dû leur succéder. Ainsi, il est toujours possible de fixer la période dans laquelle une portion de sol a été disloquée, qu'elle soit restée encore couverte d'eau génératrice, ou qu'elle ait été complètement émergée après la dislocation.

Le département du Var offre une particularité que M. Élie de Beaumont a signalée, en exposant son beau travail.

Plusieurs montagnes ont été soulevées, non pas d'un seul jet, mais par quatre à cinq secousses successives.

Cet effet est très-bien marqué sur la hauteur la plus intéressante du département, sur le massif de Sainte-Baume.

Soulèvements  
successifs  
des massifs de la  
Sainte-Baume.

Il a été disloqué, une première fois, avant la période du terrain néocomien, ou tout au moins du terrain de la craie tufacée ou chloritée; car ce terrain ne se présente pas sur tous les points où il aurait pu se maintenir, tels que les *Pères*, et sur plusieurs autres que présente la crête.

1° Avant la craie  
tufacée.

La montagne était donc déjà disloquée, et sa crête s'élevait déjà au-dessus de la plaine haute du Plan-d'Aups quand la craie se déposait.

Plus tard, quand la craie avait fini de se déposer au Plan-d'Aups, une nouvelle secousse a dû relever de nouveau le massif, puisque le terrain tertiaire ancien n'a pas pu se déposer au Plan-d'Aups, mais seulement au Pas-de-Peirui.

2° Entre l'époque  
du terrain  
craie supérieure  
et le  
tertiaire ancien.

Après le terrain tertiaire ancien, un nouveau cataclysmisme a dû élever le Pas-de-Peirui au-dessus des eaux tertiaires, puisque le terrain tertiaire moyen n'a pas pu

3° Après le terrain  
tertiaire ancien,  
avant le tertiaire  
moyen.

recouvrir le terrain tertiaire ancien de Pas-de-Peirui. Mais ce dépôt tertiaire moyen, de même que le terrain tertiaire supérieur, se sont formés dans la vallée de l'Huveaune, au pied de la Sainte-Baume.

4° Après le terrain tertiaire moyen, avant le tertiaire supérieur.

Après le terrain tertiaire moyen, un nouveau cataclisme a fracturé ses couches, et en a emporté des lambeaux vers le haut des vallons de Vède et de la Gastaude (Auriol), et incliné fortement les parties restées dans la vallée (1).

5° Après le tertiaire supérieur.

Enfin, après le tertiaire supérieur est venu le cataclisme diluvien, qui a brisé les digues des lacs situés au pied de la Sainte-Baume, vers Roquevaire; ainsi : après la formation du Jura, après le terrain crétacé, après le terrain tertiaire inférieur, après le terrain tertiaire moyen, enfin, après le terrain tertiaire supérieur : le massif de la Sainte-Baume a été disloqué jusqu'à cinq fois. Les couches n'ont plus été redressées, dans ce massif, après le terrain tertiaire supérieur, et elles n'ont plus été brisées et fracturées après le terrain diluvien; alors la période de repos ou de stabilité a commencé pour cette contrée.

Soulèvements successifs de Sainte-Victoire

Sainte-Victoire, en face de la Sainte-Baume, a de même été ébranlé et disloqué : avant la période crétacée ou le bassin de l'Arc avait commencé à se dessiner; avant le terrain tertiaire moyen représenté par la brèche du Tholonet; avant le terrain tertiaire supérieur, époque où la vallée de la Durance a été définitivement séparée de la vallée de l'Arc, et avant le terrain diluvien. Entre la mollasse et le terrain de calcaire moyen, il y a eu une dislocation qui met encore à cinq, le nombre total

(1) Le terrain tertiaire supérieur de Saint-Marcel près Marseille, présente des couches calcaires horizontales, posées sur les bancs inclinés du poudingue tertiaire moyen.

des cataclysmes subis par la vallée de l'Arc que borde Sainte-Victoire.

Il nous serait facile de multiplier les exemples, et de démontrer, par la manière dont les formations sont étagées sur les divers groupes des montagnes du Var, et par les dislocations qu'elles ont subies, qu'il n'est aucun massif qui n'ait éprouvé plusieurs relèvements successifs.

Parmi toutes ces secousses qui ont concouru à donner à la montagne tout son relief, laquelle désigner spécialement? Celle qui correspond au dernier relèvement des couches. C'est chose bien remarquable à examiner dans le département, que la longueur sur laquelle des lignes de soulèvement se propagent, presque sans dévier. Ainsi, pour reprendre l'exemple de la Sainte-Baume, déjà cité, on voit la ligne de direction de ses couches, à très-peu près la même que celle de sa crête, se prolonger à l'ouest, par les montagnes de Roquefort et Saint-Cyr, se propager jusqu'à la mer, avec la crête de Marseille-Veire, tandis que, par les hauteurs de Mazangues et d'Engardin, elle va dépasser les limites de l'arrondissement de Brignoles.

Prolongement  
des lignes de  
soulèvement.

Sainte-Victoire se rattache à une ligne de soulèvement plus étendue encore. La même dislocation et avec la même direction moyenne dans les plans des couches, se fait sentir à travers toute la longueur du département, jusqu'à Montalban, à Nice. Cette ligne parcourt ainsi le plateau de Rians, se fait sentir à la colline de Tavernes, dessine l'escarpement du plateau d'Aups, d'Ampus, de Beauregard, de Pibresson, du Gaud, de Cabris et Saint-Vallier. Elle se soutient aussi sur une série de hauteurs de 400 à 600 mètres, jusqu'au Bar; elle marque la limite méridionale de la *craie des Alpes*, et la sépare ainsi de la craie à *hippurites*.



Les couches de terrain disloqué plongent en général au nord, à l'opposé du système de la Sainte-Baume.

En comparant ces deux lignes de soulèvement, on reconnaît bientôt une autre loi bien remarquable aussi. C'est qu'elles sont à la fois parallèles et de même âge. En effet, la ligne de Sainte-Victoire a disloqué à ses deux extrémités le poudingue tertiaire supérieur : celui de la Durance à l'ouest, et celui du Var à l'est.

C'est aussi au poudingue tertiaire supérieur que s'arrête la dislocation de la Sainte-Baume : les deux dislocations sont donc contemporaines ; de plus, les deux lignes sont parallèles : toutes deux courent vers l'est 44° nord.

Parallélisme des  
grandes lignes  
de soulèvement  
dans le Var

On voit ainsi, tout de suite, dans le département du Var, une des plus belles applications de la loi proclamée par M. Élie de Beaumont : *les dislocations contemporaines sont parallèles*. En comparant les divers soulèvements du département, nous tiendrons compte de leurs directions, qui deviennent, d'après cette loi, un élément important de vérification.

Cette ligne de dislocation est 44° nord domine, dans les deux extrémités du département, sur le massif de l'Achens et ceux de la Sainte-Baume ; elle se manifeste de la manière la plus caractérisée. Il est même bien certain que cette même ligne s'est maintenue la même pendant les cinq périodes de soulèvement éprouvées par la Sainte-Baume. Le même fait résulte encore de l'examen du système de l'Achens, mais d'une façon moins décidée.

Le système présente encore une autre modification : les chaînes septentrionales dépendantes de ce système s'infléchissent un peu au nord, et l'angle de direction se rapproche de l'est 20° nord. Telles sont les montagnes de Thorenc et de Saint-Auban, tandis que les chainons d'Audibergue s'infléchissent un peu au sud. Il y a un peu

de divergence autour de la ligne centrale passant par l'Achens. Cette dernière montagne offre elle-même, par le contournement sphérique de ses couches, la forme du Puy-de-Dôme. Y aurait-il quelque relation entre la forme de cône de soulèvement qu'affectent les calcaires de l'Achens, et la divergence des chaînons dépendants?

Inflexion des lignes de soulèvement autour de l'Achens, massif principal du nord-est du département.

Nous avons déjà signalé les rapports que présentent les terrains anciens du Var avec les roches anciennes existant entre le lac Majeur et Lugano, et le massif du Saint-Gothard; les calcaires jurassiques des deux localités sont aussi signalés par leur même composition minéralogique, et la présence du *chama ammonia*. A tant de rapports, il faut encore ajouter celui des directions des montagnes. La ligne dominante du soulèvement du Var est précisément celle des Alpes centrales, du mont Rose au Saint-Gothard.

Après les relèvements est 11° nord, la ligne de dislocation la plus caractéristique du département est celle de l'ouest-nord-ouest, qui s'est signalée par des fractures les plus multipliées, par quelques relèvements qui ont surtout servi à signaler, par de plus hautes sommités, les crêtes des soulèvements de l'est 1/4 nord-est, et qui, enfin, ont toujours contribué à infléchir vers le nord la direction imprimée par les axes de soulèvement général. Entre Cadarache et Mirabeau, on trouve un exemple remarquable de ce genre de dérangements, de la ligne de soulèvement dominante.

Ligne de soulèvement du nord 15 à 18° ouest.

Inflexions des directions à la rencontre des deux lignes de soulèvement.

Dans le département, le même phénomène s'est produit en un grand nombre de points, parce qu'il y a eu plusieurs séries de lignes agissant dans le sens du nord au sud. Non-seulement les déviations, mais encore les ruptures ont été multipliées par ce croisement de forces soulevantes.

Il est facile d'observer que presque tout le cours du

Le cours du Verdon a été imposé par les fractures.

Verdon n'a pas été déterminé par le ravinement de cette rivière, mais que, depuis Castellane jusqu'à Vinon, il a été presque constamment imposé par les fractures établies à travers le terrain jurassique.

Ainsi, dans les environs de Moustiers, de Sainte-Croix, d'Aiguines, il atteint le terrain tertiaire qui se prolonge jusqu'à la Durance; or, *au lieu de creuser* son lit dans cette masse de terrains friables, argileux et faciles à corroder, il s'est jeté dans le calcaire qui domine le terrain tertiaire; *au lieu de suivre* les sinuosités d'un cours librement établi, il se replie à angle droit pour sortir du terrain friable et aller heurter ses flots, au sud, contre une masse dont le niveau élevé et la dureté devaient l'écarter.

Plus loin, au sud-ouest, vers Quinson, le Verdon entre de nouveau dans le terrain tertiaire; *au lieu de suivre* au sud ce terrain, pour se rapprocher rapidement de la mer, la rivière quitte de nouveau le dépôt friable, pour se porter par un nouvel angle droit dans la direction nord-ouest, qui l'entraîne loin de la Méditerranée.

De sorte que si le terrain friable tertiaire se développe au nord, la rivière s'engage dans la masse calcaire élevée au sud, et lorsque le terrain tertiaire corrodable est au sud, la rivière se porte brusquement vers le nord.

Les choses se passent donc en sens inverse de ce qui aurait lieu si le cours d'eau avait creusé son lit; il est évident que ce lit n'est dû qu'à des failles tracées par des accidents de sol, dans lesquels l'action érosive des eaux ne peut être cause première.

Ce cours d'eau signale donc les dislocations du terrain, tout aussi bien que la forme du rivage de la mer indique la stratification intérieure des roches littorales.

La conséquence forcée de ces remarques est, que s'il y a quelque loi dans les dislocations du sol, elle doit se

Comparaison  
de la ligne du  
littoral de la mer  
avec celle du  
cours du Verdon.

manifeste à la fois sur la configuration du rivage, et sur les lignes du cours de la rivière opposées à ce rivage.

Cette conséquence est tellement juste, que l'on peut réunir deux à deux, les convexités et les concavités du littoral maritime et du Verdon, et obtenir ainsi deux séries de lignes sensiblement parallèles

Ainsi la convexité du Verdon, vers Gréoulx, correspond à la convexité de la presqu'île de Giens et à l'île de Porquerolles.

La concavité de Quinson répond au fond de la rade d'Hyères.

La grande convexité d'Aiguines répond à la pointe du cap Colnègre et à l'île du Titan.

L'avancement de Castellane se pose en regard du massif situé entre le cap de *Porte* et Saint-Tropez

De même, l'espèce de cône que forme le massif d'Agay, se répète au nord dans le cours supérieur du Verdon, bien loin dans les montagnes des Basses-Alpes.

Ainsi, les principaux accidents du sud et du nord du département se produisent avec un certain parallélisme relativement à des dislocations qui ont agi suivant la ligne nord-nord-ouest, ou, pour parler avec plus de précision, elles convergent vers la direction nord 15° ouest.

Ces accidents sont, à la fois, remarquables par leur généralité et par les profondes traces qu'ils ont imprimées dans les dislocations que ce sol avait déjà éprouvées antérieurement.

Grande ligne de failles, depuis Hyères jusqu'aux rives du Rhône, de l'Écluse à Saint-Sorlin.

La ligne qui, de Quinson, va au fond du golfe d'Hyères, se prolonge jusqu'à la Clue de Sisteron, et de là, dépassant les hautes cimes du col de Trémines, elle marque la direction du défilé de l'Isère, de Grenoble à Voreppe, se prolonge ensuite parallèlement au Guiémort jusqu'à Saint-Géniez, à l'endroit où le Rhône forme le golfe si

singulièrement aigu qui se dessine entre Saint-Sorlin et l'Écluse.

Les axes des lacs de Bourget et d'Annecey s'établissent parallèlement à cette même direction.

Ainsi ce n'est pas un simple accident local qui trace cette ligne, c'est un phénomène très-général, et qui se lie aux grandes lois de la configuration de la région des Alpes. Il y a là, dans l'ordre des fractures, un fait aussi saillant que la ligne de Sainte-Victoire, au mont Alban, l'est dans l'ordre des soulèvements.

Dans le sol du département du Var, cette ligne marque encore son passage par une foule d'autres accidents.

A Quinson, le calcaire jurassique et la craie chloritée ont été relevés verticalement, suivant un axe marqué à nord 18° ouest.

Ce relèvement marque les bords du lac tertiaire qui s'étendait jusqu'au plateau de Barjols; là il divise, par une espèce de jetée, le lac tertiaire qui dominait Barjols, signale la sommité de la montagne de Cotignac, dessine le cours de la rivière de Cotignac à Carcès;

— Indique, tant soit peu, à l'est, le défilé et la ligne nord-nord-ouest, qui a ouvert au pont de Carcès, le cours de l'Argens au travers des couches verticales de calcaire conchylien, dirigées est 10° nord.

— A l'ouest trace la limite du lac tertiaire de Ter-rabi;

— Indique la direction du cours moyen de l'Issole à travers la fracture de Combecave;

— Sépare le plateau de Flassans du bassin de Bri-gnoles;

— Marque la rive du lac de Besse;

— Passe près du sommet de notre-Dame-des-Anges de Pignans;

Influence de la  
ligne que nous  
venons de citer  
dans les fractures  
et la  
distribution  
du terrain  
du département.

— Signale le pont de Réal-Martin par un relèvement de roches anciennes ;

— Après avoir dessiné la chaîne de Notre-Dame-des-Maures, entre l'Argentière et son principal affluent, vient s'arrêter au cap de l'Argentière, aux salines d'Hyères.

Ainsi les principaux relèvements qui interrompent la continuité des vallées du système dominant, les fractures qui désunissent les crêtes déjà établies, et les sommités qui s'élèvent au-dessus d'elles, se marquent suivant la ligne que nous venons de tracer à l'est et à l'ouest. D'autres dislocations ont eu lieu suivant des lignes parallèles à la précédente.

Nous avons compté jusqu'à dix lignes de dislocations de ce genre ; mais nous n'avons pu, dans ce travail, que dessiner le trait principal ; les points où les dislocations sont le plus rapprochées, où leurs croisements sont plus multipliés, se montrent principalement dans la zone des roches cristallines siliceuses. Comme elles sont les plus anciennes, elles ont dû offrir des cicatrices de tous les cataclysmes qui ont affecté le sol depuis les âges les plus reculés jusqu'à la période actuelle. Ainsi une peinture détaillée de tous les accidents du massif des Maures et de l'Esterel, exigerait-elle, à elle seule, d'énormes développements. Le tableau qui terminera ce chapitre, et la carte que nous avons dressée, exprimeront le résumé de nos observations à cet égard.

Autres lignes de dislocation, analogues à la précédente.

Nous avons déjà annoncé les accidents du sol du département dus aux érosions, qui, dans cette localité, ont entamé, non-seulement les terrains meubles faciles à raviner, mais encore ont dissous et corrodé les couches calcaires les plus compactes.

Ces érosions ont approfondi et élargi les plus simples déchirures, et les ont creusées en vastes bassins, quelquefois même les ont unies les unes aux autres, de ma-

Vallées d'érosion.

nière à imiter de longues vallées de soulèvement; mais la différence entre ces deux ordres de phénomènes peut être immédiatement appréciée par ceux qui, jetant un coup d'œil rapide sur les flancs de la vallée d'érosion, remarquent le parallélisme des couches qui les encaissent.

Vallée d'érosion  
de  
Saint-Maximin  
à Brignoles.

Aussi, dans le bassin qui se développe entre Rougiers, Saint-Maximin, Bras et Brignoles, une ceinture de calcaires du Jura et de marnes montre les mêmes couches sur tous les flancs des hauteurs et sur plusieurs buttes formant des espèces d'ilots, tandis que la partie compacte du calcaire conchylien constitue le fond de cette dépression. Il est évident que le calcaire jurassique des hauteurs avait dû primitivement étendre ses bancs sur toute cette surface, et former une nappe continue.

Avec le calcaire jurassique ont disparu aussi de grandes portions du terrain tertiaire ancien, terrain dont les restes se montrent vers Seillons.

Pour arriver à l'état actuel, il faut que les couches jurassiques aient été rongées et dissoutes, tandis que les parties marneuses sous-jacentes auront été mécaniquement emportées. C'est ainsi que le calcaire conchylien, d'abord recouvert, aura été remis à nu.

Des érosions avec des conditions absolument pareilles, se sont propagées sur toute la longueur du cours de l'Argens, jusqu'au Luc, Lorgues, Draguignan, Bargemont, Clapiers, Seillans, Fayence, Grasse et Cannes.

Partout, dans cette étendue, des calcaires jurassiques ont été corrodés jusqu'au calcaire conchylien, qui seul a résisté et formé une espèce de plateau dont celui de Taradeau est une des parties les mieux dessinées, entre Lorgues et les Arcs.

Au milieu de cette nappe corrosive, la montagne

jurassique de Claviers formait un isthme de forme bien prononcée.

Des phénomènes analogues se sont produits depuis Signes, Meaunes, Garéout. L'érosion de cette dernière contrée s'est unie par Forcalquieret, Besse, Flassans, et le Luc, avec la grande érosion sinueuse déjà signalée; mais dans les environs de Besse, la destruction s'est arrêtée sur le Jura inférieur avant d'atteindre le calcaire conchylien.

Le calcaire jurassique qui surmonte la montagne de Carqueiranne, se pose en regard de la couronne calcaire du même âge, qu'on reconnaît sur le sommet des hauteurs depuis Cuers jusqu'à Toulon. Tout l'intervalle de ces deux massifs entre Notre-Dame-des-Anges et Hyères, a été primitivement comblé par le Jura. Les érosions ont mis, ainsi, à découvert non-seulement le calcaire conchylien, mais encore les dernières traces de grès bigarré; il n'est plus resté dans le fond du bassin que le grès vosgien et les terrains plus anciens.

Ce vaste système d'érosion qui forme une ceinture continue autour des Maures, depuis Hyères jusqu'à Cannes, atteint sa plus grande largeur entre Draguignan et la Garde-Freinet; à l'est de cette partie, elle se restreint pour montrer de nouveau un beau développement aux environs de Grasse.

Il est bien digne de remarque que les cours d'eau suivant lesquels les forces corrosives se sont prononcées plus énergiquement, partent tous des dépôts gypseux. Ainsi, auprès de Bargemont, de Seillans et de Grasse, les nids gypseux sont au fond des golfes où l'érosion des calcaires jurassiques a fait le plus de progrès vers le nord. On est naturellement conduit à admettre que l'acide carbonique dégagé par le calcaire *sulfatisé*, a été l'élément

Relations des érosions avec les dépôts gypseux.



corrosif à l'aide duquel les eaux ont produit ces intéressantes dévastations.

Les eaux corrosives ont provoqué encore d'autres effets. en privant de leur appui les couches qui se posaient sur les marnes et les calcaires corrodés; elles ont déterminé des affaissements qui ont donné de fausses allures à la stratification. C'est là une cause d'erreur très-importante à signaler pour ceux qui voudraient conclure la stratification moyenne avec des observations qui ne seraient pas très-judicieusement choisies, ou qui seraient en nombre assez peu considérable pour que les erreurs opposées ne pussent pas se compenser.

L'accident que nous signalons dans le pendage des couches ainsi troublé, est manifeste vers Duech, entre Seillans et Bargemont. Les érosions tufeuses ont dû faire naître dans la mer diluvienne de grands dépôts calcaires.

Des dénudations dues à des mouvements plus violents, mais moins prolongés, ont été causées par les eaux diluviennes qui ont attaqué les poudingues tertiaires du Verdon et du Var.

Ainsi se sont développées les séries de soulèvement et de dislocation plutoniques, simultanément avec les érosions aqueuses qui ont imprimé au département tous les détails de sa configuration actuelle.

Dans un tableau nous allons signaler les périodes géologiques où tous ces effets ont eu lieu.

On verra, ainsi, naître successivement et se modeler le département que nous avons observé, et qui nous offre la réunion de tant d'éléments utiles, de tant de phénomènes intéressants.

## DEUXIÈME PARTIE.

---

Arrivé à ce terme de la description du département du Var en 1843, nous avons été frappé de résultats nouveaux et des grandes difficultés que présentait la classification des dislocations du Var.

Nous avons été amené à retoucher ce que nous avons déjà étudié ; nous avons senti le besoin de mettre à côté des classifications de terrain du département le prolongement des mêmes dépôts dans les départements voisins : Basses-Alpes, Bouches-du-Rhône et Vaucluse. — Notre carte géologique est devenue une carte de la Provence tout entière. Nous avons pu saisir, alors, les résultats les plus généraux offerts par les sédiments d'une contrée dont la physionomie minérale offre quelques-uns des traits les plus saillants de la formation de l'ensemble du globe.

Nos travaux, interrompus par des recherches nouvelles, ont été arrêtés par des accidents qui nous ont entraîné bien loin des études géologiques, et lorsque nous sommes revenus au travail de la carte du Var, nous avons pu l'éclairer avec les grandes lumières que M. Élie de Beaumont a ajoutées à ses travaux sur les dislocations du globe.

Guidés par la *Notice sur les systèmes de montagnes*, et soutenus par la voix amie de l'illustre auteur, nous avons appliqué, avec un soin minutieux, sur l'ensemble des mesures les plus précises des chaînes de montagnes et des vallées de toute la Provence, les règles nouvelles que révèle le traité du système de montagnes ; nous y avons ajouté les recherches qui nous sont spéciales sur les gisements des sources, les relations des divers types de terrains et le croisement des axes de soulèvement.

Les recherches paléontologiques de MM. Panescorse, Doublier, Astier, ont comblé les lacunes que présentait le tableau des débris organiques minéraux du Var. Nous avons puisé de précieuses données dans la carte géologique des Bouches-du-Rhône, publiée par notre savant ami M. Matheron, et dans la carte géologique que notre savant camarade M. Gras a publié sur les Basses-Alpes; de nombreux voyages dans les diverses parties de la Provence, sont venus nous permettre d'étendre et de compléter tout cet ensemble de matériaux.

Nous venons donc offrir un ensemble de travaux bien plus considérable que celui que nous avons d'abord pensé à réunir : nous espérons que l'avantage d'une publication plus développée compensera le long retard qu'elle a subi, et qu'on nous saura quelque gré des longues et fatigantes études auxquelles nous avons dû nous livrer.

---

#### SYSTÈMES DE DISLOCATIONS DE LA PROVENCE.

On trouve dans l'ensemble des sédiments de la Provence la reproduction des trois types principaux de terrains géologiques.

Depuis les terrains primitifs jusqu'au muschelkalk, c'est le *système des Vosges* qui se reproduit fidèlement...; du muschelkalk jusqu'aux terrains de craie les plus récents, c'est le type *pyrénéen*, vers l'ouest, et le type des *Alpes maritimes*, vers le nord-est, le mont Viso étant le centre de ce dernier système. Enfin, dans les périodes tertiaires, se présente l'influence des *grandes Alpes*. Ainsi, les sédiments pyrénéens, les sédiments alpins, se sont superposés aux formations dérivées du type vosgien.

Ces divers dépôts ont été dirigés suivant des lignes qui

forment les traits caractéristiques essentiels à la Provence.

Les formations vosgiennes ont dû se coordonner suivant des lignes marchant du *nord au sud*. Les sédiments pyrénéens sont venus de l'*ouest à l'est*, et les dépôts alpins ont marché dans la direction du *nord-est au sud-ouest*. Ainsi, trois lignes principales de sédiments sont immédiatement révélées par l'aspect de l'ensemble de notre carte géologique : ligne *nord-sud*, ligne *est-ouest*, ligne *nord-est* ou *sud-ouest*.

La ligne nord-sud se présente immédiatement en saillie avec le massif le plus avancé vers le sud, formé par la presqu'île de Six-Fours auprès de Toulon, et par les îles d'Hyères, qui jalonnent la Méditerranée au-dessous du rivage des Maures, en s'étendant jusqu'à la hauteur du parallèle du cap Corse, sans le dépasser.

Principale ligne du nord au sud dans la Provence.

La ligne suivant la direction du méridien qui s'avance au nord, à partir de Toulon, est non-seulement le point le plus saillant de la côte, depuis les Bouches-du-Rhône jusqu'au golfe de Gênes; mais elle remplit encore une condition bien remarquable de symétrie. Le méridien de Toulon est exactement au milieu de la distance qui sépare le méridien du rivage occidental de la Corse, et le méridien du cap *Creus*, extrémité orientale des Pyrénées. Le dernier de ces deux méridiens trace la ligne des principaux volcans du Cantal et du Puy-de-Dôme, et les aligne avec les volcans de Lodève, de Pénzenas et Cette; c'est la ligne volcanique principale de la France; tandis que l'autre, marquant l'alignement longitudinal de la Corse et de la Sardaigne, se prolonge à travers les centres volcaniques des bords du lac Majeur et du cours inférieur du Rhin.

Position symétrique du méridien de Toulon relativement aux lignes volcaniques de la France, de la Lombardie et du bord du Rhin.

Ainsi, la ligne méridienne de Toulon, placée au centre des débris volcaniques qui se montrent à l'est, vers Lagarde, Carqueiranne; et qui se présentent à l'ouest, au

cap Nègre, à Ollioules et à Événos, est, elle-même, au milieu des deux grandes séries volcaniques de l'Europe.

La ligne *nord-sud* de Toulon se montre non-seulement sur le rivage d'une manière prononcée, elle occupe encore le milieu de deux lignes fluviales équidistantes marchant du nord au sud : le Var et le Rhône; et le Var est aussi éloigné du rivage corse que l'axe du Rhône est éloigné du méridien du cap Creus.

Position  
symétrique du  
méridien de  
Toulon relative-  
ment aux bassins  
des rivières.

La ligne de l'est à l'ouest, tirée du rocher du mont Alban à Nice, au rocher d'Arles, est perpendiculaire à la méridienne de Toulon, avec une approximation de moins de 1° : cette ligne d'Arles à Nice passe près du confluent de la Durance et du Verdon, vers Mirabeau, et son point de rencontre avec le méridien de Toulon, est précisément le milieu de la distance de 212 kilomètres, entre Arles et Nice. L'examen détaillé des accidents du sol nous conduit ainsi à voir une régularité surprenante dans les grands traits de la physionomie géographique, depuis le fond du golfe de Gênes et le rivage Corse, jusqu'au cap Creus, fond occidental du golfe du Lion. Deux lignes volcaniques extrêmes allant du nord au sud; deux lignes fluviales intermédiaires placées chacune au quart de l'intervalle total; puis l'axe saillant du méridien de Toulon se posant exactement au milieu, pour limiter, dans l'ensemble de la France, de grands sédiments géologiques, former la tête du triangle volcanique appuyé sur la ligne de basaltes, de Biot et de Beaulieu, et dessiner l'axe d'une vallée, celle du bassin de la Durance, au-dessus de Sisteron; de sorte que le méridien de Toulon participe au double caractère de ligne de *feu* et de ligne d'*eau*.

Quatre petites vallées marchant de l'est à l'ouest, dans le département du Var, sont traversées par le méridien de Toulon, tiré à partir de l'anse de Saint-Georges à Saint-Mandrier; il coupe la vallée du Revest, de Roque-

brussanne, de Brignolles et celle de Tavernes à Esparron. Toutes quatre sont traversées en des points remarquables : notamment, celle de Brignolles est coupée vers le défilé de Carami; celui de Tavernes vers la jonction de la petite vallée de Varages; le méridien de Toulon atteint un point remarquable entre tous ceux que peut offrir le midi de la France, c'est le défilé de Sisteron, au confluent de la *Durance* et du *Buech*.

Le méridien de Toulon dessine ainsi l'axe septentrional d'un bassin intermédiaire, tout à fait symétrique à celui du Rhône, du Var, c'est le bassin de la haute Durance. Une vaste ligne de soulèvement tirée de l'est à l'ouest a seule empêché la communication directe du haut bassin de la Durance avec la Méditerranée. C'est la ligne qui, partant de Mirabeau, a marqué vers l'est les limites du cours du Verdon et de l'Esteron; tandis que vers l'ouest, elle a tracé la frontière méridionale du cours de la basse Durance.

La grande ligne méridienne de Toulon n'est pas moins remarquable au point de vue géologique. Les dépôts de calcaire à *Chama*, séparés de la craie au pied du massif de Ventoux et Vaucluse, suivant une ligne Est 30° nord, offrent au contraire un alignement nord 30° ouest, aux environs de Moustiers, de manière à se rencontrer, sur le méridien de Toulon, perpendiculairement entre eux. Le méridien de Toulon est ainsi le lieu d'une véritable *hémitropie* dans les lignes de dislocation. De même la direction des Alpes principales affectée par la ligne inférieure du Ventoux depuis Vaucluse jusqu'à Peirui (Basses-Alpes), est rencontrée perpendiculairement par la ligne de soulèvement de l'époque du Viso, qui a relevé les extrémités du lias vers Digne; et cette jonction de dislocations perpendiculaires s'opère encore auprès du méridien de Toulon, vers le confluent de la Bléone et de la Durance.

Rôle géologique du méridien de Toulon; il est le lieu de rencontre des axes de dislocation perpendiculaires entre eux.

Les deux soulèvements perpendiculaires se sont joints sur cet axe comme deux parties symétriques d'un cristal.

Prolongement  
géologique ou mé-  
ridien de Toulon.

Plus haut encore, le méridien de Toulon traversant l'axe tertiaire de Chelles dans les Hautes Alpes vient dessiner l'arête de la haute chaîne des *Rousses*, dans l'Isère, indique les limites du terrain tertiaire de Rumilly, près Chambéry, et vient se placer entre la limite du grès vosgien de *Monthureux*, près Chaumont, et celle des marnes irisées de *Châteausalins*. Après avoir indiqué parallèlement à sa marche une grande faille dans le *has* et le cours de la Moselle vers Metz, le méridien de Toulon traverse le lias, le grès bigarré et le muschelkalk, précisément au point où ces dépôts, vers Diekirch, s'infléchissent en marchant de l'est à l'ouest, — absolument de la même manière que ces dépôts s'infléchissent à Toulon pour marcher vers l'est, dans la direction Saint-Nazaire et Bandol. Enfin, après avoir traversé entre *Aix-la-Chapelle* et Liège l'ensemble du dépôt houiller, au point où les affleurements des deux bassins sont séparés par la craie, en offrant la direction de l'est 4° à 7° nord, direction identique à celles des terrains houillers de Sixfours, le méridien de Toulon passe au confluent de la Meuse et de la Roër, et atteint le grand nœud des rivières affluant entre Arnheim et Nimègue.

Au midi de Toulon, le méridien se retrace dans les inflexions du rivage sous-marin; les parties profondes s'échancrent vers le point où Saint-Mandrier est traversé par le méridien. Plus loin, ce méridien longitude Est 3° 37' se montre en Algérie, après avoir traversé l'Afrique, et vient dessiner dans le golfe de Guinée l'île de Saint-Thomé et le cours inférieur du Niger.

Autour de cet axe s'infléchissent les deux axes prolongés du Rhône et du Var. L'axe principal du Var, à partir de Nice, vient passer par son prolongement sur les sommets

du Viso et du mont Blanc marchant au nord 5° ouest et aboutissant sur le méridien de Toulon au confluent de la Roër et de la Meuse.

Tandis que l'axe du Rhône, pris depuis le rocher d'Arles jusqu'à celui de Cornas au confluent de l'Isère, marque la ligne nord 5° Est et aboutit au même confluent Meuse et Roër, indiquant la ligne parallèle au rivage jurassique du plateau de la Bresse entre Poligny et Bourgoin.

Au point de vue purement géologique, le méridien de Toulon n'est pas moins remarquable : il réunit deux des points de la terre où les terrains les plus variés se sont accumulés. On retrouve auprès de Toulon les terrains Cambrien et Silurien, Terrain houiller, grès rouge, grès vosgien, grès bigarré, muschelkalk, lias, terrain oxfordien, calcaire à chama, grès vert, craie supérieure, terrain d'eau douce supérieur, alluvion, terrains volcaniques : pour représenter tout l'ensemble des formations du Midi, il n'y manque que la roche primaire cristallisée : comme il ne manque que le Jura, parmi les terrains de sédiment accumulés autour de Maestricht, pour représenter les plus importantes parties de la série géologique.

Les points autour desquels les émergences des divers sédiments sont si nombreuses ont été constamment en mouvement. Les oscillations répétées, les abaissements et les élévations qu'ils ont subis relativement au niveau des eaux génératrices, en font des centres les plus remarquables des formations : et les lignes qui les joignent deviennent d'importantes démarcations entre les formations des diverses périodes.

En effet, parallèlement à la ligne de Maestricht à Toulon, la ligne qui marque, en Provence, un peu à l'ouest de Bandol, la limite du muschelkalk et du lias atteint le sommet de Bretagne à l'extrémité de la crête de la

Une ligne parallèle au méridien de Toulon limite à la fois le muschelkalk du Var vers l'ouest, et le muschelkalk des Vosges dans le reste de la France.



Sainte-Baume, passe par le *détroit de Mirabeau*, marque le cours du Drac, depuis la Mure jusqu'au confluent dans l'Isère, signale les derniers lambeaux de calcaire jurassique supérieur, système portlandien, allongés du nord au sud, auprès du pont de Beauvoisin; trace les parties les plus avancées à l'ouest du terrain de muschelkalk et marnes irisées, auprès de Salins, Poligny et Auxonne, traversant les derniers débris du terrain de muschelkalk des Vosges pris entre Langres et Bourbonne-les-Bains, marque l'extrémité du Jura moyen entre Metz et Verdun, signale les derniers points de muschelkalk aux bords de la *Rulle* entre Arlon et Neuchâteau, puis infléchissant le terrain de transition des Ardennes, longe le cours de la Meuse à Maestricht en allongeant le terrain tertiaire du *sud au nord*, et passant entre deux buttes crayeuses qui servent de jalons à cette remarquable ligne, atteint, entre Arnheim et Clèves, le sol d'alluvion formé à la jonction de la Meuse et du Rhin.

Une ligne de grandes sources se dessine en Provence parallèlement et à côté de l'alignement nord-sud de Mirabeau à la limite de muschelkalk. Les sources de *Saint-Pons* et de *Gemenos*, de *Traconade* à Jouques, de la Tuvérenche à Lincel (Basses-Alpes), et, plus au nord, les sources du Largue, reproduisent parfaitement le tracé du nord au sud de la parallèle au méridien de Toulon.

Autre ligne  
parallèle au  
méridien de  
Toulon.

Une parallèle à la ligne méridienne de Toulon, menée du centre de l'île Porquerolles, passe par les extrémités du terrain primaire, près Hyères, marque les dépôts houillers placés entre les vallons de Borel et du Pansais, sur l'axe thalweg des salines d'Hyères, trace une série de défilés et de sources par Pignans, Cabasse, Entrecasteaux, Aups; signale le sommet de Notre-Dame de Liesse, la source de Moustiers et la grande source ther-

male de Digne; va dessiner l'extrémité du lias dans la grande faille *nord et sud* placée à l'est de Metz, ainsi que le grand relèvement de terrain de transition et de grès bigarré vers Juliers.

Ainsi la ligne méridienne de Toulon indique, outre les accidents locaux, des parties très-remarquables des dépôts géologiques du nord de la France.

Elle sert aussi de ligne de jonction entre les masses correspondantes. Cette ligne du nord au sud montre le rapport frappant qui existe entre les limites du terrain primaire du Monestier aux sources de la Durance, et le massif primaire qui sépare Hyères de la Molle. La limite occidentale du Monestier est exactement, au nord du rocher de Pierrefeu, près d'Hyères. Les lignes extrêmes qui limitent à l'ouest la crête du Monestier, vers 4000 mètres d'altitude, atteignent le massif de la montagne de l'*Averne*, de la *Sauvette* et de *Notre-Dame-des-Anges*, les trois plus hauts sommets des Maures, séparés par un bas-fond et un petit dépôt houiller qui vient ici représenter la dépression du cirque de la Bérarde et le petit dépôt jurassique placé dans la dépression.

Plus à l'est, les limites du massif du Monestier sont tracées dans la vallée de la Molle par les nappes de basalte, signalant de manière très-apparente la direction correspondante du vaste système du Monestier et du massif de Saint-Tropez. Le relèvement des roches amphiboliques qui changent brusquement de direction de la vallée de la Molle, et les font passer de l'alignement est-ouest à celui Est 42° nord, coïncide exactement du nord au sud, avec le point où se termine à l'est, le terrain primaire du Monestier.

Plus loin, une autre série de lignes nord et sud montrent dans le massif de l'Esterel la masse symétrique du mont Blanc avec les jalons volcaniques qui font recon-

Masses correspondantes du massif du Monestier dans les Alpes, et du massif de l'Averne dans les Maures.

Dislocation nord-sud qui met en rapport l'Esterel et le mont Blanc.

naître le tracé de la dislocation *nord* et *sud* qui joint l'Esterel au géant des Alpes.

Suite  
des phénomènes  
géologiques  
correspondants  
à une ligne nord-  
sud, tirée du  
mont Blanc à  
l'Esterel.

Le méridien 4° 32' longitude Est qui passe par la plus haute cime du mont Blanc, traverse l'Esterel vers le lieu qu'occupe l'auberge des Adrets, et au milieu de soulèvement de dyckes volcaniques tellement répétées, qu'elles semblent former la masse essentielle du sol.

Cette grande ligne nord-sud du mont Blanc s'est manifestée dans les dislocations du terrain de combustibles qui s'est placé au pied de l'Esterel, comme l'anthracite de *Servos* s'est déposée au pied du mont Blanc : cette dislocation s'est manifestée aussi par les failles intérieures des calcaires qui ont fait jaillir la grande source de la *Siagne* vers Escragnole, et l'eau salée de Sausse dans les Basses-Alpes.

L'ensemble de la largeur de l'Esterel est signalé par deux séries de dyckes volcaniques, l'une à l'ouest, à Fréjus et Saint-Raphaël, et l'autre à l'est sur la base de l'Esterel, vers Minelle; ces deux séries volcaniques découpent le massif de l'Esterel, de manière à lui donner une largeur de 32 kilomètres, représentant très-approximativement la projection de l'est à l'ouest du massif du mont Blanc.

Dans  
les Vosges et  
les Maures, les  
terrains primaires  
sont limités  
par les mêmes  
lignes nord l'est.

Au hameau de la Molle, où la rivière de ce nom éprouve la déviation brusque que nous avons signalée, se trouve un point d'inflexion que rendent remarquables à la fois les roches amphiboliques, les masses basaltiques et les serpentines. La ligne nord-sud, tirée de ce point, vient dessiner l'extrémité ouest du terrain granitique de Faucogney, près Remiremont, dans les Vosges, établissant une surprenante concordance du nord au sud, entre le granite des Maures, au Plan de Latour, et celui des Vosges. La largeur du granite de l'est à l'ouest entre Faucogney et Benfelden est de 62 kilomètres; telle est

l'étendue qu'occupent aussi les terrains primaires depuis la Molle jusque vers Antibes, auprès de Vallauris. La ligne qui joint ainsi l'extrémité orientale des deux terrains primaires des Vosges et du Var est nord 1° est, ligne exactement parallèle à ce que M. Élie de Beaumont a appelé le système nord de l'Angleterre, et qui pourrait bien correspondre à l'apparition des petits bassins houillers de Plan de Latour, comme à ceux placés dans la direction de Bonchamp à Villé, dans les Vosges.

Une autre ligne tirée sur le défilé de la Siagne à Auribeau, au *nord*, jusque vers le défilé de Bingenlorch, sur le Rhin, passera au pied du mont Blanc à Martigny, au sommet de l'angle du détour du Rhône, et montrera enveloppée dans une bande du sud au nord, les terrains cristallins granitoides du Var et ceux des Vosges et du mont Blanc.

Les analogies de détail de composition entre les Vosges et les Maures se poursuivent avec une fidélité si remarquable que l'on y voit comme la reproduction du même type.

Analogie de composition des roches cristallines et des serpentines des Maures et des Vosges.

Les roches granitoïdes du Plan de la Tour, de Garron et d'Auribeau, en Provence, répondent aux granites vosgiens de Faucogney, de Gérardmer et de Guebviller.

Les roches amphiboliques au nord de Giromagny se reproduisent entre la Garde-Freinet, le Plan de la Tour et les Maures du Muy, tandis que les roches des grès vosgiens, superposées au granite vers Saint-Diey, Vosges, se répètent parfaitement dans les masses de grès vosgien que supporte le granite des Maures, vers Roquebrune. Les serpentines des environs de Remiremont, situées 4°15' et 20' longitude, se reproduisent, à 4°12' à 17', dans les Maures, à la Molle et à Cavalaire.

Les serpentines des environs de Bruyères et de Gérardmer, dans les Vosges, vers 4°30' longitude orientale,

correspondent à celles d'Agay, à l'Esterel, sur le prolongement du même méridien.

Les calcaires saccharoïdes intercalés dans le gneiss des Vosges de Sainte-Marie aux mines à *Fraize*, ne rappellent-ils pas le calcaire saccharoïde enclavé, soit à Roquebrune, soit à Garron, vers le canton de Blacas, dans les terrains de gneiss du Var? Dans le type des Vosges, l'alignement des petits bassins houillers de Villé et des serpentines de Bonhomme (Vosges), ne désigne t-il pas aussi le groupement qu'offrent, dans le système des Maures, les lambeaux houillers du Plan de la Tour correspondant aux serpentines de la Molle?

Les roches primitives du sud au nord que nous venons d'étudier, depuis les Maures jusqu'aux Vosges, en passant par le mont Blanc, cette circonstance remarquable qui signale sur la ligne centrale volcanique de l'Esterel, la trace du méridien du mont Blanc, se reproduit encore dans le granite et le gneiss de Cannes sur le prolongement des roches primaires du Viso, le grand sillon de roches volcaniques de Biot à Antibes, est, à l'extrémité de la ligne *nord* et *sud*, tirée du bout oriental du mont Viso.

Les remarquables correspondances que nous révèle entre les terrains du Var et ceux des Vosges et des Alpes, la ligne *nord-sud* que nous venons de suivre depuis Toulon jusqu'au Var, se répètent dans les feuillets des roches primitives; cette ligne déjà très-bien signalée par les observations publiées par M. Élie de Beaumont, notre illustre ami, se déduit aussi de nos propres observations.

Voici la série complète des directions de couches insérées, soit dans l'explication de la carte géologique de France, chapitre des Maures, soit dans les notes de nos propres cahiers d'observations.

Reproduction  
de la ligne  
*nord-sud* dans  
les feuillets  
des roches an-  
ciennes.

Gneiss à Cogolin. . . . .	N. + 3° E.
Gneiss à Grimaud . . . . .	N. 3° E.
Mica schiste à Grimaud. . . . .	N. 3° E.
Gneiss à Gassin. . . . .	N. 3° E.
Mica schiste et gneiss à Gassin. . . . .	N. 3° E.
Mica schiste à Saint-Martin, vers Cavalaire.	N. + 3° E.
Mica schiste aux Quarrades (carte de France)	N. 0° E.
Mica schiste à Saint-Tropez <i>id.</i>	N. + 2° E.
Gneiss à la citadelle Saint-Tropez <i>id.</i>	N. 0° E.
Gneiss à Gassin <i>id.</i>	N. 0° E.
Gneiss de Cogolin aux Quarrades <i>id.</i>	N. 0° E.
Mica schiste à la descente de Lagarde-Fremis et Grimaud. . . . .	N. 0° E.
Mica schiste en continuant la même descente.	N. + 3° E.
Mica schiste à la même descente. . . . .	N. + 3° E.
Gneiss à Grimaud. . . . .	N. + 3° E.
Gneiss à Roquebrune. . . . .	N. 0° E.
Amphibolite à Saint-Tropez. . . . .	N. + 3° E.
Amphibolite à Ramatuelle. . . . .	N. + 3° E.
Amphibolite à Grimaud. . . . .	N. + 3° E.
Graphite à Cogolin. . . . .	N. + 3° E.
Gneiss entre Cogolin et Saint-Tropez. . . . .	N. + 7° E.
Gneiss sous Bagnole. . . . .	N. + 3° E.
Gneiss à la montée de l'Esterel (côté est).	N. + 3° E.
Gneiss à l'ouest de Cannes. . . . .	N. + 3° E.
Gneiss à Vallauris près Grasse. . . . .	N. + 3° E.
Gneiss à l'est des Salines d'Hyères. . . . .	N. + 7° E.
Mica schiste de Vaubarnier près Collobrières	N. + 3° E.
Gneiss à Notre-Dame-des-Anges (Gardien).	N. + 3° E.
Phyllade ou schiste argileux d'Hyères. . . . .	N. + 3° E.
Phyllade entre Hyères et Pierrefeu. . . . .	N. 3° E.
Phyllade à Pierrefeu. . . . .	N. 3° E.
Phyllade à l'est d'Hyères . . . . .	N. 3° E.
Phyllade de Plan-du-Pont près Hyères. . . . .	N. 3° E.
Phyllade de la Seyne près Toulon. . . . .	N. 2° E.

---

Moyenne générale des trente-quatre observations. . . . . N. 2°, 0' E.

Des alignements extérieurs de crêtes et de limites de terrain correspondent à cette série de lignes nord et sud. Entre autres, la crête de Saint-Tropez à Ramatuelle, correspondant à la ligne du cap Lardier au granite de Garron. L'axe moyen de Porquerolles passant aux eaux thermales de Digne; l'axe moyen de l'étang de Pesquier sur la presqu'île de Giens. L'axe moyen de Six-Fours au cap Sicié. L'axe de Vallauris à la pointe du cap Croisette. La ligne volcanique de Rougiers aux nappes basaltiques du cap Nègre, près Six-Fours, suit le même alignement, et les eaux thermales de Gréoux suivent une direction parallèle jusqu'aux lambeaux volcaniques du Jas de Canaunc, à l'est de Beausset, et aux dyckes de la Seyne, près Toulon.

Ainsi, les phénomènes généraux et les traces locales établissent le système nord-sud de Toulon avec une grande évidence, et en font une ligne bien remarquable de correspondances géologiques.

Positions  
symétriques du  
méridien de  
Toulon, relative-  
ment aux terrains  
primitifs des  
Alpes et du pla-  
teau central de  
la France.

Pour reconnaître l'importance géologique du méridien de Toulon dans la partie méridionale de son extrémité, il suffit d'observer que le plus grand développement des terrains primitifs du Var est compris entre le gneiss du cap Croisette, près de Cannes, et le col de Bormes, à l'est d'Hyères. C'est là une ligne parallèle à la direction moyenne des plus hautes cimes comprises entre la montagne du Revest et l'ensemble des pics de Notre-Dame-des-Anges, de Sauvette et de l'Averne et s'exprimant par l'angle nord 54° Est, relativement au méridien de Toulon.

La parallèle à la grande chaîne primitive du Var, menée de l'extrémité nord du gneiss granitique de Vallauris, vient couper le méridien de Toulon à la hauteur du parallèle du cap Corse, correspondant à la ligne est-ouest des îles d'Hyères, Porquerolles et Porteros.

Cette même parallèle est identique à la direction géné-

rale des terrains primitifs des Alpes, depuis le grand massif du Monestier, dans les Hautes-Alpes, jusqu'au Saint-Gothard, au-dessus des lacs Majeur et Lugano.

La ligne que nous venons d'indiquer comme le trait le plus général des derniers terrains primitifs du sud-est, représente aussi la direction la plus ordinaire de la côte, depuis le fond du golfe de Gênes, jusqu'au milieu du groupe des îles d'Hyères.

A l'ouest de Toulon, la limite moyenne des terrains primitifs du plateau central de la France, est indiquée par une ligne partant du terrain de transition des Sables-d'Olonne, atteignant le granite de Nontron, passant au milieu des roches trappéennes et des filons d'Espalion, et atteignant aussi le méridien de Toulon, vers la hauteur du cap Corse, après avoir touché au rocher calcaire d'Arles, aux rochers de Notre-Dame-de-la-Garde de Marseille, à l'île Verte et au Bec-de-l'Aigle, port de la Ciotat, et aux îles des Ambiers, vers la pointe sud de la presqu'île de Six-Fours. Cette ligne manifeste la correspondance des terrains de grès bigarré de Brives, aux bords de la Vézère, avec le grès analogue auprès de Toulon.

La première de ces deux lignes limites court au nord  $54^{\circ}$  est, tandis que l'autre est au nord  $54^{\circ}$  ouest, de manière à offrir une exacte symétrie relativement au méridien, que nous prenons pour terme de comparaison. Nous constatons que ces deux lignes remarquables ont été déjà signalées par M. Élie de Beaumont; elles représentent, à peu de chose près, l'une, le système de dislocation du Hundsruok, et l'autre, le système du Thuringerwald.

Ainsi, le rôle important que joue le méridien de Toulon comme axe de symétrie relativement à la configuration et à la nature du sol des contrées méridionales, est aussi remarquable que sa place géologique dans la région septentrionale.



L'hémitropie que nous signalions auprès de Sisteron se manifeste aussi vers Toulon.

Tandis que le grand axe primitif court vers le nord 54° est, la ligne volcanique marche perpendiculairement à cette direction, dans la basse Provence, depuis le groupe basaltique d'Évenos, près Toulon, jusqu'au volcan de Beaulieu, au nord-ouest de la ville d'Aix, dans les Bouches-du-Rhône.

Dans le sens de l'est à l'ouest, perpendiculairement à la grande ligne nord et sud, les phénomènes géologiques présentent des traits aussi remarquables.

La ligne menée du méridien de Toulon à la hauteur des îles d'Hyères, et prolongée de l'est à l'ouest, aboutit à Bagnères-de-Bigorre, dans les Pyrénées et au cap Corse, manifestant ainsi la relation du lias des Pyrénées, développé près de Bigorre, avec le lias des environs de Toulon, de la craie de la Corse avec celle de la Provence; la petite masse de lias, vers Saint-Sébastien, dans les Pyrénées, est située de même sur la ligne ouest menée de Brignolles; enfin, le lias de Clermont-Lodève et Bédarieux est situé sur le grand cercle tiré vers l'ouest, à partir du lias d'Aix en Provence. Les lignes perpendiculaires à l'axe de Toulon circonscrivent à la fois les bassins de craie pyrénéenne de Limoux et de Caunes, avec les dépôts de craie des environs de Toulon, de Tourris, de la Ciotat, de Brignolle et de la vallée inférieure de l'Arc.

Les dislocations de l'est à l'ouest sont bien autrement prononcées encore dans la grande crête de calcaire jurassique et de calcaire à chama, qui forme le trait le plus saillant du département du Var dans la chaîne de Cabrières et Notre-Dame-de-Liesse, près Aups, atteignant à l'altitude de 1,130 mètres, et jalonnant les monticules de Regusse et de Montmeyan.

Cette grande chaîne n'est que la mise en évidence de la

Dislocations  
perpendiculaires  
à la méridienne  
de Toulon.

Les dépôts de  
craie à Hippurites  
et les masses de  
lias de la Basse-  
Provence, répon-  
dent à celui du  
Bas-Languedoc  
et des Pyrénées.

Grande crête  
est-ouest dans le  
Var. Chaîne de  
Cabrières  
Son prolonge-  
ment jusqu'en  
Italie, et à la  
côte de l'Océan.

grande dislocation déjà mentionnée qui, partant de la bouche du Var, vient tracer la limite méridionale du cours de la Durance; dislocation parfaitement représentée, un peu au sud, par la jonction de l'extrémité septentrionale des nappes volcaniques de Biot avec le volcan de Beaulieu et celui de Lodève (tandis que le volcan de Rougiers s'aligne de l'est à l'ouest, avec ceux de Pézcnas et de l'Esterel); les événements volcaniques de Cette s'alignent avec ceux de Saint-Tropez; la ligne de Cabrières se reproduit des bouches du Var aux bouches de l'Arno, en Italie, et la direction terminale du cours du bas Danube n'est elle-même qu'une répétition du phénomène offert par la limite est-ouest du bassin de la Durance.

Il y a eu aux bords de la mer Noire une reproduction des lignes que présentaient les bords méditerranéens; tandis que le cours de l'Adour et l'arête terminale de la côte, vers le cap Macheco, reproduisent les mêmes traits aux bords de l'Océan.

Les îles des Lérins, dont la direction est-ouest est si bien caractérisée, se rangent, sur la perpendiculaire au méridien de Toulon, menée d'Aix, couvrant la plus grande série des masses plutoniques, depuis Esclans jusqu'à l'auberge de l'Esterel, et au cap Roux; cette ligne parcourt l'extrémité de la craie à hippurites, à Saint-Chamas, et le bas-fond de l'étang de Valcarès, au-dessous d'Arles, pour venir correspondre aux développements du lias déjà signalé vers Saint-Sébastien, à l'extrémité des Pyrénées occidentales.

Cette grande ligne longe les crêtes élevées de Sainte-Victoire et du Bessillon, entre Aix et Cotignac, en Provence. C'est une ligne de sources qui unit la Duransole, près Saint-Chamas, et la fous de Draguignan avec la source de Cotignac et de Mentonne, près Entrecasteaux, non loin du lambeau jurassique inférieur qu'offre cette dernière localité.

La chaîne de l'Estaque, sur la rive nord du golfe de Marseille, s'aligne avec le lias de Sainte-Anastasie, et se ter-

Crêtes de Sainte-Victoire et du Bessillon et axe des îles des Lérins

Ligne du golfe de Marseille au golfe de Grimaud par la Sainte-Baume.

mine par l'avancement est-ouest du cap Lissandre. Cette ligne dessine la saillie de l'arête du plan d'Aups, sur la Sainte-Baume.

Une autre série parallèle se manifeste sur la ligne de niveau du rivage sous-marin, à 71 mètres de profondeur, aux bords du golfe de Marseille et du delta du Rhône, sur les îlots qui forment, au château d'If, le centre du golfe de Marseille, passant par les sources de Saint-Pons, à Gémenos, du Gapeau à Signes, se manifestant par le relèvement vertical du muschelkalk, entre Méounes et Signes, de la crête de Notre-Dame-des-Anges sur Collobrières, se raccorde à la chaîne de Port-Sanglar, s'identifie au cours de la Madeleine, jusqu'à l'embouchure de la Molle dans le golfe de Grimaud. A ce dernier système se rattache la série des bassins houillers de Collobrières, qui appartient néanmoins à un phénomène géologique bien antérieur à la formation des côtes du golfe de Marseille. (Fin du paragraphe.)

Ligne de Saint-Mandrier. Son prolongement aux Pyrénées.

La ligne de Saint-Mandrier, si évidente dans la presque île de ce nom, met en relation le petit bassin houiller de Six-Fours avec celui de Sigean, le grès bigarré de Toulon et Saint-Nazaire avec celui de Saint-Girons et Saint-Béat; dans les Pyrénées, enfin, les mélaphyres et les ophites de cette partie des Pyrénées, avec les masses plutoniques de la Seyne, de Carqueiranne et du cap Nègre.

C'est ainsi encore que les lignes est-ouest de la presque île de Giens et de l'extrémité sud de Porquerolles et de Titan, dans les îles d'Hyères, se prolongent vers l'alignement est-ouest des Pyrénées aux sources de la Tet et de l'Ariège.

Outre les quatre grands groupes que nous venons de parcourir : 1° ligne est-ouest de Toulon; 2° ligne du golfe de Marseille ou golfe de Saint-Tropez; 3° ligne de Sainte-Victoire et des Lérins; 4° système de Cabrières, de Mirabeau au Var. Trois autres limites est-ouest doi-

Ligne des confluents de la Durance au Rhône et de la Vène au Var.

vent être remarquées : celle qui unit le confluent de la Durance au Rhône avec le confluent du Var et de la Vinea, formant la limite du lias et de la craie, en se dirigeant vers Port-Maurice et se manifestant par le relèvement du terrain à lignite des Basses-Alpes, entre Reillanne et Lincel, et se prolongeant par le lias de Saint-Hippolyte des Cévennes jusqu'aux terrains volcaniques de Dax, pour se confondre avec la profonde vallée sous-marine, près Tosse, sur l'embouchure du Vieux-Boucaut, aux bords de l'Océan. La ligne du Tarn, de Sainte-Affrique à Alby, reproduit aussi la ligne est-ouest qui limite la craie à nummulites, du côté de Castellane.

La plus importante de ces lignes est-ouest est celle qui passe par Savone, sur la rivière de Gênes, par Saint-Giniès, dans les Basses-Alpes, qui traverse le bassin d'Alais, en un point où des soulèvements de mélaphyres orientés est-ouest et signalés par M. Combes, disloquent le bassin houiller de Roche-Belle, pour atteindre, après avoir tracé le cours inférieur du Tarn, la limite du terrain tertiaire vers le confluent du Tarn et de la Garonne.

Cette grande ligne commence à Saint-Giniès, près Sisteron, la série du lias à gryphées arquées qui se termine au sud, au-dessous de Castellane, suivant une autre ligne est-ouest, de Tarascon à l'Achens, joignant les eaux thermales de Gréoulx, au pied de l'Achens, et passant par le bassin crétacé de Caussols, pour atteindre la limite de la mollasse marine entre Vence et Saint-Jeannet.

Les croisements d'axes où les hémitropies des lignes de montagnes se sont établies autour d'une ligne est-ouest bien dessinée en Provence et en Languedoc : c'est la ligne déjà signalée de Montpellier à Brignolles, aboutissant au volcan de Clermont-Lodève, d'un côté, et aux masses volcaniques de l'Esterel, de l'autre. L'axe moyen et le croisement des deux axes extrêmes sont dessinés par le

*Axe de Saint-Giniès, au-dessous de Sisteron; alignant la cime du Ventoux avec le prolongement de la Mollasse d'Abros près Sisteron.*

*Ligne est-ouest formant la limite sud du Calcaire à Gryphées arquées entre Castellane et le pied de l'Achens.*

lias auprès de Clermont, tandis que le cours de l'Arc, celui du Carami, et le cours de l'Argens, dessinent la ligne moyenne est-ouest du bassin provençal, offrant le croisement, à Brignolles, du système des Alpes principales et du système des Pyrénées. Les Alpes principales sont représentées par la ligne prolongée du calcaire jurassique et du calcaire à chama de la Sainte-Baume; les hauteurs calcaires de Salerne jusque vers Avignon dessinent l'axe parallèle aux Pyrénées.

Les sept alignements est-ouest que nous venons de tracer sont manifestés par les dépôts du lias sur cinq des lignes principales :

Toulon, Sainte-Anastasia près Brignoles, Aix, Castellane, Saint-Giniès.

Une de ces lignes est tracée par le grès bigarré et le grès Vosgien à Saint-Mandrier, et une autre par le bassin de craie, celle du pied septentrional de l'Achens à Gréoulx et Tarascon.

Ainsi pendant que l'alignement nord-sud ne se signale en Provence que par des traces assez faibles et par des fractures, les lignes est-ouest sont empreintes dans les bassins de sédiment les plus prolongés, et il est naturel de chercher quelles sont les lois de symétrie correspondantes à ces lignes d'Orient en Occident.

Puisque les terrains primitifs des Vosges se sont reproduits dans ceux du Var, il y a eu un axe de symétrie vers le milieu de l'intervalle qui sépare ces deux grands groupes. Or, en comparant les terrains primitifs les plus éloignés vers le nord dans les Vosges, dans les environs de Schirmeck avec les terrains anciens les plus avancés au sud dans le département du Var, auprès des îles d'Hyères, on trouve que l'axe de symétrie tombe précisément sur le groupe du mont Blanc. Le pied méridional du géant de l'Europe forme donc le milieu entre le granite de Garron,

L'axe de symétrie de l'est à l'ouest entre les Vosges et les Maures, passe par le mont Blanc, les masses volcaniques du lac Majeur et du Puy-de-Dôme.

le plus avancé vers le nord, dans le groupe provençal et celui de Faucogney, le granite le plus méridional des Vosges. C'est donc sur le massif actuel du mont Blanc, que se posait l'axe est-ouest auquel se subordonnaient les éléments similaires des Vosges et des Maures.

Cet axe d'Occident en Orient est, du reste, bien clairement tracé dans son prolongement à l'est, par les méla-phyres du lac Majeur; et à l'ouest, par les volcans éteints du Puy-de-Dôme, et aussi par les lignes d'eau; à l'ouest, par le cours de la Charente à Cognac, et à l'est, par le cours de la haute Doire affluent dans le Pô. Il se montre dans le relèvement de terrain ancien, qui en partant de Lyon, sépare le bassin tertiaire de Roanne de celui de Montbrison; comme dans les lignes principales des cours d'eau qui marchent à l'est, vers l'Adriatique, à l'ouest vers l'Océan. Il y a là une bande volcanique de l'est à l'ouest, qui correspond à l'ensemble des masses du mont Blanc et du mont Rose, et qui traversant le centre de la France entre Vichy et le Puy-de-Dôme, dessine, entre la Rochelle et Rochefort, la séparation du Jura inférieur et du Jura supérieur.

Il existe dans l'intervalle du granite de Schirmeck, Vosges, au granite de Garron, Maures, un ensemble de lignes d'eau partageant l'étendue en quatre sections équidistantes absolument comme nous avons vu les lignes des rivières du Rhône, de la Durance, et du Var, diviser en quatre bandes l'intervalle du cap Creus à la côte de Corse.

Voici la série successive de ces lignes d'eau.

1° Du fond du golfe de Gènes à Barcelonnette en suivant l'axe de la rivière d'Ubaye à la principale réunion des affluents du Buech vers Serre; de là à la réunion des cours d'eau qui forment l'Ardèche à la Baume, du côté de Joyeuse; enfin, au centre des deux axes remarquables du plateau du Larzac, pour aboutir au grand plexus de lignes d'eau qui s'offre vers le port Sainte-Marie, au confluent

1<sup>re</sup> ligne est-ouest  
du golfe de  
Gènes à l'étang  
de Saint-Julien,  
aux bords de  
l'Océan (Landes).

du Lot et de la Garonne, ligne se prolongeant à l'étang de Saint-Julien et se dessinant même dans le fond de l'Océan.

2° ligne  
du golfe de  
Trieste, du lac  
Majeur à Lyon et  
aux bouches de  
la Gironde.

2° Du lac Majeur au confluent du Rhône et de la Saône, pour aboutir à travers le Puy-de-Dôme, à l'embouchure de la Gironde. Cette seconde grande ligne d'eau formant l'axe principal de symétrie entre les Vosges et les Maures, passe à Trieste au fond de l'Adriatique, comme le fond du golfe de Gênes était le départ de la première ligne d'eau.

3° ligne  
du golfe de la  
Loire au delta  
du Danube.

La troisième ligne partant du milieu du groupe des lacs des quatre cantons, atteint vers Beauvoir, le golfe de la Loire, correspondant à la fois aux bouches du Danube et au golfe formé par l'embouchure de la Loire. Cette dernière ligne d'eau est représentée, en direction, par l'axe général du bassin de la Loire Inférieure à partir de Clamecy, qui se lie à la brusque inflexion du Rhin vers le Nord à Bâle. Cet axe est parfaitement perpendiculaire au méridien de Toulon; aussi bien que la ligne terminale des granites des Vosges à Schirmeck et du développement est-ouest des granites du Morbihan, entre Mayenne et l'île de Sein, dans le Morbihan.

Ainsi trois lignes d'eau perpendiculaires au méridien de Toulon subdivisent en quatre bandes égales l'espace séparant les Vosges des Maures; et chose bien remarquable encore, le nombre de degrés en latitude qui sépare les Vosges des Maures est sur le méridien de Toulon de  $5^{\circ} 22'$  tandis que la distance en longitude du cap Creus à la rive Corse est  $5^{\circ} 10'$ , distance égale aussi à la longueur des Pyrénées entre Fontarabie et cap Creus!

Parallèle  
des terrains des  
Vosges avec ceux  
des Maures.

Les analogies que nous venons de constater entre les lois géologiques des Vosges et celui des Maures, nous amènent à comparer en détail les formations de ces deux régions. Ce parallèle servira non-seulement à constater l'état présent de connaissance de ces deux massifs, mais encore à faire prévoir les découvertes que l'étude de l'un

des deux systèmes peut faire prévoir dans l'autre système. Ainsi un grand intérêt pratique se trouve caché sous ces recherches intéressantes qui sont le meilleur complément de notre description du Var.

Dans les Vosges, les principaux terrains sont les terrains primitifs, le terrain de transition, le terrain houiller, le grès rouge, le grès bigarré, le grès vosgien, le grès bigarré et le muschelkalk. Précisément ces huit terrains se retrouvent dans les Maures. Il est bien remarquable que le grès vosgien et le muschelkalk absents, dans le reste de la France, se retrouvent ainsi fidèlement reproduits aux deux extrémités, nord et sud, de la bande orientale de la France. Cette première analogie, entre les Vosges et les Maures, fait présumer que les mêmes germes organiques étaient portés par les courants dans les deux contrées.

Cette induction est parfaitement confirmée par la nature des débris végétaux qui sont enfouis dans les terrains houillers des deux contrées. Tandis que les trois pécop-  
tères caractéristiques du bassin d'Alais (*Candolliana*, *marginata*, *Plukenitii*) manquent complètement dans les terrains houillers du Var; on y trouve les espèces appartenant au bassin de Saarbruck, contigu aux Vosges : *Pecopteris pennæformis* et *Nevropteris tenuifolia*. *Pecopteris acuta*, *Cyathea*, *Noggerathia*. Outre les analogies déjà signalées dans la composition minéralogique des roches cristallines et des serpentines dans les Vosges et dans les Maures, observons que la composition minéralogique du grès houiller des Vosges offre la plus grande ressemblance avec celle du grès houiller des environs de Toulon, les couches de combustible au fort Lamalgue, près Toulon, comme à Ronchamp, Vosges, sont au nombre de deux.

Des deux côtés, la puissance du terrain houiller est très-faible. Cette puissance de 28 à 30 mètres dans les Vosges atteint à peine 21 mètres près d'Hyères et s'élève,



au maximum, 120 mètres vers Six-Fours. Dans les Maures d'Hyères comme dans les Vosges, la série houillère se termine par des argilolites rouges et un poudingue quartzeux.

La présence du grès vosgien est encore un nouveau trait de ressemblance entre les deux contrées. Ce grès vosgien intimement lié au grès rouge; posé sur ce dernier sans dislocation, et offrant seulement à la jonction du grès rouge, le calcaire que nous avons nommé zechstein, calcaire magnésien et siliceux qui atteint une puissance de 5 mètres subdivisée en plusieurs bancs minces. Tous ces détails de la formation, reproduits dans la vallée de Sauvebonne près Hyères, et dans les environs de Puget et de Fréjus, dans la basse vallée de l'Argens, sont le calque complet de ce que l'on observe dans le grès vosgien des Bruyères, de Villé et de Schirmeck, dans l'extrémité nord-est des Vosges.

Liaison du grès  
vosgien avec  
le porphyre  
rouge.

La liaison du grès vosgien avec les porphyres quartzifères rouges est un nouveau trait de ressemblance entre les Vosges et les Maures. Le passage du grès vosgien au porphyre signalé par M. Élie de Beaumont à Val d'Ajol, rappelle celui que nous avons observé entre la vallée de Sauvebonne et Cuers en gravissant la chaîne vosgienne de l'Antiquay. Le passage du conglomérat vosgien au porphyre bréchiforme peut être observé aux environs de Fréjus dans le système des Maures, tout aussi bien que dans les Vosges.

Comme dans la Lorraine, le grès vosgien du Var se pose quelquefois directement sur les roches anciennes sans être précédé par le grès rouge. C'est ainsi qu'on l'observe soit à Roquebrune, Var, soit dans les Vosges occidentales.

Les analogies des deux types des Vosges et des Maures se maintiennent lorsqu'on s'élève jusqu'aux dernières formations du muschelkalk. La séparation du grès bigarré et du grès vosgien s'établit, dans les deux régions mises en parallèle, par un poudingue à noyaux de porphyre, de

granite, gneiss et autres roches anciennes et par des fragments de grès rouge lui-même. Seulement on n'a pas encore rencontré dans le grès bigarré des Maures des débris organiques aussi abondants que ceux du grès bigarré des Vosges; mais le *voltzia brevifolia* se trouve dans les deux régions des Maures et des Vosges.

Dans le grès bigarré des deux contrées, on trouve des lits minces de calcaire dolomitique comme au monticule de Sainte-Brigite vers Vidauban. La magnésie abonde dans tout l'ensemble de la formation de muschelkalk du Var comme dans celle de la Lorraine. Enfin le gypse et le sel marin de la partie supérieure du muschelkalk se montrent dans les sources salifères des environs de Barjols et de Draguignan, comme un reflet affaibli des dépôts salins de Château-Salins et du sel gemme de Vic.

En résumé les débris organiques du terrain houiller et ceux du muschelkalk, offrent les plus décisives analogies dans les Vosges et dans le Var; la composition minéralogique des terrains primitifs, des terrains de serpentine, du terrain de transition, des couches du grès houiller, du grès rouge, du zechstein, du grès vosgien, du grès bigarré et du muschelkalk, est presque identique dans les deux contrées.

Examinons les rapports des lignes de dislocation.

Les eaux thermales de Plombières sont au nord 1 degré est de celle de Digne, et les eaux thermales d'Aix et de Gréoulx en Provence, symétriquement placées à l'ouest et à l'est, relativement au méridien du détroit de Mirabeau, représentent les eaux de Bourbonne-les-Bains placées dans la région vosgienne sur ce même méridien.

La disposition relative des eaux thermales, dans le sens du nord au sud, offre donc les mêmes lignes terminales que celles reconnues entre les deux régions, soit pour les roches cristallines, soit pour les parties occidentales du muschelkalk.

Comparaison  
des lignes de dis-  
locations  
des Vosges et des  
Maures.

Les limites orientales du muschelkalk, prises entre Weissembourg et Antibes, donnent pour la ligne terminale nord 5° est. Le grès rouge des environs de Sixfours, près Toulon, s'aligne nord 6° est avec le grès rouge des environs de Remiremont, vers Val-d'Ajol (Vosges). Tandis que le grès rouge du pied de l'Esterel vers Minelle, est orienté nord 1 degré est avec celui de *Ribauville*, vers Colmar, la moyenne de la ligne joignant le développement du grès vosgien de la vallée de Sauvebonne dans le système des Maures, avec le grès vosgien d'Épinal, donne nord 3° est, alignement qui est précisément la moyenne des lignes terminales du grès rouge dans les deux contrées.

Les lignes extrêmes des roches cristallines des Vosges et des Maures étant au nord 1° est, il y a inflexion des deux lignes vers l'est, puisque les formations secondaires donnent nord 3° 1/2 est; mais l'écart est peu considérable.

Les rapports entre ces dislocations dans les deux contrées sont exprimées :

1° Par les alignements des bassins houillers ; 2° par les directions qui ont limité les bassins des sédiments ; 3° par les failles et les relèvements subis par ces mêmes sédiments.

Bassins houillers  
est-ouest.

Les alignements les plus remarquables des bassins houillers des Maures sont de l'est 4° à 5° nord, des bassins de Sixfours et de Collobrières, correspondant à l'alignement est-ouest de Ronchamp, dans les Vosges, et dépendant, comme celui-ci, du type que M. Élie de Beaumont nomme système des *Pays-Bas*.

Dans les Maures, la ligne nord 14° est formée par la série des petits bassins houillers de Plan-de-la-Tour, et venant traverser le centre volcanique de la Molle pour aboutir vers l'île Porteros, reproduit dans les Vosges l'alignement houiller de Ronchamp avec ceux des environs de Villé.

Cette dernière direction à très-peu près perpendiculaire au système des ballons nord 76° ouest ou ouest 14° nord, paraît en être l'équivalent et rappelle l'alignement des bassins de Mauriac et de Bort sur le plateau central de la France.

Bassins houillers  
nord 14° est.

L'alignement du terrain houiller du vallon de Borel dans l'est-nord-est d'Hyères et la direction générale du terrain primitif entre Carnoules et le Muy, sont dirigés est 35° nord ; ils offrent, dans les Maures, la reproduction du dépôt houiller de Sarrebruck, aligné suivant le système du Hundsruok. Les bancs calcaires intercalés dans le terrain houiller du vallon de Borel, Maures, complètent, par la similitude de composition, avec le terrain houiller de Sarrebruck et de Villé, les analogies de la conformité de direction.

Bassins  
est 35° nord.

Le système des ballons des Vosges, terminant cette chaîne vers le sud, correspond à une dislocation que M. Élie de Beaumont place avant le terrain anthraxifère et après le vieux grès rouge. Cette chaîne, rapportée à Toulon comme centre de réduction, est orientée est 14° sud ou nord 76° ouest. — Or la ligne tirée de l'extrémité méridionale de Sixfours à *Portcros* (île) donne est 13° sud, comme ligne terminale vers le sud de tout le système des formations anciennes des Maures, c'est la ligne générale des îles des Ambiers à la branche occidentale de l'île de Porquerolles.

Parallèle  
des Vosges et  
des Maures.  
Système  
des ballons des  
Vosges dans les  
Maures.

Cette direction est reproduite par les dislocations du schiste talqueux à Coudoulière vers le point où la ligne que nous mentionnons traverse la côte occidentale de la presqu'île de Sixfours. Cette direction reparait encore à l'extrémité orientale du bassin des salines d'Hyères et se prolonge vers le défilé du Gapeau nommé le *Mesclan*. Cette direction constitue la ligne volcanique de la rade de Giens au soulèvement nord du fort Lamalgue, aux masses vol-

caniques qui sont à l'issue méridionale des gorges d'Ollioules. Cette dernière ligne est très-voisine de l'alignement du fond de la rade de la Seyne, à partir du fort Napoléon, jusqu'à l'île de Porteros.

Le gneiss à l'est de Cannes et le micaschiste de la rade cavalaire au sud-est des quarrades, donnant la direction est 20° sud, peuvent être rapportés à la même révolution, qui assimile si bien les extrémités des Vosges et le terme méridional des terrains anciens de la Provence.

Ligne est, 21° nord, dans les terrains primitifs des Maures et des Vosges; système du Finistère.

La ligne est 21° nord qui joint les extrémités nord des granites de Schirmeck (Vosges), et de gneiss de Baden, se prolonge jusqu'au granite de Saint-Maxent-en-Vendée, parallèlement à la ligne du granite de Guebville à Faucogney (Vosges), jusqu'au granite placé à la limite occidentale de la France; cette ligne est largement représentée par l'extrémité du massif des Maures, depuis le cap Bénat jusqu'au cap Lardier, donnant la direction est 22° nord.

Cette même direction est signalée dans les schistes de la presqu'île de Giens et de la colline d'Hyères (Explication de la carte géologique de France, t. 4). Telle est encore la direction du gneiss de l'Argentière, au pied oriental de l'Esterel, et celle du gneiss amphibolique de Saint-Maxime, près Saint-Tropez.

Ainsi, d'un côté, l'analogie des caractères principaux de dislocations, entre les Maures et les Vosges, est complète.

Tandis que d'autre part,

Le schiste micacé de Cogolin. . . . .	E. 9° N.
Le gneiss de Lagarde-Freinet au Luc. . . . .	E. 7° N.
Le gneiss de Roquebrune à Plan-de-Latour. . . . .	E. 12° N.
Celui de Bagnols. . . . .	E. 7° N.
Celui à l'ouest de Cannes. . . . .	E. 5° N.
<b>Donnant en moyenne. . . . .</b>	<b>E. 8° N.</b>

établissent pour ligne moyenne générale, entre est 22° nord et est 8° nord, c'est-à-dire pour la dislocation que nous signalons est 15° nord, chiffre bien voisin de est 14° nord assigné par M. Élie de Beaumont à la direction du système du *Finistère*, dislocation qui croise symétriquement celle du système des ballons, et qui se reproduit, est 21° nord, avec la branche orientale de Porquerolles pendant que la branche orientale de cette île donne, comme nous l'avons vu, le système des ballons des Vosges. En résumé, les lignes terminales des Maures et des Vosges, pour les terrains cristallins, sont parfaitement en harmonie.

Examinons les lignes limites du grès rouge Vosgien et du muschelkalk.

Il est d'abord bien digne de remarque que le grès bigarré manque complètement dans la vallée de Collobrières. Donc, l'émersion de cette vallée est antérieure à la formation du grès vosgien proprement dit. L'époque de la formation du grès vosgien des Maures correspond à l'apparition hors des eaux de la ligne houillère de Collobrières, et des terrains placés au nord de l'Esterel, entre Bagnols et Auribeau.

L'alignement du terrain des Vosges, depuis les terrains houillers jusqu'au grès vosgien, se rapporte à ce que M. Élie de Beaumont a appelé le système du Rhin, et se range sous la direction nord 18° à 19° est, en prenant Toulon pour centre de réduction. Or, en face de Toulon, dans le creux Saint-Georges, dépendant de la presqu'île Saint-Mandrier, se manifeste la séparation du poudingue du grès vosgien et du grès bigarré, la moyenne de plusieurs directions est là. . . . . N. 21° E.

Rapport entre les dislocations du grès Vosgien des Maures et celui des Vosges.

Vers Sauvebonne, à l'est de la chaîne de grès vosgien de l'Antiquay, on trouve, au milieu de plusieurs dislocations perturbatrices. . . . . N. 13° E.

A la montée de Vidauban, vers le lieu appelé Caisse-de-Cauvain, le grès vosgien affecte la direction. . . . . N. 13° E.

L'axe moyen de la chaîne de l'Anti-quay, est. . . . . N. 22° 1/2 E.

L'axe moyen de la côte occidentale de Six-Fours (presqu'île à côté de Toulon), est. . . . . N. 18° 1/2 E.

La direction du schiste talqueux vers l'embouchure de la Reppe (presqu'île de Six-Fours). . . . . N. 18° E.

Enfin, la limite du grès vosgien et du grès bigarré, depuis la rencontre de la rivière d'Aille, vers le chemin du Luc à la Garde-Freinet, jusqu'au monticule Sainte-Brigitte, auquel Vidauban est adossé, suit une ligne. . . . . N. 20° E.  
laquelle se manifeste jusque dans le ravin tracé au pied de la haute montagne de Sauvette.

Enfin, la côte orientale du cap Roux, qui termine en falaise le groupe du grès vosgien formant le massif principal de l'Esterel, donne. . . . . N. 22° E.

La moyenne générale de toutes ces directions correspond à. . . . . N. 18° 1/2 E.  
chiffre parfaitement en harmonie avec celui que M. Élie de Beaumont a si bien déduit de ses remarquables observations sur les Vosges. L'alignement nord 18° est se trace sur les deux côtes orientale et occidentale de la presqu'île de Six-Fours, près Toulon.

N'est-il pas remarquable que la direction nord 18° est, trouvée à l'embouchure de la Reppe (Var), est le prolongement exact de la ligne terminale à l'est, de toutes les

Rapports des lignes des masses primitives de la forêt Noire et des masses volcaniques du Rhin, avec la côte occidentale de Six-fours et les volcans du grand-duché du Rhin.

montagnes primitives qui forment le système du Rhin, depuis la forêt Noire jusque dans l'Oldenwald et la Franconie, de manière que la ligne volcanique des bords occidentaux de la presqu'île de Six-Fours s'aligne suivant la même direction nord 48° est, avec l'extrémité des masses plutoniques de Crainfeld, dans le grand-duché du Rhin? Cette même ligne passe au pied oriental du mont Blanc par les eaux thermales de Digne, par le groupe des sources de Barjols, par les sources de Mazaugues et de Signes, par le ruisseau et le défilé de Saint-Julien, près Brignoles, signalant ainsi, par des jalons plus modernes, cette révolution qui a précédé la formation du muschelkalk et du Jura.

Dans le département du Var, la ligne nord 22° 1/2 est, formant la chaîne vosgienne de l'Antiquay, est tout à fait juxtaposée aux relèvements de grès houiller de la vallée de Sauvebonne.

La ligne moyenne de ces relèvements houillers est nord 21° 1/2 est; elle vient passer par le terrain à anthracite de Meyronnes, vers Barcelonnette, et se prolonge, par le mont Viso et le mont Rose, jusqu'aux lacs des quatre cantons, alignant ainsi, suivant une ligne dérivée du système du Rhin, la montagne de Notre-Dame-des-Anges, de Collobrières, dans les Maures, avec les noyaux primitifs des plus grandes masses orientales des Alpes.

Rapports entre les terrains houillers de Sauvebonne et du Plan de la Tour, et la direction du mont Rose au mont Viso.

N'est-il pas bien remarquable encore que la ligne houillère moyenne de Sauvebonne atteint le terrain primitif d'Acellio, près Barcelonnette, à côté d'un groupe de combustibles très-prononcé, et au point même où aboutit la ligne nord 14° est du terrain houiller du Plan de la Tour, de manière que si l'on prend, au point de convergence des deux lignes, la moyenne direction des deux lignes houillères du plan de la Tour et de Sauvebonne,



on obtient nord 18° est, c'est-à-dire la ligne du système du Rhin?

Cette ligne moyenne rappelle très-bien aussi la ligne moyenne des petits bassins houillers de Mauriac et Bort qui, dans le centre de la France, sont directement creusés dans le granite, comme ceux du Plan de la Tour. La ligne de ces bassins vient passer au pied de la Maladetta, au centre des Pyrénées, comme la ligne des bassins de Sauvbonne vient se placer au pied du mont Rose, au centre des Alpes principales.

L'alignement de la côte orientale de l'Esterel nord 20° à 22° est vient raccorder les massifs volcaniques de ce groupe des Maures avec l'extrémité occidentale des porphyres du lac Majeur, et se prolonge jusqu'à la ligne suivie par la Linth, vers Glaris, tandis que la ligne générale des bassins houillers de l'Esterel, depuis le bas Reyran jusqu'au Bianson, donne nord 18° est pour direction, qui se prolonge, en dessinant le cours des affluents du Pô, le sommet du Saint-Gothard et le défilé du Pont-du-Diable, vers Altorf.

Ligne  
de dislocation  
du muschelkalk  
du *Thuringer-  
wald*, retracée  
à Toulon.

La bande de muschelkalk qui, de Saint-Nazaire à Pont-du-Las, près Toulon, marche vers l'ouest, porte avec elle, à Pont-du-Las, une grande dislocation tracée en *couches verticales* nord 52° ouest. Cette direction prolongée atteint les masses volcaniques du Cantal; elle est d'accord avec la dislocation du muschelkalk de *Thuringerwald*, qui donnerait, avec le méridien de Toulon, l'angle de nord 53° ouest. C'est un alignement qui rapproche les soulèvements du muschelkalk et du grès bigarré du Var, de ceux du grès bigarré dans le sud-ouest de la France, depuis Espalion jusqu'à Brives, et de ceux qui ont affecté le terrain houiller de Ronchamp dans les Vosges, antérieurement aux dépôts jurassiques.

Passons à des dislocations plus récentes.

Les rapports que nous venons de signaler entre les dislocations des grès antérieurs ou grès bigarrés dans les Maures et les Vosges peuvent encore être poursuivis. La ligne terminale du grès vosgien vers le sud, celle après laquelle le grès vosgien ne reparait plus jusqu'aux Maures, est celle qui joint le grès vosgien de Faymont, à l'ouest de Montbéliard, avec le grès vosgien de Selles, près Monthureux. Cette direction nord  $43^{\circ} 1/2$  ouest; atteint Berne, le lac de Thun et le lac Majeur. Cette ligne terminale du grès vosgien se reproduit dans la limite du grès bigarré et du muschelkalk, depuis Merle, à l'est d'Auribeau, jusqu'à Cannes, et depuis le muschelkalk d'Antibes jusqu'aux marnes gypseuses d'Oppio et Châteauneuf.

Une ligne perpendiculaire à cette direction, nord  $46^{\circ} 1/2$  est, termine le grès vosgien des Maures, depuis Esclans, près Garron, jusqu'au Puget, entre Cuers et Carnoules; c'est la ligne médiane de jonction des deux îlots de grès bigarré et muschelkalk de Bagnols et Carqueiranne.

La direction est  $43^{\circ} 1/2$  nord, en d'autres termes, la ligne nord  $46^{\circ} 1/2$  est, termine le muschelkalk et le grès bigarré vers le Bianson; dans la Provence, elle est la limite moyenne générale entre le muschelkalk du Luc et celui de Garron, tandis que, parallèlement à cette direction, s'étale le muschelkalk du cap Brun à Gonfaron et à la plaine de Fayence, s'étendant depuis le confluent de la Vinea au Var, jusqu'au creux Saint-Georges, à Saint-Mandrier, près Toulon. Cet axe est celui de la grande vallée centrale du département du Var, et celui de l'amphibolite apparaissant au coude de la vallée de la Molle, tandis que la ligne des petites vallées de muschelkalk développées de Montfort, près Brignoles, aux eaux salées de Barjols et à Varages, forme une série générale correspondant à un axe nord  $43^{\circ} 1/2$  ouest, aboutissant à Flas-

Soulèvement  
du muschelkalk  
vers le Bianson  
et la Siagne.

sans pour passer au sud, aux centres de dislocation de la Molle et des masses volcaniques qui en font un remarquable point de repère, se prolongeant, au nord, jusque vers la cime du Ventoux. La même ligne nord 42° ouest apparaît dans les directions des calcaires magnésiens superposés au lias d'Ollioules, à l'entrée méridionale de la gorge ouverte vers Toulon.

La dislocation nord 42° à 44° ouest n'est pas seulement celle du grès bigarré et du muschelkalk, entre Auribeau et Cannes, vers Grasse. Cette dislocation se montre encore dans tout le système de la Siagne, entre Mons et le confluent du Bianson.

Les grands plateaux de calcaire oxfordien dolomitique et siliceux qui s'étendent sur le niveau à peu près constant des deux côtés de la coupure de la Siagne, offrent comme ligne de direction la plus fréquente, soit vers le Gaud, près la grotte de Mons, soit vers Beauregard, nord 42° ouest.

Cette direction se montre encore dans le grand système de calcaire du lias des Basses-Alpes, depuis Castellane jusqu'à Digne et à Saint-Giniès. Elle se prolonge, dans les Alpes, à la séparation des roches anciennes et du lias, et se place sur le prolongement des masses de lias du Calvados.

Les grès bigarrés, entre Lodève et Excideuil, depuis le département de l'Hérault jusqu'à la Dordogne et à Bourbon-Vendée, sont évidemment sur une ligne parallèle qui se développe comme la plus grande ligne volcanique du centre de la France, depuis les débris volcaniques de Saint-Tropez jusqu'aux masses plutoniques du Mézenc et du mont Dôme.

Cette ligne perpendiculaire au système de la Côte-d'Or aurait agi après le dépôt du système portlandien, lequel a précédé immédiatement le système Côte-d'Or.

Le système nord 43° 1/2 ouest a bien évidemment affecté l'ensemble des sédiments jurassiques du sud-

ouest de la France, qui avait été déjà relevé à la période du trias, par la dislocation nord  $53^{\circ}$  à nord  $54^{\circ}$  ouest.

Antérieurement aux deux systèmes est  $43^{\circ} 1/2$  nord et nord  $43^{\circ} 1/2$  ouest se sont opérées, pendant la période jurassique, deux révolutions; l'une, ayant disloqué les terrains parallèlement au méridien de Toulon; l'autre, qui a affecté la stratification dans le sens perpendiculaire à ce méridien.

La dislocation du nord au sud, correspondant au méridien de Toulon, est caractérisée au point de vue paléontologique par la séparation du dépôt du muschelkalk et de la formation jurassique. Cette séparation est nettement établie depuis la plâtrière de Bandol, extrémité orientale du muschelkalk provençal, jusqu'aux sources de la Rulle, extrémité correspondante du muschelkalk des Vosges. Ce soulèvement marche comme la crête de la chaîne des *Rousses* en Dauphiné. La dislocation parallèle au méridien de Toulon a mis en évidence le lias du sud au nord, dans les environs de Metz et dans les environs de la Mure (Isère).

Dislocation nord-sud de Toulon.

Entre Méounes et Brignoles, elle a fait surgir le lias, et s'est fait même sentir sur les couches du jura moyen de la montagne de Roque-Brussanne, près de Brignoles.

La ligne de muschelkalk de Gonfaron au Luc, et la bande de lias, correspondent à cette période d'émergence de terrains.

La dislocation du nord au sud, passant par le lias des eaux thermales de Digne et Plombières, dessine une longue série de vallées de fracture, depuis Aups jusqu'à Flassans et Pignans, comprenant le cours d'eau de la Grave, de la Bresque et de l'Issole, et venant aboutir au point où se soudent les deux branches occidentale et orientale de l'île de Porteros. Cette même ligne, prolongée au nord, indique l'axe autour duquel se fait l'inflexion du lac de Genève: elle vient, plus au nord, tracer la faille

Ligne des eaux thermales de Digne à Plombières.

de la Moselle et la remarquable perturbation éprouvée par le lias des environs de Metz. C'est donc bien là une ligne de dislocation générale, remarquable aussi bien par ses effets stratigraphiques et paléontologiques que par son influence sur le régime des sources. Depuis Digne jusqu'au-dessus de Barles, elle aligne les couches dans la direction nord un peu infléchie à l'est, et elle est, sur les bords de la Bléone, le lieu de séparation de deux pendages opposés. Elle offre en même temps l'alignement des sources de Digne, de Moustiers, d'Aups, de Saint-Barthélemy, de Cabasse, de Pignans; elle passe par le sommet de *Notre-Dame-de-Liesse*, par le milieu des confluent avec l'Argens, de Carami et de la Bresque. Elle met en correspondance la formation gypseuse d'Aups avec celle de *Combecave*, près de Cabasse.

Plus à l'est, le soulèvement nord-sud de cette période est marqué dans le muschelkalk de Callas à Dräguignan et dans le lias de Castellane, dans la formation de la rive méridionale du bassin crétacé de Colmar; — dans l'émer-sion des sources salifères de Castellane et de la Fous de Draguignan. Cette même dislocation se manifeste très-énergiquement sur le soulèvement vertical du muschelkalk supérieur formant la base du château de Seillans, et se prolongeant, par les granites de Garron, jusqu'au soulèvement nord-sud, de date plus ancienne, qui unit Saint-Tropez, Gassin et Cap-Lardier, tandis que le granite de Faucogney, dans les Vosges, et les dyckes volcaniques des terrains houillers de Sarre-Louis, représentent la suite des dyckes volcaniques présentés par cette ligne sur les bords du Blavet et la citadelle de Saint-Tropez, dans les Maures.

Les phénomènes de soulèvement qui ont affecté la fin du muschelkalk, le lias et quelquefois même le calcaire jurassique moyen, qui ont tracé les limites du calcaire jurassique supérieur et dessiné les grands traits des dépôts

crétacés, indiquent une période de révolution que nous rapportons à l'âge de la formation du jura moyen. Les derniers lambeaux du jura supérieur de l'étage portlandien développés du nord au sud, auprès de Pont-de-Beauvoisin, tout comme la série de défilés de Mirabeau, Voreppe, Seyssel et l'Écluse, indiquent des vallées ouvertes dans le sens du prolongement de la longue bande de dislocation du nord au sud, partant de Toulon et de l'axe général de la presqu'île de Six-Fours.

Postérieurement aux dislocations qui ont affecté le muschelkalk et le lias supérieur et l'étage jurassique moyen, est survenue la dislocation qui a émergé les dépôts calcaires, de manière à empêcher la formation du jura supérieur portlandien, c'est le système qui a creusé les vallées où s'est déposé le calcaire à *chama*; cette révolution correspond au poudingue calcaire, facile à observer dans le défilé de Sisteron. Le système actuel a empêché le calcaire à gryphées arquées d'être recouvert par le système oolitique ordinaire. Il correspond, en Provence, à l'apparition de la chaîne de Cabrières, près d'Aups, et aux dépôts de lias de Brignoles, de Saint-Nazaire à Toulon et de Lodève en Languedoc.

Ce système, exactement perpendiculaire au méridien de Toulon, se dessine à l'extrémité méridionale de la Provence par l'alignement de l'axe de la presqu'île de Giens, par l'île de Porquerolles, jalon moyen entre le cap Corse et l'une des parties les plus élevées du grand massif des Pyrénées, le pic Long, qui se développe aussi de l'est à l'ouest. Ce système se trouve parfaitement dessiné par la direction des couches du grès rouge et du grès vosgien, au nord de la Seyne, près Toulon, où l'on voit les strates dirigés exactement de l'est à l'ouest, plonger au nord sous un angle de 32°.

Cette période de soulèvement et d'émersion se retrouve dans la direction générale de l'axe de la presqu'île de

Ligne du système jurassique de Trèves à Mézière, ou système de Cabrières.

Chaînon de Saint-Mandrier, près Toulon.

grès vosgien, de grès bigarré et de muschelkalk, formant l'alignement de Saint-Mandrier, dans le dépôt de calcaire muschelkalk de l'île Rousse, près Bandol, comme dans l'axe moyen des îles de Marseille, Pomègue, Ratonneau et château d'If, aussi bien que dans les îles de Lérins, formées de jura moyen non recouvert de calcaire à chama. Le petit chaînon d'Engarden, formé du jura moyen, près Brignoles, par sa masse prolongée de l'orient à l'occident, a dessiné les limites du bassin de craie de Mazaugues, de Saint-Julien et de Camps; tandis que le prolongement du même axe se révèle sur la chaîne de l'Estaque, au nord du golfe de Marseille, par les petits bassins de craie du Rove, le bassin tertiaire de Saint-Julien, près Martigues, jusqu'aux rochers de jura moyen de la tour de Bouc et de Cette, ligne également intéressante au point de vue hydrographique, comme unissant le grand déversoir du bassin de l'Arc vers Martigues, et l'embouchure de l'Argens vers Saint-Raphaël, au sud de Fréjus.

Chaîne  
de l'Estaque,  
près Marseille.

Soulèvement  
du lias de Lodève  
sur l'axe  
de Cabrières.

La grande ligne de soulèvement qui unit le chaînon de Cabrières à celui des Alpines, auprès d'Arles, n'est pas moins remarquable par l'émergence du calcaire liassique de Lodève à Bédarieux et par la jonction des Bouches du Var à la vallée inférieure de l'Adour... Ce soulèvement dessine auprès d'Arles l'axe principal des petites vallées du Baux et de Maussanne, comblées par le calcaire à cyclades, correspondant au système tertiaire ancien de Favéau. Dans la chaîne des Alpines, on reconnaît bien clairement, depuis Eyguières jusqu'à Fontvieille, que la ligne séparative du jura moyen et du calcaire à chama s'est formée suivant la direction de l'est à l'ouest : la même ligne de séparation du calcaire à chama et du jura moyen se dessine très-bien au sud de Marseille, depuis les vallons de *Carnoux* et de *Rouvière*, entre Aubagne et Roquefort, jusques au vallon de *Valfrège*, au pied du plateau de la Gineste. Le

Ligne de petits  
bassins de cal-  
caire jurassique  
de la pointe du  
cap Croisette à la  
source du Ga-  
peau.

rivage jurassique était prolongé à l'est, par les dépôts jurassiques au nord de Cuges, et les couches verticales du muschelkalk des environs de la belle source de Signes.

Un grand bassin crayeux s'étend entre la base du plateau de Cuges et l'issue septentrionale des gorges d'Olioules aux environs de Toulon. Cette formation crayeuse est presque fermée au nord par deux bras de calcaire à chama et elle jette une longue ramification vers l'est, vers le Revest et Tourris, villages situés au nord de Toulon. Cette longue ramification est, comme la direction du rivage situé au nord du bassin, orientée de l'est à l'ouest.

Dans le nord, du département du Var et des Bouches-du-Rhône, une série de petits dépôts crétacés sont disséminés depuis *Jouques* jusqu'à Villefranche, près Nice, en passant par Ginasservis, Saint-Julien, Montmeyan, Comps, Broves, Mons, entre Saint-Vallier et Grasse, auprès de Tourretes et de Vence. Cette ligne indique un long rivage étalé de l'est à l'ouest, antérieurement à l'époque du grès vert.

Les bassins crayeux de Caussol, d'Escragnoles, du pied de l'Achens à la Roque Esclapon, Bargème, le lambeau crayeux d'Aiguines reproduisent une série parallèle à la première; elle se répète encore dans les bassins de Courségoules, Gréolière et Val de Roure et Taulane, au septentrion du massif de l'Achens.

Avant la formation de la craie, de Castellane partait une ligne de soulèvement parallèle qui se prolongeait à l'ouest aux petits bassins de lias de Saint-Afrique et de Saint-Rome de Tarn, jusqu'à l'interruption du lias vers Bruniquet auprès de Montauban : cette grande ride a arrêté le dépôt du calcaire à gryphées et marqué les rivages des bassins crétacés auprès de *Saint-Auban* et de *Castellane*, dans le nord de la Provence..., en même temps qu'elle indique le bassin général de l'Estéron depuis la clue de Saint-Auban, jusqu'au confluent du Var, vers le Broc .

Trace du système *est - ouest* dans les limites du bassin de craie de la Cadière.

Ligne des bassins crétacés de Nice aux bords de la Durance.

Rivage formé par le lias et le calcaire jurassique de Castellane à Saint-Afrique et vers San-Remo.



Ce système de rides de l'est à l'ouest est bien certainement antérieur à la craie, qui repose à *stratification discordante*; soit, sur le lias, comme à la montagne des *Blaches*, et à la montagne de Courchon, auprès de Castellane; soit, sur le calcaire jurassique moyen sur les flancs du Teillon, à l'est de Castellane; ainsi le lias et le jura moyen étaient déposés avant l'ouverture de ces vallées allongées d'orient en occident, tandis que la concordance de la craie inférieure avec les couches du calcaire à chama, aux environs de Roquefort, Bouches-du-Rhône, comme au pied septentrional de l'Achens et sur les flancs de la montagne Destourbes, vers la limite du Var et des Basses-Alpes, prouve que le calcaire à chama est *postérieur* à ce grand mouvement, qui aurait empêché la formation du système portlandien ou modifié profondément les débris organiques de cette période géologique? Ce soulèvement correspond à la production, à cette période, du poudingue calcaire intercalé à Sisteron entre le jura et le calcaire à chama. Cette dislocation se reproduisant à Saint-Giniès d'une part, et à Bourgoin et Chambéry de l'autre, explique pourquoi le système organique du jura supérieur s'est arrêté à Bourgoin, et pourquoi le lias de Saint-Giniès a été immédiatement recouvert par le calcaire à chama.

La dislocation de Cabrières est une limite paléontologique, soit pour le calcaire à chama, soit pour la craie alpine et la craie pyrénéenne.

C'est encore l'existence d'une ride de ce système qui peut montrer comment le système de la craie du nord-est du Var dérive des mers alpines, tandis que la craie au sud de Cabrières offre le type pyrénéen.

Ainsi deux mers offrant des êtres organisés différents, baignaient le nord et le sud des chaînes de montagnes qui se rattachent au centre du département du Var et à la limite méridionale du bassin de la Durance.

Pour suivre l'ordre chronologique des dislocations, nous revenons maintenant à la description complète des phénomènes de stratification correspondant aux deux sys-

tèmes est  $43^{\circ} 1/2$  nord et nord  $43^{\circ} 1/2$  ouest, rapidement signalés aux pages 353, 354, 355.

Dans les Maures comme dans les Vosges, la ligne qui a fait apparaître la plus grande étendue de terrain vosgien se développe vers le nord-est; dans les Vosges, c'est entre Épinal et Deux-Ponts que se trouve la plus longue dénudation du terrain de grès vosgien; dans les Maures, c'est entre Saint-Mandrier et Garron, en passant par Cuers et Le Puget, suivant la ligne Nord  $46^{\circ}$  à  $48^{\circ}$  Est..., c'est la ligne unissant du cap Brun à Bagnols, les derniers jalons de muschelkalk, et se raccordant avec une singulière inflexion de la ligne, sans-fond, au sud-ouest de Saint-Mandrier. Cette direction, qui représente en Provence le système auquel M. Élie de Beaumont a donné le nom de la *Côte-d'Or*, se rapporte au soulèvement du système jurassique jusqu'après la période du jura supérieur du groupe *portlandien*. Il est remarquable par la direction du lias et des eaux thermales d'Aix à Digne : cette ligne, passant à la fois par les mélaphyres du lac Lugano, la cime du Viso et la côte d'Espagne vers Valence..., du cap Gates au cap Saint-Martin, et la côte d'Afrique entre Tanger et le cap Bojador. L'angle du système *Côte-d'Or* avec le méridien de Toulon est, d'après la figure du pentagone européen tracé par M. Élie de Beaumont, Est  $41^{\circ} 1/2$  Nord. La différence avec le chiffre que nous assignons est dans la limite des variations ordinaires des observations et des tracés des contours des terrains.

Le système Nord  $48^{\circ}$  Est se présente dans la ligne qui unit la partie la plus orientale de la montagne de trias du Paradou, près d'Hyères (vers Saint-Jean) et le fond de l'échancrure que présente le muschelkalk, auprès d'Auribeau, vers Grasse. C'est encore l'alignement général du muschelkalk et du trias, depuis Gonfaron jusqu'à Saint-Paul, près Fayence, tandis que l'extrémité occidentale du

Dislocation  
nord  $46 1/2$  est ou  
est  $43 1/2$  nord,  
ligne générale de  
la plus grande  
vallée du Var de  
Toulon jusques  
auprès de Grasse.

muschelkalk de Paradou, près Carqueiranne, se range sur cette même direction, avec l'îlot de muschelkalk de Bagnols.

Le cours général de la rivière d'Aille, depuis Gonfaron jusqu'au confluent du Var, la stratification dominante, depuis le muschelkalk des environs de Toulon, jusqu'au pont de Tournon sur la Siagne, s'accordent avec l'ensemble des escarpements jurassiques sur cette direction Est 42° Nord; la stratification des amphibolites de la Molle, le cours inférieur de la Molle et la limite sud du granite de Plan de la Tour coïncident avec cette orientation; elle se présente dans le grès vosgien du canton de *Maraval*, vallon de Sauvebonne, et dans celui de *Pennafort*, vallée d'Endre. On la retrouve dans la stratification du *muschelkalk*, à Brignoles; à Vidauban on la reconnaît encore : 1° à la Foux de Draguignan; 2° à la croix du chemin de Grasse, vers Callas; 3° aux Taillades et à la Rouvière de Seillans; 4° entre Bargemont et Callas. On la revoit dans le système du lias des environs de Toulon, dans le quartier de Vaucros; et tout le déchirement qui met à nu le lias entre Dardenne et Notre-Dame de Montcharan, se rapporte à cette dislocation. En se prolongeant au nord, elle passe par Belgentier, marque la limite du muschelkalk et du lias, vers Besse, près Brignoles; se retrace dans la direction des couches du système jurassique moyen (terrain oxfordien) formant le plateau au nord du Luc; traverse le plateau du muschelkalk de Taradeau et de la montagne Saint-Léger, vers Draguignan, imprime sa trace dans le calcaire jurassique de la montagne de Sainte-Anne de Claviers, forme la limite du petit vallon de craie à Mons. Cette direction se retrouve dans les strates du jura moyen de Beauregard, du Pont de la Siagne de Mons, et dans ceux du Pont de la Siagne, près Saint-Césaire; enfin, passant par la crête du Cheyron

pour aboutir à la séparation du terrain du lias et du calcaire à chama, vers le confluent du Var et de la Vinea... Cette grande ligne dessinant, comme nous l'avons indiqué, la direction principale de la grande vallée qui de Toulon se développe jusques vers Grasse, par Auribeau, se soude avec le prolongement de l'axe de la vallée de la Stura et du Tanaro, depuis le col de Tende jusqu'à Alexandrie. Cette direction s'est imprimée sur les plus hautes cimes formées du jura moyen. Nous l'avons retrouvée sur les couches du jura moyen de Saint-Pons à Gemenos, de la crête de la Lare dans le massif de la Sainte-Baume, dans la montagne des Arelles ou du mont Olympe, près Pourcieux, dans le chaînon d'Ollières, dans les montagnes de Beaudun et dans le lias du col Saint-Pierre, près Castellane. C'est aussi la ligne des strates de la cluse de Saint-Alban, de l'Achens et de l'ouverture qui a séparé l'Achens et Brouis avant le dépôt crétacé. Montferrat, Combecave, entre Carcés et Cabasse, le lias de Sainte-Anastasic, Méounes, Bandol, le cap de la Cride offrent la stratification dans le même sens.

Relation de la vallée principale du département du Var avec celle de la Stura et du Tanaro en Italie.

La ligne qui joint le lias de Cuges au soulèvement de lias vers Sausse suit cette direction, et elle unit le point culminant de la Sainte-Baume avec celui de Bessillon et de Cabrières.

Aux environs d'Antibes, ce soulèvement est, à la fois, représenté par la couche verticale du calcaire du jura moyen du fort carré, et par la direction d'une dycke volcanique très-remarquable.

Le système de la Côte d'Or représentant, dans la Provence, la plus grande vallée ouverte entre les terrains des Maures et les formations calcaires, est aussi le soulèvement le plus général indiqué par la stratification, par les vallées d'érosion, par les cours d'eau et les alignements des crêtes. Il préside à la ligne la plus générale de la sé-

paration de tout le système de grès vert et de la craie, qui, depuis Toulon jusqu'au confluent du Var et de l'Esteron, s'est déposé à l'occident de cette grande ligne. Il y a complète analogie dans cette disposition générale relative aux Maures avec l'arrangement qui, dans le nord-est de la France, a coordonné les dépôts de craie, après les soulèvements de la Côte-d'Or et du Hunsrück.

Système  
nord 43 à 44° ouest  
du Puy-de-Dôme  
à Roquebrune.

La dernière apparition du grès vosgien, vers le sud, s'établit, dans les Vosges, suivant une ligne dirigée des environs de Monthureux à Montbéliard, et sous l'angle nord 43 à 44° ouest. Cette ligne prolongée joint le dépôt jurassique des bords du lac de Lugano à celui de Boulogne. — Elle est parallèle à la ceinture du terrain néocomien qui termine, à l'est, la vallée de la Seine et se confond avec la direction de l'axe du bassin de la Seine, telle que la donnerait la droite menée de Paris au golfe de Gênes et passant par la cime du mont Blanc.

Cette ligne de dislocation se montre, avec une grande évidence, dans toute la Provence; elle limite à Antibes le muschelkalk, le calcaire oxfordien et le calcaire à chama, depuis le fond du golfe Jouan jusqu'à l'axe des petites vallées de Châteauneuf, Valbonne et Mougins, vers Grasse, vallées dont le prolongement se confond avec la cluc de l'Esteron, près Saint-Auban, et vient tracer la limite entre le calcaire à Chama et la craie dans le cours supérieur du Var.

Une autre parallèle à cette direction dessine tout l'étroit défilé où circule la Siagne, depuis le confluent du Bianson jusqu'à Auribeau, passe à la fois par la cime du Teillon et par la principale source de Siagne vers Escragnole.

Cette même direction est fréquente dans le plateau du Gaud, de Beaugard et d'Avaye, dont le calcaire à chama forme les plus récentes assises : le profond défilé, où coulent réunies les deux groupes de sources de la Siagne et de la Siagnette, est la plus remarquable des dislocations de

ce système, qui vient se retracer aux environs de Castellane, sur les couches qui forment la saillie pittoresque de la *Pierre Bonde*, sur la direction de la montagne de Des-  
tourbes, sur la ligne du cours supérieur de l'Asse, et qui, joignant les remarquables gisements de calcaire à gryphées arquées et de mollasse de Castellane, de Digne et de Saint-Giniès, se dessine dans la France septentrionale par l'axe principal de la vallée du Cher et par l'alignement moyen du promontoire de la Hogue.

Il est à remarquer que cette même ligne, prolongée vers le sud, vient passer à la base du *monte Rotundo*; mettant ainsi en relation les plus remarquables accidents de la Normandie, de la Corse et de la Provence (1).

Cette ligne se manifeste dans la direction générale du dépôt néocommien immédiatement inférieur à la craie : 1° sur le cours inférieur du Jabron près de son confluent ; 2° dans la ligne générale du dépôt néocommien depuis la base de la montagne de Brouis, vers la Martre, jusqu'à Chamateuil, vers Castellane, et aux rives de l'Asse, vers Barrême.

Cette dislocation, en soulevant les montagnes liasiques de *Pierre Naïsse* et de *Courchon* dans les Basses-Alpes, a donc tracé des vallées antérieures à la formation néocommienne. Ainsi s'établit l'âge de cette dislocation, *avant* le terrain néocommien, et *après* le calcaire à chama. Cette dislocation affecte le muschelkalk au pont de la Clue, vers Callas ; le lias, au parairé de Seillans, à Bandol et à Signes.

Cette même dislocation apparaît dans la direction générale des cours d'eau de Camandre, de Riou de Seillans, de Rion de Callas, dans les cours d'eau de la partie inférieure du cours de l'Artuby, affluent du Verdon, et du Nar-tuby, affluent de l'Argens. C'est à la fois la ligne joignant

Le calcaire à  
chama et le lias  
vers Ollioule.

(1) Elle aboutit en Corse à Porto-Vecchio, à la limite de la craie et du terrain primitif.

le confluent de l'Argens et du Nartuby, et le confluent de la Bléone et de la Durance, l'embouchure de la Siagne et le remarquable confluent de l'Isère et du Rhône.

A cette même période doit être rapportée la séparation du type crétacé pyrénéen, représenté, à son extrémité *est*, par la craie à hippurites de Camps, près Brignoles, et le type crétacé alpin, représenté, à son extrémité occidentale, par la craie de Jouques (Bouches-du-Rhône). La ligne joignant ces deux systèmes de formation crayeuse, est nord 50° ouest; elle diffère de 6° 1/2 de la direction que nous venons de reconnaître sur les autres points de la Provence.

Aussi à cette période, il s'est élevé une ride entre Brignoles et Mirabeau, qui a marqué la limite des deux types crayeux de la Provence; l'une, à l'ouest, dépendant du bassin pyrénéen, et l'autre se rattachant au bassin où les Alpes devaient plus tard apparaître. Cette ride, dont l'influence minéralogique et paléontologique a été si importante, se manifestait dans les Maures par le relèvement des roches cristallines avec fer oxidulé et fer oligiste qui se font remarquer au pont de Collobrières et à l'est vers Vaubarnier: l'extrémité prolongée de cette ride atteignait le cap Nègre, près Bormes.

Les micaschistes et les gneiss ferrugineux des environs de Collobrières rappellent complètement les roches ferrugineuses de Combenègre, vers Villefranche, dans l'Aveyron, et se rattachent aussi à un soulèvement de calcaire jurassique, suivant la direction du nord-ouest, ou plus exactement, suivant l'orientation nord 41° ouest. C'est la ligne des petites vallées de Barjols aux sources salées, se prolongeant par Corrans jusqu'auprès du Val, et après avoir passé par Gonfaron et traversé dans sa plus grande longueur le massif formé par les montagnes de *Sauvette*, *Notre-Dame-des-Anges* et *l'Averne*, traçant son passage par les roches ferrugineuses dont nous venons de parler;

tandis qu'au nord, ce même axe dessine la petite vallée crayeuse de Ginasservis, passe par le rocher de Vinon, vers le confluent de la Durance et du Verdon, pour atteindre l'extrémité du Léberon à Montfuron et le sommet du Ventoux. Cette ligne, prolongée encore au nord, traverse la longue ligne volcanique de Villeneuve de Berg, le Mézenc, le Puy-de-Dôme, et aboutit, en Bretagne, à la grande échancrure de la baie de Cancale.

Les soulèvements nord 43 à 45° ouest des calcaires jurassiques des environs de Grasse rencontrent, à angle droit, le soulèvement dépendant du système nord-est (période de la Côte-d'Or), et la soudure des deux dislocations se fait vers Auribeau, sur le méridien du mont Blanc.

La ligne soulevante nord-ouest prolonge son influence à partir de l'arrondissement de Grasse, vers les cours de l'Asse et du Buech, affluents de la Durance, et vient se manifester dans les montagnes de la Drôme, vers *Dieu-le-Fit...*, produisant ainsi, dans le gisement du lias de cette partie du sud-est de la France, les mêmes dispositions que celles offertes par le lias de l'Aveyron, de la Dordogne et de la Haute-Vienne, dans la France occidentale.

Les formations des types vosgiens s'arrêtent au terrain néocommien ; c'est donc ici le terme où doit finir le parallèle des Vosges et des Maures. On voit les analogies de stratification se présenter dans les Maures aussi fidèlement que les analogies minéralogiques.

Les soulèvements des systèmes du Finistère, du Hunsruck, des Ballons, du nord d'Angleterre, des Pays-Bas, du Rhin, du Thuringerwald, du système méridien de Toulon, de Cabrière, de la Côte-d'Or, du Nord-Ouest ou du Puy-de-Dôme à Roquebrune, se présentent dans les deux régions des Maures et des Vosges : il y a cette différence, pourtant, que le soulèvement néocommien ne se présente que dans l'ouest des Vosges ; tandis que dans la Provence,



il règne à l'est du groupe des Maures. Les relations stratigraphiques sont donc parfaitement en harmonie avec les relations paléontologiques et minéralogiques. Il n'est pas moins remarquable que là où les relations stratigraphiques du terrain de la Provence, les mettent en connexion avec les terrains de l'ouest de la France, les analogies minéralogiques suivent la même loi. — Ainsi, la ligne nord 53° ouest mettant en regard les terrains houillers du bas de la vallée de l'Argens, avec ceux de Vouvant en Vendée, on retrouve des débris organiques qui se correspondent dans le terrain houiller du Reyran et dans ceux de l'ouest de la France; les schistes bitumineux du bas Reyran ne semblent-ils pas une reproduction de ceux du bassin du Vouvant? Tandis que la ligne de dislocation nord 43° ouest, montre dans le système des dislocations des environs de Barjols et de Collobrières, l'analogue des alignements des terrains jurassiques de l'Aveyron. Ne trouve-t-on pas dans les couches ferrugineuses des Maures, voisines de Collobrières, le type des roches ferrugineuses de Villefranche, aux bords du Lot?

Révolution ou système du Viso.

Le système de dislocation auquel M. Élie de Beaumont a donné le nom du Viso, se rapporte à la période qui a suivi le terrain de calcaires à Chama, et qui a précédé la craie blanche. — Rapporté au méridien de Toulon, ce système donne sur le tableau du réseau pentagonal, l'angle nord 23° ouest.

Axe de Mirabeau et Belgentier.

Or, il est évident que la révolution qui a relevé une partie des couches de calcaires à Chama et préparé les bassins où s'est déposée la craie à l'est et à l'ouest de Mirabeau, doit correspondre à cette période aux environs de Saint-Julien Montagnier et de Montmeyan; la craie à gryphées colombes, déposée sur les couches brisées du système des calcaires à Chama... repose sur des strates inclinés au nord 18° 1/2 ouest. A Mirabeau, les couches

de calcaire à chama, relevées avec celles du système oxfordien, offrent la direction nord 27° ouest. C'est cette dernière orientation que l'on retrouve sur le prolongement de cette dislocation vers le calcaire à chama, séparant, à Pourrières, la vallée de l'Arc de celle de l'Argens; la direction moyenne des couches de Montrieux-le-Jeune, et de la fracture de la vallée de Belgentier est nord 20° ouest, tandis que nord 27° ouest est l'angle des strates de Mirabeau. On voit bien que la moyenne de ces dislocations est nord 22 à 23° ouest.

La ligne de soulèvement des bassins de craie de Montmeyan fait sentir son influence encore, jusque vers le cap crayeux de Reachy, en Angleterre, en passant par la sommité de la montagne de Lure; au sud, elle se prolonge à travers le massif des Maures, sur des couches relevées vers Vaucros, sous l'angle nord 29° ouest: après avoir dessiné tout le bord occidental du bassin tertiaire d'Amphoux, vers le plateau d'Aups (Var).

Axe de Montmeyan et Quinson.

La moyenne des deux lignes dislocations partant: 1° de Pourrières, Mirabeau et Belgentier; 2° de Montmeyan à cap Bénat, donne nord 22° ouest, résultat bien voisin du chiffre donné par M. de Beaumont, et qui se trouve encore vérifié par l'axe du remarquable enfoncement sous-marin formé par la ligne sans fond, auprès de la fossette (côte de Bormes), axe aligné sur la direction nord 23° ouest. Les petits dépôts crétacés, auprès de Baudun et d'Aiguines sont des traces de dislocations analogues; ainsi que les bords occidentaux des bassins de craie, échelonnés depuis Comps jusques à Trigance et Thorame, dans les Basses-Alpes. Mais les phénomènes les plus marqués de cette période, sont le relèvement des couches verticales de calcaire jurassique de Saint-Antoine, entre Vence et le Bar; et les lignes limites des calcaires jurassiques au muschelkalk, depuis le Cannet jusques à Grasse.

Axe d'Antibes à  
Grasse.

Dans cette direction marche toute la bande calcaire formant la presqu'île d'Antibes et la limite du bassin de Molasse parallèlement à la majestueuse faille du cours du Loup, tracée dans le calcaire à chama, vers le Bar, faille indiquée aussi par les petits bassins de craie de Courségoule et de Tourrètes-les-Vence. La limite orientale du grand bassin de craie, au sud de la Sainte-Baume, les dislocations présidant à la séparation du calcaire à chama et de la craie, vers l'extrémité occidentale de la Sainte-Baume, et vers le bassin de Cuges, au Lion-d'Or; la ligne d'émergence de la craie, depuis le cap Canaille, près de la Ciotat, jusques à Vaucluse, en passant par la craie d'Alauch, près Marseille, et la craie de Simiane, se rattachent au même ordre de révolutions.

Axe des dislo-  
cations du grès  
vert entre Mar-  
seille et Toulon.

L'axe qui a le plus fortement imprimé sa trace dans les vallées où la craie s'est déposée, est la ligne perpendiculaire au système du Viso, est 22° nord, c'est la ligne qui unit le bassin de craie à nummulites de Martigues, Bouches-du-Rhône, à celui d'Amirat, Basses-Alpes, établissant ainsi l'unité de direction et de contemporanéité de la chaîne de Grau, aux bords du Var supérieur, avec les derniers chaînons jurassiques de la basse Provence. Cette grande ligne dessine simultanément les principales vallées de craie de l'extrémité des Pyrénées-Orientales et des Alpes occidentales. La chaîne de Sigalle, auprès de Sallagriffon, appartient à ce système, qui limite à la fois le lias d'Aix et celui de Castellane, et qui arrête les soulèvements du Viso, comme le système nord-sud supprimait brusquement les montagnes est-ouest. — Les eaux thermales des environs de Prads appartiennent à ce système, aussi bien les eaux d'Aix en Provence : il est ainsi le trait-d'union des Alpes et des Pyrénées.

Système de la  
Sainte-Baume.

Il faut rapporter à la même période le soulèvement ju-

rassique de la Sainte-Baume, antérieur au système crétacé et postérieur au calcaire à chama.

L'âge de l'axe principal de la Sainte-Baume est incontestablement établi par la stratification discordante des bancs de craie à Hippurites, posés à la Sainte-Baume dans le bassin du plan d'Aups, sur les couches de calcaire oxfordien et de calcaire à chama, constituant la masse dominante de la montagne.

Fixation de l'âge géologique des principales vallées crétaées de l'est et de l'ouest de la Provence.

Dans le grand bassin crayeux placé au sud de Castellane, entre le Tayon et Lachens, on voit, de même, les couches de craie à *gryphae colomba*, reposer à stratification discordante sur le calcaire à chama, soit aux flancs du Tayon, soit sur le monticule placé auprès du Bourguet, et à la base même de Lachens, dans l'étroite vallée qui sépare la montagne de Brouis de celle de Lachens.

C'est ainsi, encore, que sur le prolongement de la ligne du lias de Castellane à celui d'Aix, le calcaire à Chama formant la partie supérieure au massif de Sainte-Victoire, supporte, à stratification discordante, vers le *Tholonet*, auprès d'Aix, les couches de terrain tertiaire éocène du bassin de lignite de Fuveau.

La ligne de la Sainte-Baume ainsi définie, réunit dans une même dislocation rectiligne le cap Croisette, vers Marseille, et le calcaire contemporain qui forme la base du fanal de Villefranche, près de Nice. On est même porté à voir dans le Canigou et les cimes de l'Achens et du Cheyron, le prolongement du même relèvement.

Remarquables analogies entre les terrains éocène et cretacé des Pyrénées orientales et du Var.

N'est-il pas intéressant de voir sur cet angle, et, du Canigou à Lachens, le calcaire à cyclades de la Roque-Esclapon et la craie au pied de Lachens, représenter la partie la plus septentrionale du type pyrénéen dans le département du Var?

Pour les relations des Pyrénées avec la Provence, on voit renaître les analogies paléontologiques avec les rela-

tions stratigraphiques, absolument comme nous l'avons vu dans l'étude du système des Vosges!

Ainsi, dans la période de la craie, deux systèmes perpendiculaires entre eux, offrent les signes d'équivalence qui leur permettent de se remplacer; le soulèvement nord 22° ouest, celui du Viso proprement dit, et le système de la Sainte-Baume est 22° nord.

Système  
des Pyrénées  
d'Avignon  
à l'Esterel.

La dislocation des Pyrénées postérieure au terrain de craie ordinaire, et même au terrain à nummulites, est antérieure au terrain tertiaire le plus ancien, et elle s'aligne suivant l'est 18° à 22° sud, se rangeant symétriquement ainsi, relativement à la perpendiculaire au méridien de Toulon et au système de la Sainte-Baume.

Cette ligne est retracée, en Provence, par la droite qui unit le confluent de la Durance au Rhône, avec la bouche de l'Argens, vers Saint-Raphaël. On peut aussi la représenter par la ligne joignant la serpentine avec le fer oxydulé d'Agay, au rocher de calcaire à chama d'Avignon.

Ces deux droites circonscrivent une bande qui comprend tout l'ensemble du détroit de Mirabeau, depuis le confluent du Verdon dans la Durance, jusqu'à l'étroit passage de Cantepèrdrix. Cette bande offre dans l'ensemble de la basse Durance une ligne thalweg qui reproduit la direction de la crête des Pyrénées et qui enveloppe toute la vallée tertiaire de Salernes à Montmeyan.

Vers Salgues, auprès de Salernes, sur le calcaire jurassique moyen, on a les directions. . . . Est 28° sud, et vers Roque-Sanglé, un peu à l'ouest. . Est 18° sud; la moyenne donne. . . . Est 23° sud.

Les calcaires à chama de Villeneuve-les-Avignon donnent est 28° sud, et les rochers de grès bigarré entre le Puget et la Bouverie, dans la basse vallée de l'Argens, offrent est 13° sud; en moyenne, est 21° 1/3 sud. Ainsi

les dislocations dans la bande pyrénéenne de la Provence reproduisent assez approximativement l'angle de la direction générale du soulèvement.

Les terrains à cyclades et à nummulites compris entre Arles, Saint-Chamas, la Pomme, la Sainte-Baume, reproduisent la même direction dans leur alignement général et dans les perturbations de la stratification. Ainsi les failles qui dérangent l'exploitation des mines de lignite de la Valentine donnent, d'après le directeur des mines, l'angle moyen est  $17^{\circ}$  sud, tandis que, vers le volcan de Rougiers, le muschelkalk offre est  $20^{\circ}$  sud.

La direction des Pyrénées est représentée, sur le littoral de la Provence, par la ligne qui unit l'ensemble de la montagne de Paradou, vers Hyères, avec les dépôts de calcaires à nummulites, auprès de Toulon, de la Cadière, les limites du terrain éocène formant le pied de Notre-Dame-de-la-Garde, à Marseille, le terrain à gypse de Saint-Julien, près Martigues, et le calcaire à chama du moulin de la Roque, vers le delta du Rhône.

La ligne de la crête de Lunatte, sur le plateau d'Orves, reproduit le même alignement, aussi bien que l'axe moyen des îles d'Hyères et des îles de Riou et Mairé, vers le cap Croisette. La direction est  $28^{\circ}$  sud imprimée dans le schiste talqueux de Coudoulière, côte occidentale de Six-Fours, semble une dérivation de la direction des Pyrénées. Cette direction se trouve sous l'angle est  $23^{\circ}$  sud, dans le grès vert du Bec-de-l'Aigle, à Notre-Dame de la Ciotat; elle s'oriente ainsi vers le point où, vers la presqu'île de Six-Fours, gisent les grès rouge, vosgien et bigarré dont les fragments roulés et arrondis, atteignant jusqu'à  $1/8$  de mètre cube, forment la masse même du poudingue du grès vert du Bec-de-l'Aigle.

Direction pyrénéenne du Bec-de-l'Aigle à La Ciotat. Coïncidence stratigraphique et minéralogique.

Nulle part le grès vert ne présente des noyaux plus volumineux que ceux amassés dans le poudingue du Bec-de-

l'Aigle ; nulle part aussi la stratification n'indiqua mieux le sens du courant qui les a portés.

Ligne nord 22°  
est du mont Rose  
et du Viso.

Une ligne de dislocation perpendiculaire à l'axe des Pyrénées, et qui lui est probablement contemporaine, a joué un assez grand rôle dans les révolutions géologiques provençales. La direction nord 22° est limite la mollasse et le calcaire à chama, depuis Martigues, Saint-Chamas, Lamanon, les abords de la fontaine de Vaucluse. jusque vers la cime du Ventoux.

1° A St.-Chamas.

2° Faille de Ro-  
quevaire.

Une parallèle à cette direction unit les défilés de Sisteron, de Mirabeau, le long défilé de Roquevaire, dont le prolongement vers Pas-d'Ouillet, le cap Canaille, formant, vers Cassis, le point le plus brusquement élevé de la rive de la Méditerranée, signale la séparation du calcaire à chama. La limite du calcaire à nummulites, depuis les environs de Thorame, Basses-Alpes, jusqu'à Camps, près Brignoles, et au Revest, près Toulon, court nord 23° est. Le défilé de Lachens et Brouis, où s'est déposé le dernier terrain à cyclades analogues aux Pyrénées, est dirigé aussi nord 22° est, comme le gisement de grès vert placé en couches verticales dans cette gorge.

Cette ligne qui offre, aux environs de Toulon, le prolongement de l'axe passant par le mont Rose et le mont Viso, paraît avoir donc joué un rôle important dans la limitation des bassins de la dernière période crétacée; elle se serait substituée, dans la partie orientale de la Provence, à la dislocation des Pyrénées proprement dite. On voit toutefois reparaître l'influence de la dislocation des Pyrénées dans la ligne qui de Nice à Soleilhaç, près Castellane, limite le système à nummulites. Ainsi les phénomènes géologiques de la période des Pyrénées sont représentés, en Provence, par deux lignes perpendiculaires entre elles, comme ceux de la période du Viso,

comme ceux de l'époque du calcaire à chama. On retrouve le système nord 22° est dans la ligne qui vers le Bec-de-l'Aigle, à la Ciotat, arrête brusquement la direction est 22° sud, et vient marquer les relèvements du calcaire à ligntes de Saint-Zacharie et de Vède, près Auriol, et de Bassan, près Roquevaire.

La ligne qui a disloqué les couches crétacées de la gorge de Lachens à Brouis, se signale par l'émerision des sources de Sausse (Basses-Alpes), Malamairé et la Fous de Draguignan (Var).

A l'occident de cette ligne de dislocation, vers le centre des Alpes, au point d'où a surgi le mont Vélan, se révèle une autre ligne géologique parallèle qui a déterminé l'extrémité orientale du bassin de mollasse d'Abros, de la mollasse de Digne, du bassin tertiaire de Saint-Martin-de-Palières, du terrain éocène à cyclades vers la source d'Argens à Seillons; des mêmes terrains entre Nans et le volcan de Rougiers; elle passe vers les cimes de la Sainte-Baume et les failles absorbantes de Cuges connues sous le nom d'Embucs; elle aboutit au ravin des Lèques et au cap gypseux des Baumelles.

3° Ligne  
de Saint Geniez  
aux Lèques.

Une dislocation parallèle passe par le calcaire stratifié nord 23° est, aux Salles, près d'Aiguines, et enfile la longue ligne des nappes volcaniques de Bausset, Évenos, Ollioules, et de la côte occidentale de la presqu'île de Six-Fours, près Toulon.

4° Ligne  
de Six-Fours.

La côte orientale de Six-Fours, prolongée sur la même direction, offre encore une stratification parallèle dans le calcaire muschelkalk à Montrieux-le-Jeune, à l'origine du pittoresque défilé de Belgentier.

La ligne de dislocation dont nous venons d'indiquer la principale manifestation reproduit dans la période tertiaire et aux environs de Marseille, une partie des délinéaments de la chaîne des Vosges. Ce soulèvement ex-



plique très-bien comment se sont coordonnées les émer-sions de calcaire créacé à nummulites et de la formation de calcaire à lignite éocène, sur les gradins de la Sainte-Baume, bien que le soulèvement pyrénéen est 22° sud ne s'y montre nullement; le soulèvement nord 22° est a remplacé le soulèvement des Pyrénées. Il est d'ailleurs évident que ce soulèvement appartient à l'époque des Pyrénées, puisque le relèvement du calcaire créacé supérieur et du système de calcaire à cyclades disloqué et élevé jusqu'à la verticale, dans la gorge de Brouis et de Lachens, offre incontestablement un gisement aligné dans cette direction, et ne pouvant cependant appartenir qu'à la fin du soulèvement secondaire ou aux premières révolutions tertiaires.

#### Système corse.

L'axe de dislocation auquel M. Élie de Beaumont a donné le nom de la Corse, est contemporain des premiers terrains tertiaires ou de la période éocène, et sa direction est (en nombre rond) de nord 3° ouest relativement au méridien de Toulon : c'est l'angle que fait à Toulon un grand cercle parallèle à l'axe général de soulèvement de la Corse et de la Sardaigne. La limite orientale du terrain tertiaire à lignite de Forcalquier, du terrain tertiaire à cyclades de Seillons et de celui de Toulon, se range suivant cette direction, tandis que l'axe de la vallée du Var, prolongée jusqu'au Viso et aboutissant au point le plus profond du lac de Genève, pour s'étendre jusqu'au confluent de la Roër et de la Meuse, s'aligne suivant le nord 5° ouest, direction bien rapprochée de la première; elle est parallèle à la limite de la mollasse de Tourrètes-lès-Vence à Antibes, et à la mollasse du Blavet et du Reyran.

Les lignes des volcans de Rougiers, d'Évenos, du rocher de Six-Fours et la cime de la montagne de Lure reproduisent la direction nord 3° ouest.

Les dyckes volcaniques de Reyran et de Fréjus se rattachent à cette période et à cette direction, de même que les nombreux alignements de sources des bords du Var et celles de Siagne et de Sausse.

Le système du Tatra perpendiculaire à l'axe de la Corse, et comme ce dernier antérieur à la mollasse, a fourni de bien plus fréquentes traces dans la Provence.

A cette période se rapporte la direction générale de Sainte-Victoire et du Bessillon qui, dans leur relèvement est-ouest, ont non-seulement disloqué le calcaire à lignite de Fuveau, la craie inférieure de Pourrières, mais encore la partie plus récente de ce système qui, près d'Aix, forme la brèche du Tholonet. Les couches du système à lignite ont été relevées verticalement vers *Saint-Antonin* et vers la colline des *Pauvres*; elles ont servi de base aux bancs peu inclinés de la mollasse marine, déposés au pied de Sainte-Victoire.

Ligne du Tatra,  
auprès d'Aix.

Les moulières des environs de Fuveau, toujours établies sur une ligne de dérangement de stratification, se développent, d'après les relevés des travaux de mines, suivant l'est 2° nord.

A cette période doit être rapportée la grande dénudation du muschelkalk dans toute la vallée de l'Argens, et qui en fait un prolongement du lac tertiaire de l'Arc. De la limite de la mollasse du Var à la molasse d'Aix et Saint-Chamas, la ligne de jonction offre est 3° nord. Les correspondances des embouchures de l'Arc et de la Siagne, les lignes de sources de Duransole, la Fous de Draguignan, la ligne volcanique générale de Beaulieu à Biot, sont les principaux phénomènes géologiques de cette époque, qui a imprimé des traces répétées dans la stratification. De la limite sud, du bassin de Salernes à la crête du Malmont, près Draguignan, c'est toujours la direction du ta-

tra...; elle s'offre dans les couches est-ouest du calcaire du Pont de la Clue, vers Callas, comme dans la stratification de la craie récente des environs de Brignoles, entre Mazaugues et Camps. On la retrouve à Plan-d'Aups, dans la craie supérieure de la Sainte-Baume et de la Cadrière; dans la craie inférieure, à Roquefort (Bouches-du-Rhône) et à Ceyreste.

Cette révolution s'est retracée dans la craie supérieure et le calcaire à cyclades formant aux flancs nord de la vallée de l'Arc, à Lafare et Coudous, le prolongement du lignite de Fuveau, comme sur le bassin tertiaire ancien de la petite vallée des Baux, vers Arles, et dans la petite vallée tertiaire d'Aureille.

Dans le nord de la Provence, cette dislocation se retrouve dans la craie de Séranon et dans celle de Courségoules.

On voit, ainsi, que la révolution actuelle est postérieure à la craie la plus récente et aux terrains tertiaires précurseurs de la formation de gypse d'Aix; elle affecte le calcaire du Tholonet, immédiatement antérieur au même gypse. Le gypse d'Aix ayant lui-même précédé la molasse, on conçoit très-bien comment celle-ci a pu se déposer horizontalement sur les couches inclinées par le système du tatra.

Ainsi la période actuelle est nettement indiquée, dans les terrains tertiaires de la Provence, comme correspondant à l'âge du gypse d'Aix. Les traces du système du tatra existant aux environs de Paris, dans les terrains qui, à la gare Saint-Lazare, ont précédé le gypse de Montmartre, établissent quelque analogie entre les dépôts tertiaires du nord et du sud de la France.

Soulèvement du bassin à lignite de Manosque ou du Sancerrois.

Entre le terrain de gypse d'Aix et la molasse marine, il s'est formé une masse de sédiments tertiaires représentés par les gypses et les lignites de Manosque.

Ce terrain se divise en quatre parties bien distinctes :

1° Les sables rouges et blancs, qui représentent la partie agitée de la période du gypse.

2° Le dépôt de gypse et de lignites qui l'ont suivi (ce sont les mines de forges de Manosque, lignites collants).

3° Les terrains de grès et de lignite terreux (ce sont les mines de lignites dites de la chaux).

4° Les calcaires siliceux qui ont servi de rapport à la mollasse marine.

Vers la période de la mollasse inférieure, une dislocation dirigée est 30° nord a affecté tous les lignites et les gypses de cette formation et a redressé verticalement les couches de Manosque, entre l'extrémité du Léberon, vers Montfuron, et le rocher de Volx. Cette dislocation a relevé une grande masse de calcaire à chama; suivant une ligne retracée par la direction moyenne du cours de la Nesque. La ligne qui joint Vaucluse et les points remarquables de Saint-Ginies et de Sisteron suit cette orientation, qui se rattache à la masse du mont Viso.

Cette ligne de dislocation est reproduite dans les filons qui traversent les lignites de Fuveau à la Valentine, est 34 à 35° nord, et les rejets affectent la direction perpendiculaire au système actuel, nord 35° ouest. Ces dérangements s'écartent de 5° de la direction indiquée.

La direction est 31° nord est la grande ligne qui réunit le plus de centres volcaniques dans le Var, depuis ses volcans de l'embouchure de la Reppe jusqu'à ceux de Biot, en passant par ceux de l'Estérel. Cette ligne prolongée atteint le groupe volcanique des environs de *Roses*, en Espagne, établit le lien commun au fond du golfe de Trieste, au golfe de Gênes, au golfe de Rose et aux bouches du Guadalquivir et du Var.

Elle est représentée, aux environs d'Aix, par la ligne terminale de l'escarpement du calcaire de Vitrolles; vers

Grand axe des roches volcaniques du Var, ligne est 30° nord.

les défilés de l'Angesse et de la Galante, et se dirigeant vers les Pennes, la ligne qui joint la partie la plus orientale du dépôt de mollasse, vers Carry et le Rouet, qui passe par l'extrémité orientale de la mollasse d'Aix, de celle de Jouques, les eaux thermales et la mollasse de Gréoux, traçant ainsi le cours supérieur de l'Asse. L'extrémité de la craie à nummulites, à Saint-André, dans les Basses-Alpes, se rattache à cette période. Sur ces points, son orientation est 38° nord a retenu une partie du caractère propre au soulèvement antérieur du système de la Côte-d'Or, qui avait fortement imprimé ses traits dans la contrée.

Deux séries de dislocations appartenant à la même période traversent la Provence.

1° La ligne moyenne, formant l'axe général des îles de Pomègue et Ratonneau, près Marseille, dessinant la petite vallée du Jarret, le défilé de la Bourdonnière, le col de Peypin, traversant le terrain tertiaire de Tretz pour aller aboutir, en passant par la remarquable dislocation de Saint-Auban, à la limite sud des terrains tertiaires au nord de Gênes.

2° Une autre ligne passe par les derniers lambeaux de mollasse marine de Vence et de Tourettes, et vient affecter la stratification des terrains néocomien, de grès vert et craie de la Cadière, Roquefort, Ceyreste. Elle forme la ligne moyenne de faite, depuis le Moutonnier jusqu'au cap Canaille, sur une série de sommets variant de 500 à 400 mètres d'altitude.

C'est encore dans cette direction que se trouve la plus longue dénudation du muschelkalk, depuis Bandol jusqu'aux environs de Grasse.

La date géologique de ce soulèvement est fixée non-seulement par les dislocations des mines de Fuveau, par le soulèvement des mines de lignite plus récentes de Ma-

nosque ; cette révolution a empêché le dépôt de la mollasse au sud de la contrée placée entre le golfe de Marseille, vers Carry, jusqu'à Gréoulx. Au sud-est, le dépôt de mollasse n'a pu s'établir que suivant l'affaissement nord 30° ouest d'Abros, près Saint-Giniès, aux bords du Blavet, vers Roquebrune. Le rivage de la mollasse d'Antibes à Tourettes-lès-Vence est aussi tracé suivant la ligne nord 30° ouest. Telle est encore la direction du rivage du Var, sur la moitié de l'intervalle entre le confluent de l'Esteron et le rocher de Nice.

Ligne nord  
30° ouest.

Ce même soulèvement affecte non-seulement les filons des mines de lignite de Trets et de Fuveau, sur une direction moyenne de nord 33° ouest, mais il se montre encore dans les lignes terminales du calcaire de Vitrolles de Marignane et de Vitrolles, aux bords de l'étang de Berre, et dans la séparation des mollasses de Bouet, près Carry à Saint-Chamas. Telle est enfin la direction qui termine brusquement le golfe de Marseille, le cap Couronne et la chaîne de l'Estaque, suivant la ligne de jonction de Bouc à Tarascon, se prolongeant jusqu'au confluent du Gardon au Rhône. C'est encore la ligne qui unit les deux extrémités des îlots calcaires du delta du Rhône, le rocher d'Arles et le moulin de la Roque.

Système  
nord 30° ouest.

Le rôle de la ligne nord 30° ouest, comme contemporaine de la mollasse, lui assigne donc le même âge que celui que nous avons reconnu à la dislocation est 30° nord. C'est l'ensemble de ces deux lignes qui affecte les gypses tertiaires de la Provence et les lignites qui les accompagnent ; elles signalent une période de soulèvements postérieurs au gypse d'Aix et contemporaine de la mollasse ; elles forment entre elles de véritables équivalents stratigraphiques.

Ce système correspond probablement à la période de

soulèvement que M. Élie de Beaumont appelle du nom de *Sancerrois*, et qui se rattacherait en Grèce au soulèvement de l'Érymanthe.

Parallèles remarquables à la dislocation nord 30° ouest.

Nord 28° ouest. — Signe des filons de la Valentine. — Eaux thermales d'Aix. — Volcan de Beaulieu. — Extrémité ouest; fontaine de Vaucluse, partie est. — Eaux thermales de Vichy.

Nord 38° 1/2 ouest. — Ligne des filons de Trets. — Extrémité est du volcan de Beaulieu. — Fontaine de Vaucluse, partie ouest. La vraie direction moyenne est celle de Vaucluse au volcan de Beaulieu, nord 33° ouest. — Unissant le volcan de Beaulieu et ceux d'Ollioules, et se manifestant à l'Écaillon, entre Toulon et Ollioules.

Nord 30° ouest. — Cap Croisette et golfe Juan, près d'Antibes, aux limites du calcaire à nummulites des Hautes-Alpes. — Grenoble.

Nord 30° ouest. — Détroit Bonifacio, NICE, PARIS. — Cours de l'Yonne. — Pointe d'Avallon.

Système  
 du Ventoux.  
 Ligne de la cime  
 du Ventoux  
 à l'étang de la  
 Teste.

La chaîne de montagnes la plus remarquable de toute la Provence est la masse de calcaire qui des environs d'Orange, jusqu'à ceux de Sisteron, forme la limite de cette contrée. La ligne des deux sommités, le Ventoux et Lure, offre des altitudes de 1,911 et de 1,825 mètres, orientées suivant l'est 9° 1/2 sud, et se prolongeant, en passant par le dépôt de mollasse de Digne, jusqu'au confluent du Var et de la Vinea, se développant à l'est, suivant la limite du lias et du calcaire à chama.

La ligne de faite de Ventoux et Lure, prolongée à l'ouest, passe au confluent de l'Ardèche et du Rhône, vient traverser le grand dépôt calcaire du Larzac, au point même où se croisent, près de Rodez, les deux axes qui l'ont bouleversé, et atteint, après avoir dessiné le cours du Lot, le pli de la Garonne à la Réole et l'étang de la *Teste*.

Dans les Basses-Alpes, cette ligne dessine le cours du Var supérieur, d'Entrevaux à la Vinea, et le cours de la Bléone. La ligne de jonction des sources salées de Sausse et des eaux thermales de Digne, est parallèle à cette direction.

Dans le département du Var, cette dislocation est représentée par la série de montagnes qui encaissent au sud le bassin tertiaire de Saint-Martin, de Palière, d'Esparron, se prolongeant à l'ouest par les limites du bassin tertiaire de Jouque et le chaînon des Alpines jusqu'au rocher de Tarascon. Un peu au-dessus de cette ligne, le bassin tertiaire de Saint-Julien-le-Montagnier donne la direction est 8° sud dans ses couches; tandis que, plus à l'est, les mollasses de Merle, près Auribeau, et d'Antibes, ont pour ligne limite, au sud, la direction est 9° sud.

Ligne du bassin tertiaire d'Esparron et du chaînon des Alpines.

Les masses éruptives voisines de l'auberge de l'Esterel sont, sur la ligne même des Alpines, prolongées à l'est, laissant un peu au midi la ligne qui joint les volcans de Beaulieu et les roches éruptives d'Esclans.

Si l'on joint la ligne formant le cours de l'Arc avec la roche éruptive de Sainte-Anne, près Saint-Tropez, dirigée est 15° sud, on aura une dislocation parallèle au système Ventoux, qui passera par Brignoles, en dessinant la montagne qui court vers Flassans.

Ligne du cours de l'Arc à Brignoles.

Les derniers alignements des calcaires jurassiques placés au sud de la Provence, depuis le cap Croisette, les Baumelles, Ollioules et la montagne de Paradou, à Carqueiranne, près Hyères, reproduisent l'alignement des cimes du Ventoux et de Lure, placées à l'extrémité nord de la même région. On trouve ainsi la direction est 8° 1/2 sud, de Toulon à Hyères, offrant 1 degré seulement de différence avec la ligne de Ventoux et Lure.

Ligne de Ventoux à Carqueiranne.

La période géologique correspondante à cette dislocation est contemporaine à la mollasse marine, qui est li-

Ligne des sources de Vaucluse et Fontaine-l'Évêque, suivant le système du Ventoux.



mitée par ce soulèvement. La période actuelle est antérieure aux dépôts d'eau douce succédant à cette mollasse, et remplissant les bassins de Rians et Barjols. La droite, qui unit les deux sources les plus remarquables du midi de la France, Vaucluse et Fontaine-l'Evêque, court sur une direction est 12° sud, bien peu éloignée de l'orientation du système du Ventoux, est 10° sud. Ainsi la ligne des deux plus grandes sources de la Provence est, à peu de chose près, parallèle à celle qui joint les deux plus hautes sommités. Il est évident que la même force de soulèvement a présidé aux plus grands exhaussements externes et aux plus grandes failles intérieures.

Systeme  
du Vercors.

Le système du Vercors, que M. Élie de Beaumont place au nord 7 à 8° est relativement au méridien de Toulon, est l'équivalent perpendiculaire du système du Ventoux. Il est remarquable, en effet, que la dislocation du Vercors ne laisse paraître que de faibles traces et quelques failles dans la Provence, où le système du Ventoux occupe une place si importante.

L'alignement le plus important de cet ordre est celui du plus grand axe de toute la série des bassins tertiaires échelonnés entre Moustiers, Aiguines, Amphoux, Terabi, Vins et la Crau d'Hyères.— Le cours du Verdon, au nord de Castellane, offre le prolongement de la ligne de ce système passant à Flassans, sur le cours de l'Issoles. D'autres parallèles dessinent l'extrémité du muschelkalk à Gonfaron, et les cours d'eau au pied de la montagne de Sauvette.

Le cours de la rivière de la Cadière, la faille de Carami, de Cabasse à Carcès, se rattachent à cet ordre de dislocation, comme les affleurements de calcaire à chama à travers le poudingue du Var, dans les environs de Vence; affleurements dont la mesure nous a donné nord 5° est.

Ce système, comme le Ventoux, est antérieur au ter-

rain d'eau douce qui constitue à Salernes, Terrabi, etc., la série miocène postérieure au gypse d'Aix. La ligne nord 10° est marche, relativement au méridien du Var, parallèlement au méridien 12° longitude occidentale, qui a présidé au soulèvement de la côte occidentale de l'Espagne et de la côte d'Afrique; vers Agadir et Mogador.

Le méridien qui a déterminé le développement longitudinal de l'Afrique vers 17° longitude orientale, est placé d'une manière symétrique avec celui de la côte d'Espagne relativement au méridien de Toulon. Ainsi, dans les récents soulèvements, nous retrouvons encore une nouvelle loi de symétrie, pareille à celle que nous offrait déjà le méridien de Toulon, entre la côte occidentale de la Corse et la limite orientale des Pyrénées, vers le cap Creus.

Les Alpes occidentales, caractérisées comme postérieures à la mollasse et antérieures au terrain de transport ancien de la Durance, nous rapprochent de la fin de la période miocène; elles ont joué un rôle remarquable dans la configuration du sol provençal.

Alpes occidentales.

La ligne moyenne des Alpes, prise du milieu de l'intervalle du mont Rose au mont Blanc, court sous l'angle nord 27° est, de Zurich à l'île de Riou, près Marseille, en traçant tout le cours de la Durance, du confluent de la Bléone, au confluent du Verdon, vers Cadarache; passant sur le lambeau crayeux de Jouques; traçant la stratification vers le puits d'Auzou, à la limite du Var et des Bouches-du-Rhône; franchissant la crête de Sainte-Victoire, vers le remarquable accident du Garagay, érosion cavernueuse faisant suite à une faille; puis atteignant le sommet de Saint-Savournin à l'altitude 731 mètres, après avoir profondément altéré tout le terrain à lignite, tracé le commencement de la vallée tertiaire de Marseille, vers la Bourdonnière; signalé les groupes de gypse épigénique

Ligne de Zurich à Marseille.

d'Allauch, *Saint-Julien* et des *Cailhols*, ainsi que la jonction du calcaire oxfordien, de la craie, du terrain tertiaire miocène et pliocène du bassin de Marseille; relevant encore le terrain crétacé, le terrain miocène à gypse, au pied de l'exhaussement jurassique du *Cabot*, et passe auprès de la grotte Roland pour atteindre l'île de Riou, où cette dislocation est arrêtée par un soulèvement pyrénéen.

Ligne parallèle  
de Planier à Aix,  
à Sisteron.

Une ligne parallèle se reconnaît depuis le défilé de Sisteron, le relèvement de la mollasse de Lincel, la remarquable inflexion du Largue, l'extrémité du calcaire à chama, au point où il perce le terrain à lignite de Montfuron, la jonction du calcaire jurassique de Meyrargues au terrain tertiaire, les eaux thermales d'Aix et l'espèce de col qui signale la route d'Aix à Marseille par la Viste, les inflexions du terrain tertiaire vers Bouc et vers Saint-Antoine, et aboutit, par les extrémités occidentales des îles de Pomègue et Ratonneau, à l'îlot de Planier. Des bandes parallèles de mollasse règnent d'Abros à l'Escalle, de Volx à Manosque et Pierrevert (Basses-Alpes). On reconnaît à Manosque, notamment, la mollasse marine soulevée par la dislocation alpine, supportant sur ses couches dégradées le système ancien du poudingue de la Durance (terrain pliocène), qui a échappé au dérangement. Ce phénomène fixe la période des Alpes occidentales immédiatement après la mollasse.

Ligne du mont  
Blanc au sommet  
du Léberon.

Une autre parallèle à la dislocation alpine est celle qui, passant par l'extrémité orientale du lac de Genève, atteint le sommet du Ventoux, passe auprès de Vaucluse, et vient se poser, sur un point moyen, aux diverses embouchures du Rhône, tandis que la parallèle, menée par le sommet du mont Blanc, joint le sommet du Léberon à 1,124 mètres d'altitude, avec les limites du terrain tertiaire ancien vers Lamèsc et vers la petite vallée de Saint Pierre, à Martigues.

Ligne de Toulon  
au Saint-Gothard.

A l'est, dans le département du Var, une ligne parallèle

aux Alpes joint les bassins tertiaires de Salgues, vers Sallernes, et de Saint-Ils, près Castellanne, au basalte de Lagarde, près Toulon, au muschelkalk du cap Brun et au cap Cépet, en dessinant l'escarpement jurassique depuis Coudon jusqu'à Flassans, se prolonge, au nord, jusqu'au pied oriental du mont Viso et au Saint-Gothard, unissant ainsi le défilé de la Reuss, au pont du Diable, au défilé de l'Issolle, vers Flassans.

La ligne qui unit le-sommet de la Sainte-Baume avec le sommet du mont Rose est elle-même parallèle aux Alpes occidentales; elle passe par les eaux thermales de Digne et le volcan de Rougiers, tandis qu'elle trace à travers le calcaire néocomien de Roquefort (Bouches-du-Rhône) le défilé de Malmouyé à Fonsblanche, défilé orienté nord  $25^{\circ} 1/2$  est, et ne différant que de  $1^{\circ} 1/2$  de l'orientation moyenne des Alpes.

Ligne de la Sainte-Baume au sommet du mont Rose, par les eaux thermales de Digne.

Mais la plus remarquable de toutes les relations des lignes alpines est celle qui unit le grand foyer de roches ignées, entre les lacs Majeur et Lugano, et les roches analogues placées depuis les environs de Cogolin et Saint-Tropez jusqu'à l'Estérel. La bande formée par ces deux groupes est orientée nord  $27^{\circ}$  est, comme l'ensemble de la ligne des Alpes occidentales.

Parmi les lignes de cette grande bande volcanique parallèle aux Alpes occidentales, une des plus intéressantes est celle qui part de l'extrémité est de l'île Titan, rappelant les Alpes occidentales par sa forme, et qui, de ce point, atteint le confluent du Var et de Vinea, après avoir passé par la crête du Cheyron et le relèvement vertical du lignite de Vescagne, en un point où ce soulèvement offre la direction nord  $23^{\circ}$  est, orientation assez voisine de celle des Alpes.

Nous ne pouvons passer sous silence l'intéressante configuration que présente le cours de la Durance, depuis

Relation du cours de la Durance avec les Alpes et les Pyrénées.

le Mées, dans les Basses-Alpes, jusqu'au confluent du Rhône, vers Avignon. Entre Mirabeau et le Mées, cette rivière retrace les *Alpes occidentales*; elle court comme les *Pyrénées*, entre Mirabeau et Avignon. La soudure des deux systèmes de dislocation se fait sur le massif calcaire, vers la source de Saint-Paul-les-Durance, dans le groupe de Mirabeau.

---

*Système nord 54 à 55° ouest.*

Système de Rougiers et de Beaulieu à l'Etna, entre la molasse marine et le terrain de transport ancien.

Ce système, bien caractérisé par la ligne des volcans de Beaulieu et de Rougiers, se prolonge au nord jusqu'au Cantal, vers le Puy; il vient aboutir à l'île Noirmoutier, en passant par les spilites de Roche-Chouart... *Au sud*, ce même alignement se poursuit jusqu'à l'Etna.

L'âge géologique de cette dislocation correspond au terrain d'eau douce supérieur à la molasse, à celui qui, vers Cucuron, au pied du Léberon, forme le terrain à *Hipparion*. C'est le terrain intermédiaire entre la molasse et le terrain de transport ancien de la Durance, renfermant les lignites à planorbes du Çabassol à Corbières, Basses-Alpes. On voit au Puy-Sainte-Réparate et vers Meyrargues, des lambeaux de terrain de transport ancien se mouler sur le terrain à gypse, qui sert d'encaissement au basalte constituant le cratère du volcan de Beaulieu. Le volcan avait donc fait émerger le terrain à gypse, avant le dépôt du terrain de transport ancien. D'autre part, les couches du terrain gypseux offrent vers Saint-Cannat la direction nord 58° ouest, bien voisine de l'alignement du volcan de Beaulieu au volcan de Rougier. Dans cette direction nord 54 à 55° ouest, la bande volcanique de la Provence correspond à tout le groupe volcanique du centre de la France. Depuis les masses

volcaniques de Biot alignées avec les volcans des monts Dome, les masses plutoniques de l'Esterel avec ceux du Puy-en-Velay et de l'Ardèche; les volcans de Lamolle correspondants à ceux de Murat, jusqu'aux volcans de Toulon s'alignant avec ceux de la Guiole, et aux dernières traces occidentales des groupes du Cantal et les roches porphyriques des Sables d'Olonne.

Cette ligne met en parallèle les diverses parties du terrain houiller de la Provence avec la ligne houillère qui jalonne le centre de la France. Le dépôt houiller d'Aubin correspond avec le terrain houiller des environs de Toulon et de Six-Fours; celui des environs du Reyran près Fréjus, avec le dépôt houiller de Bourg-Lastic.

Il est évident que cette dislocation a agi à la période tertiaire dans la Bretagne comme en Provence, puisque non-seulement les terrains crétacés de Noirmoutier et de Beauvoir émergent dans cette direction, mais encore les terrains tertiaires modernes de *Melle* à *Pornic*. La dislocation actuelle se présentant dans l'ouest de la France, comme la dernière récurrence du vieux système de soulèvement du Morbihan.

Cette dislocation, en faisant émerger la mollasse marine, a empêché qu'elle fût recouverte du terrain de transport ancien, et il n'a pu se déposer sur la crête de la Trevaresse soulevée par le volcan de Beaulieu, que le dépôt d'eau douce exempt des cailloux de la Durance; tel que le calcaire de la Chapelle, ou des terrains marins correspondants à la période notablement postérieure à la mollasse marine; tels que ceux du Blavet au nord, de Roquebrune, basse vallée de l'Argens; elle a disloqué dans un sens rapproché de celui des Pyrénées, les terrains tertiaires de divers bassins, et imprimé sa trace dans les terrains secondaires; c'est ainsi que le rocher de Villeneuve lès Avignon placé sur le prolongement de la ligne

du volcan Beaulieu et Rougiers, offre une dislocation est 32° sud, ou nord 58° ouest. C'est ainsi que la mollasse marine et l'étage gypseux supérieur se sont alignés vers l'ouest-nord-ouest d'Aix, vers le défilé de la Touloubre, auprès de Salon. Dans le bassin de Marseille, le terrain gypseux tertiaire s'est aligné dans le même sens aux environs d'Allauch, aux Camoins, à Fenestrelle, près Aubagne; en relevant dans le sens de l'ouest-nord-ouest le terrain de grès tertiaire de la *Reynarde*.

Limites ouest-nord-ouest des divers craus

Le dépôt caillouteux de la crau s'est établi sur un lit qui offrait lui-même une pente perpendiculaire à cette direction; de sorte que la limite du terrain de poudingue avec le terrain diluvien, entre Arles et Bouc suit une ligne parallèle au système actuel. La limite méridionale de la petite plaine de poudingue, des bords de l'Huveaune, entre Aubagne et Gémenos, est dirigée aussi vers l'ouest-nord-ouest, et cette analogie stratigraphique confirme encore le nom de *crau*, qui lui a été assigné.

Vers Avignon, la petite crau de *Noves* et la petite crau des environs d'Hyères jusqu'aux dépôts du fond du ceinturon, à l'embouchure du Gapeau, suivent le même alignement qui passe par la limite supérieure de la grande crau d'Arles.

Même alignement entre le terrain marin supérieur des environs de Fréjus et Roquebrune, de la petite crau et du terrain tufeux de Trans et Valbourgés, près Draguignan, et la ligne de poudingue des Salles à Baudun.

Cette dislocation, en faisant émerger tous les terrains tertiaires miocènes de Salernes, les a empêché d'être recouverts par le terrain tertiaire Pliocène formant le poudingue ancien du Verdon; elle a fait ouvrir le grand défilé de Quinson à Gréoulx, cours actuel du Veron. Cette ligne prolongée correspond à l'échancrure de la mollasse, qui a mis à jour le terrain à lignite entre Manosque, Saint-

Martin de Renacas, Villemus et Lincel; tandis qu'un alignement parallèle met en regard le rocher calcaire de Volx, près de Manosque, et l'espèce de cap très-accentué que forme le cours du Verdon près Baudinar, vers la magnifique source de Sorps.

Enfin, la partie la plus septentrionale de la ligne de contact de la mollasse et du terrain de transport ancien du Var, vers la Gaude, correspond sur un alignement de nord  $56^{\circ}$  ouest, à la partie la plus avancée au nord-est du poudingue ancien de la Durance, vers Tanaron, dans les Basses-Alpes; tandis que la mollasse de Merle près Auribeau forme un petit îlot, et correspond sur l'alignement nord  $54^{\circ}$  ouest avec les petits îlots de terrain d'eau douce supérieure de Sainte-Irs, Le Vit, Taulanne près Castellanne, ligne qui se prolonge par la mollasse de l'Escalé, Basses-Alpes, jusqu'à l'extrémité méridionale du terrain d'eau douce supérieur d'Autichamp et vers le confluent de la Drôme, qui passe à travers les roches volcaniques du Mezens et du mont Dore jusqu'aux roches éruptives d'Ancenis et de Niort en Bretagne, et aux terrains tertiaires de l'Arche. La nappe volcanique de Biot et Villeneuve correspond dans cette direction, au sud, aux volcans des îles Lipariennes et au détroit de Messine; au nord, au Puy-de-Dôme et à la pointe de la Bretagne: elle dessine le plus grand axe de la France, et indique la plus longue corde de toute la côte italienne au nord de la Sicile.

Cette ligne se rattache encore aux bassins de Paris, par une parallèle menée des bords du lac Majeur, au sommet du mont Rose, à la craie de Meudon et celle des Andelys; dessinant ainsi tout le cours de la Seine entre Paris et Rouen, parallèlement à la ligne de Fécamp au cap Saint-Alban en Angleterre: ces soulèvements sont parallèles aux directions moyennes qui tracent les collines de grès de Fontainebleau et le terrain d'eau douce supérieur



de Villeneuve-Saint-George, à Brie-Comte-Robert, à Mormant et à Meïgnoux près Donnemarie. Il existe dans le bassin de la Seine une série de dislocations qui relèvent le terrain au nord-ouest, et démontrent que les lignes d'érosion sont des résultats de failles ayant terminé la direction des érosions sur le cours de la Seine, à la même période que cela s'est manifesté sur le cours de la Basse-Durance.

La direction moyenne, tirée de ces diverses observations, donne l'angle nord 55° ouest.

Ligne principale  
des sources de la  
Provence.

La période des dislocations, qui est ainsi venue après les Alpes occidentales et avant les Alpes principales, est, en Provence, le plus grand système des failles qui ait présidé à l'émergence des sources.

Ainsi, la ligne menée de la fontaine de Vaucluse aux sources de l'Argens, vers Seillonç, passe par la source de Jouques, celle des Très-Rays, entre le Val et Brignoles; par la source de Gonfaron, et aboutit aux serpentines de la Molle.

Ligne de sources parallèle : de Fontaine-Levêque, la Vaucluse du Var, aux sources d'Ampus et de Frayères, et à peu de distance du grand groupe des sources de la Fous de Trans, près Draguignan. Ces émergences correspondant à la crête de Ventoux et à la cime du mont *Rotundo*, en Corse; tandis que les sources de la Siagne, d'Escragnoles, de Castellanne sont sur la grande ligne de Mézens, aux monts Dore, formant les plus hautes sommités du centre de la France, après avoir passé près de la cime de Lure.

La source de Saint-Auban, les grandes sources sur le cours du loup de Gourdon à Cagne et les eaux thermales de Digne sont sur la ligne nord 54° ouest de la nappe volcanique de Biot.

Comme nous l'avons déjà énoncé, la période de ce

soulèvement, correspondant à l'ouverture du volcan de Beaulieu, est postérieure au gypse tertiaire d'Aix et à la mollasse, et contemporaine du terrain d'eau douce postérieur à la mollasse marine. Elle a précédé le terrain de transport ancien, et correspond à l'émission de la nappe basaltique de Biot et de Villeneuve, recouvrant la mollasse marine, nappe dont les fragments ont été empâtés dans le terrain de poudingue ancien du Var.

Ainsi, la première apparition du volcan de Beaulieu et de Rougiers, et l'émission de la nappe de Villeneuve à Biot sont les produits ignés de cette période, et correspondent à la formation du massif du Puy-de-Dôme et aux nappes volcaniques du Cantal.

Les plus grandes lignes de sources ont été dessinées par ce soulèvement; presque perpendiculaire au grand soulèvement des Alpes occidentales, il est, d'après les analogies, tout naturellement placé vers la même période. Il montre, dans le système volcanique du Var, la même correspondance relativement au système volcanique du centre de la France, et le grand axe de la Bretagne à Nice, que la correspondance déjà reconnue des roches ignées du Var avec celle des lacs Majeur et Lugano, et avec la ligne des Alpes : les roches ignées du Var sont le trait d'union entre les Alpes et les montagnes du centre de la France.

La ligne des volcans de Rougiers à ceux de Faucon et la Molle est exactement perpendiculaire aux Alpes occidentales, et cette ligne prolongée passe au dernier cap calcaire vers les Bouches-de-la-Gironde, en dessinant le cours de la Charente; tandis que, d'un autre côté, elle marche parallèlement à la limite *de la mollasse*, qui couronne le gypse tertiaire d'Aix à Lambesc. Ainsi les eaux thermales d'Aix et le volcan de Beaulieu sont les jalons

de la rencontre des Alpes occidentales et du système de Rougiers et Beaulieu, et au point de suture, les Alpes occidentales sont remplacées par un soulèvement qui leur est perpendiculaire.

Alpes  
principales.

L'origine des Alpes principales se rapporte à la période qui a suivi les terrains pliocènes ou antédiluviens, dont le type est offert par le poudingue ancien de la Durance, du Var, de l'Huveaune et les tufs du cours du Var. Leur direction correspond à l'est 17° nord.

Ligne de l'Huveaune au Var, ou des îles de Marseille, au cap de Villefranche, vers Nice.

La plus remarquable de ces dislocations en Provence est celle qui passe au pied septentrional de la Sainte-Baume, depuis l'embouchure de l'Huveaune jusqu'à celle du Var. Elle est marquée à Nice par la dislocation du poudingue du Var, retrouvé dans les profondeurs de la mer, et au pied de la Sainte-Baume, par les dislocations des tufs et du poudingue de la craie de Gémenos, d'Aubagne et de Saint-Marcel. Parallèlement à cette ligne se présentent les roches ignées de Rougiers, d'Esclans et de Biot. Le cours de Carami, dans la vallée de Vins, offre encore cette direction; nous la retrouvons dans les calcaires néocommiens de Roquefort.

Deux autres parallèles se font remarquer 1° du soulèvement de la Viste, près Marseille, à *Seillons*, à l'escarpement de Cotignac à Seillans, et au soulèvement de calcaire de Gatières au bord du Var; 2° de la crête du chemin de Roquefort (Bouches-du-Rhône) à l'escarpement calcaire du Luc, à Sainte-Brigitte de Vidauban, à la formation marine récente du Blavet, au cap Roux, et à l'îlette d'Antibes. La fréquente apparition de dislocation du Tatra, angle est 3 à 4° nord, et de la ligne des Alpes principales, angle est 17° nord, nous donnait la moyenne est 10° nord, sous laquelle nous avons rangé d'abord les chaînes les plus importantes de la Provence. La distinction et la séparation du système du

Tatra nous ramènent à la direction actuelle pour les terrains situés auprès de la Sainte-Baume, et disloqués postérieurement à la formation de cette crête contemporaine du Viso.

Le système des Alpes principales apparaît dans les dislocations de tous les terrains de Salernes et d'Aups, dans le relèvement du grand terrain de transport formant le triangle du grand plateau de Riez, dans les Basses-Alpes. La limite de ce plateau, émergé par le soulèvement actuel, est marquée par la ligne partant du soulèvement de calcaire à chaux du Moulin de la Roque, delta du Rhône, au confluent du Var et de la Vène est  $17^{\circ}$  nord. La chaîne de Thorenc retrace bien cette direction; de même que la direction de Vaucluse à Digne et le bouleversement du terrain tertiaire entre Vaucluse et Digne. Sources sur la direction de Marseille à Nice, Camoins, Nans, Tourves à Val, Lorgues, fous de Dragnignan, fous de Mouans.

Ce système, à très-peu près perpendiculaire au soulèvement des Alpes principales, l'a suivi de très-près; il paraît même avoir fait sentir son influence d'une manière simultanée sur ses terrains antédiluviens.

Système du Ténare nord 18° ouest.

Les traces de ce cataclysme ont été signalées par nous dès 1832, et ont été formulées dans l'impression de la première partie de ce travail, dès 1843. Notre illustre ami M. Élie de Beaumont a bien voulu rapporter à nos études sur la Provence, la première observation de cet ordre de soulèvement, dans son ouvrage sur les systèmes de montagnes.

Nous avons déjà signalé pages 315, 316 et 317, la bande du soulèvement nord  $18^{\circ}$  ouest passant par la craie, et le terrain tertiaire bouleversé près de Quinson et Montmeyan; ce soulèvement réunit les îlots de Bagaud et de Brégançon, dans le golfe d'Hyères, montre la con-

nexion des gypses et des sources de Cotignac, Combecave et de Pignans, trace la faille qui a présidé au cours de la cassole et à la corrosion des pittoresques tufs de Carami, vers le confluent de Carcés. Cette ligne passe par l'exhaussement du terrain pliocène, près de Riez et de Puy-Michel :

Altitude de Riez. . . . .	653 mètres
De Puy-Michel. . . . .	730

Quatre points thalwegs signalent aussi le voisinage de cette grande ligne si bien tracée par le cours de la Durance, entre Sisteron et les Mées, dans toute la partie où elle est le mieux encaissée. Dans le terrain de poudingue ancien du terrain pliocène, ces quatre points thalwegs sont : 1° le confluent des bouches de la Durance à Sisteron ; 2° le confluent de la Bléone et de la Durance aux Mées ; 3° les confluents de l'Issolle et de la Cassole avec l'Argens, vers Carcés ; 4° un peu à l'ouest, le confluent de l'Issolle avec Carami, tandis qu'à l'est, et à peu de distance, se trouve encore à *Seguemagne* le confluent de la Bresque avec l'Argens.

La grande ligne nord 18° ouest de Sisteron se fait sentir au delà encore de Voreppe et du Rhône, sur le cours supérieur de la Seine. La parallèle menée de Saint-Geniez trace le cours de Florièye et passe aux eaux thermales de Lamotte (Isère).

Une autre dislocation non moins remarquable est celle de Lyon à Mirabeau, qui place sur une même direction, nord 18° ouest, le confluent du Verdon à la Durance et celui du Rhône à la Saône, et le volcan de Rougiers ; la cime de la montagne de Faron, près Toulon, l'extrémité orientale de la crête la Sainte-Baume et la ligne de grande déclivité du rivage sous le cap Brun. A l'est de la

faille de Lyon à Toulouse, sur le prolongement des éruptions plutoniques de Lagarde, de Carqueiranne, ont été disloqués les tufs de la vallée de Belgentier, et tracés les cours d'eau du Largue et de la Laye (Basses-Alpes); vers l'ouest ont été émergées les sources de Dardennes, de Signes, de Saint-Paul-le-Fougassier.

Cette même grande faille a séparé le bassin du Rhône proprement dit de celui de la Haute-Durance : les affluents principaux de la Drôme et du Buech se divisent suivant cette rupture, qui a isolé les sources émises par le massif de Lure de celle appartenant à Ventoux; les premières, celles de Lure, étant versées à l'est, dans la Durance; tandis que celles du Ventoux, Vaucluse et la Nesque portent à l'ouest, dans le Rhône, le tribut de leurs eaux.

Faille nord 18°  
ouest partant de  
Mirabeau.

Le point culminant de la Sainte-Baume, celui de Six-Fours, le sommet de Notre-Dame et le cap des Jonquiers, la cime du Léberon, sont le produit de la même dislocation nord 18° ouest, qui, en ouvrant les gorges d'Ollioules, a brisé la nappe basaltique, qui, de Sainte-Barbe à la Courtine, couvrait la masse calcaire, et présidé aux factures intérieures, d'où jaillissent, au pied du Ventoux, les eaux de la Nesque, et dans la gorge d'Ollioule, au milieu des débris volcaniques d'Ollioule et d'Évenos, la source de la Ripette.

A quelques kilomètres plus loin apparaissent le point culminant du chaînon de Lacadière, sur la ligne du cap Baumelle au sommet de Sainte-Victoire à celui de Ventoux.

Enfin une ligne parallèle se dessine encore du volcan de Beaulieu aux eaux thermales d'Aix, à la cime de Garlaban et au cap Canaille. Cette dislocation prolongée trace l'érosion qui entame la mollasse dans la gorge de Lourmarin (Vaucluse), et montre la Vaucluse sous-marine des

Ligne de Port  
Miou à Malau-  
cène, par Lour-  
marin.

Bouches-du-Rhône, la belle source de Port-Miou, près Cassis, sur le même alignement nord 18° ouest avec la source de Gros-Eau à l'ouest de Ventoux, au village de Malaucène.

La source sulfureuse du Camoïns près Marseille, celle d'Albertas auprès de Bouc; enfin la source de Bonniex et de Caromb, suivent le même alignement.

Ligne de Vau-  
cluse à Marseille.

Les tufs du vallon de Saint-Antoine près Marseille, les sources des Aygalades, les dislocations de Saint-Michel d'eau douce se placent sur la ligne nord 18° ouest, tracée à la fontaine de Vaucluse.

C'est encore une autre ligne parallèle de fractures qui a déterminé le golfe de l'étang de Berre vers Saint-Chamas, en disloquant la mollasse et traçant dans une faille le cours inférieur de la Touloubre.

Ligne des eaux  
thermales de  
Digne.

A l'est de la dislocation du système Ténare passant par Sisteron, on peut reconnaître celle des eaux thermales de Digne, passant aux basaltes de Faucon, traçant le cours général de Florièye, ayant dégradé le dépôt de tufs de Trans et des Arcs, et fait émerger la source de Frayères au-dessus de Draguignan, sur l'alignement du confluent du Verdun et de l'Artuby. Cette dislocation, prolongée au nord, passe par le confluent de la Saône et du Doubs, vers Verdun; signale le plus remarquable groupe de sources de la France septentrionale: les sources de *Somme-Soude*, la *Berle* et la *Cosle* émergeant du plateau de *Vertus*, près Épernay. Cette ligne atteint enfin les marais d'Hazebrouck et de Dunkerque.

A cette époque, et à cette direction, se rapportent les plus nombreuses roches éruptives de la montée de Cannes à l'Estérel, du cours supérieur de la Romanche et de la Haute-Durance.

Ligne de Cannes  
à Saint-Jean-de-  
Losne et du Var  
à l'Éscout.

Plus à l'est encore, les dislocations des tufs de Grasse, la source salée de Sausse, les belles sources

comme la fous de Grasse , la fous de Mouans ; et dans la France septentrionale , le plexus de rivières de Saint-Jean-de-Losnes : à peu de distance , la grande clue d'Aiglun , tracée suivant cette direction , les sources de Griolières et des Gays , la source de la Bégude près Valbonne , et la pointe orientale de Saint-Honorat , dont les strates calcaires marquent le nord-nord-ouest. De la bouche du Var , nouvelle ligne nord 18° ouest allant au lac d'Anney ;

A l'extrémité est du lac de Genève ,

A la limite de la craie et du calcaire néocommien ,

Auprès de Sainte-Menehould ,

A Mons ,

Aux Bouches-de-l'Escaut.

Le soulèvement dont nous traçons l'histoire se rattache aux phénomènes généraux des sommités montagneuses , à la distribution des points thalwegs , à celle des confluent de rivières et des sources ; c'est encore , comme le fait remarquer M. Élie de Beaumont , la ligne des volcans actifs du Vésuve et de l'Etna. Elle a présidé aux phénomènes les plus modernes. C'est à la période qui correspond à cette dislocation que l'on doit attribuer l'ouverture du cratère de Beaulieu dans les Bouches-du-Rhône et la formation du cône de Rougiers.

Les plus récents ébranlements de la Provence sont dus à ce que l'on appelle le tremblement de terre de *Beaumont* , dont l'action se fit sentir en 1819 , en suivant la faille du Ténare , passant à Mirabeau ; et aux récents ébranlements de la fin de l'année 1854 , qui vient d'agiter surtout le sol de littoral aux points où la ligne sans fonds indique les plus rapides escarpements , et sur le voisinage de Cannes et de Nice , là où les failles nord 18° ouest sont plus fortes et plus nombreuses.



Tableau des systèmes de montagnes de la Provence, antérieurs à la formation du grès houiller, classés dans l'ordre des plus anciens aux plus récents, toutes les directions étant calculées en prenant Toulon pour centre de réduction.

DIRECTION d'après M. Èhe de Beaumont	NOM et époque géologique du système	LIEUX D'OBSERVATIONS ET ROCHES.	DIRECTION observée.
N. 16° O .	SYSTÈME DE LA VENDÉE. . . . .	A Pampalaune, massif de Saint-Tropez, schistes micacés et gneiss . . . . . Vers le col de Fourneau entre Frejus et le golfe de Saint-Tropez, gneiss. . . . . Entre Roquebrune et Le Revest, gneiss. . . . . 1° De la Molle à Bormes; 2° vers Cogolin, gneiss . . . . . Auribeau, partie inférieure de la vallée de la Siagne, granite, gneiss. . . . .	N. 10° O. N. 9° O. N. 12° O. N. 12° 1/2 O. N. 14° O.
E. 12° N. . . .	SYSTÈME DU FINISTÈRE. . . . .	(De Gassin à Cogolin; de Roquebrune à Plan-de-la-Tour; Sainte-Maxime, gneiss . . . . . Direction moyenne du cours supérieur de la Molle. . . . . Direction générale du granite de Garron au granite d'Auribeau . . . . . Vers Garron, carton de Blacas, gneiss et calcaire saccharoïde; à Bagnole, gneiss. . . . . A l'Argentière, ruisseau au pied de l'Esterel, et à Cannes, gneiss. . . . .	E. 13° N. E. 14° N. E. 13° N. E. 10° N.
N. 31° E. . . .	SYSTÈME DU LONGMIND. . . . .	A Bormes, micaschiste et gneiss; à Vaucros, gneiss . . . . . A Collobrières et à l'Averne, micaschiste et amphibolite. . . . . De la Molle à Bormes, et de Jac d'Aupeau à Collobrières, gneiss. . . . .	N. 28° E. N. 27° E. N. 30° E.
N. 44° O. . . .	SYSTÈME DU MORBIHAN. . . . . Postérieur au terrain cambrien.	Près Gassin, massif de Saint-Tropez, schistes amphiboliques. . . . . A Notre-Dame-des-Anges, entre Pignans et Collobrières; vers Saint-Guillaume et La Reille, dans les Maures d'Hyères; schistes talqueux et argileux . . . . . Axe du Promontoire de Bormes, au cap Bénat . . . . . Bastide Solliés, au sud de Fayence, micaschiste et gneiss. . . . .	N. 42° O. N. 45° O. N. 47° O.
N. 56° E. . . .	SYSTÈME DU HUNDSRUCK. . . . .	Direction du cours inférieur de la Molle, à partir du hameau de la Molle, et ligne du rivage du golfe de Saint-Tropez, jusque vers le golfe de Fréjus. . . . . Près de la Molle, amphibolites . . . . . Entre Pierrefeu et Cogolin, schistes argileux et micacés offrant huit fois la direction que voici: (Explication de la carte géologique de la France.) . . . . .	N. 46° E. N. 48° E. N. 45° E.
E. 34° N. ou N. 56° E.	SYSTÈME DU HUNDSRUCK. . . . . Postérieur au terrain silurien	Axe général des terrains primitifs des Maures, des massifs de Sauvette et de l'Averne, au sommet de la montagne du Revest. . . . . A Roquebrune, gneiss; et au col de Capelude, pied de l'Averne, gneiss Axe du vallon de Borel, schiste argilo-talqueux de Notre-Dame-de-Pradete, entre Hyères et Toulon.	N. 54° E. ou E. 36° N.
E. 15° S. . . .	SYSTÈME DES BALLONS DES VOSGES. . . . . Postérieur au calcaire carbonifère.	Axe de la branche occidentale de Porquerolles. . . . . De Cannes à Antibes, gneiss; presqu'île de Sixfours vers Condoulière, schiste argileux; ligne de la Pointe de Sixfours vers l'île Porteros . . . . . Au sud-est des Quarrades, rade de Cavalaire, micaschiste. . . . .	E. 18° S. E. 12° 1/2 S.
N. 15° O. . . .	SYSTÈME DU FÔREZ. . . . . Postérieur au Miltone Grit.	Aux salines d'Hyères, grès cambrien; à la montagne d'Hyères, schistes amphiboliques; à Sigaloux, vallée de Sauvebonne, schiste argileux. . . . . Au Nord de Pierrefeu, sur la rive du Réal-Martin; et à Vaucros, schiste argileux . . . . . A Pont de Prou et à Rai Bramaréou, aux bords de la Siagne, à l'est d'Auribeau, schistes amphiboliques, gneiss près le terrain houiller du Reyran. . . . . Quartzite à la base du monticule du village de Sixfours . . . . .	N. 19° O. N. 14° O. N. 13° O. N. 14° O.
<p>Si tous ces systèmes différents ont fait sentir leur influence dans les Maures, il ne faut pas perdre de vue que les dislocations nord-ouest n'ont agi que d'une manière très-restreinte, et comme lignes perturbatrices de la direction la plus générale de la stratification comprise entre le nord et l'est. De sorte que la direction la plus commune est celle de l'est 34° nord ou nord 56° est, comme l'a fait depuis longtemps observer M. Èhe de Beaumont. Le système du Hundsruck est celui qui domine dans les Maures; leurs principaux accidents sont donc postérieurs au dépôt du terrain silurien, et par suite, il y a une grande analogie entre les directions des schistes cambriens d'Hyères et celles des schistes micacés de la vallée de la Molle.</p>			

Système de montagnes de la Provence correspondants aux terrains secondaires.

DIRECTION.	NOM et époque géologique du système.	LIEUX D'OBSERVATIONS ET ROCHES.	DIRECTIONS observées.
N 1° E . . .	SYSTÈME NORD DE L'ANGLE-TERRE . . . . . Après le terrain houiller.	De Saint-Tropez à Lagarde Freinet, micaschistes. — Vers Cannes et Bagnols, gneiss. — Ligne de gneiss et d'amphibolites de Ramatuelle à Saint Tropez, à Grimaud, à Roquebrune — Ligne parallèle de schiste micacé de Cavalaire, Saint Martin, Gassin et Lagarde Freinet — Schiste argileux ou phyllades d'Hyères à Pierrefeu. — Schiste argileux de la Seyne près Toulon. — Direction moyenne (voir page 333). Ligne de correspondance du Maures et des Vosges. . . . .	N. 2° E
E. 2° N . . .	SYSTÈME DES PAYS-BAS . Après le grès rouge	Bassin houiller de Sixfours. — Bassins de Collobrières et du pied de l'Averne. — Lambeaux houillers du Blavet et du vallon des Vaux, au nord de Fréjus. . . . Schistes de Giens et du cap Camarat.	E 4° N.
N. 18° E.	SYSTÈME DU RHIN. . . . . Postérieur au grès vosgien.	Chaîne de l'Antiquay, vallée de Sauvebonne, près d'Hyères — Creux Saint-Georges à Saint-Mandrier, près Toulon — Ligne des bassins houillers du Plan de la Tour. — Bassin houiller du Reyran — Lignes des côtes de la presqu'île de Sixfours, vers l'ouest et vers l'est. — Grès vosgien à l'ouest de Vidauban et à la côte occidentale du cap Roux Moyenne générale de la direction (voir page 350). . . . .	N 18° 1/2 E.
N 53° O	SYSTÈME DU THURINGERWALD. Postérieur au trias gris bigarré muschelkalk et marnes irisées.	Limites du muschelkalk, vers Grasse. — Strates du muschelkalk, vers Pont du La s à Toulon, — et vers Campredon entre Carcés et Lorgues.	
N.-S.	SYSTÈME DE TOULON . Postérieur au lias.	Ligne limite du muschelkalk de Bandol à Luxembourg. — Strates du lias à Roquebrussanne, axe de l'étang de Pesquier; axe du lambeau de calcaire jurassique vers Chambéry.	
E-O . . . . .	SYSTÈME DE CABIÈRES. Après le terrain du Jura moyen.	Chaînon de Cabrières, Var — Lias de Toulon à Saint-Nazaire. — Iles de Lérins, lias de Brignoles et de Lodève. — Du cap Corse aux Iles d'Hyères et à Bagnères-de-Luchon. — Ligne d'Ormea à Sisteron. — De Savone au cours du Lot, vers Cahors.	
E 42° N., ou N. 48° E.	SYSTÈME DE LA CÔTE-D'OR. Postérieur au Jura supérieur calcaire portlandien	Muschelkalk de Toulon au Pont-de-Tournon sur la Siagne entre Grasse et Draguignan. — Lias de Digne à Aix — Direction de la vallée principale du département du Var et du grès vosgien entre Cuers et Garron — Ligne volcanique de Beauheu vers le golfe de Roses, à l'ouest, et vers le lac Lugano, à l'est; de La Molle à Biot. — Cette dislocation affecte dans la vallée de La Molle les couches déjà inclinées dans la direction du système du Hundsruok.	
N 43° O . . .	SYSTÈME DES COIRONS. . . . . Postérieur au calcaire à chama.	Lias de Digne à Castellane, dislocation de Saint-Geniez à Auribeau; du dépôt de calcaire et gryphées au muschelkalk. — Cours de la Siagne, strates du plateau du Gaud et montagne de Destourbes, près Castellane — Axe du cap d'Antibes au cap de la Hogue. — Ligne des sommets de l'Averne, Sauvette, Ginasservis et Ventoux. — Axe volcanique des roches ignées de La Molle à celle des Coirons; des roches ignées de Carqueiranne et de Beauheu aux monts Dore — Eaux thermales de Vichy et dykes volcaniques d'Antibes — Axe de la rivière salée de Barjols et de la vallée de Ginasservis à Vinon.	
E 21° N . . .	SYSTÈME DE LA SAINTE-BAUME. Postérieur au terrain néo-comien (à un cycloceras) et de grès vert.	Ligne de la chaîne de la Sainte-Baume, du cap Croisette, vers Marseille, au cap de Villefranche, vers Nice; — se prolongeant jusqu'au massif du Canigou, dans les Pyrénées-Orientales. — Ligne d'Aix à Castellane, et de la chaîne de Grau au nord de Collongues — Chaînon de Sigalles. — Ligne volcanique de Rougières à la Colle.	
N. 22° O . . .	SYSTÈME DE VISO. . . . .	Ligne de Moustiers, Aiguines, Floriège — Chaînon de Pourrières, axe de dislocation de Mirabeau, de Quinson, de Saint-Julien-Montagnier de Baudun. — Limites du lias à l'ouest de Digne. — Ligne volcanique de Lagarde, près Toulon, à Rougières	
E 22° S. . . .	SYSTÈME DES PYRÉNÉES. . . Postérieur à la craie à nummulites.	Ligne volcanique de L'Esterel à la Guiole -- Soulèvement des rochers d'Avignon, de l'escarpement de Salernes au massif de l'Esterel. — Ligne du rivage de Marseille, La Ciotat, Toulon — Chaînon de Lunette sur le plateau d'Orves. — Ligne de l'embouchure de la Gironde à la bouche du Var et au cap Corse par Peyruis.	
N' 21° E . . .	SYSTÈME MONT-ROSE ET MONT-VISO. . . . .	Défilé de Roquevaire, escarpement de Cassis au cap Canaille. — Noyaux des monts Pelyoux et du Mont-Blanc. — Fractures de la craie de Castellane à Schwitz — Limites du terrain de calcaire à cyclades de Nans à Seillons, et de Toulon à Brignoles. — Soulèvement de la craie et du calcaire à cyclades entre Brouis et l'Achens.	

DIRECTION.	NOM et époque géologique du système.	LIEUX D'OBSERVATIONS ET ROCHES.
N. 3° O. . . .	SYSTÈME CORSE. . . . . Après le calcaire à cyclades de Fuveau.	Cours inférieur du Var. — Ligne du Mont-Viso au Mont-Blanc. — Limite du terrain tertiaire ancien de Manosque, à Nans, à la Sainte-Baume. — Ligne volcanique de Rougiers à Ollioules.
E. 3° N. . . .	SYSTÈME DU TATRA. . . . . Contemporain du système corse.	Soulèvement de la crête de Sainte-Victoire. — Direction des moulrières de Fuveau. — Émergence des bassins tertiaires anciens des Alpes. — Petits bassins tertiaires formés à Brignoles. — Émergence des bassins tertiaires anciens à la Sainte-Baume. — Dislocations dans le terrain crétacé de Lacadière, de Roquefort (Bouches-du-Rhône), de Courségoules (Var). — Ligne volcanique de Rougiers à Lodève.
N. 30° O. . . .	SYSTÈME DE NICE AU CAP BONIFACIO. . . . .	Filons calcaires dans le calcaire tertiaire à lignite de Fuveau et de Tretz — Ilots calcaires d'Arles à la Roque. — Extrémité occidentale du massif de l'Estaque. — Soulèvement du calcaire à nummulites, entre Saint-Bonnet, dans les Hautes-Alpes, et Saint-Auban, Var. — Fractures de Saint-Auban et dislocations entre Tourette-Vence et le Bar. — Ligne d'accidents de Nice à Paris. — Ligne volcanique de Beaulieu au cap Nègre, vers Saint-Nazaire
E. 30° N. . . .	SYSTÈME SANCERROIS . . . . Après le calcaire de Tholonet.	Filons calcaires des mines de lignite de la Valentine, bassin de Fuveau. — Dislocation du calcaire de Tholonet — Soulèvement et limite de la molasse marine, depuis le Rouet, près Carry, chaîne de l'Estaque, jusqu'à Gréoulx. — Soulèvement de Tarascon à Sisteron, passant par Vaucluse, tracé de la vallée de la Nesque. — Ligne du plus long développement des roches volcaniques de la Provence de Saint-Nazaire à Biot.
E. 10° S. . . .	SYSTÈME DU VENTOUX. . . . . Postérieur au gypse d'Aix.	Fautes de la Valentine dans le bassin à lignite de Fuveau. — Ligne du Ventoux au rivage de San Remo, vers l'est, et vers l'ouest, à Montrozier (Aveyron). — Centre de l'étranglement du plateau calcaire du Larzac, à Cahors, Duraval, La Reole et La Teste; serie de cours d'eau et d'étangs. — Bassins tertiaires de Salernes vers Bajols; limites tertiaires vers le Blavet et le Reyran, vallée inférieure de l'Aigens — Direction volcanique de Beaulieu à l'Estérel.
N. 10° E. . . .	SYSTÈME DU VERCORS. . . . . Contemporain du Ventoux.	Axe des bassins tertiaires de Terrabl, Aups, Aiguines, défilé de Flassans. — Soulèvements calcaires aux bords du Var
N. 27° E. . . .	SYSTÈME DES ALPES OCCIDENTALES. . . . . Postérieur à la molasse marine.	Axe de la Durance au confluent de la Bléone à Cadarache jusqu'à l'île de Riou. — Axe de dislocation de Pilot de Planier, près Marseille, à Aix et Sisteron — Soulèvements de Toulon à Castellanne, se prolongeant vers le mont Viso. — Ouverture du défilé de Lamanon dans la molasse des environs de Salon — Ligne de roches volcaniques du lac Majeur à Lamolle, du lac de Lugano à l'Estérel.
N. 55° O	SYSTÈME ROUGIERS-BEAULIEU. . . . . Postérieur au calcaire d'eau douce supérieur, à la molasse. Terrain à hippurion.	Ligne du mont Ventoux au Monte-Rotondo, en Corse. — Défilé du Verdon et de l'Artuby, à l'est d'Aiguines — Cours de l'Argens, de Seguemagne à Vidauban — Grande ligne de sources de Vaucluse à Cucuron, à Jouques, à Seillons, à Camps, près Brignoles, et à Pignans — Lignes des groupes volcaniques de Toulon et du Cantal
N. 35° à 37° E.	SYSTÈME DE TOULON À LUGANO. . . . . Contemporain au système Rougiers-Beaulieu.	Séparation des grands bassins tertiaires. — Défilé du Verdon, à la fontaine L'Evêque; au chabnon de la Lare, vers la Sainte-Baume, se prolongeant à Port-Miou, Vaucluse sous-marine. — Eaux thermales de Gréoulx, à Digne, se prolongeant au cap Croisette par la cime de Saint-Savournin.
E. 17° N. . . .	SYSTÈME DES ALPES PRINCIPALES. . . . . Après le terrain de transport ancien ou le terrain Miocène.	Moulrières des lignites de Tretz, près Fuveau. — Chaîne de Thorenc. — Ligne de la bouche de l'Huveaune au Var et de l'escarpement de Seillans à Cotignac — Ligne des sources du Camoins, près Marseille, du Homedes à Nans, du Val près Brignoles, de Lorgues, Fous de Trans près Draguignan, Font-Durone, Fous de Monans. — Lignes des sources d'Argens vers Seillans, à celles de la Siagne, vers Mons — Ligne volcanique de l'Etna et de Tenerife. — De Rougiers à Villeneuve-Loubet.
N. 18° O. . . .	SYSTÈME DU TÉNARE. . . . . Postérieur au terrain diluvien.	Défils d'Ollioules. — Ligne du Bec-de-l'Aigle, à la Ciotat, à la source de Malaucène, passant par les eaux thermales d'Aix, le volcan de Beaulieu, le défilé de Lourmarin — Grande faille du Ventoux et Lure, à Mirabeau. — Ligne de jonction des extrémités ouest de la presqu'île de Six-Fours, de l'arête de la Sainte-Baume et de la crête du Ventoux. — Extrémité orientale de la Sainte-Baume et défilé d'Ollioules. — Défilé de Sisteron aux Mées — Confluents du Buech de la Bléone avec la Durance, de l'Argens et de la Bresque et bouche du Batailler passant par la ligne de partage de Réal-Martin et de la rivière d'Aille et le sommet de Notre-Dame-des-Anges, parallèle à ligne des points culminants de Riez et Puy-Michel — Lignes de sources de Fontaine-l'Evêque et Saint-Barthélemy près Salernes — Eaux thermales de Digne. — Sources de Frayères et Fous de Trans près Draguignan. — Sources de Signes, de Dardennes, de Saint-Paul-les-Durance. — Sources de Malaucène et Portmiou. — Sources de Vaucluse et des Eygalades près Marseille.

Dans la période tertiaire comme dans les époques antérieures, la stratification la plus générale est comprise entre le nord et l'est; elle forme les traits dominants dans toute la partie de la Provence située à l'ouest de l'Estérel. La stratification, dans l'arrondissement de Grasse, est, au contraire, infléchie au nord-ouest.

- Les systèmes nouveaux que nous avons reconnus dans la Provence sont :
- 1° Nord-sud de Toulon, correspondant au lias;
  - 2° Est-ouest, correspondant à la fin du Jura moyen;
  - 3° Nord 43° 1/2 ouest, correspondant à la fin du calcaire à chams;
  - 4° Est 22° nord, contemporain du système du Viso;
  - 5° Système nord 21° est, contemporain des Pyrénées;
  - 6° Nord 30° ouest, ce système et le suivant correspondent au calcaire de Vitrolles;
  - 7° Est 10° sud, contemporain du système du Vercors nord 10° est;
  - 8° Nord 55° ouest, correspondant au terrain d'eau douce supérieur à la molasse marine;
  - 9° Nord 35° est, contemporain du précédent.

Relations des sources avec les confluents.

Vaucluse.

Fontaine l'Évêque.

Grande ligne de confluents de Sisteron à Porteros.

La relation des sources avec les confluents et les embouchures est d'une évidence frappante; la ligne qui joint les deux confluents les plus éloignés et les plus importants; celui de la Durance au Rhône, à l'extrémité occidentale de la Provence, et celui de l'Estéron au Var, à l'extrémité orientale, offre dans sa direction Vaucluse, la plus grande source du Midi de la France. Vaucluse est située aussi sur la ligne même du confluent de la Cèze au Rhône, avec l'embouchure de la Molle. Le point thalweg le plus remarquable du cours de l'Argens, le confluent de La Bresque, vers Sequemagne; joint les deux confluents de la Bléone et du Buech avec la Durance, suivant une ligne nord 18° ouest, signalée par la présence de la grande source de Fontaine-l'Évêque, qui occupe le premier rang après celle de Vaucluse. La ligne de confluents que nous venons de citer est aussi une ligne d'embouchures; elle aboutit à la plage du Batailler près Bormes; c'est encore une ligne de détroit, car elle traverse le passage entre l'île Porteros et l'île de Titan. C'est une ligne de fond de bassin de houiller; elle passe à celui situé à l'est de Collobrières. Enfin c'est une ligne de crêtes, puisqu'elle touche à la fois à la butte isolée de Moissac et aux sommités de la haute montagne de Sauvette.

Autre coïncidence avec la position de Fontaine-l'Évêque. La ligne moyenne des embouchures de la Touloubre et de l'Arc, au confluent de la Vinea au Var, et la ligne du confluent de la Cèze au Rhône, à la bouche de la Siagne, offrent Fontaine-l'Évêque à leur intersection.

Enfin ne remarque-t-on pas combien la ligne de Fontaine-l'Évêque au confluent du Verdon avec la Durance se rapproche du système est-ouest correspondant à la grande dislocation de la chaîne Cabrière, située à peu de distance?

Sources de Trans. sources de la Siagne.

Ces rapprochements peuvent être appliqués sur les autres grandes émergences de sources.

Le troisième système de sources de la Provence est, dans l'ordre d'importance, celui de *Trans*. Or, nous l'avons vu, il est placé sur la ligne qui joint les bouches de l'Huveaune et du Var, et le confluent de Carami avec l'Issole : aussi bien que sur la ligne du confluent de l'Asse et de la Durance au confluent du Nartuby et de l'Argens, et à l'embouchure d'Argens.

Le quatrième groupe de sources, celui de la Siagne, est à la fois placé sur la direction du confluent de la Vinea avec le Var, au golfe des Lèques, et sur la ligne du confluent de la Bléone avec la Durance, à la bouche de Siagne.

La loi des confluent est donc la même que la loi de gisement des sources ; les alignements de ces deux espèces de points singuliers sont en parfaite harmonie ; les observations que nous a fourni le sol provençal, nous avons pu les répéter sur le reste de la France.

Les confluent sont tous signalés par des dislocations servant à les déterminer avec la précision qui préside aux inégalités de la croûte terrestre.

Les confluent sont toujours des centres de dislocations.

Le confluent de l'Asse répond au rocher de Volx ; le confluent de la Bléone au maximum d'exhaussement du poudingue ancien de la Durance.

Le confluent de la Durance au Rhône n'est-il pas déterminé par le rocher calcaire d'Avignon et de Villeneuve ?

Le confluent de l'Estéron au Var ne se fait-il pas remarquer par le relèvement calcaire qui termine le terrain tertiaire de l'embouchure du Var et le terrain crétacé supérieur du bassin de l'Estéron ?

La bifurcation qui commence le Delta du Rhône coïncide avec le soulèvement calcaire d'Arles, de la mollasse de Montmajour et la poudingue de la craie, et les alluvions et les tourbes. Le confluent de Verdon se fait forcément là où le détroit de Mirabeau devient la seule issue

possible entre les cours d'eau divergents, comme le défilé de Sisteron est le passage obligé du Buech et de la Durance. Le soulèvement granitique de Roquebrune détermine le confluent du Nartuby et de l'Argens. Les failles de Flassans, celles d'Entrecasteaux, en encaissant le cours inférieur de Carami et de la Bresque, déterminent leurs confluent. Ces exemples rappellent très-bien les confluent de l'Isère au Rhône, vers le rocher calcaire de Cornas; celui de la Saône au Rhône à côté de la remarquable dislocation de Pierre-Cise et des dépôts du Jura inférieur et moyen du Mont-d'Or.

N'est-ce pas un point singulier géologique que le relèvement du terrain créacé de Pont-Saint-Esprit, qui détermine le confluent de l'Ardèche, tandis que, un peu plus bas, le relèvement calcaire de Château-Neuf-du-Pape amène le confluent de la Cèze?

Les confluent de la Loire avec l'Allier, de la Vienne avec la Mayenne; ceux de la Seine avec l'Yonne, près du relèvement de la craie de Montereau; celui de la Marne au-dessus du mouvement qui a fait surgir, à Paris, les six alternatives de terrains marins et de formations d'eau douce, offrent la confirmation des remarquables coïncidences qu'offre la Provence.

Il y a toujours aux confluent des dislocations appartenant à plusieurs périodes différentes.

Et non-seulement les confluent sont des points de soulèvements, mais des points de dislocations souvent répétées; ce sont des points où plusieurs étages différents, plusieurs séries de terrains sont représentés.

C'est ainsi qu'auprès de Mirabeau se groupent le terrain jurassique oxfordien, le calcaire à chama, la mollasse marine, le terrain d'eau douce supérieur et le terrain de transport ancien. A peu de distance en amont et en aval, les lambeaux de craie de Ginasservis et de Jouques. Au confluent de la Durance au Rhône, le calcaire jurassique,

la mollasse, le terrain de transport ancien, outre le terrain d'alluvion.

Même réunion de quatre formations différentes au confluent du Calavon et de la Durance, à celui du Gardon et du Rhône.

Aux bouches de l'Arc et de la Touloubre, le calcaire à chama, la craie, le terrain à cyclades, le terrain de transport.

Aux confluent de Carami, de la Cassole et de la Bresque, dans l'Argens vers Carcés, on retrouve de même quatre formations : muschelkalk, calcaire à chama, tertiaire miocène, tufs ou terrain tertiaire supérieur.

Au confluent du Nartuby et de l'Argens, granite, grès vosgien, grès bigarré, tufs.

Au confluent de la rivière d'Ailles, mêmes terrains, et, de plus, voisinage du terrain houiller.

Vers la Siagne, le confluent du Bianson offre de même le terrain primitif, le grès houiller, le grès bigarré et le muschelkalk, et le jura moyen.

Cette circonstance des sédiments divers accumulés vers les confluent, démontre que des oscillations fréquentes dans le niveau du sol, des exhaussements et des abaissements à plusieurs reprises répétés, ont agi sur ces points d'une manière spéciale, et qu'ils ont été des centres paléontologiques et des centres de dislocations.

Ces remarques ne se vérifient-elles pas très-bien pour le reste de la France, où les confluent, tels que celui de Lyon, offrent le voisinage des roches primitives, du lias, du calcaire jurassique inférieur et moyen, et du terrain de transport?

Les embouchures dans la Provence offrent des circonstances non moins intéressantes que les confluent. Quoi de plus curieux que cette embouchure du Var où se développent dans un étroit espace le calcaire jurassique,

Les embouchures sont des centres de dislocation.

des lambeaux de craie, les mollasses, les nappes volcaniques et le terrain de transport ancien, à côté des alluvions? Cette embouchure du Var n'est-elle pas encore dessinée par les grandes hauteurs qui la dominent brusquement vers Vence et les grandes dépressions du rivage sous-marin? De telle sorte que des variations de niveau maritime considérables laisseraient cette embouchure, sans variations sensibles, comme point géographique.

Des phénomènes analogues signalent la surface et la partie sous-marine du cours inférieur de la Siagne, région voisine des relèvements pittoresques du cap Roux, où la côte se rapproche tellement de la verticale, que le rivage dessine presque la conformation d'un cratère de volcan, entre Cannes et la Napoule! On observe auprès de l'embouchure de la Siagne, le terrain primitif, le grès rouge, le grès vosgien, le terrain tertiaire de Saint-Casien, l'alluvion et les roches plutoniques.

L'embouchure d'Argens ne se fait-elle pas remarquer aussi par les masses volcaniques de Saint-Raphaël et Fréjus? par les exhaussements brusques de l'Esterel et par la grande déclivité du rivage vers Agay? tandis que les roches primitives, les dépôts de grès houiller, de grès rouge, de grès vosgien, de mollasse récente, et les éruptions plutoniques font du rivage un des centres les plus remarquables de formations diverses établies dans un étroit espace?

A l'embouchure de la Molle, les roches primitives sont brisées par des roches éruptives et par des filons, comme à Cogolin, et sont marquées par des transformations et des altérations de roches, comme à Grimaud.

L'embouchure du Batailler, vers Bormes, est signalée par le remarquable avancement de la ligne sans fond, vers l'anse de la Fossette.

Auprès de l'embouchure du Gapeau, alluvions, calcaire jurassique, muschelkalk, grès bigarré, grès vosgien, grès



rouge, grès houiller, grès silurien, schistes cambriens et roches plutoniques de Lamanare.

Les embouchures de la rivière des Amoureux et du ruisseau de Dardennes, aux environs de Toulon, ont été déjà signalées page 327, par les traces de 15 terrains géologiques.

L'embouchure de la Reppe, près Saint Nazaire, offre les terrains cambrien, silurien, le grès houiller, rouge, vosgien, bigarré, muschelkalk, lias, et les roches plutoniques. On trouve à l'embouchure de l'Huveaune, calcaire du jura moyen, calcaire à chama, terrain créacé, tertiaire éocène du roucas blanc, tertiaire moyen de Marseille ou miocène, tertiaire supérieur ou poudingue de l'Huveaune et alluvions. On reconnaît aux embouchures de l'Arc et de la Touloubre, jura supérieur, terrain créacé, tertiaire ancien ou éocène mollasse, ou terrain miocène, tertiaire supérieur ou terrain de poudingue et d'alluvion.

Bouc peut être considéré comme l'embouchure générale de toutes les eaux qui se réunissent dans l'étang de Berre : cette embouchure ne fait-elle pas remarquer ses approches par les terrains de calcaire à chama, de grès vert, de craie moyenne ou craie supérieure, des terrains éocène, pliocène et d'alluvion ?

L'embouchure du Rhône, considérée comme ayant à Arles son point de départ, offre la juxtaposition de tous les spécimens géologiques, depuis le calcaire à chama jusqu'aux alluvions modernes. La craie proprement dite fait seule défaut dans cette collection. Nous le répétons encore, le groupement des formations appartenant aux divers âges géologiques n'est nulle part plus remarquable, nulle part les échantillons des divers terrains ne sont concentrés sur un plus étroit espace que dans les environs de Toulon. Nous trouvons ainsi les produits appartenant aux

Rapports de symétrie, littoral de Toulon avec les embouchures du cours d'eau de la Provence.

terrains cambrien, silurien, grès houiller, grès rouge, grès vosgien, grès bigarré, muschelkalk, lias ou jura inférieur, terrain oxfordien ou jura moyen, calcaire à chama, extrémité du jura supérieur, craie moyenne, craie supérieure, terrains de poudingue ancien, formation ou sédiment d'origine récente, et roches volcaniques. C'est donc quinze formations différentes dont les types sont ici réunis. Il n'y a pourtant d'autres embouchures que celles des insignifiants cours d'eau qui viennent se déverser, l'un au Mourillon, sous le nom sonore de rivière des Amoureux; l'autre, dans la petite rade, sous le titre modeste de ruisseau de Dardennes. Mais Toulon remplit une fonction plus élevée que celle des embouchures ordinaires; c'est le point de partage de toutes les rivières de la Provence. Le Gapeau se verse à l'est, dans le terroir d'Hyères; le Reppe tourne vers l'ouest, à Saint-Nazaire.

A l'est, le Batailler près de Bormes; à l'ouest, les ruisseaux de Lacadière et de Saint-Cyr.

L'embouchure de l'Huveaune à Marseille se pose à l'ouest, en dirigeant vers l'occident les dernières inflexions de son cours; tandis que, vers l'ouest, la rivière de la Molle se dirige droit à l'orient, à l'approche de la mer.

En continuant à remonter au nord, on trouve sur le littoral de l'ouest, le canal naturel de Martignes déversant à Bouc tous les produits des sources de l'étang de Berre et des divers affluents placés sur son littoral. C'est là le grand émissaire du centre du département des Bouches-du-Rhône: la rivière d'Argens est le grand émissaire du centre du département du Var; or l'embouchure du canal de Martignes est tournée vers l'ouest comme l'embouchure de l'Argens est inclinée vers l'est.

Chose bien remarquable! les lignes joignent ces di-

verses embouchures dans l'ordre où nous venons de les énumérer,

Bouc et Argens,  
 L'Huveaune et la Molle,  
 La Cadière et Batailler,  
 La Reppe et Gapeau,

Donnent une série de parallèles dirigées de l'est à l'ouest, et perpendiculairement au méridien de Toulon, avec une singulière symétrie!

Cette loi de coordination des cours d'eau relativement au méridien de Toulon, se poursuit plus au nord encore. Un point de convergence de lignes thalweg bien fortement imprimé dans les Bouches-du-Rhône, est celui de l'étang de Berre, où, vers le golfe de Saint-Chamas, viennent se confondre les eaux de la rivière de l'Arc, de la Touloubre et de la belle source de la Duransole : ce point correspond avec l'embouchure de la Siagne, par une ligne sensiblement perpendiculaire au méridien de Toulon.

Cette loi se maintient donc jusqu'à ce que, remontant plus au nord, on atteigne le rocher d'Arles, où commence l'éparpillement des eaux du Rhône. Le rocher d'Arles correspond, à la bouche du Var, par une autre ligne sensiblement perpendiculaire au méridien de Toulon, et longeant, d'une part, la limite méridionale de la Durance, et, de l'autre, la crête de la chaîne de Cabrières, dirigée de l'est à l'ouest.

Tout comme la ligne de Bouc à Argens dessine la ligne des crêtes des montagnes de Saint-Savournin, des Regagnas, le signal du Revest; se pose sur le petit chaînon sud de Brignoles, allongé de l'est à l'ouest, entre le bassin créacé de Camps et le bassin tertiaire de Brignoles.

Ainsi, le rôle symétrique que joue le littoral de Toulon, relativement aux embouchures fluviales, confirme pleinement la loi de l'identité des centres géologiques et des

centres de directions des cours d'eau, loi dont la Provence nous offre tant de remarquables exemples!

Nous avons déjà signalé les inflexions de lignes du rivage sous-marin, aux embouchures du Var, de la Siagne et de l'Argens. Auprès de Toulon, la ligne sans fond offre aussi deux échancrures profondément découpées indiquant deux vallées sous-marines très-escarpées et se joignant sur une crête placée au sud de Saint-Mandrier, pour diverger ensuite, l'une vers le sud-est; l'autre, vers le sud-ouest; et si l'on dessine les deux lignes de plus grande pente de ces échancrures, en joignant la cime de Mourre-d'Agnès à l'échancrure orientale et le sommet de Coudon à l'autre échancrure, on aura les deux axes de dislocation; l'un, nord 27° est, parallèle aux Alpes occidentales; et, l'autre, nord 18° ouest parallèle au système du Ténare.

Deux centres principaux représentent les intersections des lignes d'eau à l'est et à l'ouest de Toulon. Ils en forment les foyers.

En poursuivant, plus loin, l'examen comparatif des embouchures, on reconnaît que celles voisines du golfe de Nice correspondent à une série de cours d'eau à directions convergentes vers certains points principaux. Ainsi, les cours d'eau à l'est d'Antibes convergent vers l'intersection commune à la Brague, au Loup, au Var, sur un point placé vers la hauteur du cap Gros.

Mais si l'on coupe le cours des rivières en cherchant les intersections des lignes principales qui les représentent, on arrive à d'autres résultats non moins intéressants. La Siagne se représente par une ligne nord 43° 1/2 ouest souvent répétée dans son cours et sur le plateau du Gaud, autour duquel sont disséminées ses plus grandes sources.

L'Argens, par une ligne est 22° sud, retracée par son cours au-dessous du bassin de Salernes: cette direction étant d'ailleurs donnée par la stratification des chaînes qui encaissent le bassin de Salernes; tandis que le bassin inférieur du Var se représente par l'axe nord 5° ouest, tracé

à son embouchure. Ces axes se rencontrent sur le prolongement de l'axe de l'est à l'ouest, que représente le cours moyen de la Molle; de sorte que tous les cours d'eau principaux de la région orientale de la Provence ont leur point de convergence principal à l'est de Saint-Tropez et au sud de Nice.

Dans le système des rivières et des cours d'eau groupés vers l'ouest, l'axe du canal des Martigues vient rencontrer la parallèle au méridien de Toulon, qui joint les embouchures du Rhône et du Rhin. Le point d'intersection placé sur l'axe commun aux cours d'eau de l'Huveaune et de la Molle, représente, à l'ouest du méridien de Toulon, le centre général des embouchures de rivières de la région provençale, tout comme l'axe du cours inférieur de l'Argens, à partir des confluent d'Endre et Nartuby, vient rencontrer les axes de la Siagne, du fleuve du Var et de la rivière de la Molle, en un point à très-peu près symétrique au premier, et qui représente le centre général des embouchures de la Provence orientale. L'axe qui unit les centres de deux groupes d'embouchures est remarquable, à la fois, parce qu'il marche parallèlement aux lignes de niveau de la côte sous-marine du delta du Rhône; et aussi parce qu'il contient, outre plusieurs sources secondaires, les deux sources de première classe émergeant au sud du massif de la Sainte-Baume : la source de Gémenos (Bouches-du-Rhône) et la source de Gapeau à Signes (Var). Cet axe de la Molle et de l'Huveaune se retrace dans les stratifications des couches verticales de muschelkalk, dirigées de l'est à l'ouest, près de la source de Signes, et se retrouve dans les couches qui, à Marseille, font partie du massif de Notre-Dame-de-Lagarde.

La plus grande de toutes les lignes d'embouchure est celle qui joint les Bouches-du-Rhône et du Rhin, parallèle au méridien de Toulon, passant par le confluent de

Système de dislocations déduits des embouchures et des confluent.

Sisteron et par le plexus des cours d'eau des Pays-Bas.

Tandis que la ligne perpendiculaire au méridien de Toulon, répétée par les embouchures des cours d'eau symétriquement placés à l'est et à l'ouest de Toulon, se montre en traits bien plus larges dans la jonction des bouches de la Loire à celles du Danube.

La ligne des Pyrénées est  $21^{\circ}1/2$  sud à est  $22^{\circ}$  sud se reflète dans la jonction de l'embouchure de la Gironde à celle du Var. Aboutissant au cap Corse, nous l'avons déjà vu ressortir du confluent de la Durance au Rhône, joint à la bouche d'Argens. Ainsi voit-on les systèmes nord-sud, est-ouest et le système des Pyrénées bien représentés par les lignes d'eau.

*Système du mont Rose au mont Viso.* — Du confluent de la Vinea au Var, à l'embouchure de la Siagne.

*Système du Tatra*, est  $4^{\circ}$  nord. — Du Var à l'étang de Valcarès, point minimum du delta du Rhône.

*Système Sancerrois*, est  $28^{\circ}1/2$  nord. — Du Var à la bouche de la Reppe, à Saint-Nazaire, près Toulon.

*Système nord  $30^{\circ}$  ouest.* — Du Var aux confluent de la Seine et de l'Yonne, de la Seine et de la Marne au détroit de Bonifacio.

*Système du Ventoux*, est  $10^{\circ}$  nord. — Du confluent de la Durance au Rhône, à l'embouchure du Loup, près de l'embouchure du Var : aussi, du Var à l'étang de la Teste : et encore, la ligne joignant les deux bouches du grand et du petit Rhône à l'avancement de la ligne sans fond, vers Cavalaire et au cap Lardier.

*Système du Vercors*, nord  $10^{\circ}$  est. — Du confluent de l'Esteron au Var, à l'embouchure du Loup.

*Système des Alpes occidentales*, nord  $27^{\circ}$  est. — Ligne des confluent de la Bléone et du Verdon, avec la Durance.

*Système Rougiers-Beaulieu*, nord  $55^{\circ}$  ouest. — De la bouche l'Argens à celle de la Loire, vers Paimbœuf, ou

de la bouche du grand Rhône à celui de la Charente.

*Système nord 37° est.* — Bouches de la Molle de l'Argens et confluent de l'Esteron au Var; encore, bouche de l'Arc au confluent du Buech à la Durance.

*Système des Alpes principales,* est 17° nord. — Bouches du Var et de l'Huveaune, bouches de la Tet (Pyrénées-Orientales).

*Système du Ténare.* — Bouches du Var et de l'Escaut. Ainsi les systèmes de dislocations de la période tertiaire sont représentés par de grandes lignes d'embouchures et de confluent.

Les dislocations de la période secondaire ne sont pas moins bien reproduites : outre les systèmes de la période jurassique, nord-sud et est-ouest, le système du Thuringerwald, nord 53° ouest, à la jonction du confluent de l'Esteron et du Var au confluent de l'Isère; le système de la Côte-d'Or, est 42° nord, se retrouve dans la jonction des embouchures du Var et de la Molle.

Mais la ligne de dislocation la plus souvent manifestée est celle de la période néocomienne, nord 48° à 43° ouest, qui correspond à la direction des confluent de la Vinea au Var et du Rhône à la Saône, et de l'Allier avec la Loire; du confluent de la Durance au Buech, au confluent du Rhône à l'Isère.

La ligne de la bouche d'Argens au confluent de la Drôme, en face de la Voulte, va, par son prolongement à travers les îles Jersey et Guernesey, atteindre l'embouchure de rivière et le havre de Plymouth.

L'embouchure de la Somme et celle de Gapeau, représentant le système du Viso, passent par le cours de la Laye, affluent du Largon dans les Basses-Alpes, tandis que la ligne du Var à la Tech représente le système de la Sainte-Baume, est 22° nord, contemporain au Viso.

Les lignes d'embouchure, les lignes de sources, les

lignes volcaniques satisfont ainsi au même ordre de lois, et sont représentées en Provence avec une assez remarquable fidélité.

Il résulte des détails précédents que les cours d'eau de la Provence ont leurs confluent et leurs embouchures signalées par des circonstances géologiques qui leur assignent tous les caractères des centres de dislocations et des centres paléontologiques; ce sont des points thalwegs, de véritables centres d'écrasement, tout comme les hautes cimes sont les points de concours des relèvements. Les axes de dislocation doivent donc se déduire de l'observation des embouchures et des confluent, tout aussi bien que de l'observation des lignes saillantes. Il semble pourtant que, dans les vallées d'érosion, les cours d'eau doivent être dirigés par des circonstances indépendantes des forces de soulèvement. Mais un examen sérieux des vallées d'érosion de la Provence démontre, au contraire, que toutes les vallées de ce genre sont simplement des fentes élargies. De sorte que la rupture et le fendillement des couches ont préparé la corrosion absolument comme dans le laboratoire le broyage précède l'action du liquide dissolvant.

Les vallées d'érosion de la Provence sont, en général, des failles élargies.

Si aucune dislocation n'avait précédé la forme actuelle des vallées d'érosion, le pendage des couches suivrait le même plan sur les deux flancs du bassin et s'établirait dans la même direction.

Or, il n'en est pas ainsi. Dans la vallée de Marseille à Brignoles, longeant, au midi, le chaînon de la Sainte-Baume, et, au nord, les montagnes de Garlaban et des Arelles, entre Aubagne et Saint-Maximin; le pendage de couches du massif de la Sainte-Baume est généralement vers le sud, tandis qu'il se fait vers le nord, sur les montagnes de Garlaban et des Arelles, sur les deux côtés de la vallée. Les pendages des mêmes bancs sont en sens *inverse* : l'axe de la vallée correspondrait donc à une dis-



location, qui aurait fait incliner vers deux sens opposés les couches dérangées; cette dislocation est surtout un écrasement, car le fonds de la vallée encaissée dans les calcaires secondaires est essentiellement tertiaire, et les roches qui forment les deux faites se retrouvent aussi vers le plafond.

Il s'est passé un phénomène tout pareil à celui que M. Élie de Beaumont a d'une manière si saisissante pour la vallée du Rhin. Les roches secondaires ressemblent, sur les deux flancs, aux deux pieds droits d'une voûte, dont la clef se serait écroulée en faisant relever les deux arcs de la naissance.

Dans la vallée de l'arc, mêmes phénomènes : à l'extrémité occidentale de la vallée, et sur ses deux flancs, les calcaires secondaires et le terrain tertiaire penchent simultanément vers le thalweg de la vallée, depuis l'étang de Berre jusque vers Aix. Il est ici bien plus évident, encore, que l'axe de la vallée a été une ligne d'affaissement. Au sud, les montagnes de Saint-Savournin et le Pilon-du-Roi offrent le pendage au midi, pendant que sur l'autre flanc l'escarpement présentant aussi son côté abrupte au centre de la vallée, incline vers le nord les couches du massif de Sainte-Victoire. Ainsi l'axe de la vallée a offert un écrasement en tout pareil à celui que nous avons signalé au pied de la Sainte-Baume : pendant l'affaissement du thalweg, il y a eu si brusque et si violente ascension du massif de Sainte-Victoire, que les couches tertiaires penchant généralement de  $10^{\circ}$  au nord, ont été subitement relevées jusqu'à la verticale, et ont formé à Saint-Antonin un mur parallèle à l'escarpement de Sainte-Victoire.

En poursuivant, vers l'est, l'examen de la vallée de l'arc, on atteint, près Saint-Maximin, la vallée de l'Argens; les couches jurassiques se montrent ici superposées

au muschelkalk gisant au fond de la vallée; mais toujours les couches inclinent, au nord, vers les flancs septentrionaux; et, au sud, vers les flancs méridionaux, en sorte que le muschelkalk offre l'axe de changement de pendage, dans les vallées elles-mêmes, et là où le phénomène d'érosion semblerait au prime-abord seul influent.

Il est manifeste qu'une faille a prélué à la corrosion.

La grande ligne de faite de la Provence méridionale est tracée par la dislocation parallèle aux Alpes principales joignant le centre des cours d'eau vers le Rhône, avec le confluent de l'Esteron au Var. Cette ligne contient simultanément les cimes de Cabrières, 1130 mètres; de l'Achens, 1716 mètres, et du Cheyron, 1778 mètres. Au nord de cette chaîne, les couches penchent vers les cours du Verdon et de l'Esteron; au midi, les couches s'abaissent vers la mer. Mais cet abaissement est bientôt interrompu par une autre faille parallèle aussi aux Alpes principales, qui va de la bouche de l'Huveanne à celle du Var. Cette dislocation change l'inclinaison des couches et les fait pencher vers le nord. Dans tout l'escarpement regardant le midi, depuis Cotignac jusqu'à Vence et Saint-Jeannet, les couches corrodées de cet escarpement ont donc été encore brisées, dérangées, disloquées lors de la formation de la grande vallée littorale.

La chaîne des monts Ventoux et Lure penche régulièrement vers le midi et s'enfonce sous le milieu de la vallée du Calavon, pendant que les assises de la chaîne méridionale du Liberon plongent au nord; en sorte que les mêmes bancs formant les deux chaînes en regard se joignent en s'affaissant vers le fond du bassin en forme de fond de bateau.

C'est donc encore ici une dislocation longitudinale à la vallée qui en a préparé les inégalités et les crêtes. Mais, à l'est, dans le bassin à lignite de Manosque, le phéno-

mène de relèvement, sur les deux flancs de la vallée, se présente sur le cours inférieur du Largue. En définitive, tous les phénomènes généraux de la formation des vallées provençales se résument dans des dislocations parallèles au thalweg de la vallée. Tantôt il y a eu simple affaissement sans rupture capable de produire un grand escarpement; tantôt il y a eu de grandes ruptures. Dans tous les cas, la dislocation est évidente, elle n'a pu se produire sans fente, et c'est dans ces fentes que l'érosion a produit sa plus énergique influence.

Dans les mines de Fuveau, nous avons suivi pas à pas le phénomène des érosions dans le calcaire. Partout elles sont précédées d'une dislocation qui dérange le pendage, et ces dislocations sont parallèles à l'axe de la partie de la vallée que l'on considère. Ainsi, vers Fuveau, les moulrières vont de l'est à l'ouest, comme l'axe général des deux vallées qui vont de l'étang de Berre au cours inférieur de l'Argens, vers Roquebrune et Fréjus.

C'est ainsi que, par l'étude minutieuse des variations superficielles du pendage des couches, on détermine sûrement les fentes qui, sous le nom de moulrières, corrodent les calcaires, altèrent les combustibles et inondent les travaux de mines.

Les résultats de nos observations sur la Provence sont admirablement confirmés par celles que nous avons pu poursuivre dans une région bien peu accidentée, dans les paisibles vallées de la Seine et de la Marne. Là où tout paraît simple corrosion des berges attaquées par les cours d'eau, partout nous avons retrouvé dérangement de la stratification correspondant à l'axe des vallées; nous avons reconnu des failles changeant les niveaux des bancs de 44 mètres, à Lagny, sur la Marne, et de 56 mètres, vers Melun, dans la vallée de la Seine. Tandis qu'au pied de Sainte-Victoire, les dénivellements atteignent 1500 à

Les vallées d'érosion préparées par des failles.  
Indication des failles principales des vallées de la Provence.

2000 mètres, et jusqu'à 3500 mètres dans la vallée du Calavon; au pied de la chaîne du Ventoux, de 2000 mètres; au pied septentrional de la Sainte-Baume, entre le calcaire jurassique moyen de Nans et le muschelkalk de Rougiers, amenés au même niveau, il existe une faille de plus de 600 mètres. Entre le calcaire à cyclades de Nans et le muschelkalk, la faille atteint 2300 mètres. Vers Mazaugues, la faille qui sépare la craie supérieure du jura moyen, formant la cime des montagnes, est de plus de 2000 mètres. C'est encore un dénivèlement de plus de 2000 mètres qui existe vers Signes, entre le terrain néocomien et le muschelkalk soulevé en couches verticales, en formant une espèce de boursouffure dirigée de l'est à l'ouest, suivant le grand axe de dislocation des Bouches-du-Rhône à la bouche de la Molle. Ce dérangement, que signale la belle source de Signes, passe par son prolongement aux sources de Méounes, Cuers, de Puget et Pignans.

Dans le bassin de Saint-Maximin, les inégalités sont peu apparentes, et cependant, vers *Seillons*, entré le terrain de calcaire à chama et le muschelkalk, il existe près du groupe des sources d'Argens, une faille de 1400 mètres due encore à une boursouffure du muschelkalk!

Aux sources de Camps, la faille qui rapproche la craie du muschelkalk est plus considérable encore. Partout dans les divers bassins du département du Var, les phénomènes de violentes dislocations dénotent que le creusement des vallées a été préparé par les failles.

Ces phénomènes sont surtout apparents dans le voisinage des sources. A Draguignan, les couches supérieures du muschelkalk deviennent verticales vers le Dragon, non loin de la source de M. de Verrion. A Callas et à Seillans, les couches de muschelkalk sont verticales

Les failles se manifestent surtout près des sources.

dans l'enceinte de ces bourgs, au-dessous de l'émerision des sources.

Dans les environs de la fontaine de Vaucluse, c'est auprès du bourg d'Oppède qu'on peut observer les couches verticales dont le soulèvement du nord au sud, a préparé l'émerision de cette source colossale. Ainsi, dans les vallées, l'érosion n'a donné que le dernier trait. Dans tous les bassins que l'on peut étudier en Provence, la dislocation paraît avoir précédé et préparé la dénudation opérée, plus tard, à l'aide des liquides dissolvants : la partie essentiellement caractéristique de la configuration des vallées, leur thalweg, offre nécessairement la principale résultante des dislocations du bassin. Est-il besoin d'ajouter que les confluent des vallées offrent nécessairement le centre de plusieurs dislocations convergentes ?

L'observation de ces remarquables phénomènes nous a amenés à tracer plus fortement qu'à l'ordinaire les cours d'eau dessinés sur la carte géologique. On peut ainsi lire, avec quelque netteté, les principaux traits de la topographie et de la géologie de la Provence, et surtout du département du Var.

La rivière intérieure qui trace le mieux la grande vallée adossée aux Maures de Draguignan à Pignans, est celle qu'indique le cours de la rivière d'Aille, est 40° nord, parallèlement au long escarpement du Trias. Les sources de ce cours d'eau sont placées à côté de celles du Réal-Martin, qui commence par couler en sens directement contraire, pour s'infléchir plus loin vers le sud.

Ces deux courants immédiatement opposés démontrent le prolongement de la même vallée et du même axe de dislocation. Par conséquent le point de partage doit être une faible inégalité; c'est, en effet, ce léger bombement qui forme sur la route, venant de Toulon, ce que l'on appelle la montée de Pignans.

Cette circonstance topographique d'un col *peu élevé*, interposé toutes les fois que deux cours d'eau coulent en sens opposé, est connue des ingénieurs sous le nom de la règle de *Besson*. Comme nous venons de le voir à Pignans, cette règle est parfaitement justifiée par ce que nous ont signalé les circonstances stratigraphiques des vallées de la Provence : ces vallées, dues à des dislocations qui ont précédé les érosions, doivent avoir des lignes thalwegs, dont la direction ne doit pas se modifier, alors même que le sens de la pente de la vallée change.

Vers les sources de l'Arc et vers celles d'Argens, auprès de Saint-Maximin, le même fait se reproduit. Les deux cours d'eau voisins coulent en sens inverse. Il y a, en effet, prolongement du même axe de dislocation dans les deux vallées opposées, et le col qui les sépare est peu élevé, il correspond à ce que l'on appelle la montée de Saint-Maximin, vers Aix.

Même phénomène entre les axes des vallées de Calavon et du Lague, près de Lincel et de Ceyreste, dans les Basses-Alpes. Le col peu élevé de la montée de Lincel sépare ces deux thalwegs à pentes opposées. Mêmes circonstances encore aux sources du Jabron et de l'Esteron, marchant en sens contraire, dans la vallée de Saint-Auban, dans le département du Var.

Changement qui s'opère dans le régime des vallées au passage d'un axe perturbateur.

Vers ces cols séparatifs de deux pentes passe un axe de dislocation secondaire, qui établit des différences caractéristiques dans l'allure des deux parties de vallées placées à droite et à gauche de cette dislocation perturbatrice.

Influence perturbatrice de l'axe nord 18° ouest passant par Mirabeau.

Entre le cours du Calavon et celui du Lague, passe l'axe de dislocation du système du Ténare, nord 18° ouest, lequel prolongé vient passer par Mirabeau, et par le col entre la vallée de l'Arc et la vallée de l'Argens. Ce même axe perturbateur des thalwegs des vallées joint encore le

même rôle au col de la Sambuque, entre la vallée de l'Huveaune et la petite vallée secondaire du Cauron.

Cet axe perturbateur dessine l'extrémité de la Sainte-Baume, vers l'est, et se prolonge jusque vers Toulon.

Il modifie profondément l'allure des vallées. La vallée de Calavon est une vallée d'affaissement à l'occident de l'axe perturbateur; elle devient vallée de boursofflement à l'est du même axe. Au près de Nans, mêmes changements sont opérés: à l'ouest, affaissement au centre de la vallée, vers Marseille; et à l'est de la Sambuque, boursofflement du muschelkalk vers Saint-Maximin.

A Pignans, c'est le passage d'un axe de dislocation, nord 18° ouest, qui trouble la marche du thalweg de la vallée d'Aille.

Cet axe, passant par les confluent du Buech et de la Bléone avec la Durance, s'aligne avec la hauteur maximum du terrain de *transport ancien*, portée jusqu'à 730 mètres, à Puy-Michel (Basses-Alpes): met en correspondance la remarquable pointe de Baudinar, aux bords du Verdon (718 mètres); le massif de Sauvette et de Notre-Dame-des-Anges (Maures), avec l'escarpement de Gonfaron, et joint le détroit des îles d'Hyères, Porteros et Titan, avec le confluent de la Bresque et d'Argens. Le même axe signale, à la fois, en Provence, le centre des sources de Salernes et Fontaine-l'Évêque; dans le nord de la France, les belles eaux de *Somme-Soude*, de la *Berle* et de la *Cosle* jaillissant du plateau crayeux de Vertus: c'est enfin le même axe qui rase la côte occidentale de la Sardaigne, et limite les côtes orientales de l'Angleterre et de l'Islande!

En Provence, à l'ouest de cette dislocation, la vallée d'Aille offre un grand affaissement vers son thalweg. Toutes les couches penchent vers le nord-ouest, tandis que le cours du Réal-Martin, placé d'abord sur le prolongement

Influence  
perturbatrice de  
l'axe nord 18°  
ouest passant par  
Sisteron.

gement de l'axe de la vallée d'Aille, offre un boursoufflement divisant la vallée en deux vallons longitudinaux : le vallon de Sauvebonne et le vallon de Cuers et Solliers, séparés par la chaîne de l'Antiquay. Le thalweg de la vallée d'Aille est ainsi en correspondance avec la crête des chaînons du Devenson et de l'Antiquay, les strates de ces chaînons se recourbant sur leur arête en forme de selle.

Ainsi, dans toutes les parties de la Provence, les lignes thalweg sont des axes de dislocation, et les vallées se sont formées ou par voie d'affaissement ou par boursoufflement autour de l'axe du thalweg, l'érosion n'étant venue ensuite que pour agrandir les fissures ouvertes par le bouleversement parti de l'intérieur.

Dans le prolongement d'un même axe, les vallées d'affaissement se changent en vallées de boursoufflement ; lorsque cette perturbation apparaît, elle signale le passage d'une dislocation secondaire. En Provence, les principaux phénomènes de ce genre se rattachent à des mouvements du sol dus généralement au système du Ténare.

Les détails de la formation des vallées s'expliquant ainsi par les révolutions intérieures, par le redressement ou l'écrasement des couches, et par leurs fendillements... on voit de suite naître la lumière que le tracé exact des cours d'eau apporte à la connaissance intime des inégalités... L'étude des lignes d'eau, des confluent et des embouchures peut avantageusement remplacer l'étude des lignes de faite.

Rapport des puits absorbants avec les lignes de dislocation.

Les sources elles-mêmes, étudiées dans les mines, ne sont que le produit des eaux réunies dans les fentes et dans les dislocations qui changent la stratification. Les grandes érosions dans les calcaires les plus perméables, les abîmes intérieurs connus sous le nom de *Ragagès*, ne sont que des centres de fissures élargies par l'érosion. Les cavernes ne se sont formées que dans les terrains



pareillement fissurés et formés de calcaires assez durs pour résister à la tendance à l'écrasement que le vide ferait naître. Les axes de deux grottes, dont nous avons dressé le plan ; celle de Mons et la petite caverne de Roquefort se dirigent comme les Alpes occidentales nord-nord-est.

Les puits absorbants et les grandes cavités intérieures aux masses calcaires doivent s'aligner suivant les axes de dislocation.

Ainsi, les puits absorbants de Saint Christol, sur le massif de Ventoux, dans l'arrondissement d'Apt; l'abîme de Sainte-Victoire, connu sous le nom de *Garagay*; le puits absorbant de la Sainte-Baume, appelé le gouffre de *La Tourne*; enfin les puits absorbants de Cuges, connus sous le nom d'*Imbucs*, forment une série alignée nord 48° ouest, système du Ténare, tandis que les puits absorbants, Ragagé de Pichaurie, près de Roquevaire; de Jouques, près de Gemenos; de Roquefort, dans les Bouches-du-Rhône, se rattachent à un autre alignement nord 18° ouest.

Les cavernes du plateau de Rians, les grottes de Barjols, de Villecroise et de Mons, les crevasses absorbantes de Caussol indiquent une série orientée est 17° nord, parallèlement aux Alpes principales et aux grandes sources d'Argens, de Barjols, des environs de Salernes et de Mons... Un des terrains absorbants les plus caractérisés est celui qui se présente sur le cours de l'Artuby, vers Chardan, près de Comps. Les fissures de cette formation deviennent capables de dessécher tout le lit des rivières d'Artuby et de Bruyères réunies. Ce point est remarquable par la présence d'un lambeau de craie et par la rencontre de deux lignes de cours d'eau perpendiculaires entre elles.

L'émergence des sources n'est donc que le phénomène de réunion de plusieurs fentes souterraines et aquifères amenées sur un même point, absolument comme un con-

fluent n'est que le point de concours de lignes thalwegs apparentes. Les puits absorbants sont les principaux endroits où les failles entraînent, au contraire, les eaux extérieures vers les bassins intérieurs. Les sources multipliées de la Provence satisfont très-bien, en effet, aux lois des confluent : elles sont des centres de dislocation alignés suivant les systèmes que nous avons fait connaître.

Caractères géologiques des sources; elles offrent comme les confluent, la juxtaposition de plusieurs terrains.

Comme les confluent, les sources sont signalées par les traces de plusieurs formations géologiques étalées dans leur voisinage. En voici des exemples.

Sources de Vaucluse : calcaire à chama, calcaire tertiaire d'eau douce éocène, mollasse marine, dépôts de tufs et de tourbes, terrain de transport du Calavon.

Source de Sorps ou Fontaine - l'Evêque : calcaire à chama, calcaire oxfordien inférieur, terrain de craie, tertiaire miocène, terrain de transport ancien du Verdon, alluvion moderne.

Sources de Draguignan à Trans : grès bigarré, muschelkalk, lias, calcaire jurassique moyen, terrain de tufs ou pliocène, alluvions modernes.

Sources de la Siagne : calcaire jurassique moyen, supérieur ou calcaire à chama, grès vert, craie, tufs.

Sources d'Argens vers Seillons et Rougiers : muschelkalk, lias, calcaire jurassique moyen et à chama, tertiaire éocène, à cyclades, tertiaire miocène, tourbes et fonds de marais.

Sources de l'Huveaune à Saint-Zacharie : jurassique moyen et supérieur, tertiaire ancien et éocène, miocène et pliocène, alluvions.

La Duransole (Bouches-du-Rhône) : calcaire à chama, terrain de craie moyenne, de craie supérieure, tertiaire éocène, tourbes et alluvions.

Sources de Barjols : muschelkalk, calcaire jurassique moyen et supérieur, terrains tertiaires miocènes, tufs.

Aux environs d'Aups et Salernes, même série, moins le muschelkalk.

Sources de Dardennes et de la Ripette, près Toulon : calcaire, muschelkalk, jurassique moyen et supérieur, craie inférieure, éruptions volcaniques.

Source de Signes : muschelkalk, lias, jura moyen et supérieur, craie.

Source de Gemenos : mêmes dépôts moins le muschelkalk, plus le terrain de tuf.

Source de Castellane : lias calcaire jurassique moyen et supérieur, grès vert, craie, mollasse d'eau douce ou miocène.

Faut-il faire remarquer aussi les sources de Grasse, à la limite du jura moyen et du muschelkalk, dans le voisinage des gypses, des lignites et des tufs; la source de Mouans, à la limite du muschelkalk, du grès bigarré, du terrain granitique et de la mollasse marine?

Ainsi, les indices géologiques démontrent que l'émergence des sources correspond à des centres de fréquents ébranlements, comme les confluent et comme les embouchures.

Nous venons de voir dans l'étude des vallées que les axes perturbateurs de la direction des vallées passent auprès des sources. Celles-ci sont donc toujours à l'intersection de l'axe général de chaque vallée et des axes perturbateurs. Ce sont donc des points thalwegs et de véritables centres de dislocations.

Les conditions de l'apparition d'une source sont 1° que le sol imperméable servant de fond de bassin à tout le produit d'une certaine région perméable soit amené au jour; 2° que cependant le niveau général du réservoir souterrain dépasse l'ouverture des lèvres imperméables. Autrement l'ouverture ne pourrait pas déverser l'eau du bassin.

Toutes les eaux qui s'accablent dans la calotte cal-

Conditions géologiques de l'émergence des sources.

caire du nord du département du Var, remplissent cette double condition, puisque le pendage général est vers le littoral, et que, d'un autre côté, sur toute la lisière méridionale de cette calotte, le trias et le lias, amenés à jour avec un pendage vers le nord, offrent un mur de retenue, un véritable barrage qui n'a permis que l'écoulement gradué des eaux intérieures. Toutes les sources placées au contact des marnes du jura moyen, vers Salernes, Flayosc, Montferrat, Bargemont, Seillans, Callian, Grasse, etc., offrent donc, à leur émergence, des terrains imperméables plongeant sous la masse calcaire, d'où provient la source : il y a un soulèvement perpendiculaire à la direction de l'écoulement de la source.

A la fontaine de Vaucluse, c'est essentiellement le calcaire à chama qui forme le système absorbant ou perméable. La pente générale du bassin intérieur est du nord au sud, et le barrage est formé par le soulèvement nord-sud, parallèle au méridien de Toulon, qui correspond, à la fois, à la ligne des sources de Malaucène, Vaucluse et Duransole, et à l'axe général des Bouches-du-Rhône et du Rhin.

Il est si vrai que les sources n'apparaissent que là où le pendage général des couches perméables est arrêté par un pendage transversal, que les sources de Signes et de Gémenos ne se montrent qu'aux points où le plongement général des couches de la Sainte-Baume, dans le sens du nord au sud, est supprimé, arrêté par un soulèvement transversal joignant Gemenos, Cuges et Signes, dans le sens de l'ouest à l'est, et faisant apparaître les terrains inférieurs au calcaire à chama.

Trois sources forment le produit général aquifère du groupe de la Sainte-Baume, considéré isolément. D'après les jaugeages de M. Bosc, voici la puissance de ces écoulements. L'écoulement septentrional formant les sources

de l'Huveaune, donne, à Saint-Zacharie, 666 litres à l'époque de l'étiage.

L'écoulement méridional ou sources de Signes, 236 litres à l'étiage, forme la naissance du Gapeau.

Enfin, l'écoulement occidental qui alimente la source de Gemenos, donne environ 100 litres, par seconde, à l'étiage.

Le bassin septentrional correspond à la partie *escarpée*, à celle où les couches du massif présentent leurs tranches. Il y a plus grande abondance dans les sources émises de ce côté, sans doute parce que le barrage plus complet supprime les écoulements intérieurs, tandis qu'une partie des eaux, sur les versants de Signes et de Gemenos, peut s'écouler vers la mer par les *Imbucs* de Cuges, sans apparaître dans les sources.

Mais sur le massif de Sainte-Victoire, les grandes sources de Mazargues, de Jouques sont du côté de la pente générale des couches, de même que dans le massif de Vaucluse. Sur le côté méridional escarpé de Sainte-Victoire, on ne voit couler que la faible source de Saint-Antonin, et sur le côté escarpé du Ventoux, que la source de Malaucène. Ces dernières forment à peine la centième partie du débit des sources situées sur la pente des strates à Sainte-Victoire et au Ventoux.

Les conséquences générales qui dérivent de ces observations faites en Provence, sont que les plus grandes sources sont placées du côté du plongement général des couches; mais au point où les eaux apparaissent, il y a toujours eu une dislocation qui a fait naître une contre-pente. De sorte que les sources sont immédiatement dominées par un escarpement où l'inclinaison des couches paraît être opposée au sens de la pente des eaux. C'est là ce que l'on peut observer sur toutes les sources qui naissent au pied du long escarpement régnant depuis Cotignac jusqu'à Saint-Jeannet et Carros.

L'âpreté des masses rocheuses qui s'élèvent auprès de toutes les belles sources de la Provence, rend plus saisissants encore les charmes de la fraîcheur, de la verdure et de l'admirable limpidité des eaux.

Sources appartenant aux calcaires à chama

Les plus grandes étendues de terrains calcaires fissurés et perméables sont occupées par le calcaire jurassique moyen et par le calcaire à chama.

Le fonds imperméable des fissures du jura moyen est formé par les marnes oxfordiennes, tandis que les marnes du calcaire à chama forment la base imperméable de ce système.

Dans les sources appartenant au développement du calcaire à chama, les marnes et calcaires marneux de ce système doivent venir au jour. C'est précisément ce qui se réalise à la fontaine de Vaucluse et à la Duransole, aux bords de l'étang de Berre, *Traconade*, source de Jouques, auprès de Mirabeau.

Sources du jura moyen.

Ce sont les marnes oxfordiennes qui viennent apparaître et caractériser les sources correspondant aux calcaires du jura moyen ; dans cette catégorie, se rangent les plus nombreuses et les plus belles sources du département du Var. Par exemple, celles des environs de Barjols, Cotignac, Salernes, Villecroze, Ampus, Monferrat, Callas, Bargemont, Seillans, Mons, Grasse, Carros, etc.

Sources du muschelkalk.

Enfin, les fissures du muschelkalk doivent émettre les eaux près du point où apparaissent les marnes du grès bigarré : telles sont les sources de la zone de Draguignan, de Pignans et Carnoules.

Les dislocations qui déterminent les affleurements des divers étages géologiques président donc nécessairement à l'émergence des sources, tout comme les lois qui président aux failles et aux fendillements dominent les règles de la formation et de la recherche des eaux intérieures.

Il est intéressant de suivre l'application de ces données générales dans l'examen des lignes suivant lesquelles se

coordonnent les sources de la Provence. La connaissance des lignes de dislocation qui président à l'allongement des bassins intérieurs permet d'entrevoir le sens dans lequel doivent être dirigés les travaux destinés à saigner les bassins pour en utiliser les produits. Ainsi les recherches des failles qui produisent les sources éclairent d'une vive lumière la recherche de ces amas d'eau, véritables trésors pour l'agriculture des pays chauds.

Cinq alignements de sources sont principalement à remarquer dans la Provence. Ces alignements orientés est  $16^{\circ} 1/2$  nord, sont évidemment parallèles aux Alpes principales ; les émergences des sources sont le résultat des brisures que ce soulèvement fait subir aux chaînes de montagnes déjà déterminées par des révolutions antérieures.

Alignement des sources.

Alpes principales.

1° De la grande source sous-marine de Port-Miou, à la source de Signe (source du Gapeau), aux sources de l'Issole, entre Besse et Néouilles.

Dépendance de cette bande de sources : Belgentiers, Cuers, Carnoules, Pignans, Gonfaron.

2° Des îles de Marseille au château de Montalban à Nice, ou de la bouche de l'Huveaune à celle du Var. Sources de l'Huveaune et Saint-Zacharie, et de l'Argens à Nans. Sources de Carami, à Tourves, Brignoles, Camps et au Val. Sources de Cabasse, de Lorgues, de Draguignan et Trans.

3° Du fond du golfe de Marseille aux sources de l'Argens au Val, Sources de Barjols, de Cotignac, de la Bresque, au-dessus de Salernes, de Flayosc, Ampus et Rebouillon, Montferrat, Bargemont, Seillans. Sources de la Siagne à leur réunion à l'extrémité du plateau de Gaud, aux sources de la Cagne, à celles de Carros, aux bords du Var. Cette ligne met en correspondance les bouches du grand Rhône avec le confluent du Var et de l'Estéron.

4° De la Durance près l'étang de Saint-Chama, aux plus grandes sources du Verdon vers Baudun et Aiguines; ligné dont le prolongement passe vers le confluent du Var et de la Vinea, et par les sources de l'Esteron, vers Saint-Auban et Mujouls.

5° De Vaucluse aux groupes des sources du Largue et de la Laye, vers le pied de la montagne de Lure. En dehors de ces cinq bandes de sources, vers l'est, on ne trouve guère que les sources de Malamaïré, de Gréolières sur le Loup, de Vescagne sur la Cagne; leurs alignements dénotent la prédominance du système est 3° nord de la période du Tatra. De Vaucluse à la bouche du Var, l'alignement passe par la belle source du Loup, vers Roquefort; de Vaucluse à la bouche de Siagne, la ligne passe par Fontaine-l'Évêque. La moyenne de ces deux directions est orientée est 10° sud. Parallèlement à la dislocation du système du Ventoux, la ligne des sources de la Crau, d'Hyères aux Aygaldes à Marseille, correspond à l'angle est 19° sud, et passe à l'orientation des Pyrénées, tandis que les sources de Grasse et celle de Sausse s'alignent dans le système nord 18° ouest. Les sources du Loup, vers Roquefort de Grasse, s'alignent nord 30° ouest avec celles de Gréolières et de Sausse.

À l'ouest, reste le groupe des sources du Léberon, vers Apt et Lourmarin. Cette région aquifère et celle de Vaucluse déterminent la ligne nord 55° ouest, qui a des parallèles dans les lignes de sources de Nartuby et dans celles du cours de la Siagne.

Il est naturel de chercher au nord de Toulon, où s'arrête le système pyrénéen, l'équivalent de ce système représenté par la dislocation nord 21 à 22° est.

La source de Signes et celles de Fontaine-l'Évêque et Moustiers, donnent, en effet, la direction nord 22° est,



aboutissant aux sources sous-marines, près Saint-Nazaire. Cette direction est celle des strates calcaires aux roches du Verdon, vers les Salles.

Tandis que les sources de Dardennes, Mont-Rieux, Méoune, Leval, Salernes, Villecroise et Aups reproduisent, à peu de distance, le même alignement.

Les sources de Digne, de Varages; les sources de l'Argens, vers Seillons et vers Nans, s'alignent avec leur parallèle à cette même direction; parallèle qui se prolonge jusqu'aux gypses du cap Baumelles, dans le golfe de la Ciotat.

La ligne nord 30° ouest, qui se manifeste dans les dislocations des calcaires, auprès de Tourrètes-les-Vences, et dans la limite du terrain de craie, vers le confluent de l'Esteron, se manifeste aussi dans la distribution des sources par la dislocation est 30° nord, contemporaine et équivalente au système nord 30° ouest.

Ligne de sources est 30° nord du système Sancerrois.

La ligne qui unit les trois grandes sources de la *Siagne* avec celle de *Portmiou*, vers Cassis, passe par la source de Val près Brignoles, de Rébouillon, Montferrat, Seillans et de Bouyon... On peut remarquer que le confluent du Carami et de l'Argens à Carcès est placé sur cet alignement.

Les dislocations les plus récentes, celles de la période du Ténare, dirigées nord 18° ouest, ont dû agir fréquemment dans l'émergence des sources et contribuer à imprimer les derniers traits à leur allure.

C'est ainsi que les eaux de Signes et de Dardennes, près Toulon, s'alignent avec le volcan de Rougiers, au nord 20° ouest.

Que les sources de la Bresque et de Sorps offrent l'alignement nord 18° ouest, aboutissant aux deux confluent du Buech et de la Bléone avec la Durance; et allant, dans

leur prolongement, passer auprès des masses volcaniques et serpentineuses de la Molle.

Les eaux de Barjols et les eaux thermales de Gréoux offrent même direction dans leur ligne de jonction. Autres parallèles : eaux thermales de Digne et sources de Trans, près Draguignan.

Sources de Castellane et masses volcaniques de la Bouverie ;

Sources de Vaucluse et Portmiou, près Cassis ;

Sources de Jouques et de la Reppe, et masses volcaniques d'Ollioules.

Il est digne de remarque que les gisements de sources et les éruptions ignées sont en connexion plus évidente sur les alignements du système du Ténare que sur les autres lignes de dislocations.

Alignements des sources salines.

Les principales sources salées de la Provence sont celles de Trans, La Fous, les sources salines de Barjols et la source du Moulin à Castellane ; puis les sources salines de Tartonne, Moriès et de Castellet-les-Sausses ; ces trois dernières sont situées dans les Basses-Alpes ; enfin la Duransole, dans les Bouches-du-Rhône.

Les eaux de la fous de Trans, près Draguignan, sont si abondantes, que, d'après le jaugeage de M. Bosc, elles offrent un étiage moyen de 1600 litres par seconde. La saveur amère de ces eaux y révèle du sulfate de magnésie mêlé à des sulfates et des chlorures alcalins.

La ligne moyenne de cette belle source à celles qui donnent leur nom à la rivière salée de Barjols suit l'axe du bassin de Salernes, et son orientation est 11° sud indique que le système de ces eaux a subi l'influence du soulèvement contemporain et parallèle au Ventoux.

La ligne des eaux de la fous de Draguignan à celle des Sausses est nord 27° est. Sur cette direction se place aussi le groupe des sources de Trans, offrant un débit total à

l'étiage de 2300 litres, à celles de Malamaïré, près Sérannon, et de Saint-Auban. La dislocation nord 27° est n'offre-t-elle pas ici une remarquable manifestation du soulèvement alpin, qui, à peu de distance de cette ligne d'eau, unit le centre d'éruptions ignées de la *Molle*, avec le foyer d'éruptions analogues entre le lac Majeur et le lac Lugano?

Enfin la ligne qui joint les sources de Trans avec celle du *moulin*, à Castellane, est dirigée vers le nord légèrement infléchi à l'ouest, et correspond au soulèvement du *système corse*. La direction moyenne des sources salées de Moriès, Tartonne et Lambert est nord 32° ouest.

Ainsi les soulèvements principaux correspondants aux sources salées de la Provence, sont 1° système corse, système du Ventoux; 2° des Alpes occidentales. La direction perpendiculaire au Sancerrois se montre sur les petits dépôts salifères; mais les plus belles sources salines sont placées sur des grandes dislocations parallèles aux Alpes principales.

Rapport  
des sources  
salines avec les  
soulèvements  
est 17° nord.

La Duransole correspond avec la source de Castellane, par une grande dislocation parallèle aux Alpes principales est 17° nord, qui part de l'étang de Saint-Chamas, pour aboutir au confluent de la Vinea et du Var, dislocation qui, à son milieu, présente le magnifique jaillissement de Fontaine-l'Évêque.

Tandis que la fous de Draguignan se trouve sur le passage d'un soulèvement parallèle joignant les belles sources de Nans et de Saint-Zacharie, de font Durone avec le golfe de Nice et celui de l'Huveaune à Marseille, passant aussi par le volcan de Rougiers.

Ainsi la dislocation des Alpes principales a réagi sur la formation des sources salines plus fortement encore que les autres dislocations déjà signalées.

La formation des masses gypseuses, qui forment des séries prodigieusement saillantes dans le département du

Fréquente connexion des gypses et des lignites secondaires avec les sources.

Var, sont échelonnées sur la plus grande ligne parallèle aux Alpes principales, depuis les sources d'Argens vers Seillons et Ollières, jusqu'auprès de Nice.

La contiguïté des sources et des platrières est surtout évidente aux sources de Bargemont et de Seillans, de Callian, de Grasse.

Les gypses ont, en effet, laissé leur large trace dans presque toutes les eaux de la Provence : des lignites très-pyriteux sont eux-mêmes contigus aux gypses, dans toutes les sources de la partie orientale du Var, depuis Cotignac jusqu'à Carros.

Ainsi, les terrains marneux qui ont servi de fonds imperméable à la plupart des réservoirs des sources de cette contrée, ont été souvent des marais formés pendant la période du trias ou pendant celle du jura, et dans lesquels des substances organiques ont été accumulées.

Les rapports des eaux thermales avec la dislocation, suivant le méridien de Toulon, méritent d'être signalés.

A l'ouest, eaux thermales d'Aix en Provence, de Gréoux, de la Motte (Isère), de Bourbonne-les-Bains.

A l'est, eaux thermales de Digne, de Plombières.

A très-peu près, sur la direction même du méridien, les eaux de Gréoux, celles d'Aix, en Savoie; enfin celles d'Aix-la-Chapelle. Les deux premières sources thermales sont écartées vers l'ouest de moins de 3 kilomètres, relativement au méridien de Toulon; celles d'Aix-la-Chapelle demeurent légèrement à l'est.

Les écarts les plus extrêmes, relativement au méridien de Toulon, sont indiqués par la série de sources d'Aix en Provence, de la Motte et de Plombières, dont l'alignement correspond à nord 10° est, c'est-à-dire à une faille parallèle au système du Vercors.

Tandis que la ligne de Bourbonne-les-Bains à Digne correspond à nord 5° ouest, direction parallèle au cours

Rapports du méridien de Toulon avec une bande nord-sud occupée par des eaux thermales.

du Var, et à l'axe passant par le mont Blanc et le mont Viso, ce que nous avons rapporté au système corse.

Ainsi, les eaux thermales, en partie alignées sur l'axe de soulèvement parallèle au méridien de Toulon, n'ont que des écartements dont l'amplitude ne dépasse pas 15°. Les points extrêmes de ces écartements se rapportent à deux dislocations tertiaires peu éloignées elles-mêmes de la direction du méridien de Toulon; la ligne symétrique à ces écartements extrêmes est l'axe nord 2° 1/2 est, bien rapproché de la direction propre au système nord de l'Angleterre. La direction de Plombières à Digne passe aux cimes de Naville, massif du Monestier à celle de Cabrières et de Laverne, et correspond à la côte du cap Bénat et à la bouche du Batailler, et au détroit entre les îles Bagaud et Port-Cros.

Parallèlement à cette direction passe la dislocation de sources de Gréoulx aux montagnes de Roquebrussanne, à stratification dirigée vers le nord.

Enfin la ligne de sources de la gorge d'Ollioules, la Reppe, à la source de Nans.

A part et en dehors de tous les systèmes de sources apparaît celui des eaux thermales d'Aix, Gréoulx et Digne. La ligne des eaux d'Aix à Digne, passant par le sommet du Viso, est orientée nord 46° est; celle de Gréoulx à Digne répond à nord 37° 1/2 est.

Alignements des  
eaux thermales.

La direction moyenne nord 41° 3/4 est passe par la ligne de serpentines et ophites, entre le Viso, Turin et le lac Majeur. Parallèlement à la lisière du terrain tertiaire de Turin à Chivas, elle met en évidence les analogies stratigraphiques du lias d'Aix et Digne avec celui du lac Majeur. La direction moyenne des eaux thermales de la Provence répète la direction moyenne de celles des Pyrénées et des Vosges. De Bagnères-de-Bigorre à Plombières, l'orientation porte au nord 43° est. La ligne de Bagnères-

de Luchon à Plombières, nord 39° est; cette dernière reproduit assez bien la direction du lias de Villefranche et Montauban, et de celui de Saverne et Weissembourg.

Relations avec  
les centres vol-  
caniques.

Les eaux thermales ont d'ailleurs des relations intimes avec les centres volcaniques. Ainsi, les eaux thermales de Gréoulx sont alignées avec le cratère de Beaulieu, suivant une dislocation est 18° nord, parallèle aux Alpes principales, et passant par le détroit de Mirabeau; tandis que celles d'Aix se trouvent, à l'égard du même cratère, sur la dislocation du Ténare nord 18° ouest, dislocation perpendiculaire à la précédente, qui lui est intimement liée et lui a immédiatement succédé. La dislocation nord 18° ouest, passant par Aix, joint le cap de l'Aigle, à la Ciotat, avec le cap Grisnez, vers le Pas-de-Calais, avec Montereau et avec la Voulte, points de perturbation extrêmement remarquables que retracent très-bien en Provence le groupe de sources de Malaucène, de la combe de Lourmarin et de Rognes.

Liaison des eaux  
thermales d'Aix  
et de Gréoulx,  
avec les souleve-  
ments des Alpes  
principales  
et du Ténare.

Le système de dislocation de Gréoulx à Digne se reflète sur le cours du Verdon, dans l'inflexion qu'il subit auprès de Gréoulx. Cette dislocation se fait sentir jusqu'à Notre-Dame-de-Lagarde à Marseille: elle se répète sur l'alignement général des îles de Marseille, depuis Pomègue et Ratonneau, jusqu'à l'îlot de Planier; elle se retrace dans une série d'accidents, tels que la rupture du calcaire tertiaire du Tholonet, auprès du défilé de Langesse, et la cime du grand Concors, derrière Sainte-Victoire, trace le cours de la Bléone, au-dessus de Digne, et finit en se prolongeant jusque vers le pied méridional du mont Rose.

Un soulèvement parallèle est dessiné par le cap Canaille à Cassis; le chaînon de la Lare, par le cours du Verdon, depuis Aiguines jusqu'à Fontaine-l'Évêque, vers Baudun, et se prolonge par la cime du mont Viso aux lacs Orta et

Majeur, dessine le rivage de ces amas d'eau. Cette dislocation est interrompue par une rupture qui lui est perpendiculaire et orientée, nord  $53^{\circ}$  ouest, se prolongeant sur le cours inférieur de l'Artuby, jusqu'à la serpentine d'Agay, près Fréjus.

La dislocation dont nous parlions tantôt orientée nord  $37^{\circ} \frac{1}{2}$  est, au cours du Verdon à Fontaine-l'Évêque, se reflète dans la ligne moyenne du niveau de Baudun à Saint-Maximin, en traçant la direction du chaînon d'Ollières; de là, en venant passer par la cime du mont Olympe, près de Trets, elle dessine le chaînon de la Lare vers la Sainte-Baume; la crête du Doir, vers Roquefort, se prolonge jusqu'au cap Canaille, golfe de Cassis: elle trace toute la série de grandes sources de Barjols, de l'Argens vers Seillons, de la source de Gémenos et la source sous-marine de Port-Miou près Cassis.

Une parallèle à cette figure unit le centre volcanique d'Ollioules et de Six-Fours à l'embouchure de la Reppe près Toulon, et le centre de roches éruptives du lac Lugano, parallèlement à la montagne de Dau, au nord de Belgentier, et à la direction des caps de calcaire jurassique formés par le massif de Coudon près Toulon, la montagne du Luc, et celle du Malmont près Draguignan. Enfin, cette ligne trace toute la série de roches anciennes des Alpes, depuis la direction prolongée d'Aiguebelle à l'Hôpital, aux eaux thermales de Lamotte près Lamure, et à la source de Malaucène jusqu'à la bouche du petit Rhône.

La faille nord  $37^{\circ}$  est se trouve tracée *deux fois* dans le Verdon: dans le grand axe des îles de Marseille, à partir de Planier au rocher de Vinon; dans le cours de la Bléone, au-dessus de Digne et de Lambert, *une fois*: de Gréoulx à Digne, au rocher de Notre-Dame-de-Lagarde à Marseille, à l'extrémité est du dépôt de mollasse. Dans la limite la plus générale des grands dépôts tertiaires

de l'Arc et de la Durance passant à Sorps, au Viso et aux bords du lac Majeur.

*Trois fois* dans les chaînons. 1° Dans le chaînon d'Ollière. 2° Dans celui de la *Lare*. — Même dislocation du Verdon prolongée à l'extrémité de la Sainte-Baume crétacée! 3° Dans le chaînon de Jubenau, entre Cuers et Belgentier.

Ce système paraît intermédiaire entre le système nord 55° ouest et le système des Alpes principales, puisqu'il a non-seulement séparé les grands bassins tertiaires; il a brisé le grand dépôt néocomien à ancyloceras de Roquefort, relativement au terrain à chama vers Cassis (Bouches-du-Rhône), et séparé le poudingue tertiaire supérieur de la Durance des bassins tertiaires des environs d'Aups et de Salernes.

La dislocation d'Aix à Beaulieu est écrite en traits bien prononcés dans le soulèvement de calcaire à chama, qui sort du lit du Calavon vers Bonnieux, dans les coupures de la combe de Lourmarin, du vallon de Rognes, du vallon de la Masque vers Roquefort (Bouches-du-Rhône), et enfin dans la fissure qui encaisse la route de la Ciotat à Aubagne, entre le col de Pas d'Ouillet et la mer.

Les deux dislocations des Alpes principales et du Ténare ne sont pas les seules dont les eaux thermales portent les traces; le système Corse, nord 3° ouest, est marqué dans la position des sources échelonnées entre Aix et Port-Miou. Comme nous l'avons déjà indiqué, la source thermale de Gréoulx s'aligne parallèlement au méridien de Toulon, en s'appuyant sur le centre volcanique d'Ollioules.

La liaison intime des centres volcaniques avec les eaux thermales est d'ailleurs une preuve de leur origine commune, et indique que la chaleur des eaux thermales est



une émanation du foyer intérieur à la terre. Puisque la chaleur s'accroît de 3 degrés par 100 mètres, il suffit, pour se rendre compte de la température de ces eaux, de supposer des fissures qui leur permettent de descendre jusqu'à une profondeur peu considérable. La température des eaux thermales d'Aix supposerait une fissure s'étendant jusqu'à 700 mètres sous le sol, c'est-à-dire à une profondeur égale à celle dont le sommet de Sainte-Victoire domine l'horizon d'Aix.

Ainsi, les eaux thermales, par leur position relative aux volcans et aux roches ignées, offrent une remarquable vérification des lignes de dislocation, et permettent de préjuger la profondeur des crevasses que l'œil ne peut apprécier dans un terrain couvert de dépôts modernes et de détritifs superficiels.

La série des bassins tertiaires allongés dans le sens du système de Vercors, depuis *Terrabi*, entre Vins et Corrans jusqu'auprès de Salles, vers la source de Fontaine-l'Évêque, correspond à la limite orientale de la mollasse des environs de Digne, entre Château-Redon et Esclangon, de manière à former une ligne orientée nord 11° 1/2 est, ligne dont le prolongement au nord passe vers l'extrémité sud du mont Blanc et la limite orientale du lac de Genève. L'extrémité méridionale de cet alignement prolongé dans le département du Var atteint la montagne de Coudon, auprès de Toulon, et le soulèvement de Notre-Dame-de-Pradets. En sorte que la même dislocation nord 11° 1/2 est joint le soulèvement des Pradets, la nappe basaltique de Lagarde et le sommet de Coudon.

Les eaux thermales de Digne, la grande source de Sorps, les sources des tres Rays, au Val, de Camps, près Brignolles, et de La Valette, formant une série parallèle à cette grande ligne du système du Vercors.

A l'orient de cette grande ligne, et en partant de la

Coincidence remarquable entre la chaîne des Alpes principales et les montagnes du Var.  
Identité des résultats donnés par la ligne des sources et celle des soulèvements.

montagne de Cotignac, se dessine jusqu'à Saint-Jeannet, près des bords du Var, le grand escarpement, dont la direction représente celle des Alpes principales, entre le mont Blanc et le mont Rose. La direction que nous avons vu ressortir de l'alignement des sources, offre, avec les accidents des Alpes, cette remarquable analogie que la ligne des escarpements de Cotignac aux bords du Var, est exactement égale en longueur à la ligne des Alpes du mont Blanc au mont Rose.

Une ligne de grandes sources entre le cap Croisette et le confluent de la Vinea au Var, dessine à la fois la limite de la mollasse et des nappes volcaniques, et suivant la direction nord 11 1/2 est, vient aboutir au mont Rose. La direction marquée par la ligne calcaire coïncide avec celle qui unit l'extrémité du cap d'Antibes au soulèvement du château de Gattières.

Sans entrer dans de plus longs détails, on voit que les grands groupes de sources du département du Var et de la Provence entière reproduisent dans leurs distributions les alignements des chaînes de montagnes et de la stratification.

Le système des Pyrénées est représenté aux environs de Toulon, ainsi que le système mont Viso-mont Rose. La direction du système Corse et du Tatra; celles du San-cerrois et de son équivalent; celles du Ventoux et du Vercon; le système des Alpes occidentales; celui de Rougiers-Beaulieu; mais surtout le système des Alpes principales est 17° nord, et enfin le système du Ténare sont fidèlement reproduits.

Relations des  
dislocations avec  
es filons.

Les filons produits par les dislocations retracent leur direction. C'est là un fait que nous allons voir ressortir de la statistique des filons indépendamment de toute idée théorique sur leur remplissage.

Filons de plomb sulfuré au Tassy, dans les roches primitives de Lagarde-Freinet. Direction nord-sud. Système méridien de Toulon.

Filons de plomb sulfuré de l'Antoulière, au sud-est de Lagarde-Freinet. Direction est 42° nord. Système Côte d'Or.

Filons de Lagourre, quartier de Lamourre, près de Lagarde-Freinet. — Cuivre sulfuré argentifère. Direction nord 42° ouest. Système néocomien.

Filons de la Reille aux Maures-d'Hyères, nord 42° ouest.

Filons de Léoube de plomb sulfuré; argentifère au lieu dit l'Argentière, près d'Hyères. Direction nord 22° ouest. Système Viso.

Filons de plomb sulfuré dans le granite du Muy. Direction est 7° nord. Système du Tatra.

Filons de brèche osseuse dans le calcaire d'Antibes. Direction nord-nord-est. Système des Alpes occidentales.

Filon de Saint-Clément, près Lagarde-Freinet; plomb sulfuré et zinc sulfuré. Direction nord 52° ouest. Système Rougiers - Beaulieu.

Filons de quartz de Plan-de-Latour dans le granite du quartier du Revest. Direction nord 57° ouest. Système Rougiers - Beaulieu.

Direction moyenne de ces deux groupes de filons nord 54° 1/2 ouest. C'est la ligne de dislocation que nous avons nommée de Rougiers-Beaulieu.

Filons de plomb sulfuré argentifère de Cogolin. Direction est 12° nord. Système des Alpes principales.

Filons de la chaîne de la citadelle vers Collobrières. Direction est 27° nord.

Direction moyenne des trois derniers filons est  $19^{\circ} 1/2$  nord. Cette direction rattache les fentes de ces filons aux dislocations des Alpes principales.

Outre ces filons, il en existe un large de plus de trois mètres tout à fait analogue à la composition de la brèche du Tholonet, encaissé dans le calcaire jurassique moyen du quartier de l'Assassin, situé au pied de la montée, en venant des Pennes à Marseille. La direction de ce filon paraît se rattacher à une fissure aboutissant au volcan de Beaulieu.

Dans l'énumération précédente, les filons métalliques et quarzeux sont au nombre de 11.

1 est dans le système nord sud ;

6 sont dans l'angle nord-ouest ;

4 dans l'angle nord-est.

Ainsi la direction vers le nord-ouest domine dans les filons comme dans les fissures et les crevasses qui dérangent l'allure générale de la stratification. On voit que les bouleversements du département du Var ont eu surtout leur point de départ dans la ligne des volcans de l'Ar-dèche et du Puy-de-Dôme, placés dans la direction nord-ouest relativement aux roches primitives de Saint-Tropez.

Les dyckes volcaniques offrent un résultat analogue.

Vers le sommet de l'Esterel, vers le sommet du curassan au nord des gorges d'Ollioules, vers Villeneuve-Loubet les dyckes volcaniques, qui percent le calcaire à chama, offrent la direction nord-sud légèrement infléchie à l'ouest et rappelant la direction nord  $5^{\circ}$  ouest, qui a son reflet dans le cours du Var ; c'est, d'après les analogies, le système corse de soulèvement.

En étudiant l'ensemble des dyckes volcaniques du pied de l'Esterel, à la descente vers l'est, on trouve que la direction des dyckes nombreuses est nord  $16^{\circ}$  ouest.

La direction des dyckes d'Esclans et de la Bouverie,

Analogies  
de directions  
des dyckes volca-  
niques et des  
filons.

vers le Blavet, donne le chiffre nord 19° ouest. La direction moyenne est nord 18° ouest, et rappelle le système du Ténare.

Vers le quartier de Saint-Jean à l'Estérel, on trouve une dycke orientée 52° ouest et rappelant le système Rougiers-Beaulieu.

Les dyckes de Saint-Tropez et d'Antibes sont orientées au nord-est, suivant le système des Alpes occidentales.

Tandis que l'on rencontre au quartier de Saint-Jean :

A l'Estérel, une dycke orientée. . . . Est 22° nord,

A la Signe, une dycke. . . . Est 17° nord ;

Dyckes dont la direction moyenne représente les Alpes principales. On voit ici, bien plus encore que dans les filons, dominer les soulèvements nord-ouest et l'influence prépondérante des dislocations parties du centre volcanique de la France.

Les lignes stratigraphiques que nous avons déduites de l'observation des couches, des crêtes, des montagnes, des vallées, des cours d'eau de la Provence, des filons et des dyckes volcaniques permettent de faire un rapprochement intéressant ; elles paraissent osciller, dans les trois périodes géologiques, autour de cinq directions principales et de leurs perpendiculaires :

Pentagone dérive du pentagone européen et offrant la formule des principaux axes de dislocation de la Provence.

	Lignes perpendiculaires.
Ligne Nord 18° est. . . . .	Est 18° sud.
— Nord 18° ouest. . . . .	Est 18° nord.
— Nord 54° est. . . . .	Nord 36° ouest.
— Nord 54° ouest. . . . .	Nord 36° est.
Ligne est ouest. . . . .	Nord sud.

Les dislocations peuvent avoir ainsi une représentation locale qui donnerait un pentagone régulier, dont un des sommets serait dans la rade de Toulon, dont la base opposée serait la ligne est-ouest passant par Sisteron. Le pentagone régulier, appuyé sur le méridien de Toulon,

exprime très-bien la symétrie générale des dislocations qui se manifestent autour de ce méridien.

Deux parallèles remarquables rattacheraient ce pentagone dérivé au grand pentagone européen de M. Élie de Beaumont, la ligne parallèle au système du Rhin, qui passe par le Var, et très-rapprochée de notre ligne mont Rose et Viso, passant par la Vinea et Siagne, tandis que le système du Rhin nous offre, à peu de distance de là, des traces évidentes dans l'alignement des dépôts houillers du groupe de l'Esterel. Le rôle important que jouent l'Etna et le système du thuringerwald dans le pentagone européen est manifesté en Provence par la ligne de dislocation Rougiers-Beaulieu, et surtout par le soulèvement muschelkalk, qui, partant des environs de Toulon parallèlement au système du thuringerwald, nord 53° ouest, joint les volcans du Cantal avec l'Etna.

Le système méridien de Toulon passe par deux points milieu des côtés du pentagone tracé par les lignes octaédriques de M. Élie de Beaumont. Enfin notre système est-ouest est à très-peu de chose près ( $1/2$  degré) parallèle au grand cercle primitif du pentagone européen, passant par la côte méridionale d'Angleterre et la mer d'Azof.

Notre système nord  $43\ 1/2$  ouest a des rapports si saisissants avec le système du Morbihan nord 44° ouest, signalé par M. Élie de Beaumont, qu'il paraît n'en être qu'une récurrence, tandis qu'il satisfait, à bien peu de chose près, à l'orientation de la bissectrice des angles du système nord 54° ouest et nord 36° ouest.

En rattachant ainsi les directions observées en Provence aux grandes conditions géométriques d'un système dérivé du grand pentagone européen, les lignes de dislocation que nous avons observées satisfont aussi à une condition locale remarquable; elles offrent des rapports frappants avec les lignes magnétiques et leurs principales oscillations.

Rapport de la stratigraphie avec les principales lignes magnétiques de la Provence.

La ligne de plus forte déclinaison en Provence est en nombre rond à Toulon nord  $19^{\circ}$  ouest; la ligne isogonique, passant par le même point, est nord  $19^{\circ}$  est.

La ligne isoclinique est. . . . Est  $19^{\circ}$  à  $21^{\circ}$  nord.

La ligne isodynamique. . . . Est  $25^{\circ}$  à  $26^{\circ}$  nord.

Il est remarquable de voir à quel point ces angles se rapprochent du système du Rhin à Toulon, nord  $18^{\circ}$  est, du système du Ténare, nord  $18^{\circ}$  ouest. Le système de la Sainte-Baume, est  $22^{\circ}$  nord, et le système Sancerrois, est  $30^{\circ}$  nord, ont pour direction moyenne la ligne isodynamique. Les lignes des Alpes principales, est  $17^{\circ}$  à  $18^{\circ}$  nord; celle des Pyrénées, est  $22^{\circ}$  sud; celle du Viso, nord  $22^{\circ}$  ouest sont perpendiculaires, a peu de chose près, aux directions de lignes magnétiques. La ligne des Alpes principales marche dans le sens de la plus grande variation de l'angle de déclinaison.

D'après les observations magnétiques connues et combinées par M. Chazallon, dans l'*Annuaire des marées de 1854*, les variations extrêmes de l'aiguille aimantée donneraient, pour l'écart *maximum*, vers l'est, nord  $10^{\circ}$  est, et pour ligne moyenne, nord  $4^{\circ} 1/2$  ouest: ces deux lignes se rapprochent encore de deux systèmes observés en Provence: système du Vercors et système Corse.

Ainsi, les dislocations offrent des rapports tels avec les axes principaux du magnétisme local, qu'il y a quelques raisons pour penser que les influences magnétiques et les dislocations géologiques ont une origine commune... Nous avons déjà fait ressortir, dans d'autres écrits, les rapports du magnétisme terrestre avec les courants atmosphériques... Il y a donc dans les dislocations du globe, dans les courants électriques, dans le cours des eaux et dans les courants atmosphériques, un ensemble de rapports et de correspondances qui nous laissent entrevoir par de nouveaux côtés l'admirable unité que la Providence sait

faire ressortir des phénomènes les plus variés. Le hasard n'a présidé à rien, ni aux inégalités du sol, ni aux courants aqueux, ni aux déplacements aériens : l'ordre et l'harmonie se reflètent partout.

Résumé des  
principaux résultats  
offerts par la  
stratigraphie de  
la Provence.

Il est résulté des études sur la Provence, des confirmations et des rapprochements inattendus. Les analogies des formations et des débris organiques se maintiennent de la manière la plus saisissante entre les Vosges et les Maures jusqu'à la période crétacée : ce qui conduirait à penser qu'il y a eu libre communication entre les mers des deux systèmes de dépôts. Mais à partir de la période crétacée, les analogies s'arrêtent tout comme si un obstacle s'était placé entre les bassins de deux régions, et cet obstacle n'est-il pas évidemment la masse des montagnes dépendant du système du Viso? On trouve dans l'interruption des analogies des Vosges et des Maures, la *preuve* de l'apparition des montagnes, dépendant du Viso, à la *période crétacée*. Ainsi se révèle une surprenante vérification des résultats énoncés par M. de Beaumont, sur l'âge des soulèvements.

Les rapports entre les Alpes et les montagnes de la Provence se retrouvent dans les formations de calcaire à chama, qui existent aux bords du lac Majeur comme auprès de l'Esterel. D'autre part, les roches ignées des lacs Majeur et Lugano sont tout à fait pareilles à celles du littoral de l'Esterel.

La ligne des Alpes occidentales, qui joint la crête du mont Blanc avec la crête occidentale du massif du Monestier, ne vient-elle pas se poser vers Bouc, près de l'embouchure du grand Rhône, comme la ligne des roches éruptives des lacs Majeur et Lugano se réunit aux roches éruptives de l'Esterel, par une parallèle aux Alpes occidentales? De sorte que les deux groupes de roches volcaniques de l'Esterel et du lac Majeur jouent un rôle tout à



fait pareil aux deux extrémités de la grande série des dislocations des Alpes occidentales.

Ces deux groupes volcaniques sont posés, l'un directement à l'est du mont Blanc, et l'autre sur le prolongement de son *méridien* !

Les symétries de longueur, de figure et de composition minéralogique se rencontrent donc dans les derniers termes de la série sédimentaire, entre les Alpes et la Provence : de même que dans les terrains plus anciens se sont établies les analogies entre les Maures et les Vosges.

Absolument, comme les Pyrénées ont leur ligne volcanique parallèle et égale dans la direction joignant les masses volcaniques de Lodève et Montpellier, passant par les débris volcaniques des environs de Saint-Nazaire et de Toulon, et aboutissant au sommet du mont Rotundo, après avoir signalé les embouchures du Rhône. C'est encore cette dernière ligne qui se fait remarquer, auprès de Sainte-Rome, dans l'Aveyron, par des filons parallèles à la direction des Pyrénées et formés dans les dépôts jurassiques.

Les idées de perpendicularité de systèmes contemporains énoncées pour la première fois par M. Élie de Beaumont, trouvent en Provence de fréquentes applications dans l'identité d'âge du système de la Sainte-Baume et celui du Viso, et du système des Pyrénées relativement au système que nous appelons des monts Rose et Viso. Ces observations et ces rapprochements permettent de retrouver, dans le massif des Alpes, les dislocations de l'époque des Pyrénées; et dans le massif des Pyrénées, les dislocations de la période du grès vert ou du Viso.

Enfin les alignements des embouchures, des confluentés et des sources rapprochés pour la première fois, des lignes des dislocations des montagnes permettent de ramener aux

mêmes lois la topographie des fonds de vallées et celles des chaînes élevées, et les gisements d'eaux souterraines. Tous les accidents de la surface se plient ainsi aux grandes règles découvertes pour les lignes saillantes! Les détails de l'exploitation des mines, des recherches de sources, des puisards destinés au drainage, se ramènent à l'étude la plus générale des lois de la croûte terrestre!

Les lois du globe se développent dans leur majestueuse grandeur et leur précieuse utilité!

Application de la géologie à la recherche des sources et au drainage.

Les lois des dislocations sont le flambeau qui doit éclairer la recherche et l'exploitation de toutes les substances minérales.

Les travaux souterrains et les excavations plus ou moins profondes sont sans cesse entravés par les dérangements que subissent les dépôts des matières exploitées, par leurs changements de nature et d'allure, par les obstacles ou les facilités que l'arrivée ou la fuite des eaux peut rencontrer dans les fractures des couches. Ainsi, indépendamment de l'immense intérêt théorique qui s'attache aux recherches que nous venons d'exposer, il y a dans cet ordre de travaux, la plus utile des applications de la géologie : c'est le côté le plus pratique des études minéralogiques.

Mais la plus largement féconde en applications est celle des gisements d'eau et des failles absorbantes.

Les eaux d'irrigation sont, dans le midi de la France, la plus grande richesse pour l'agriculture, comme les eaux stagnantes en deviennent le plus grand fléau.

Les eaux d'irrigation qui ne proviennent pas des cours d'eau sont fournies par les sources. Les sources superficielles ne sont que des amas d'eau établis à peu de distance sous le sol, lorsque les roches sous-jacentes sont

*imperméables*, et qu'elles peuvent former un véritable fonds de bassin.

Les eaux superficielles suivent la pente des bassins ; éparpillées dans les parties les plus larges, elles se concentrent dans les étranglements. Des fouilles faites en travers de ces étranglements peuvent mettre les eaux en évidence.

Les eaux superficielles généralement peu considérables n'ont d'importance que lorsqu'on peut réunir les produits d'une grande étendue. D'après les recherches auxquelles nous nous sommes livrés sur l'ensemble de la Provence, la filtration moyenne annuelle est de 324 millimètres en hauteur ; elle correspond, pour un hectare, à un débit moyen de 8 mètres 8 centimètres par vingt-quatre heures, à peu près un module d'eau. Ainsi, la filtration recueillie sur un hectare de terrain, à sous-sol imperméable, peut fournir un jet continu un peu inférieur à un denier ou à un module d'eau.

Les travaux d'écoulement des eaux superficielles sont de même ordre que ceux de la recherche des sources : on facilite l'évacuation de ces eaux pour éviter les dommages qu'elles causent aux sols cultivés.

Les terres argileuses à sous-sol de marne imperméable peuvent, d'après nos observations, offrir l'inconvénient d'une humidité excessive pendant la saison des pluies du climat provençal, sur les lieux même ou la pente générale atteint le chiffre de 2 sur 100, où de 20 millimètres par mètre. Le terrain, détremé pendant la saison humide, se rapproche, devient plus serré et plus compacte sous l'influence de la dessiccation progressive de l'été. Il devient bientôt le sol à la fois le plus dur, le plus rebelle aux labours et le plus profondément desséché. Ainsi les travaux d'évacuation des eaux superficielles, le drainage, en un mot, est encore plus utile

dans la Provence que dans le nord de la France, et il doit être pratiqué sur presque tous les sols marneux et argileux.

**Détermination  
des sols à drainer.**

Ainsi les régions couvertes par les détritits des schistes micacés, de schistes argileux, tels que ceux qu'on rencontre dans les parties basses des environs de Saint-Tropez et d'Hyères exigent des travaux de drainage. Les sols composés des argiles du grès rouge, du grès bigarré, des marnes, du muschelkalk, du lias, de l'étage inférieur du jura moyen, du jura supérieur et du calcaire à chama; les sols provenant de la craie inférieure marneuse, des argiles des tertiaires anciens et moyens comme ceux des marais, des deltas du Gapeau, de l'Argens et du Rhône; enfin les terrains tourbeux exigent tous le drainage. Au contraire, les terrains essentiellement perméables, ceux qui sont naturellement fissurés, dérivent tous des masses de calcaires épaisses. telles que celles offertes par l'étage moyen du calcaire conchylien ou muschelkalk, et du calcaire du lias. Mais ce dernier étage calcaire est peu puissant en Provence, et ce sont les marnes imperméables qui dominent de beaucoup dans le terrain jurassique inférieur. Les grandes masses calcaires sont, en Provence, dans le jura moyen et dans le calcaire à chama, correspondant aux formations les plus modernes du jura et du dépôt qui suit ses plus récentes parties, sur une épaisseur totale de 559 mètres.

Le terrain néocommien du sud de la Provence offre un ensemble de 238 mètres de grès sables et calcaire perméables. Plus des deux cinquièmes sont perméables: tel est le cas des montagnes et des côteaux de Ceyreste et de Roquefort (Bouches-du-Rhône).

Les terrains crayeux sont généralement perméables; il n'y a de l'imperméabilité que sur les parties où règnent des calcaires marneux, environ 70 mètres sur 840 mètres;

c'est-à-dire moins du dixième de la puissance totale : 770 mètres sont perméables.

Les terrains tertiaires sont généralement argileux et imperméables : tels sont les bassins des environs de Rians, de Saint-Martin-de-Palières, de Montmeyan, de Salernes; la région est-nord-est de la vallée de l'Arc, les environs de Pierrevert, Montfuron, Sigonce, près Manosque et Forcalquier. On ne trouve de la perméabilité dans les dépôts tertiaires que dans les étages formés de calcaires compactes, comme dans le calcaire à lignite de Fuveau, offrant plus de 300 mètres d'épaisseur, ou comme dans l'étage immédiatement supérieur formé du calcaire du Tholonet, occupant sous le plateau d'Arbois, au nord de Marseille, une épaisseur de plus de 80 mètres.

Les terrains de mollasse marine sont généralement perméables sur une épaisseur d'environ 50 mètres, c'est-à-dire sur les deux tiers de leur puissance. Enfin les détritrus du granite et du grès sont d'autant plus perméables, que les roches sont plus friables : mais la perméabilité du détritrus granitique n'est que superficielle, le sous-sol est imperméable.

Ainsi la classification des terrains perméables et imperméables de la Provence se déduit du tableau des surfaces occupées par les diverses formations.

Le département du Var offre une étendue totale de 7226 kilomètres carrés, divisés comme il suit :

	Kilomètres carrés.
Terrains perméables. . . . .	3815 5
Terrains imperméables. . . . .	3217 5
Surfaces des eaux, marais, lit de rivière. . . . .	93 »
Routes et terrains improductifs. . . . .	100 »
Total. . . . .	7226 »

Division du département du Var en sols perméables et imperméables.

Étendue occupée par les diverses formations géologiques.

Relativement à la surface occupée par les diverses

formations, le département du Var offre les divisions suivantes :

	Kilometres carres.
Terrain primitif, granite, gneiss, schistes micacés. . . . .	780 75
Terrain cambrien et silurien. . . . .	346 »
Grès houiller, grès rouge, grès Vosgien.	803 25
Grès bigarré muschelkalk et lias. . . . .	880 »
Jura moyen et supérieur, ou calcaire à chama. . . . .	3157 »
Terrain crétacé. . . . .	836 »
Terrain tertiaire. . . . .	309 »
Terrain de transport. . . . .	108 »
Alluvion. . . . .	6 »
<b>Total. . . . .</b>	<b>7226 »</b>

Les terrains perméables correspondent aux étendues suivantes :

	Kilometres carres.
Partie imperméable de muschelkalk (grandes assises calcaires). . . . .	490 »
Assises calcaires du jura moyen et du calcaire à chama. . . . .	3157 »
Terrain crétacé partie perméable. . . . .	752 4
Terrain tertiaire perméable. . . . .	30 9
Terrain de transport. . . . .	54 »
<b>Total du terrain perméable. . . . .</b>	<b>4484 3</b>

	Kilometres carres.
Terrains imperméables : terrains primitifs, cambrien, silurien, grès houiller, grès rouge, grès vosgien, grès bigarré. . . . .	1930 »
Partie du terrain du trias lias et base du jura moyen. . . . .	390 »
Partie du terrain crétacé. . . . .	83 6
— terrain tertiaire. . . . .	278 1
— terrain de transport. . . . .	54 »
— terrain alluvion. . . . .	6 »
<b>Total des terrains imperméables. . . . .</b>	<b>2741 57</b>

Le terrain perméable forme plus des trois cinquièmes de la surface du département du Var, et il est essentiellement formé des étages jurassiques moyen et supérieur qui occupent généralement la partie haute du département : le terrain perméable ne vient plonger dans la mer que vers les deux extrémités du département, à l'est vers Antibes, à l'ouest vers les Baumelles : de là résulte que les eaux absorbées par les sols perméables du département se déversent en sources nombreuses sur les terres des côteaux inférieurs, et se présentent dans les circonstances les plus propres à favoriser l'irrigation, et qu'il n'y a qu'une très-faible portion enlevée par les sources sous-marines existant seulement sur les points du littoral atteints par le sol perméable.

Dans les parties des Maures qui avoisinent les terrains cultivés, il serait possible de mettre à profit l'imperméabilité du sol, en exécutant des barrages où l'eau serait retenue sans autre perte que celle due à l'évaporation; et celle-ci serait bien atténuée sur les points où des défilés et des gorges étroites permettraient de donner aux bassins de retenue une grande profondeur.

Ainsi les deux plus grandes améliorations agricoles à exécuter sur le sol imperméable seraient : le drainage et les barrages; mais ce dernier système peut faire naître des exhalaisons insalubres et doit être appliqué avec prudence.

Le drainage devrait s'étendre sur une superficie correspondante au tiers de la surface totale imperméable des Maures; ce qui est, à très-peu près, la proportion que doivent occuper les cultures : ce serait donc une étendue à drainer de 640 kilomètres carrés ou de 64,000 hectares. Dans le système cultural actuel, le but du drainage est déjà atteint par les murs en amphithéâtre, qui, sur une étendue de 390 kilomètres carrés, soutiennent les coteaux des

marnes du muschelkalk, du lias et du jura moyen : il ne resterait qu'à assainir les terrains imperméables, crétacés, tertiaires, de transport et d'alluvion s'élevant à 421 kilomètres carrés.

Le drainage aurait un immense rôle à jouer dans le département, si les terrains imperméables correspondants aux Maures et aux coteaux de trias étaient distribués en plaines basses et en fonds de vallées cultivées. Mais il n'en est point ainsi ; la plus grande étendue de la région des maures est formée de montagnes à pentes assez rapides et découpée en chaînons multipliés par les nombreux systèmes de soulèvements que nous avons exposés. De sorte que la région des Maures est généralement couverte de forêts de pins maritimes, de chênes lièges, de bruyères, d'arbousiers ; une petite portion est cultivée. C'est dans cette dernière partie que le drainage serait une importante amélioration à réaliser, dans le double but de rendre les terrains humides propres aux cultures de prairies artificielles et de céréales, et de créer des sources artificielles destinées à satisfaire aux besoins de l'agriculture méridionale.

L'ensemble de la superficie du terrain susceptible d'être drainé dans le département du Var serait donc :

	Kilomètres carrés.
Surface des terrains à drainer dans le département du Var.	
Terrains anciens et secondaires jusqu'au grès bigarré inclusivement. .	640 »
Terrains du trias, du lias, de la base du jura moyen. . . . .	390 »
Terrains crétacés tertiaires et d'alluvion.	421 7
Total général. . . . .	1451 7

Sur une superficie totale de 7226 kilomètres carrés, 20 pour cent, ou le cinquième, est formé de terrains drainable. La majeure portion du sol, comprise entre le



trias et la base du jura moyen, est déjà drainée par voie de muralllements, reste à drainer environ 1061,7 kilomètres carrés.

Dans l'ensemble de la France, nous avons évalué le total des terrains drainables, aux 27 centièmes de la surface : proportion supérieure à celle que nous trouvons pour le département du Var. La raison de cette différence est dans la moindre étendue relative de sol cultivable du département du Var, et dans la plus large part qui doit y être faite au système forestier.

Parallèle du sol forestier et du sol cultivé dans le Var et dans la France.

Ainsi, dans l'ensemble de la France, le sol cultivé occupe

340,000 kilomètres carrés, 66 pour 100 du sol total.

Le sol boisé et les landes,

160,000 kilomètres carrés, 32 pour 100 du sol total.

Dans le département du Var, le sol cultivé occupe

2433 kilomètres carrés sur 7226 kilomètres carrés ou 33 pour 100.

Le sol boisé et les landes,

4839 kilomètres carrés ou près de 63 pour 100.

Dans l'état actuel des choses, les bois couvrent, dans le département du Var, une portion du sol proportionnellement *deux fois* plus forte que dans le reste de la France, et les terres cultivées y sont réduites à la moitié du contingent qu'elles occupent moyennement dans le reste du pays. Il n'est donc pas étonnant qu'en admettant même de notables progrès dans la culture, nous arrivions à une part encore un peu inférieure à faire aux travaux de drainage.

Si les muraillements du département du Var étaient combinés ou modifiés de manière à réunir toutes les eaux de filtration qui s'écoulent à leur pied, on obtiendrait des suintements dont la réunion pourrait former des sources artificielles importantes. Dans les travaux que nous avons fait exécuter au pied des murs, nous avons en effet toujours recueilli des eaux... Pour en faire une ressource considérable, il suffirait de ménager les pentes des fondations des murs et de les faire aboutir à un récipient commun.

L'ensemble de la masse d'eau qu'on pourrait ainsi réunir serait telle, que 6 hectares pourraient donner l'eau nécessaire pour couvrir 1 hectare de 193 centimètres d'eau. En admettant que la moitié seulement de cette hauteur de la nappe d'eau fût utilisée, il resterait encore assez d'eau pour former sur 1 hectare une nappe élevée de 96 centimètres. Ce serait une masse supérieure à celle exigée par une irrigation bien dirigée. Ainsi les travaux de drainage exécutés sur 1451 kilomètres, 7 carrés permettraient d'arroser 242 kilomètres carrés. Or les irrigations actuelles ne s'appliquent, dans le département du Var, qu'à 60 kilomètres carrés.

Proportion du sol perméable et du sol imperméable dans les divers départements de la Provence.

Si l'on compare les surfaces occupées par les terrains imperméables dans les diverses parties de la Provence, on obtient les résultats suivants :

		Kilomètres carrés.
Basses-Alpes. . .	Étendue totale. . . . .	7296 »
—	Terrains imperméables. . .	4534 3
—	Étangs, lacs et rivières, surface des eaux. . . . .	199 7
Vaucluse. . . .	Étendue totale. . . . .	3390 »
—	Terrain imperméable. . . .	1189 7
—	Surface des eaux. . . . .	83 3
Bouch.-du-Rhône.	Étendue totale. . . . .	5068 »
—	Terrains imperméables. . .	2125 5
—	Surface des eaux. . . . .	387 5

Dans les Bouches-du-Rhône et de Vaucluse, les sols imperméables sont tertiaires; ils sont formés essentiellement de lias et de terrain crétacé marneux dans les Alpes, tandis que dans le Var, ils appartiennent aux terrains antérieurs au jura.

La proportion du sol imperméable dans les quatre départements que nous venons d'étudier est

Vaucluse. . . . .	32	pour 100	de la surface.
Var. . . . .	33	—	—
Bouches - du - Rhône.	42	—	—
Basses-Alpes. . . .	62	—	—

Les terrains imperméables des Basses-Alpes sont très-inclinés dans leur majeure étendue : à peine pourrait-on trouver avantage à drainer utilement pour la culture le cinquième de l'étendue du département, c'est-à-dire la même proportion que dans le Var.

Dans les Bouches-du-Rhône et Vaucluse, le drainage devrait être plus développé : des terrains bas et compactes tels que ceux que forment le sol de la Camargue, dans les Bouches-du-Rhône, ou la terre des paluns du bassin de la Sorgue, dans Vaucluse, sont dans les meilleures conditions pour être drainés avec bénéfice. Nous avons évalué, ailleurs, la proportion moyenne des terrains à drainer en France, à 27 centièmes de la surface, la moyenne des proportions indiquées pour les quatre départements de la Provence nous ramène à 29 centièmes.

Les terrains perméables ne sont en général recouverts que d'une couche mince de terre végétale. Tel est le cas que présentent, surtout, les sols supportés par les calcaires : les sols perméables, qui doivent cette propriété à la grande abondance du sable, sont impropres à nourrir des végétaux avides d'engrais : de là il résulte que la

Les sols très-perméables ne conviennent bien qu'à la production forestière.

majeure partie des sols perméables calcaires et siliceux n'est propre qu'à la végétation forestière. C'est ainsi que, dans le département du Var, les forêts occupent les deux régions extrêmes, au nord et au midi, du département. Au nord, les forêts de chêne blanc et de chêne vert, sur le grand plateau calcaire appelé la *Montagne*; au midi, les pins maritimes, dans les inégalités de la région des *Maures*.

Dans le département des Bouches-du-Rhône, sur les montagnes du calcaire jurassique et du calcaire à chama, c'est la végétation forestière des pins d'Alep. Dans *Vaucluse*, sur les flancs du *Ventoux*, les forêts de chênes blancs; et, enfin, dans les *Basses-Alpes*, on ne trouve que des débris de forêts appartenant aux régions froides; tandis que vers le bassin de la *Durance*, la végétation forestière se rattache à celle de *Vaucluse*.

Mais les terrains perméables ont un autre rôle agricole: outre celui de la production forestière, ils sont destinés à alimenter les sources importantes et durables.

Les sources profondes se subdivisent en sources artésiennes ou en nappes, et les sources de cavernes.

Les sources artésiennes sont de véritables couches d'eau emmagasinées dans certaines couches perméables encaissées entre deux systèmes imperméables... L'alimentation des nappes artésiennes importantes ne s'établit pas seulement par la filtration à travers les affleurements des couches exposées aux pluies, mais encore par les déversements qui s'y opèrent dans les endroits où les nappes perméables viennent au contact des calcaires fissurés et pénétrés d'eau.

L'origine première des eaux artésiennes est, généralement, la même que celle des eaux de caverne, la filtration dans les calcaires fendillés.

Les couches aquifères tertiaires que nous avons particulièrement étudiées dans le bassin de *Marseille*, nous ont offert, dans le quartier des *Aygalades*, le phénomène

remarquable de sources émanées des cavités de calcaire à chama, et s'introduisant dans les bancs sableux intercalés dans la formation tertiaire de cette localité. Ainsi, la partie la plus essentielle de l'alimentation des sources artésiennes et des grandes sources coulant à la surface, se fait à l'aide de l'absorption des eaux dans les calcaires fendillés. Cette absorption s'établit par la filtration directe des eaux pluviales; c'est le cas de tous les grands plateaux, comme celui du Ventoux, qui domine Vaucluse; celui de Canjeux, près d'Aiguines et de la chaîne de Cabrières, d'où émane Fontaine-l'Évêque; comme celui encore du Gaud, vers Mons, alimentant les sources de la Siagne.

Le plateau du Ventoux appartient au calcaire à chama; les plateaux de Mons et d'Aiguines sont formés plus généralement de calcaire du jura moyen. Nous ne connaissons qu'une seule source importante alimentée par les calcaires tertiaires: c'est la fontaine de Marignane, qui coule à Saint-Victoret, non loin de l'étang de Berre: elle est évidemment alimentée par le calcaire du Tholonet, formant l'aride plateau d'Arbois, entre Aix et l'étang de Berre.

Plus les grands plateaux sont arides, plus est grande la proportion d'eau pluviale enlevée par absorption, et ils sont d'autant plus arides qu'ils sont plus crevassés. C'est ainsi que le plateau de calcaire tertiaire ancien de Faveau est devenu plus aride et plus fécond en eaux souterraines, depuis que l'exploitation des lignites a augmenté les excavations et les fractures du terrain.

Outre l'absorption directe, il y a l'alimentation indirecte; c'est celle qui s'opère lorsque des crevasses absorbent des cours d'eau déjà formés et réunis à la surface.

Alimentation  
des sources par  
puits absorbants.

C'est ainsi qu'auprès de Marseille, entre Aubagne et

Gémenos, toutes les eaux des terres basses de Gémenos, après avoir été retenues par les argiles tertiaires, viennent s'engouffrer dans les puits absorbants offerts par les calcaires à chama, qui bordent au sud le petit bassin de Gémenos à Aubagne. Ces puits absorbants, connus en Provence sous le nom d'*Embucs*, ont déjà été signalés plus haut. Ils suivent les alignements des sources : c'est ainsi qu'un même alignement, parallèle aux eaux thermales de Gréouls à Digne, couvre les sources de Sorps, de Barjols, de Seillons, de Saint-Zacharie, de Gémenos et la source sous-marine de Cassis. Comme les embucs de Gémenos, les puits absorbants déversent dans les vernes les eaux des petits bassins imperméables sans écoulements apparents. Ainsi s'échappent, vers la mer, les eaux du bassin de Cuges, ainsi les eaux du bassin tertiaire d'Artignosc, celles du bassin de Saint-Julien le Montagnier, une grande partie des eaux des petites vallées tertiaires de Rians à Esparron et Ginasservis viennent grossir le volume des eaux filtrées à travers les calcaires secondaires qui les encaissent.

Les puits absorbants suivent les mêmes alignements que ces sources.

Eaux torrentielles ou stagnantes des terrains imperméables absorbées par les terrains perméables ambiants.

Dans le département de Vaucluse, la Nesque, grossie des eaux du petit bassin tertiaire de Sault, vient se perdre pour accroître le volume des filtrations alimentant la belle source qui a donné son nom au département.

Aux environs d'Apt, le Calavon éprouve de même une absorption au contact des rocs de calcaire à chama, sur lesquels passe le lit de la rivière.

En supputant les filtrations du terrain perméable qui alimentent une source, on doit donc y faire entrer le tribut des terrains imperméables qui est déversé par les puits absorbants dépendant du système d'alimentation de cette source.

L'ensemble des sources du département du Var, étudié avec un soin et une intelligence remarquable par le savant

ami et maître M. Bosc, offre les résultats consignés dans le tableau suivant :

		Litres par seconde à l'étiage moyen.
<i>Massif de la montagne.</i>	Fontaine-L'Évêque et source d'Artagnosc, et sources en aval de ce point . . . . .	6000
	Argens, 14 affluents. . . . .	12688
	Siagne, 3 affluents . . . . .	4721
	Riou de Bargemont, affluent de l'Argens. . .	128
	Riou de Seillans, affluent de la Siagne. . . .	73
	Camandre à Fayence, <i>id.</i> . . . . .	89
	Camiole à Callian, <i>id.</i> . . . . .	61
	La Brague. . . . .	266
	Loup. . . . .	1667
	Artuby. . . . .	454
	Cagne. . . . .	440
	Estéron, 4 affluents. . . . .	1743
	L'Arc. . . . .	94
	<i>Massif de la Sainte-Baume.</i>	L'Huveaune. . . . .
La Reppe. . . . .		106
Dardenne. . . . .		146
Gapeau et Réal-Martin. . . . .		1718
Total. . . . .		31080
<p>Outre ces sources intérieures au département du Var, il y a les ressources que peuvent offrir ses derivations sur deux cours d'eau qui coulent sur la frontière du département.</p>		
	Le Var donnant à l'étiage. . . . .	28000
	Le Verdon donnant avant son entrée dans le département. . . . .	4000

Nous avons déjà vu que l'étendue totale du terrain perméable du Var est de 4484 kilom carr.,3. Cette étendue, comparée au volume des sources considérées à leur étiage, montre que dans le département du Var, pour produire une source donnant à son étiage 1 mètre cube par seconde, il faut, au plus, 144,4 kilomètres carrés de terrains perméables. Il est évident que toutes les eaux absorbées par les terrains perméables du département du Var ne sont pas exactement représentées par les sources, puisqu'il y a des sources sous-marines qui enlèvent une portion des filtrations. Ces sources ne peuvent se manifester

Rapport entre le débit des sources et l'étendue du sol perméable du Var.

Sources sous-marines.

que dans les localités suivantes, où le sol perméable plonge sous les flots. Entre Cannes et Nice, à l'est, et entre Toulon et le golfe des Lignes, à l'occident du département.

Une grande source sous-marine se manifeste en effet dans le petit golfe de Cannes, vis-à-vis la partie du rivage formée de muschelkalk : cette source se met en évidence pendant les temps calmes, par un petit bouillonnement ondulatoire : elle est située vers le point du cap Croisette, où le rapprochement de la ligne sans fond indique un rivage si abrupte que sa pente moyenne est de 27 p. 100.

Plusieurs sources analogues existent très-probablement dans le golfe Jouan, près Antibes, et dans le golfe de l'embouchure du Var. Lorsqu'on examine la composition du littoral de Nice à Gênes, on retrouve toutes les circonstances caractéristiques des sources sous-marines, terrains perméables arrivant jusqu'au contact des flots, et rapide dépression du fond de la mer vers le littoral ; aucun cours d'eau important n'établit d'ailleurs un grand centre de réunion aux eaux absorbées : on trouve, en effet, au sud de Menton, des sources tellement abondantes qu'elles adoucissent l'eau marine ; les eaux douces qui jaillissent dans le golfe de la Spezzia, offrent un autre exemple bien connu de ces grandes sources sous-marines.

Sources sous-marines de Saint-Nazaire, la Ciotat, Cassis.

Dans la partie occidentale du département du Var, les sources sous-marines ne se montrent plus qu'au contact des masses calcaires avec la mer, vers Saint-Nazaire et Bandol ; sur un point l'affluence de l'eau douce est tellement connue, qu'il y a auprès de la plage de Portissol, à l'ouest de Saint-Nazaire, un avancement nommé *pointe de la source*. Au nord de Bandol, les eaux intérieures sont, en effet, tellement abondantes, que un trou de sonde donné, en 1828, par M. Bazin, dans un puits de



recherche de mine creusé à la Cadière, amena une affluence d'eau qui nécessita l'abandon du puits inondé par l'eau jaillissante.

Plus à l'ouest, vers la Ciotat, les eaux de source sous-marine se présentent en plusieurs points. Aux *Capucius*; près la Ciotat, elles réduisent de trois quarts la salure de l'eau. A Cassis apparaît la grande source sous-marine de Port-Miou, qui émerge, par une ouverture dans le roc de 2 mètres carrés au moins; la force d'impulsion de cette eau se manifeste par un courant entraînant des corps flottants jusqu'à plus de demi-lieue du rivage.

Une sonde verticale tenue en suspension, en 1850, par M. le vicomte Julien de Villeneuve, dans le puits creusé près de l'émergence de cette source sous-marine, ne put pas demeurer verticale sous la charge de 16 kilog. Il fallut armer la sonde de 38 kilogrammes, pour obtenir une résistance à l'entraînement qui assurât la verticalité.

Observons en passant que la grande source sous-marine de Cassis s'aligne, d'une part, avec la source sous-marine de Cannes, parallèlement au système de la Sainte-Baume, et, de l'autre, avec la grande source de Vaucluse, au ord 22° ouest, parallèlement au système du Viso, qui est le système équivalent à celui de la Sainte-Baume.

Les sources sous-marines sont donc soumises à des lois aussi positives que les sources superficielles, et elles apparaissent toutes les fois que de grandes étendues de terrains perméables viennent former le rivage. Elles ne peuvent donc, dans le département du Var, livrer à la mer une partie des filtrations que vers les deux rivages calcaires, à l'est et à l'ouest. Il est ainsi parfaitement justifié que l'étiage des sources du département a été diminué de la somme des filtrations enlevées par quelques sources sous-marines non-jaugées, mais que cette diminution est très-petite. Le chiffre obtenu de 144,4 kilo-

Rapport qui existe entre la surface absorbante et le débit des sources dans les diverses régions de la Provence.

mètres carrés de terrain perméable par une absorption d'eau correspondant à un débit, à l'étiage, de 1 mètre cube par seconde, doit être bien rapproché de la vérité.

Le cours du Verdon nous offre une vérification de ce chiffre. L'étiage de cette rivière est certainement le résultat de tout le débit de la source qui coule dans son bassin. Or cet étiage moyen, mesuré vers Gréoulx, est de 10 mètres cubes, et les terrains perméables du bassin de ce cours d'eau sont de 1444<sup>kilom. carr.</sup>,4; donc le débit de 1 mètre cube de l'étiage pour les sources du Verdon correspond à 144<sup>kilom. carr.</sup>,4; ce chiffre est bien d'accord avec celui des sources du département du Var.

Dans les parties plus septentrionales de la Provence, sur le massif du Ventoux, l'ensemble des terrains perméables est formé

	Kilomètres carrés.
De calcaire à chama. . . . .	1620
Terrain tertiaire perméable vers Apt et vers Bédoin. . . . .	291
Total. . . . .	<u>1911</u>

Le débit des sources dépendant de ce système est formé

	Kilometres carrés
1° Par Vaucluse, étiage. . . . .	13 <sup>m</sup> »
2° Par les sources du Malaucène, du Largue et de la Laye, étiage. . . . .	1 <sup>m</sup> ,10
Total. . . . .	<u>14<sup>m</sup>,10</u>

Ce qui correspond à une surface absorbante de 136 kilomètres carrés et demi, par un mètre cube d'étiage.

La moyenne des résultats fournis par le Verdon conduit à une surface absorbante un peu supérieure à celle donnée par les terrains absorbants du Var; les résultats fournis par Vaucluse sont au contraire inférieurs. On

voit, dans tous les cas, que les lois d'absorption diffèrent faiblement dans les diverses parties de la Provence, et cependant les sources des Bouches-du-Rhône ne sont pas en harmonie avec ces résultats.

L'ensemble des terrains perméables des Bouches-du-Rhône est :

Sources des  
Bouches - du -  
Rhône.

	Kilometres carrés.
Calcaire à chama et terrain du jura moyen.	1455
Terrain tertiaire. . . . .	1100
	2555
Total. . . . .	2555

Les sources principales sont :

- La Duransole, près Saint-Chamas;
- Les Aygalades, près Marseille;
- Gémenos;
- Albertas et Château-Bas;
- Jouques, Meyrargues, Saint-Paul-lès-Durance;
- Font-Marignane.

Tout cet ensemble de sources reste inférieur à un étiage de 2<sup>mètres cubes</sup>,5; ce qui supposerait plus de 1000 kilomètres carrés pour 1 mètre cube à l'étiage. Les sources sous-marines expliquent cette anomalie : la source sous-marine de Port-Miou rend palpable la vérité de cette explication; et il devient ainsi probable que l'ensemble des eaux directement livrées, soit à la mer, soit au cours du Rhône s'élève à 15<sup>mètres cubes</sup>,36, par seconde, à l'étiage.

En sorte que, si dans le département du Var la plus grande partie des sources émerge sur terre, dans le département des Bouches-du-Rhône la grande majorité des sources est sous-marine.

Dans le département de Vaucluse. outre le système du Ventoux,

Sources des dé-  
partements de  
Vaucluse et des  
Basses-Alpes.

	Kilomètres carrés
L'ensemble du terrain perméable est formé du Leberon et d'une montagne calcaire vers Château-Neuf du Pape, calcaire à chama.	396
— terrain tertiaire perméable autre que Bedoin et environs d'Apt. . . .	309
Total. . . . .	705

Ce système absorbant n'étant représenté que par des sources de 1 mètre cube d'étiage émergeant près d'Apt, de Lourmarin, de Cucuron, Ansouis et la Tour d'Aigue, nous en concluons que, pour ce département, l'ensemble des eaux directement versées dans les lits du Rhône et de la Durance s'élève à 4 mètres cubes par seconde.

	Kilomètres carrés.
Le terrain perméable des Basses-Alpes se divise en calcaire à chama. . . . .	1360
— — — crétacé. . . . .	442
— — — tertiaire. . . . .	760
Total. . . . .	2562

L'ensemble des sources qui émergent dans le département ne représente pas plus de 4 mètres cubes d'étiage. Il se verse donc directement dans les lits de rivière 13 mètres cubes, 9 d'eau par seconde.

En résumé, les sources sont essentiellement sous-marines dans les Bouches-du-Rhône, fluviales dans les Basses-Alpes, partie fluviales et partie terrestres dans le département de Vaucluse : elles sont essentiellement terrestres dans le département du Var. Au point de vue de l'irrigation par les sources, le département du Var est plus favorisé que le reste de la Provence; il est plus favorisé que tout le reste de la France!

Rapports des sources avec la nature géologique du sol perméable.

Relativement à leur distribution sur les divers terrains perméables, les sources du Var offrent des résultats non moins intéressants.

L'étiage des sources émanées du terrain perméable du muschelkalk sont :

	Débit par seconde.
La Canal de Lorgnes et les Salettes, étiage.	48 litres.
Sources de Draguignan et de Trans. . . . .	2260
— de Pennafort. . . . .	118
— de font Durone. . . . .	60
— de Mouans ou Mouranchone. . . . .	212
— de Cabasse et Flassans. . . . .	146
— de Gonfaron, Pignans, Carnoules, Le Puget. . . . .	361
— de Riotort et des Carmes. . . . .	224
Total. . . . .	3429

L'étendue perméable du muschelkalk a été évaluée plus haut au chiffre de 490 kilomètres carrés, ce qui nous ramène, pour 1 mètre cube d'eau, à une surface absorbante de 142<sup>kilom.</sup>,8, chiffre bien voisin de 144,4 kilomètres fourni par la moyenne générale des divers terrains. Les autres sources du Var ont toutes leurs émergences dans le terrain marneux placé à la base du jura moyen. Cette dernière classe embrasse les huit neuvièmes des eaux de source du département du Var; elle correspond à un étiage de 27 mètres cubes 931 litres, absorbée sur une étendue perméable de 3,994 kilomètres carrés, formée de 3157 kilomètres carrés de calcaire jurassique et de calcaire à chama, de 752 kilomètres carrés de craie; le reste, de terrains tertiaires et d'alluvion.

La quantité d'eau pluviale annuellement absorbée est une fraction de la nappe de 600 millimètres, que l'atmosphère déverse chaque année sur le sol. Or l'étiage d'une source de 1 mètre cube correspond à un débit double pendant les hautes eaux et à un débit moyen de 1 mètre cube et demi. En un an, ce débit couvrirait 144,4 kilomètres carrés, surface absorbante d'une pareille source

Quantité d'eau pluviale absorbée dans les sols perméables de la Provence.

de 327 millim., 6 d'eau, chiffre légèrement supérieur à celui de 324 millimètres, que nos études sur le drainage nous ont fait adopter comme représentant la filtration dans l'ensemble du climat méditerranéen...

Ainsi l'eau des pluies se divise de la manière suivante dans le département du Var :

Évaporation.

Filtration dans les terrains perméables

328 millimètres (nombre rond). . 272 millim.

Dans les terrains imperméables, l'écoulement torrentiel, c'est ainsi qu'avec M. l'ingénieur Belgrand, nous désignons l'écoulement à la surface des sols imperméables, l'écoulement torrentiel est supérieur à la filtration, puisque le débit total des grands cours d'eau, comme le Var et la Durance, représente presque toute la masse d'eau tombée à la surface du bassin des rivières. Dans l'ensemble du département du Var, la seule fraction de l'eau pluviale enlevée par l'évaporation ou utilisée par la végétation est une nappe de 272 millimètres... Dans les circonstances les plus favorables, et dans le bassin de la Seine, l'eau pluviale enlevée par l'évaporation et la végétation correspond à une nappe de 474 millimètres.

Cette utilisation par la végétation et cette évaporation ont lieu, vers Paris, sous un climat bien moins chaud, bien moins ventilé que celui du département du Var ! Cette différence ne fait-elle pas sentir vivement le besoin d'utiliser complètement les grands magasins d'eaux souterraines providentiellement aménagés dans les cavités calcaires de la Provence ?

Importance des  
cavités caverneu-  
ses qui forment  
l'emmagasine-  
ment des sources :  
tufs et gypses  
émanés des cal-  
caires corrodés.

Ces cavités ont une importance frappante, chaque mètre carré de sol perméable doit offrir un approvisionnement annuel de 328 millimètres d'eau. Il est nécessaire qu'un pareil approvisionnement existe, puisque les

grandes sources ne tarissent pas même après l'absence des fortes pluies prolongée pendant une année. Le vide total dans les masses calcaires se compose non-seulement du volume du magasin de réception, mais encore du vide exigé par les canaux ultérieurs amenant la filtration dans les grands bassins. On ne peut donc évaluer le vide total à moins du double du bassin d'approvisionnement, c'est-à-dire à des excavations qui représentent 66 centimètres de hauteur par mètre carré de surface absorbante. L'ensemble de ces vides, de ces érosions intérieures explique les grandes formations de tufs, les masses de calcaires d'eau douce et des gypses tertiaires déposés à l'issue des sources entre Vaucluse, Fontaine-l'Évêque, etc.

L'ensemble des terrains de transports et des dépôts tertiaires du département du Var étant de 417 kilomètres carrés, les érosions des calcaires perméables peuvent avoir fourni à ces formations une masse de couches calcaires, de gypses, de tufs, correspondants à une puissance de 20<sup>mètres</sup>,50. Plusieurs bandes de poudingue n'ont d'autre liaison que celle fournie par un ciment calcaire constituant un dixième de la masse. Le calcaire dissous dans les cavernes du Var aura donc pu agglutiner plus de 200 mètres de poudingue dans le terrain pliocène. Ainsi l'étude des sources offre l'explication des remarquables formations tufeuses du Var, formation se continuant encore sous nos yeux, après avoir laissé de grandes traces sur le cours de la rivière d'Argens et dans les grands dépôts de tufs de Sillans, de Trans, de Grasse, et dans les poudingues tertiaires à ciment tufeux, comme celui de Valbourgés, près Draguignan, et Saint-Cassien, au bas de la vallée de la Siagne.

Dans le département des Bouches-du-Rhône, les eaux de ces grandes sources émergent du calcaire jurassique moyen comme à Gémenos et à Meyrargues, du calcaire

jurassique supérieur ou calcaire à chama, comme la Duransole, près le Fare, ou Traconade, près Jouques, ou enfin du terrain tertiaire, comme Font-Marignane, Albertas. sources de Château-Bas Les dépôts tufeux et gypseux ont joué un rôle considérable dans les sédiments tertiaires du bassin de l'Huveaune et du bassin de l'Arc. On trouve les tufs non-seulement au nord de Marseille, formant le pittoresque ermitage des Aygaldes, mais encore à l'est, dans le défilé entre Auriol et Roquevaire, et aux abords de la source de Gémenos.

Dans Vaucluse, la source principale émane du calcaire à chama, et ce calcaire est ici encore plus fissuré, plus caverneux que dans le département du Var, puisque une moindre étendue de terrain perméable a pu suffire à une même masse d'eau emmagasinée. Aussi les dépôts de calcaire d'eau douce, les tourbes, les dépôts gypseux sont-ils ici plus abondants encore! Les minerais de fer dus à la décomposition des pyrites qui ont fait naître le liquide corrosif des calcaires y sont représentés par le dépôt du minerai de fer de la caverne de Lagnes, par le minerai tertiaire de Mourmoiron, de Roussillon et de Rustrel, aux environs d'Apt.

Dans les Basses-Alpes, le ciment calcaire et tufeux du poudingue ancien de la Durance, le gypse et les argiles ferrugineuses tertiaires qui le supportent, attestent les dissolutions calcaires contenues dans les eaux courantes et dans les marais qui ont précédé la période actuelle.

Amélioration des  
puits absor-  
bants.

L'utilisation des eaux de filtration n'est pas le seul but qu'on doive se proposer, l'évacuation des eaux surabondantes des terrains imperméables peut encore trouver dans l'étude des failles et des dislocations de puissantes ressources. Ainsi tous les bassins tertiaires élevés du département du Var, tels que ceux d'Aups, Moissac, Fos-Amphoux, Salgues, Rians, les bassins de craie marneuse



de Taulane et de Broves peuvent être assainis en déversant les eaux par des trous de sonde dans les terrains perméables qui supportent les bassins, ou en les dérivant jusqu'au bord de ces petites vallées... Les puits absorbants naturels peuvent être améliorés en n'amenant que des eaux décantées par le passage dans un bassin épuratoire, en soutenant les eaux à faire absorber à leur niveau le plus élevé, de façon que l'absorption s'établisse avec la plus grande pression.

Dans les terrains de lias de Saint-Anastasia, près Brignoles, les eaux surabondantes pourraient être portées par des puits jusqu'aux couches perméables de muschelkalk sous-jacentes, et qui vont alimenter les sources de Méounes et de Pignans, inférieures au niveau de la vallée de Sainte-Anastasia.

En résumant tout ce qui précède, les eaux profondes, celles qui correspondent à des couches aquifères un peu suivies, sont fournies par les couches perméables intercalées dans les formations argileuses. Les plus faciles à atteindre entre ces couches sont celles qui sont situées dans les dépôts tertiaires dont la puissance ne dépasse pas ordinairement 200 mètres. Malheureusement les bassins tertiaires du Var sont peu étendus, les couches aquifères qu'ils peuvent contenir sont brisées par les nombreuses dislocations tertiaires que nous avons signalées. Aussi les eaux artésiennes abordables par des forages peu profonds, dans le département du Var, correspondent à des des amas irréguliers et très-limités. Les recherches artésiennes sont donc condamnées à peu de succès : les travaux dirigés sur le dépôt tertiaire moderne de la plaine de Saint-Maximin ; ceux qui ont été entrepris dans la vallée de l'Argens, vers Roquebrune, n'ont point amené de résultat sérieux.

Recherche des  
eaux.

Pour atteindre les grands gisements d'eau, il faudrait

souvent des percements de 400 à 500 mètres, à travers toute la masse tertiaire, pour aboutir aux vastes amas d'eau de la craie et du calcaire jurassique. Or ces opérations sont souvent trop longues et trop dispendieuses; cependant en face des points où des sources sous-marines se manifestent, aux environs de Cannes et d'Antibes, dans le muschelkalk ou dans le terrain crétacé de La Cadière et de Saint-Cyr, dans la partie occidentale du département, on pourra n'avoir à percer que 120 à 200 mètres, distance qui sépare la craie superficielle des sables de la craie moyenne, ou le muschelkalk supérieur marneux du muschelkalk fissuré inférieur.

Mais vers le golfe des Lèques, soit que l'on veuille à travers le grès vert atteindre les calcaires néocomiens affleurant vers les montagnes arides de Roquefort, soit qu'il faille plus profondément encore percer jusqu'aux sables néocomiens, on aurait à percer des profondeurs de 500 à 600 mètres.

Au lieu de percer à de telles profondeurs, il serait préférable d'atteindre par des galeries perpendiculaires au développement des bassins intérieurs, les plus importants gisements, et de leur faire subir ainsi de véritables saignées... Les travaux qui traverseront, du sud au nord, le grand plateau calcaire de la montagne du Var, auront pour conséquence la dérivation de quelques-unes des masses d'eau gisantes dans cette remarquable surface absorbante couronnant le département du Var : les percements judicieusement établis en mettant à profit les fonds de vallons les plus voisins des grands réservoirs souterrains, peuvent devenir le procédé le plus profitable pour dériver les grandes sources aux niveaux les plus élevés.

Dans les environs de Marseille, les travaux de percement des *taillades*, établis pour le passage du canal de Marseille, n'ont-ils pas fait déverser dans le canal une

source importante, et ne doit-on pas, sur cet exemple, chercher à retenir, au-dessus du niveau des terres cultivables, la masse d'eau déversée à la mer par la belle source sous-marine de Port-Miou?

Les travaux à exécuter pour saigner les grands bassins intérieurs exigent la connaissance du niveau général de l'amas d'eau sur les points où l'on peut l'attaquer. Ce niveau est nécessairement inférieur à l'attitude des puits absorbants et des fissures d'alimentation. Ainsi la source de Portmiou, devant recevoir les produits des puits absorbants des paluns d'Aubagne et Gémenos, ne peut pas avoir son niveau général au-dessus de 120 mètres d'altitude.

Atteindre les sources au-dessus de leur émergence actuelle et les dériver comme un cours d'eau avant son embouchure n'est pas le seul résultat que l'on doit chercher à atteindre. On peut encore améliorer le régime des sources et le rendre plus régulier : des sources temporaires peuvent même devenir constantes... Il suffit d'accroître les moyens d'alimentation ou de diminuer l'émission des hautes eaux. Ce dernier procédé est ordinairement le plus économique. L'orifice d'évacuation peut être diminué de manière à ne permettre qu'un débit restreint. On établit ainsi un véritable barrage souterrain : la hauteur de ce barrage ne doit pas être telle que les parois encaissantes du bassin soient soumises à un effort supérieur à celui qu'elles avaient à subir dans les hautes eaux. Ordinairement les sources intérieures ont plusieurs issues d'évacuation situées à des niveaux différents. Il suffit que le rétrécissement ou la fermeture des issues inférieures ne fasse jaillir que les orifices supérieurs avec la force ordinaire pendant les grandes eaux, pour qu'on soit à l'abri de toute chance de rupture des parois du bassin. Ce système de travaux a été appliqué sur une petite échelle à la source du château de Roquefort ; mais

Amélioration  
du régime  
des sources.

on peut en faire usage sur les grandes sources qui, comme Vaucluse, la Siagne, Gémenos, ont des évacuations à des niveaux différents. On ne fait progressivement croître le débit de l'ouverture inférieure que lorsque l'évacuation par les émissaires supérieurs est devenue insuffisante. Sur presque toutes les sources de cavernes à issues très-apparentes, cette amélioration de régime peut être introduite avec le secours fourni par les ciments et mortiers hydrauliques actuellement mis à la portée des constructeurs.

L'hydrologie de  
la Provence.

L'évacuation des eaux surabondantes et l'utilisation la plus complète des eaux courantes et des eaux filtrées, tel est le programme des améliorations agricoles les plus importantes. La submersion du terrain, soit qu'elle vienne de leur imperméabilité, soit qu'elle résulte d'une irrigation excessive, est toujours un mal grave. Le sol submergé, frappé par le soleil, se divise en masses compactes séparées par des gerçures profondes. La masse compacte se dessèche plus vite que la terre friable et privée de conductibilité. Les sols éprouvent ainsi, à courtes périodes, les deux inconvénients opposés : excès d'humidité et excès de sécheresse.

L'irrigation qui aménage le mieux les eaux est celle qui conserve le mieux la fécondité du sol. Pourrait-on croire qu'alors que le département du Var, le plus riche de la France en sources, pourrait arroser 30,000 hectares, il n'en arrose que 6,000? L'abus de l'irrigation chez quelques-uns entraîne la privation d'eau pour le plus grand nombre.

Sur les sols compactes, l'irrigation par *eaux courantes*; sur les sols légers, l'irrigation par *imbibition* comme on la pratique à Boucoiran, dans le Gard, sont les deux procédés qu'il faudrait propager. Avant de chercher de nouvelles eaux, ne faudrait-il pas mieux utiliser

celles que l'on possède déjà? Cette conclusion, que tirait M. Bosc de ses utiles travaux de jaugeage des sources, sera le dernier mot de nos études sur la géologie hydraulique de la Provence.

*Terres végétales.*

L'influence du sol sur la production végétale se manifeste en Provence de la manière la plus tranchée; tous les terrains siliceux des Maures se couvrent de pins maritimes, de bruyères, d'arbousiers et de fougères : les graminées, dont la tige est si riche en silice, y trouvent l'élément qui les fait prospérer à côté des chênes-lièges.

Zone des Maures,  
terrains siliceux.

Tandis que les grands plateaux calcaires nourrissent le pin d'Alep et le chêne vert dans les parties les plus chaudes, le pin sylvestre et le chêne blanc, le sapin et le mélèze et le hêtre, dans les régions de plus en plus froides et élevées.

Les plateaux calcaires qui s'élèvent en étages successifs depuis Toulon jusque vers les hauteurs de Lure, offrent, auprès de la mer, sur le plateau d'Orves, le pin d'Alep et le chêne vert mêlés de thym et de romarins.

Zone de la montagne, plateaux calcaires.

Sur le plateau septentrional de la Sainte-Baume, au plan d'Aups, c'est le pin sylvestre qui règne entre 600 et 900 mètres d'altitude.

Les plateaux se rabaisseront à 400 mètres, vers Barjols et la Verdière, laissant reparaitre le chêne vert et le chêne blanc.

Enfin, sur les flancs de la montagne de Lure et sur la pente septentrionale, se montrent successivement le pin sylvestre à l'altitude de 600 mètres; le mélèze et le hêtre, aux points placés entre 1200 et 1800 mètres de hauteur.

Les céréales, les légumineuses fourragères, telles que le sainfoin et la luzerne, prospèrent sur les sols calcaires

perméables toutes les fois que ceux-ci offrent assez de profondeur.

Zone des  
coteaux marneux.

Entre les plateaux calcaires appelés la *montagne* et les terrains siliceux formant la région des Maures, s'étendent des coteaux marneux appartenant aux assises supérieures du muschelkalk, au lias et à la base du calcaire jurassique moyen. Ces terrains argileux, soutenus par des murs en amphithéâtre, abrités des vents du nord par l'escarpement des masses calcaires, représentent un magnifique espalier où prospèrent la vigne, le mûrier et l'olivier. Dans les portions les mieux abritées du souffle du nord, sur le littoral de Cannes, de Saint-Tropez, Hyères et Toulon, l'oranger lui-même peut vivre en pleine terre; le laurier-rose, l'arbousier et le myrte développent spontanément leur brillante verdure perpétuelle et leurs fleurs gracieuses.

Cette végétation privilégiée, interrompue seulement par la vallée du Rhône, règne sur tout le littoral, depuis Perpignan jusqu'à Gênes. La même douceur de température se fait ainsi sentir depuis  $42^{\circ},25$ , de latitude jusqu'à  $44^{\circ},25$ ; c'est-à-dire sur des contrées qui diffèrent de 2 degrés en latitude! et chose bien remarquable, c'est en avançant vers l'est que l'adoucissement du climat se prolonge du côté du nord. Il y a là un renversement des inflexions ordinaires des lignes climatologiques, évidemment dû à la direction nord-est des montagnes qui dessinent le littoral en reflétant le caractère stratigraphique du système du Hundsruok dans les Maures, et du système de la Sainte-Baume dans les plateaux calcaires. La limite de la hauteur de la végétation de l'olivier, dans les diverses parties du littoral de la Méditerranée, montre assez nettement l'influence refroidissante de la vallée du Rhône. Vers Nice, l'olivier, d'après M. Risso, s'élève à 1000 mètres; nous l'avons trouvé à 700 mètres auprès

de Grasse ; à 600 mètres auprès de Draguignan ; à 500 mètres au nord de Marseille , vers Forcalquier et Manosque ; enfin à 400 mètres seulement vers l'axe de la vallée du Rhône , aux environs de Nîmes.

C'est la forme du rivage de la Méditerranée qui donne le trait le plus saillant de la distribution des productions végétales , parce qu'elle imprime sa trace dans les limites des courants atmosphériques et dans la régularisation de la température.

L'influence de la composition du sol se trouve aussi dans les différences des végétations des diverses parties de la zone des coteaux. Formées des étages géologiques plus ou moins marneux , les terres des coteaux offrent le mélange d'éléments calcaires et argileux le plus propre aux végétaux utiles , aux graines et aux tiges des plantes légumineuses , en même temps que l'émergence de nombreuses sources permet , sur ces terrains , une production non interrompue.

Les terres végétales , les eaux et le climat déterminent les propriétés fécondantes des divers terrains du département du Var et de la Provence tout entière ; la population , dans ses diverses agglomérations , offre le résumé le plus saisissant de ces circonstances différentes de fécondité agricole.

Sur la zone des coteaux , les bourgs nombreux , les populations florissantes , environnées de prés et de jardins , vivent à l'ombre de leurs vergers plantureux : l'agronomie de cette région n'est qu'une vaste horticul-ture. Dans les terrains des Maures , les productions fores-tières permettent une population plus rare ; et sur les plateaux calcaires , les forêts et les landes laissent seule-ment certaines étendues de plaines hautes , pour la cul-ture des céréales , réduite par les charrues au *minimum* d'ouvriers-agricoles ; mais par une providentielle compen-

sation, ces plateaux offrent un asile salubre aux habitants du littoral, épuisés par les chaleurs et attaqués par les exhalaisons marécageuses de certaines embouchures. La montagne est le refuge des troupeaux et des hommes pendant les épidémies.

Population des  
diverses zones du  
Var.

Ces considérations peuvent se résumer en chiffres d'une éloquence irrésistible : la population moyenne en France est de 67 habitants par kilomètre carré. Dans le département du Var, la même surface n'offre que 48<sup>habitants</sup>,3 ; mais cette population est très-inégalement répartie, et nous y trouvons :

Zone de la montagne par kilomètre carré.	10,7 habitants.
Zone des Maures. . . . .	71,5
Zone des coteaux. . . . .	214,7

La population de la montagne est à peine le vingtième de celle qui se condense sur la zone privilégiée des coteaux, et la population des Maures, presque sept fois supérieure à celle de la montagne, n'est encore que le tiers de la population des coteaux.

La population de cette dernière zone l'emporte en densité sur celle du département du Nord, pays le plus peuplé de France, offrant 200 habitants par kilomètre carré.

Par sa faible population, la zone de la montagne du Var est, au contraire, inférieure au département le moins peuplé de France ; au département des Basses-Alpes, qui n'a que 23 habitants par kilomètre carré. Dans Vaucluse, la population est de 64<sup>habitants</sup>,5 par kilomètre carré, et dans les Bouches-du-Rhône, avec toute l'affluence commerciale que provoque Marseille, elle ne dépasse pas 87. Ainsi les circonstances industrielles et commerciales les plus largement favorables ne peuvent pas élever la population des Bouches-du-Rhône au niveau que produisent,



sans effort, les circonstances heureuses de la culture des coteaux du Var.

Mais aussi, par compensation, l'aridité de la région qui forme les plateaux calcaires de la montagne du Var abaissent sa population relative au-dessous des plus faibles.

La montagne du Var participe à toute l'influence desséchante et refroidissante des vents du nord-ouest, qui, descendus des hauteurs de l'Ardèche et de la vallée du Rhône, forment le courant du mistral, dirigé par la chaîne du Ventoux jusque vers la haute vallée du Var.

Détails sur le climat de la montagne du Var.

De sorte que le triangle enfermé entre l'axe de la chaîne de la Sainte-Baume, et l'axe de la chaîne du Ventoux, depuis Arles jusqu'aux plateaux supérieurs à Nice, offre la contrée la plus exposée aux courants secs et froids. Cet espace triangulaire, limité par deux grandes lignes de révolutions géologiques, circonscrit tout le massif de Cabrières, et comprend la *montagne* du Var, depuis Rians près d'Aix, jusqu'au Broc, aux environs de Vence. Ces circonstances climatologiques expliquent, conjointement avec la faible épaisseur et la perméabilité du sol, la pauvreté agricole de la montagne du Var. Les conditions opposées de sol et de climat de la *montagne* et des coteaux ont fait naître dans les campagnes juxtaposées : ici le désert, ailleurs la population la plus florissante.

Qui ne serait frappé de retrouver dans la distribution des courants tièdes et humides, et dans les vents secs et froids, les deux principales lignes perturbatrices de la stratification du département du Var? La direction est-sud-est, qui est celle des dislocations correspondantes aux Pyrénées, et les lignes nord-ouest qui mettent les perturbations et les fractures des couches en relation avec les événements volcaniques de l'Ardèche et du centre de la France? Ainsi les lignes qui troublent la stratification générale de la Provence, dirigée vers le nord-est, sont aussi celles

Relations entre les vents et les lignes de dislocation.

qui troublent l'état normal de l'atmosphère de cette région.

Origine des sols  
argileux, calcaires  
et siliceux.

Nous venons d'esquisser les traits les plus généraux de l'hydrologie et de la population spécifique du département du Var et de l'ensemble de la Provence : examinons la formation et la composition des terres végétales.

Dans la zone des Maures, nous obtenons de la décomposition des roches sous-jacentes des *sols argileux*, lorsque c'est le schiste argileux ou micacé qui se décompose comme aux environs de Saint-Tropez, d'Hyères et de Six-Fours; des *sols sableux*, lorsqu'on entre dans les détritits des granites, quartzites cambriens ou des grès houiller et vosgien. Dans les deux cas, les sols sont très-pauvres en calcaire.

Dans la zone des coteaux, les détritits de la roche marneuse donnent une terre très-riche en *argile* et en *calcaire* : c'est le sable siliceux qui devient rare.

Dans la zone de la montagne, la décomposition de roches calcaires fournit des terres végétales riches en carbonate de chaux, mais qui sont pauvres d'argile et de silice.

Dans les sols d'alluvion, les parties les plus fines de ces diverses terres se déposent vers les embouchures, tandis que les parties grossières s'arrêtent, distribuées sur les pentes, d'après leur ordre de grosseur.

L'excessive déclivité des coteaux du Var ne permet pas, en général, aux alluvions de s'y déposer paisiblement. La pente du nord au sud de la zone des coteaux à la mer est en général de  $1/80$ ; c'est-à-dire de 12 millimètres et demi par mètre : or la pente moyenne de la vallée du Rhône est de beaucoup inférieure à un millième; avec une pente moyenne douze fois supérieure à celle des vallées aux grandes alluvions; on conçoit que la terre végétale du département du Var n'a pu être délaissée par

des cours d'eau, mais qu'elle est due à des décompositions opérées sur place, et qu'elle n'a été modifiée que par des transports agissant dans un rayon très-limité et sur de bien faibles masses.

Ainsi les terres d'alluvion ne se rencontrent dans le département du Var, que vers les embouchures de la Siagne, de l'Argens et du Gapeau; mais elles sont très-développées dans le bassin du Rhône, où elles forment le grand delta, bien connu sous le nom de *Camargue*, contenant près de 800 kilomètres carrés de terre cultivable. Des alluvions moins étendues se trouvent échelonnées sur le cours du Rhône, dans le département de Vaucluse, et dans les bassins des affluents de la Durance, dans les Basses-Alpes.

Partout les grands terrains d'alluvion sont mélangés de calcaire vers le voisinage des masses calcaires qui encaissent les vallées. Le limon du Rhône est mêlé de carbonate de chaux à Orange et à Tarascon, près des rivages calcaires (1).

Des terres précieuses par leurs débris organiques constituent les fonds des bassins marécageux auprès des grandes sources, comme dans Vaucluse, où les sols des Paluns ont acquis par leurs produits en garance une haute réputation. Des sols analogues se trouvent dans les terrains marécageux de Mollèges, près de Noves, dans les Bouches-du-Rhône : la terre tourbeuse y offre jusqu'à 40 pour 100 de débris tourbeux ou organiques.

Sols des paluns  
sols tourbeux.

Vers l'embouchure de l'Arc, à l'apparition de la Duransole, le sol tourbeux se montre avec une proportion

(1) Le terrain d'eau douce de la Bresse généralement argilo-siliceux s'enrichit d'éléments calcaires dans le voisinage de la chaîne du Jura, et le poudingue de la Durance donne un sol calcaire, parce que cette rivière ne traverse, après son point de départ, que des bassins calcaires.

remarquable de sel, de même que dans les veines tourbeuses du sol de la Camargue : la garance y prospère comme dans les paluns du Comtat.

Les masses tourbeuses que nous avons indiquées sous la plupart des cours d'eau du département du Var, tels que Nartuby au-dessus de Lamotte, La Brague vers Valbonne, et en d'autres points, sont dépourvues de matières salines ; elles peuvent être d'une grande utilité pour amender les sols pauvres en humus.

En général dans les terrains qui ne sont pas dus aux alluvions, la terre végétale est d'autant plus épaisse, que la roche sous-jacente est plus facilement altérable. Les terres de coteaux les plus profondes sont celles dues aux couches marneuses pyriteuses, et les sols les plus minces proviennent des roches les plus pures d'argile et les moins altérables, comme celles qui protègent les plateaux calcaires ; et plus les bancs de roche sont pauvres en argile, plus la terre végétale est réduite en épaisseur.

Au point de vue chimique, les sols peuvent se diviser comme il suit :

Sols siliceux ;

Sols argileux ;

Sols calcaires et sols moyens.

Voici l'analyse des principaux types de ces sols. Leur provenance fait connaître la roche du sous-sol qui a fourni les principaux éléments de la terre végétale.

*Sols siliceux.*

	GRÈS VOSGIEN.		GRÈS CAMBIEN.		GRÈS TERTIAIRE.
	Fréjus.	Napoule.	Hyères. Sainte-Eulalie.		A Brue.
Sable siliceux. . . .	8420	7440	3350	5000	4680
Argile. . . . .	»	»	3050	4050	0160
Oxide de fer. . . .	0680	0460	0300	0550	0220
Carbonate de chaux	0283	1638	1020	0210	4080
Humus et eau. . . .	0617	0460	0280	0190	0860
	10000	10000	10000	10000	10000

Les sols de Fréjus et de la Napoule sont des détritiques du grès vosgien enrichis d'un peu de carbonate de chaux par les eaux de l'Argens vers Fréjus, de la Siagne vers la Napoule. Les sols siliceux d'Hyères appartiennent aux roches du terrain cambien. Nous avons trouvé jusqu'à 6480 de silice sur 10000 parties de terre végétale provenant du détritiques de grès appartenant à la formation du grès vert, vers Caunet près Saint-Cyr (Var); mais la terre siliceuse la plus développée est celle qui se rencontre dans les Maures, entre Cannes, Fréjus et Hyères. Cette terre demeure encore fertile, même avec l'énorme proportion de 84 centièmes de sables siliceux.

*Sels argileux.*

	SCHISTES ARGILEUX. — Hyères. Ste-Eulalie		MARNE DU JURA. Bégude pres Grasse.	MARNE INFÉRIEURE DU MUSCHELKALK Matheron pres Vidauban (Var)	MARNE NÉOCOMIENNE. Bédoule à Roquefort.	LIMON DU RHÔNE	MARNE TERTIAIRE ÉOCÈNE	
							Tretz	Grand Nans
Sable . . . . .	2520	2720	1180	0640	»	4270	3200	2740
Argile. . . . .	6280	6080	5720	5520	7580	5350	4640	5300
Oxide de fer. . . .	0250	0750	0600	0700	0400	»	0360	0440
Carbonate de chaux	0840	0240	2160	2930	0888	230	1060	0780
Humus et eau. . .	0110	0210	0340	0210	1132	340	0740	0740
	10000	10000	10000	10000	10000		10000	10000

Les sols argileux d'Hyères proviennent de la décomposition du schiste argileux constituant le sous-sol; les alluvions du Gapeau y ont apporté le principe calcaire. L'altération progressive des marnes du muschelkalk, du calcaire jurassique du terrain néocomien et tertiaire les ramène vers une composition analogue à celle du détrit des schistes argileux. L'élément calcaire se dissout peu à peu, comme l'exprime si bien l'analyse de la terre de la Bédoule à Roquefort, qui provient d'une marne ne renfermant que 3300 d'argile pour 6000 de carbonate de chaux: il y a loin de là à 7580 argile et à 888 carbonate de chaux, comme l'indique l'analyse du sol cultivé! La disparition progressive du carbonate de chaux, sous l'influence répétée des cultures, peut-elle devenir plus manifeste?

*Sols calcaires.*

	CALCAIRE DU JURA MOYEN. — Bégude (Var).		MARNE NÉOCOMIENNE — Roquefort (Bouches-du-Rhône)	MUSCHELKALK. — Matheron, (Var)	GRAIS. — Lacodière, (Var.)	TERtiaIRE SUPÉRIEUR — Le Thor (Vaucluse.)	PALUNS D'ORANGE.
Sable et argile . . .	1800	3500	3240	3070	3920	754	4376
Oxide de fer. . . .	0480	0450	0300	0620	0100	»	»
Carbonate de chaux	7610	6090	6460	6080	5781	8540	5380
Humus et eau . . .	0170	0260	»	0230	0199	706	244
	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000

Les sols calcaires proviennent des bancs calcaires du muschelkalk de la série jurassique, néocomienne, crétacée et tertiaire. Ils manquent complètement dans les terrains anciens de la Provence, et sont éminemment riches en chaux dans les terrains tufeux, comme ceux qui alternent avec la tourbe dans les dépôts formés près de Vaucluse et des grandes sources de cavernes : les paluns d'Orange offrent un autre exemple de la richesse en calcaire des sols provenant des eaux tufeuses. C'est par l'influence des eaux qui ont parcouru les terrains calcaires que l'on explique aisément l'énorme différence de la teneur en carbonate de chaux du limon ordinaire du Rhône, classé simplement dans les terrains argileux vers la Camargue, et devenant, près du calcaire de Tarascon, un sol contenant seize fois plus de carbonate de chaux.

*Sols moyens.*

	GRÈS BIGARRÉ SUPÉRIEUR. (Var)	MARNE DU JURA MOYEN (Var.)	CALCAIRE DU JURA MOYEN. (Var)	TERTIARE INFÉRIEUR Saint-Zacharie (Var)	TERTIARE SUPÉRIEUR POUDINGUE (Durance)	LIMON DE LA DURANCE.	MARNE DE LA CRAIE DE LACADIÈRE (Var)	ALLUVION DU BRÛNE A TARASCON
Sable et argile. . .	6405	4380	5100	4580	4680	5040	4940	6750
Oxide de fer. . . .	0610	0800	0700	0500	0400	0180	0380	»
Carbonate de chaux	2469	2930	3280	2901	3759	4103	4650	3250
Humus et eau. . .	0316	1890	0920	1019	1161	0677	»	500
	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	

Les sols moyens, composés de 25 à 50 pour 100 de carbonate de chaux, se retrouvent occupant une faible étendue dans toutes les formations supérieures aux roches anciennes et aux grès antérieurs au trias.

Il est digne de remarque que le limon de la Durance offre une composition moyenne entre le sol provenant du détritius du calcaire jurassique un peu marneux et celui des marnes de la craie de la Cadière. Les limons de la Durance proviennent, en effet, des érosions exercées sur les marnes du lias et de la craie, dans les Hautes et les Basses-Alpes. Les limons du Var, doués de la même couleur noire bitumineuse et de la même fertilité que les limons de la Durance, proviennent d'une origine semblable.

**Sols ferrugineux.** En dehors de ces divers classes de sols, il faut remarquer ceux qui doivent une couleur rouge foncée à la présence d'une forte proportion d'oxyde de fer. Ceux qui proviennent des roches volcaniques en renferment jusqu'au delà de 19 pour 100, comme le sol de Cuba.



Les détritiques volcaniques des environs d'Ollioules ressemblent à ce type. Mais dans le système jurassique inférieur, on trouve des marnes donnant aussi des sols fort riches en oxydes de fer. Tel est le sol de Bargemont (Var), provenant des marnes du Jura et contenant 14,5 pour 100 de fer oxydé. Cette dose de fer explique la couleur rougeâtre de ces sols qui contrastent avec l'aspect bleuâtre des marnes qui leur servent de support et dont elles sont une altération, comme nous l'avons déjà énoncé.

Dans le département du Var, les sols argileux et siliceux pauvres en carbonate de chaux, s'étendent sur toute la zone des Maures; les sols calcaires couvrent les grands plateaux de la montagne et les sols moyens correspondent à la zone des coteaux.

Ces trois divisions des sols se trouvent en harmonie avec les divisions des terrains perméables et imperméables tracées plus haut. Dans le département du Var, les sols imperméables contiennent toute la série des terres argilo-siliceuses, outre les sols moyens, tandis que les terrains perméables comprennent tous les sols calcaires.

Surface attribuée aux principales espèces de sols.

On arrive ainsi aux étendues suivantes :

*Classification minéralogique des sols.*

		Kilomètres carrés.
<i>Sols argileux et siliceux.</i> Terrains primitifs cambrien, silurien,		} 2268
grès houiller, rouge, vosgien et bigarré. . . . .	1930	
Tertiaire et alluvion . . . . .	338	} 473 6
<i>Sols moyens.</i> Partie du trias, lias et base du Jura moyen. . . . .	390	
Partie du terrain crétacé. . . . .	83 6	} 4484 4
<i>Sols calcaires.</i> Muschelkalk. . . . .	490	
Jura moyen et calcaire à chama. . . . .	3157	
— crétacé. . . . .	752 5	
Tertiaire calcaire sableux. . . . .	30 9	} 54
Terrain, transport, gravier, tufs. . . . .	54	
Total de la surface du Var.		7226 k.c.

Les sols moyens, ceux qui sont les plus épais et les plus fertiles, ne forment que les 7 pour 100 de la masse

totale. Les sols calcaires correspondent à 61 pour 100 et les sols argileux à 32 pour 100.

Les sols ferrugineux se présentent comme sous-division dans toutes les parties des trois classes précédentes. Nulle autre part, les sols colorés en rouge par le fer, les terres *chaudes* des agriculteurs ne sont plus fréquentes; elles entrent pour un quart dans toutes les classes de sols.

Classification  
des terres végé-  
tales du Var.

Cette classification des terres végétales admet les sous-divisions qui correspondent aux terrains sablonneux et aux sols argileux : les terrains sablonneux sont essentiellement formés de détritrus de granite, de micaschiste, de quartzite cambrien, et des grès houiller, rouge, vosgien et bigarré. Une faible portion des terrains tertiaires, la partie perméable, entre dans cette division.

Les terrains argileux sont fournis par la décomposition des schistes argileux et talqueux, et par des marnes argileuses tertiaires formant la série tertiaire imperméable.

Les sols calcaires se sous-divisent en terres de calcaire fin et en terres de calcaire grossier formé de pierres plus ou moins volumineuses, comme celles que caractérisent les plateaux de muschelkalk et de calcaires jurassiques.

Les sols de menues pierres roulées correspondent principalement aux terres de transport.

Les terres *caillouteuses* constituent les fonds de vallées parcourues par les cours d'eau torrentueux, comme le Var, quelques parties des lits du Verdon et des torrents vulgairement désignés, en Provence, du nom de *riou*; la décomposition des poudingues tertiaires produit des terres de cette espèce; exemple : la crau de Cagnes et celle d'Hyères. Les terres de marais forment le dernier terme de la série; les sols de riche terreau sont une classe à part, essentiellement constituée par les sols

moyens dus aux détritns des marnes du muschelkalk , du lias et du jura moyen.

*Classification agronomique des sols.*

TERRES VÉGÉTALES DU VAR.	FORMATION GÉOLOGIQUE.	ÉTENDUE. kilometres carrés.
<i>Sols de riche terreau.</i>	{ Marnes du trias du lias et du Jura . . . . . }	} 473 6
	{ Alluvion . . . . . }	
<i>Sols sablonneux.</i> . . . . .	{ Terrains primitifs. . . . . }	} 1781
	{ Quarzites cambriens . . . . . }	
	{ Grès houiller. . . . . }	
	{ — rouge. . . . . }	
	{ — vosgien. . . . . }	
{ — bigarré. . . . . }		
{ — tertiaire (1) . . . . . }		
<i>Sols argileux.</i> . . . . .	{ Schiste argileux et talqueux. . . . . }	} 451
	{ Argile tertiaire. . . . . }	
<i>Sols de calcaire fin ou de craie.</i> . . . . .	{ Partie friable du terrain crétacé et du calcaire jurassique. . . . . }	} 752 4
<i>Sols pierreux</i> . . . . .	{ Plateaux de muschelkalk. . . . . }	} 3647
	{ Plateaux de calcaire du Jura et de calcaire à chama . . . . . }	
<i>Sols de graviers.</i> . . . . .	{ Terrain de transport. . . . . }	} 108
<i>Sols de cailloux.</i> . . . . .	{ Lits de torrents et poudingues tertiaires de- composés. . . . . }	} 7
<i>Marais.</i> . . . . .		} 6
Total . . . . .		7226

(1) Cette classe comprend quelques étroites bandes de calcaire jurassique néocmien et gres vert correspondantes a des affleurements de couches de gres

Tableau des cultures du Var, comparées aux étendues des sols.

Les divisions culturales établies d'après le cadastre sont les suivantes, et correspondent aux divisions du sol que nous venons d'indiquer dans des rapports que nous donnons approximativement.

CULTURES.	NATURE DU SOL.	ÉTENDUE EN HECTARES	
<i>Oliviers</i> . . . . .	{ Sols de riche terreau et un peu de sol	57 941	} 127 820
<i>Vergers</i> . . . . .	{ sablonneux . . . . .	1 608	
<i>Vignes</i> . . . . .	{ Partie des sols sablonneux . . . . .	64 419	
<i>Châtaigneraies</i> . . . . .	{ Pierreux, et caillouteux et de gravier . . . . .	3 852	
<i>Labours</i> . . . . .	{ Sol argileux, sol de calcaire fin, un peu de sol pierreux et caillouteux . . . . .	107 525	} 115 569
<i>Prés et herbages</i> . . . . .	{ Sol de riche terreau . . . . .	8 044	
Total des cultures . . . . .		243 389	
<i>Forêts</i> . . . . .	{ Sol sablonneux . . . . .	} 283 170	} 459 939
	{ Sol pierreux . . . . .		
<i>Landes</i> . . . . .	{ Sol pierreux . . . . .	176 769	
<i>Marais, édifices, ruelles, etc.</i> . . . . .	{ Sol improductif . . . . .	19 281	19 281
(La surface des eaux représente dans ce total 9300 hectares)			
Total de la surface . . . . .		722 609	

Le sol cultivé total ne forme que 243,389 hectares ou 2433 kilomètres carrés; c'est le tiers de la surface totale. Cette étendue cultivée comprend les 1677 kilomètres carrés formés de riche terreau de terre argileuse et de calcaire fin; elle comprend, en outre, une portion des sols pierreux livrés au labour et une portion de sols sablonneux affectés aux vignes et aux châtaigneraies. De sorte que le sol de riche terreau réservé à l'olivier et aux prés, en même temps qu'une faible étendue du sol de calcaire fin, permet de consacrer aux labours tout le restant des sols calcaires et des sols argileux. L'étendue totale des labours, oliviers, vergers, prés et herbages, 175,418 hectares, est assez rapprochée du chiffre des sols de riche terreau, argileux et calcaire fin, qui donne 167,700 hectares.

Les châtaigneraies du Var sont exclusivement établies sur les parties sablonneuses du sol des Maures. Les produits de cette culture ont acquis une réputation hors ligne, sous le nom de *marrons de Lyon*. Les vignobles des sols pierreux du muschelkalk, aux environs de Lorgues et Draguignan, donnent des produits considérables, tandis que les vins moins abondants des sols caillouteux de la vallée du Var vers la Gaude, et des sols sablonneux du fort La Malgue, près de Toulon, offrent un bouquet justement apprécié.

Parmi les terrains forestiers du département du Var, se trouve, dans les Maures, le sol sablonneux offrant 100,000 hectares ou 1000 kilomètres carrés couverts de pins maritimes et de chênes liéges, tandis que le sol pierreux calcaire présente environ 180,000 hectares de forêts de chênes blancs, d'yeuses et de pins sylvesters, et 176,769 hectares de landes et pâtures. En sorte que les grands plateaux pierreux de la montagne se partagent à peu près également entre les landes et les bois, tandis que les sols sablonneux des Maures offrent la petite culture et les forêts.

Ce qui forme le trait le plus caractéristique des produits végétaux du département du Var, c'est le développement forestier. Il offre 283,170 hectares de forêts sur une étendue de 722,600 hectares : 39 pour 100 de la surface est en bois. Dans le département des Landes, réputé le plus riche en forêts, on n'a que 264,700 hectares bois sur 915,000 hectares de superficie totale ou 29 pour 100.

Caractère général de l'agronomie du Var, importance des forêts et des cultures arbusives.

La moyenne générale de l'étendue du sol forestier de la France ne correspondant qu'à 16 centièmes de la France.

Ainsi le département du Var est, de beaucoup, le plus riche en forêts de toute la France : il offre deux fois et demi la proportion moyenne.

Mais là ne se bornent pas ses produits ligneux! les 127,820 hectares de cultures arbustives, oliviers, vergers, vignes et châtaigneraies viennent ajouter des émondures annuelles aux dépouilles des forêts. Enfin, même sur les terres labourées, s'élèvent encore des arbres : ce sont les plantations de mûriers en plein-vent, prélevant 10,000 hectares sur les 107,000 hectares de terres labourables. De sorte que l'espace total donné aux cultures arbustives n'est pas inférieur à 137,000 hectares, et celui des terres labourables proprement dites se réduit à 97,000 hectares. Dans aucune autre partie de la France, les cultures arbustives ne forment une proportion aussi écrasante à côté d'un système forestier aussi développé et d'une étendue de labours si restreinte : et dans cette grande part faite en cultures arbustives, sur aucun département l'olivier ne prend tant d'espace. Les forêts et les cultures arbustives occupent ensemble 430,000 hectares sur 722,600 ou 60 pour 100 de la surface. En tenant compte des semis de blés pratiqués sur une partie du terrain consacré aux oliviers et aux vignes, à peine arrive-t-on à 84,000 hectares annuellement consacrés au froment. Le produit net par hectare semé en froment ne peut pas être porté dans le Var au-dessus de 8 hectolitres, après les semences prélevées; la production est donc de 672,000 hectolitres et la consommation de plus de 1,000,000 d'hectolitres. Une telle insuffisance de production en céréales pour une population agricole dont le pain forme l'aliment presque exclusif, n'explique-t-elle pas la tendance à revenir sans cesse au froment dans la rotation agricole? à faire revenir le blé même dans les assolements de prés arrosés, tels qu'on les pratique auprès de Brignoles? enfin à porter les ensemencements de blé jusqu'au milieu des taillis de chênes verts, achetant ainsi, dans les forêts de Bri-

Insuffisance constante de la production en céréales. Excedant de la production en huile, en vin, en bois, en liege, en soie et en essences parfumées.

gnolles, des récoltes intermittentes par la main-d'œuvre la plus difficile? Les excès de produits qui permettent d'acquérir les céréales sont l'huile, le vin, le liège et le bois, les soies et les essences parfumées.

On a répété dans le département du Var, comme ailleurs, que le déboisement causait les brusques variations de température, causes de gelées désastreuses pour l'olivier. Mais le département du Var, le plus riche en bois de toute la France, devrait être, moins que tous les autres, atteint par cette cause perturbatrice, et il en aurait dû être moins atteint actuellement que dans les temps plus anciens. Il est vrai que les landes actuelles ont été des forêts en des temps reculés; mais le déboisement est très-ancien, et il a été plus fort encore, il y a quatre siècles, que dans les temps plus anciens et que dans la période moderne, puisque toutes les forêts actuelles portent des traces d'anciennes cultures. Il y a donc des causes, autres que celles d'un déboisement moderne, aux anomalies de la température provençale.

Les anomalies de température ne proviennent pas du déboisement dans le département du Var.

Après avoir tracé les principaux délinéaments de la carte agronomique du Var et avoir montré ses relations avec les périmètres géologiques, esquissons rapidement les améliorations à faire subir aux sols et les ressources que la géologie peut offrir à cet égard.

Le tableau des terres végétales nous a fait voir leur origine dans la décomposition des roches géologiques sous-jacentes. Cette altération a été accompagnée de deux effets : la destruction des parties bitumineuses par la combustion lente et l'enlèvement des sels alcalins solubles, et enfin la dissolution progressive du carbonate de chaux par l'acide carbonique qui s'engendre sans cesse dans le sol riche en humus, traversé par l'eau pluviale chargée d'oxygène. Le diluvium, comme cause du dépôt des terres végétales, ne s'est montré à nous ni dans le

Var, ni en Provence, ni dans la France; c'est une hypothèse dont nous n'avons pu, nulle part, saisir la réalité.

Amélioration  
des sols.

Les terres végétales sont de plus en plus appauvries en alcalis et en chaux. Les amendements destinés à leur rendre leur fertilité doivent leur apporter ces éléments dans l'état de désagrégation le plus avancé. Les marnes très-abondantes, dans toute la partie inférieure du jura moyen, depuis Toulon jusqu'à Cannes et Antibes, offriraient pour la lisière la plus rapprochée des terrains des Maures, d'abondantes ressources qui permettraient de distribuer la chaux sur les sols sablonneux et argileux dépourvus de cet alcali. Mais le défaut de communications faciles, le petit nombre de bêtes de sommes, au milieu des cultures arbustives où les plantes fourragères sont presque forcément exclues, rendent impossible l'application d'un marnage, exigeant de grands transports à travers les champs accidentés de cette région.

Le chaulage peut permettre d'obtenir une transformation plus immédiate avec les transports réduits au dixième de ceux qu'exigerait le marnage. Sur toute l'étendue du pourtour de la vallée polygonale, qui se développe entre Toulon et Grasse, les fours à chaux peuvent amender et fertiliser les champs appartenant aux sols argileux et siliceux.

Plus avant dans les Maures, la géologie offre une importante ressource dans le calcaire zechstein, que nous avons signalé à la base du grès vosgien de Sauvebonne, de Roquebrune et du Puget, près de Blavet, et aux environs de Fréjus; dans ces localités, le combustible nécessaire à la cuisson de la chaux est placé avec abondance à côté de ces singuliers gisements calcaires.

Les chaulages seraient éminemment faciles dans les sols argileux des bassins tertiaires de Salernes, Aups,



Montmeyan, Rians et Cotignac, entourés de montagnes de calcaires formant la limite des sédiments modernes.

Le plâtrage serait une merveilleuse ressource pour tous les terrains des Maures, enveloppés d'une ceinture de quatre-vingts gisements de plâtre en cours d'exploitation. Aucun département n'est plus riche que celui du Var en gisements de plâtre distribués dans les quatre arrondissements qui se partagent sa superficie : malheureusement personne n'a poursuivi les intéressants essais de M. le docteur Reverdit, et les expériences concluantes de l'éminent agronome, directeur des *Annales provençales d'Agriculture*, M. Plauche; l'utilité agricole du plâtre n'est pas encore mise à profit dans le département du Var.

Les amendements marneux, les chaulages et les plâtrages ne sont pas le seul moyen d'introduire la chaux dans les sols où elle est en dose insuffisante. Les inondations qui l'amènent en dissolution dans les détritiques des grès des vallées inférieures de l'Argens et de la Siagne, montrent tout ce que les eaux plâtreuses et tufeuses pourraient faire de bien par des irrigations d'hiver établies dans les campagnes basses des Maures, et alimentées par les cours d'eau venant de la région calcaire. Aux environs d'Hyères, du Luc, de Vidauban, du Muy et de Roquebrune, on pourrait mettre à profit cette ressource.

Amélioration des sols par les eaux d'inondation.

Les irrigations d'hiver avec les eaux troubles destinées à amender les sols, ou avec des eaux claires contenant en dissolution des sels utiles à la végétation, sont une opération d'autant plus facile à comprendre et à généraliser dans l'ensemble de la Provence, que déjà les arrondissements de Grasse et de Draguignan emploient ces irrigations sur les prairies qui peuvent recevoir les eaux grasses sorties des usines. Il ne s'agit

Amendements par irrigation.

donc que de généraliser une pratique connue, en l'appliquant à toutes les eaux chargées de parties terreuses, et d'imiter ce que la nature opère, lorsque les inondations de l'Argens viennent féconder la vallée inférieure depuis Roquebrune jusqu'à Saint-Raphaël. Il faudrait, comme aux bords du Rhin, de la Meuse et de la Bresle, éviter les eaux stagnantes dans la partie cultivée en prairie, et recevoir les dépôts dans le fond des fossés, comme aux bords du Gardon, vers Boucoiran.

Par les irrigations bien entendues, habilement pratiquées pendant les pluies de printemps et d'automne, les marnes de la zone des coteaux pourraient féconder sans main-d'œuvre dispendieuse, sans transports difficiles, toutes les terres situées au-dessous du niveau moyen de 200 mètres. Les cours d'eau du Gapeau, du Réal-Martin, de la rivière d'Aille, du bassin inférieur de l'Argens et de la Siagne pourraient être de grands agents de transformation.

Colmatages et  
dessèchements  
des marais.

Dans le bassin inférieur du Var, ce sont les coteaux caillouteux de la Gaude, de Saint-Paul et de Cagne, qui pourraient recevoir le bienfait du colmatage, soit des saignées faites dans les bassins marneux de Tourrètes et de Vence, soit, pour les parties basses, des dérivations des eaux limoneuses du fleuve du Var.

L'endiguement et le colmatage des graviers du Var pourraient créer 500 hectares de terres fertiles, et si l'on réduisait les 9280 hectares de lits de rivière, d'étangs insalubres, aux limites dont le département du Bas-Rhin nous offre le type, il y aurait un ensemble de conquêtes à réaliser de 4945 hectares.

On ferait disparaître les causes d'insalubrité qui dépeuplent les embouchures du Loup, de la Braguc, de la Siagne, de l'Argens, de la Molle et du Gapeau. On fertiliserait les graviers du Verdon vers les Salles,

Montmeyan et Vinon. Pourquoi ne pas niveler les terrains, ne pas les enrichir de détritns des coteaux friables, en pratiquant le système des sédiments dont la géologie nous offre sans cesse l'application? Pourquoi ne pas multiplier les cultures en prairies dans les terrains qui doivent être progressivement exhausés, comme ceux que l'on obtient avec tant d'intelligence aux bords du Gardon d'Alais?

Une source abondante de matières organiques peut enrichir l'agriculture du Var. Les dépôts de lignite placés à la base du système des marnes du jura moyen, depuis Cotignac jusqu'à Carros et au Broc, aux limites orientales de la Provence, peuvent servir dans leurs parties pyriteuses et altérées de désinfectant et d'agents de conservation pour les engrais. Ils peuvent fournir des éléments propres à reproduire, dans les sols épuisés, les effets des substances organiques détruites. Ce grand dépôt de combustibles minéraux pyriteux se présente constamment à la limite des marnes du jura moyen, et du lias et du muschelkalk. Les communes de Cotignac, Entrecasteaux, Draguignan, Montferrat, Barge-mont, Seillans, Fayence, Tourrètes, Callian, Montauroux, Cabris, Grasse, Valbonne, Vence, Coursegoules, le Broc, sont toutes traversées par des affleurements de cette couche de combustible amené à l'état brunâtre, et tout à fait analogue à ce que l'on exploite pour l'agriculture du nord de Paris, sous le nom de *cendres noires de Picardie*.

Emploi agricole  
des lignites  
du jura moyen.

D'autres engrais analogues peuvent être obtenus, soit des affleurements du terrain houiller, soit des dépôts tourbeux placés vers l'embouchure du Var, sous Saint-Laurent; soit des nombreux amas irréguliers de matières tourbeuses enfouies sous les tufs des fonds de bassin des cours d'eau. La végétation de l'ancien monde

Emploi des tour-  
bes des fonds de  
bassins.

ne doit-elle pas fournir ses éléments à la culture moderne?

*Applications industrielles de la géologie.*

Les substances minérales dont l'exploitation peut être développée dans le département du Var, se divisent comme il suit :

*Combustibles minéraux.* Houille, lignites, tourbes.

*Substances industrielles métalliques.* Mines de fer, d'argent, de plomb, de cuivre, d'antimoine, mercure, argiles, substances pyriteuses, sels.

Substances  
industrielles non  
métalliques.

*Matières propres aux constructions.* Chaux grasse hydraulique, ciments, pouzzolanes, pierres de broyage, de fourneaux d'usines à soude, marbres, pierres de taille.

Les combustibles minéraux du département du Var appartiennent aux terrains des divers âges :

**HOUILLE** et anthracite du grès houiller;

**LIGNITE** des parties supérieures du muschelkalk, des marnes du jurà moyen, des marnes du calcaire à chama, du grès vert, de la craie supérieure, du terrain tertiaire ancien, du tertiaire moyen.

Houilles.  
Recherches abandonnées et recherches à faire.

**TOURBES.**

Dépôt houiller, parties explorées, bassin du Reyran. Les travaux établis depuis 1823 jusqu'en 1830, ont démontré l'irrégularité des couches de gisement placé au centre des bouleversements de l'Esterel. Le bassin des Vaux, exploré en 1829, abandonné par nos conseils; les fouilles reprises en 1837 furent abandonnées après la conviction acquise de trop nombreux bouleversements. Bassin de Collobrières, exploré en 1840, 1841, 1842. abandonné à cause des irrégularités du gîte. Explorations des affleurements de la vallée de Sauvebonne et du bassin de Carqueiranne, poursuivies jusqu'en 1845 et délaissées

à cause des irrégularités. Aux environs de Toulon, vers le fort Lamalgue et vers Notre-Dame de Pradets, les bouleversements et irrégularités du gîte ont déterminé l'abandon des travaux.

Parties inexplorées : grès houiller des environs de Six-Fours ; indices des environs de Carnoules, indices de Roquebrune et Fourneux. La partie la moins brisée par les dislocations de tous les dépôts de grès anciens du Var se trouve entre Cuers et Pignans. C'est dans ces bassins que les recherches devraient être sérieusement poursuivies en profondeur.

Les analogies de direction de cette partie du bassin houiller avec le bassin houiller de la Sarre font soupçonner des analogies de richesse dans le gisement. Les lambeaux houillers de Plan de Latour ne peuvent avoir aucune valeur industrielle.

Les lignites du muschelkalk se présentent en traces irrégulières sous Bargemont et Seillans ; elles ne paraissent pas assez importantes pour motiver des frais d'exploration.

Lignite.

Le lignite du jura inférieur forme une couche variable entre 1 mètre et 2 mètres de puissance dans les terrains marneux placés sur les coteaux supérieurs au muschelkalk, depuis Cotignac jusqu'à Carros. La couche est partout affectée d'irrégularités, l'abondance des pyrites et sa facile décomposition à l'air, la rendent exclusivement propre à fabriquer la chaux, le plâtre, à servir d'amendement agricole. Le grand gisement découvert par nous en 1829, 1830 et 1831 n'a été un peu sérieusement attaqué qu'en 1831, par M. le baron Baron, dans le quartier de Vescagne, au nord de Vence.

La qualité inférieure du combustible et les irrégularités du gîte motivèrent l'abandon des travaux. Pour la fabrication de la chaux et du plâtre, et pour l'amendement

des champs dépourvus d'humus, ce gisement ne paraît pas dépourvu d'avenir.

Le lignite du jura supérieur se montre à Caussol, et à la Begude près de Grasse, à Beauregard près Fayence, aux environs d'une briqueterie. Ce lignite accompagne les gisements de terre à poterie de Valauris et Biot : il paraît bien moins important que le précédent.

Lignites  
du grès vert.

Aux environs du Bausset, vers la plâtrière du Vieux-Bausset, indices de lignites du grès vert, analogues à ceux des rochers des Trois-Frères et du quartier de la Folie près de Martigues. Ces lignites rentrent dans le type de ceux de Saint-Paulet, à Pont-Saint-Esprit.

Lignites de la  
craie supérieure.

Les lignites de la craie supérieure sont exploités à la Cadière depuis plus de trente ans : ils consistent en deux couches, dont une seule est bien poursuivie ; ces couches que nous désignons sous le nom de *mines du Jayet*, se retrouvent à Mazaugues, à Saint-Julien et au Val de Camps près Brignoles. A Toulon, elles ont été explorées à la propriété Roustan.

On les retrouve au pied de la crête de la Sainte-Baume, à Fonfrèje, au plan d'Aups et au pied du pic de Brétagne.

Lignites du sys-  
tème tertiaire an-  
cien.

Le dépôt de combustibles bien connu et largement exploité dans les Bouches-du-Rhône, sous le nom de *lignites de Fuveau*, n'est représenté dans le Var que par le gisement de Saint-Zacharie, les lambeaux de cette formation d'Ollières, Saint-Maximin, Nans, et Pas de Peirui vers la Sainte-Baume. Le même groupe se montre encore, vers le nord-est du département, à la Roque, au pied de l'Achens. Le dépôt de ce combustible se divise en sept couches, dont la puissance varie entre 2<sup>mètres</sup>,50 et 50 centimètres. La qualité est telle qu'il équivaut aux trois quarts de l'effet utile d'un poids égal de houille. Mais dans les parties brisées et parcourues par les eaux comme dans la con-

cession Zacharie, il devient plus mauvais, et dans les parties où il n'offre que des lambeaux, sa qualité est moindre encore; il ne peut plus être exploité. L'exploitation du lignite de la Roque-Esclapon mérite d'être sérieusement étudiée, la qualité paraît satisfaisante; il est seulement à craindre que les couches relevées verticalement n'éprouvent de fréquents dérangements.

Les environs de Barjols et de Brue, et le bassin tertiaire du Val près de Brignoles présentent des couches de lignites terreux, qui sont analogues par leur âge géologique aux lignites du grand bassin tertiaire de Manosque, Apt et Carpentras. Mais les bassins circonscrits et la consistance argileuse des bancs de la formation tertiaire de Barjols, ne permettent pas d'espérer une exploitation suivie.

Lignites tertiaires  
moyens.

Ainsi les gisements à examiner dans les lignites du département du Var sont ceux de Mazaugues et de Camps près Brignoles, et de la Roque-Esclapon. Les autres gisements pourront rendre des services uniquement à l'agriculture locale.

Les tourbes de l'embouchure du Var paraîtraient avoir quelque importance par leur masse, si l'insalubrité d'une exploitation de ce genre ne devait pas faire naître ici une difficulté jusqu'à présent insurmontable.

La grande question que présente l'exploitation des combustibles minéraux du Var est celle de la recherche des points, ou soit dans la vallée de l'Argens, soit dans celle du Gapeau et de la Reppe le gisement houiller peut être assez régulier pour être exploitable. La continuité du gisement houiller que l'on croyait n'exister qu'en lambeaux est déjà un grand pas dans cette voie, et on le doit à l'étude de la carte géologique.

*Substances métalliques.* — Le fer est le plus utile des

métaux, comme il est le plus commun. Les minerais de ce métal existent dans le département du Var :

Comme parties élémentaires des roches primitives ;

En nids et en masses globulaires dans le grès houiller ;

En rognons dans le zechstein ;

En grains dans les calcaires du jura moyen ;

En grains et rognons dans les argiles tertiaires ;

En filons réguliers à l'état de carbonate altéré ;

En amas disséminés dans la serpentine à l'état de fer magnétique.

Les mines de fer du Var sont très-nombreuses et très-variées. Les minerais du terrain primitif et du calcaire jurassique paraissent très-abondants, et ces circonstances, combinées avec la présence des forêts de pins très-étendues dans le groupe des Maures, permettent d'asseoir de légitimes espérances sur la production du fer dans le département du Var.

*Tableau des minerais de fer du Var.*

	Teneur en fer sur 100 de minéral.	
<i>Fer oligiste de Collobrières.</i> }	50,5	{ A 200 mètres au sud-ouest de Collobrières { disséminé dans le schiste talqueux.
<i>Fer oxydulé. . .</i> }	30,5	{ A 300 mètres au nord de Collobrières banc { quarzeux de 0 <sup>m</sup> ,40 à 0 <sup>m</sup> ,50 puissance.
<i>Fer oxydulé, bisilicate de fer, et peroxyde de fer avec grenats et staurotide.</i> }	35	{ Au nord-est de Collobrières vers le quartier de Vaubarnier. Bancs ferrugineux alternant avec des schistes micacés. Les bancs riches au nombre de dix alternent sur une épaisseur de 30 mètre. Puissance des bancs de minéral 0 <sup>m</sup> ,50 à 1 mètre. Le fer oxydé fait partie essen- tielle des roches.
<i>Fer oxydulé. . .</i> }	Très-riche.	{ De la Ferrière d'Agay. Disséminé dans la { serpentine.
<i>Fer oxydulé avec chrome. . .</i> }	Très-riche.	{ De la serpentine des quarrades de cavalaire, { mais dissémine en petits nids dans la masse de { serpentine.



Teneur en fer  
sur 100 de minéral.

<i>Fer carbonaté lithoïde. . . . .</i>	38	<p>Dans le terrain houiller de Collobrières. On le retrouve dans tous les affleurements du terrain houiller du Var il y est allié avec le silice et donne dans les parties altérées un minéral très-siliceux. Il est assez abondant dans les fosses du fort Lamalgué, à Toulon, mais il est en masses considérables et bien exploitables à l'affleurement houiller de La Bourrenque au nord de Six-Fours.</p>
<i>Fer carbonaté avec hématite. . .</i>	Riche.	<p>Dans le zechstein de la vallée de Saubonne Ce gisement paraît analogue à ceux que M. l'ingénieur en chef des mines, Gruner, rapporte au trias, et que nous plaçons inférieurement au grès bigarre dans le massif de Cévennes, comme dans les Maures.</p>
<i>Fer oxydé en grains. . . . .</i>	45	<p>A Belgentier, à Néoules, à Méounes, dans les calcaires du jura moyen. Le minéral est en grains mêlés d'argile, et forme de 10 à 75 pour cent de la masse.</p>
	27	<p>Dans les montagnes d'Engarden près Brignoles. Il est associé à des coraux et renferme, outre la silice, de l'alumine combinée comme le minéral des Baux.</p> <p>A la Sainte-Baume, entre les Pères et la Béguine, près du chemin de Nans, trois bancs d'argile ferrugineuse sont enfoncés dans le calcaire gris et offrent une puissance de minéral de plus de 9 mètres. Le même gisement se poursuit à l'ouest dans le massif de la Sainte-Baume, à Pas-de-Peiru, à la Coutronne Ce minéral se reproduit dans le chaînon de la Pomme, dans les montagnes de Pichauris, à l'ouest de Marseille, à La Mure au nord de cette ville et dans la chaîne des Baux vers Arles, où il se développe sur une longueur de 6 kilomètres. Dans le département du Var on le retrouve entre Brignoles et le Val, à Combecave vers Cabasse; à Montlerfat au nord de Draguignan. A la Bégude, près Valbonne, arrondissement de Grasse, ces bancs ferrugineux se présentent encore avec un facies fort analogue aux couches de minéral oolithique enveloppées dans le terrain jurassique de la Bourgogne.</p>
<i>Fer oxydé hématite avec silice.</i>		<p>A Allauch, près Marseille, dans le grès vert le minéral de fer colore les montagnes de <i>Cagoferry</i>.</p> <p>Le minéral répandu à la base du terrain tertiaire de Vaucluse ou il forme les amas de rustrel, se trouve en rognons dans les argiles</p>

<i>Suite du Fer oxydé hématite avec silice. . . . .</i>	} rouges de Mourmoiron et de Roussillon, près d'Apt, dans les argiles rouges de Salernes et Salgues à l'ouest de Draguignan. Gisement des cavernes : il a été exploité à Lagnes (Vaucluse), et dérive des pyrites qui forment encore le centre de la plupart des gros morceaux.
<i>Fer carbonaté spathique et fer peroxydé. . . . .</i>	
	} Ce minerai forme un filon encaissé dans les roches primitives vers le prieuré de la Madeleine, à 4 kilomètres au nord de La Molle. C'est un filon comparable à la mine douce des environs d'Allevard (Isère), formée aussi de fer carbonate décomposé; sa teneur en fer paraît être de 40 pour cent de fer. Sa puissance est d'environ 50 centimètres.

*Tableau des minerais de plomb argentifère.*

	Filons de la Reille, plomb sulfure et cuivre sulfure. }	Dans les Maures d'Hyères, au nord-est de cette ville vers Saint-Guillaume.
	Filon de Cogolin . . . . .	Sur la route de Lagarde-Freinet, teneur en argent jusqu'à 10 millièmes.
	— de la Madeleine . . . . .	Près du prieuré de la Madeleine.
	— de la Baumette.	
} <i>Filons de Lagarde- Freinet.</i>	Filon de Saint-Clément avec zinc sulfure. . . . .	Au pied de Notre-Dame de Milamas Teneur en argent 4 à 5 millièmes. La puissance du filon atteint jusqu'à 50 centimètres.
	— de la Court . . . . .	Au sud-ouest de Lagarde-Freinet.
	— du camp de la Seillère.	Au sud de Lagarde-Freinet.
	— de l'Autolière . . . . .	Au sud-est de Lagarde-Freinet.
	— des Tassy . . . . .	Auprès du village de Lagarde-Freinet.
	— de la Moure. . . . .	Au nord-est de Lagarde-Freinet.
	— de Saint-Domas. . . . .	A l'ouest de Lagarde-Freinet.
	— des Mayons . . . . .	Au sud du Luc.
	— du Revest.	
	— du Muy à la Peguière.	
	— de l'Argentière. . . . .	Près de l'auberge de l'Estierel.

Tous les filons ont été exploités sous les Romains et pendant la longue occupation des Maures, par les Sarrasins. Les filons de la Moure, ceux de la Reille ont été l'objet de travaux importants; leur délaissement paraît avoir coïncidé avec la découverte de l'Amérique. Au surplus, placés dans un terrain primitif, où les révolutions du globe ont agi à des périodes très-répétées et selon des directions multipliées, ils semblent affectés de nombreuses irrégularités, menacent d'insuccès toutes les tentatives industrielles qui auraient à lutter contre le haut prix de la main-d'œuvre. Les fouilles entreprises, en 1821, sur le filon de Cogolin; celles faites en 1829 et 1830, sur le filon de Saint-Clément, vers Milamas; enfin celles que fit en 1834, sur les filons de la Moure, la compagnie Magnan de Kothen, ont toutes confirmé la pensée de l'irrégularité de ces gisements.

Époques diverses des travaux faits sur les filons du département du Var.

Le chrome, découvert en 1787 dans le minerai de fer oxydulé des Quarrades, par Pontier, n'a été exploré que sur les fragments de la roche désagrégés par le temps. Dès que les détritiques ont été épuisés, l'exploitation est devenue impossible, l'attaque de la roche mère eût été ruineuse.

De nombreuses mais faibles traces de filons d'antimoine sulfuré existent dans les Maures d'Hyères et à la Jeannette, près de Sainte-Eulalie. On reconnaît de la *blende* (noire de zinc), avec le plomb sulfuré de Saint-Clément, près Lagarde-Freinet.

Le cuivre carbonaté se montre par petites taches dans le poudingue, qui commence la série du grès rouge vers le cap Garonne, et au quartier des Améniers, près de Toulon. Ce sont de simples petits nids qui assimilent l'al-tération de ce poudingue au métamorphisme des arkoses.

Cuivre.

Le mercure natif et en très-petits globules nous a été signalé par M. Jaume de Toulon, dans les marnes du

Mercure.

jura moyen, entre Ollioules et le quartier d'Alançon.

Le titane, associé ordinaire des minerais d'étain, a été signalé vers les Campeaux.

Minerais  
de manganèse.

Mais le métal qui paraît être le plus abondant, après le fer, est le manganèse, qui git à l'état de peroxyde en masses superficielles tout auprès de la maison de campagne de Rouit, dans le grès vosgien d'Esclans. Notre savant camarade M. Meissonnier, ingénieur des mines, nous l'a signalé également dans l'arrondissement de Grasse, au Colombier, entre la Bégude, près Valbonne et la nappe volcanique de Lagarde.

Il est digne de remarque que le manganèse du Rouit a été reconnu par nous à peu de distance des dyckes volcaniques. Il est possible que ces gisements soient examinés sérieusement et exploitables avec bénéfice, si la fabrication du chlore prend l'importance à laquelle semble l'appeler l'extraction de l'aluminium.

Des filons de barytine et de fluorine se montrent au hameau des Adrets, à l'Esterel, à Baume de Coutéou, et aussi entre le vallon de Vaux et le château de Guignes; on a pensé quelque temps pouvoir les exploiter pour couverture des faïences fines. Le filon de Baume de Coutéou est d'une puissance comprise entre 1 et 10 mètres. On peut le suivre, dit M. Panescorse, sur 2 kilomètres de longueur.

Le filon de barytine à la Peguère du Muy, dans le granite, puissance 2 mètres, se relève en crête au-dessus du granite. La fluorine se montre sur le ruisseau de la Madeleine, dans le bassin du Reyran. Il a été exploré par M. Toulouzan fils.

*Chaux, ciments et pouzzolanes.*

Les chaux grasses fournies par les pierres du calcaire

jurassique moyen et du calcaire à chama, et même par les calcaires du muschelkalk, étaient exclusivement appliqués aux constructions publiques et privées jusque vers 1835.

Les recherches que nous publiâmes sur la découverte des chaux hydrauliques et des ciments dans les divers étages calcaires de la Provence demeurèrent sans effet; et nous dûmes prêcher par l'exemple, en établissant sur le calcaire néocommien de Roquefort, près la limite des Bouches-du-Rhône et du Var, une exploitation de chaux et de ciment. Depuis que cet élan a été donné, les exploitations de chaux hydrauliques se sont multipliées entre Marseille et Toulon.

On exploite pour chaux hydraulique à Fuveau, le calcaire marneux tertiaire; à Roquefort, le calcaire néocommien; à Valfrege, près Marseille, le calcaire marneux à la base de l'étage à chama; à Toulon, le calcaire du lias supérieur vers Faverolles.

D'autres exploitations pourraient être établies dans les parties correspondantes des divers étages marneux qui séparent entre elles les diverses formations calcaires.

Des ciments peuvent être fabriqués aussi dans les mêmes étages; il suffit d'asseoir l'exploitation sur les couches exemptes de sable et suffisamment dotées d'argile, ou de silice gélatineuse encaissées dans le muschelkalk, le lias, le calcaire jurassique moyen et le calcaire à chama.

L'application des ciments aux grands travaux d'art, au moulage des objets de décoration, permettra de remplacer la pierre de taille avec économie, et les chaux hydrauliques, en poudre, peuvent rendre aussi à l'agriculture des services dont on ne soupçonne pas actuellement l'importance.

Si nous en jugeons par les effets observés dans le Charolais, les chaux hydrauliques sont le meilleur agent de fertilisation des sols argileux tertiaires.

Les scories volcaniques de Rougiers pourraient peut-être être utilisées comme pouzzolanes : aucun essai n'a été fait à cet égard ; il est vrai que cette question offre peu d'intérêt en présence du développement des chaux hydrauliques.

*Exploitations du plâtre.*

Arrondissement de Toulon, communes : Lavalette, Solliès-Toucas, Solliès-Ville, Belgentier, Hyères, Cuers, Méounes, Bausset, Ollioules, Bandol, Saint-Cyr : 21 exploitations. Arrondissement de Brignoles, communes : Pignans, Gonfaron, Besse, Cabasse, Brignoles, Roquebrussane, Cotignac, Varages, La Verdière, Rians, Bras : 13 exploitations. Arrondissement de Draguignan, communes : Draguignan, Flayosc, Lorgues, Aups, Montferrat, Callas, Bargemont, Claviers, Seillans, Fayence, Tourretes, Callian, Montauroux, le Luc : 16 exploitations. Arrondissement de Grasse, communes : Grasse, Bar, Châteauneuf, Opio, Sartoux, Coursegoules, Aiglun, Saint-Vallier, Cabris, Carros, Le Broc : 20 exploitations. Sur 48 communes, on trouve un total de 80 exploitations, produisant environ 12,000 quintaux métriques. Valeur, 90,000 fr.

Le plâtre blanc ne se rencontre que sur cinq grandes exploitations : Solliès-Toucas, Cuers, Varages, Bargemont et Grasse, dont le produit forme le tiers de l'exploitation totale.

Ce nombre remarquable d'extractions est partout établi sur le système des marnes oxfordiennes, excepté au Luc, où l'on exploite le gypse dépendant des assises supé-

rieures du muschelkalk. Dans les Bouches-du-Rhône, les exploitations du plâtre se divisent en sept groupes ou communes : une seule, celle d'Aix, exploite les gypses tertiaires, dont la composition et l'âge rappellent ceux de Montmartre.

Dans le département de Vaucluse, les exploitations de plâtre ne forment que trois groupes, et tous trois sur le dépôt tertiaire. Dans les Basses-Alpes, cinq groupes d'exploitation sont situés sur le dépôt tertiaire de Manosque et Forcalquier, prolongement de celui du département de Vaucluse et identique à celui d'Aix. Sur les autres points, le plâtre des Basses-Alpes n'est qu'une altération des marnes de lias, du système oxfordien et du dépôt nummulitique. 23 groupes de gypse sont sur le lias ; 2 sur les marnes d'Oxford ; 6 sur la formation à nummulites.

Le département du Var est donc le seul, en Provence, où l'exploitation du plâtre soit tout entière hors des terrains tertiaires ; c'est aussi le seul où cette substance soit disséminée sur un si grand nombre de points et en gisements si abondants, que l'exploitation actuelle ne représente que le dixième de ce que l'on pourrait obtenir sans peine : pourquoi l'emploi agricole de cette substance n'est-il là l'objet d'aucune attention ?

Le département du Var est la contrée des sources, des gypses, des lignites terreux et des minerais de fer. Ce sont là les véritables richesses que la géologie offre à l'industrie locale. Les recherches de houille peuvent changer complètement la face de cette contrée. Si on les poursuit hors des parties extérieures, brisées et hachées par les dislocations, peut-être pourra-t-on obtenir une exploitation sérieuse. Alors le département du Var n'aurait plus rien à envier à la Flandre.

L'argile, pour briques réfractaires, est intercalée en

Briqueteries et  
poteries

couches assez régulières dans la série jurassique, entre le calcaire jurassique moyen et le système supérieur dans les environs de Grasse, au carton de Graillon auprès de Mougins. Cette argile paraît être une marne altérée par la décomposition des lignites pyriteux qui la recouvrent : elle sert de base à la fabrication des briques réfractaires de Valauris et fournit à la consommation des foyers de Marseille et Toulon.

Ce gisement d'argile alimente aussi les fabriques de poteries ordinaires de Vallauris, de la Bégude et d'autres lieux voisins.

Les nombreuses fabriques de faïence et de briques fines de Salernes, de Varages et de Moustiers emploient l'argile rougeâtre tertiaire des bassins échelonnés de Salernes et Moustiers. La matière colorante des carreaux de Salernes est extraite des dépôts de minerai de fer argileux gisant dans le calcaire jurassique.

Le kaolin de Grimaud est légèrement coloré en jaune par l'oxyde de fer : il pourrait être purifié par un léger lavage avec l'acide hydrochlorique, et devenir, ainsi, très-propre à la fabrication de la porcelaine.

Les sables blancs pour verreries sont exploités au Bausset : déposés dans l'étage du grès vert en sables formant au vallon des Évauderins, entre Ollioules et le Bausset, ils forment une assise puissante.

#### *Matériaux de construction.*

Les marbres ont été exploités, en 1821, dans le département du Var, aux environs d'Ampus, dans le calcaire jurassique moyen juxtaposé aux minerais de fer. Ces marbres à fragments jaunâtres empâtés dans un ciment rouge et imitant quelquefois le beau jaune de Siene



étaient d'un assez joli effet; mais les cavités nombreuses des plaques et les irrégularités des bancs ont motivé l'abandon de cette exploitation.

Le marbre gris du Revest, près Toulon, était moins irrégulier; il n'a pas pu soutenir la concurrence avec les marbres d'Italie.

Des marbres plus durs ont été exploités par les Romains, auprès de Saint-Raphaël, dans le torrent de Boulouris. Ces marbres porphyriques, d'un effet assez gracieux et d'une grande cohésion, exigeaient des dépenses qui ne permettraient pas de les mettre à portée des consommateurs ordinaires; de sorte que les carrières romaines, retrouvées par M. Texier, n'ont pas été remises en exploitation.

Les matières volcaniques sont exploitées aux environs de Biot, pour pierres de four à cuire le pain et pour soles des fours à sulfates des fabriques de soude.

Les nappes basaltiques d'Ollioules s'exploitent pour meules de moulins à huile. Leur surface rugueuse et leur ténacité leur donnent pour cette destination une grande supériorité sur les pierres calcaires.

Les pierres de calcaire dur employées comme pierres de taille sont extraites sur une grande échelle dans le calcaire jurassique supérieur ou calcaire à chama des environs de Grasse et des environs de Cassis, près Marseille. Auprès de Draguignan, les pierres de taille sont extraites du muschelkalk.

Les grès rouge du cap Garonne, près Toulon, sont exploités pour Pavés et transportés sur tous les ports de la Méditerranée.

Dans le voisinage de l'Esterel, les pierres de taille sont fournis par le grès rouge et le grès vosgien.

Les serpentines de la Molle et celles des Quarrades

ont été employées aux environs de Saint-Tropez, pour ornements d'architecture.

Mais la plus importante et la plus abondante des matières de construction du département est celle des carrières de gypse.

FIN.

# NOTES.

*Étiage des rivières à eaux limpides comparé à la surface des terrains absorbants de leur bassin.*

SITUATION.	ÉTIAGES.	ÉTENDUE du bassin.	SURFACE absor- bante du bassin	DÉBIT à l'étiage par seconde.	ÉTENDUE absor- bante pour 1 m cube à l'étiage.
		kil car.	kil car.	m cub.	kil. car.
PROVENCE	Partie supérieure du cours de l'ARGENS, au confluent de Châteaouvert, près Barjols . . . . .	442	404	1 712	235 9
	VERDON, au confluent avec la Durance. . . . .	2248	1444	10 000	144 4
	GAPEAU, au barrage de M. de Beauregard. . . . .	416	230	1 718	135
	SIAGNE et MOURANCHONE, à leur confluent. . . . .	404	364	3 042	119 7
	LOUP, au pont de Ville-neuve. . . . .	213	213	1 667	128
	LA CAGNE, à Saint-Jeannel	52	52	0 440	117
	Moyenne générale pour les trois cours d'eau réunis de la SIAGNE, du LOUP et de la CAGNE. . . . .	»	629	5 149	122
NORD de la FRANCE	LA SEINE . . . . .	43100	27800	75 000	370 6

(1) Ce débit de la SIAGNE n'est qu'un minimum correspondant à la fin de septembre 1840, époque où se terminait une série d'années très-sèches.

Voici les étiages trouvés sur la même rivière, le 9 août 1843, m c.  
 par M. Bosc. . . . . 4 933  
 Par M. l'ingénieur Gaduel, le 6 septembre 1849. . . . . 5 145  
 id. le 15 août 1850. . . . . 4.850

La supériorité du débit des sources de la partie orientale du Var, telle que nous la présentons, est donc un résultat plutôt diminué qu'exagéré.

Il résulte de ce tableau que l'étendue de terrain perméable nécessaire pour débiter un mètre cube par seconde, à l'étiage, est progressivement décroissante en allant de l'ouest à l'est. En d'autres termes, une même étendue de terrain perméable produit des sources de plus en plus fortes, dans la direction d'Arles à Nice; ce qui est parfaitement en harmonie avec l'accroissement graduel des pluies annuelles, s'élevant, entre Arles et Nice, du chiffre de 45 centimètres à celui de 100 centimètres. En prenant l'ensemble des bassins comparés sur la Siagne, le Loup et la Cagne, cours d'eau placés à l'orient de l'Estérel, il faut, en moyenne, 122<sup>kilom. carr.</sup>,1 pour produire un étiage de 1 mètre cube.

Le même débit exige sur le Gapeau 135 kilomètres carrés; sur le Verdon, 144<sup>kilom. carr.</sup>,4, et sur la partie occidentale du cours de l'Argens, 235<sup>kilom.</sup>,9. Ces résultats offrent ici une remarquable application du principe qui ressort de nos études sur le drainage : *l'Étiage des rivières à eaux limpides est entretenu par les sources régulières; il est, par conséquent, lié intimement à l'étendue du sol perméable de leur bassin*, et à la dose des pluies annuelles.

Les sources du nord de la France sont bien moins considérables à étendue égale de terrain absorbant; un volume donné débité à l'étiage d'un cours d'eau y correspondra donc à une étendue de terrain perméable plus considérable qu'en Provence. Il faut, en effet, dans le bassin de la Seine, 370<sup>kilom. carr.</sup>,6 de sol perméable pour former le débit d'un mètre cube par seconde à l'étiage; pareil débit n'exige que les deux tiers de la même surface dans l'ouest de la Provence, et seulement un tiers sur les rivières placées dans la Provence la plus orientale.

De cette différence fondamentale entre les étiages comparés des eaux régulières dans le nord et le midi de la France, on voit ressortir comme conséquence nécessaire l'étendue plus grande dans le midi de la France des cavernes emmagasinant le capital d'eau qui alimente les sources. Ce capital est proportionnel à la concentration des pluies. Plus les périodes de filtration sont éloignées, plus l'emmagasinement nécessaire à un même débit doit être considérable. Ce capital est proportionnel aussi au volume des sources. Dans l'extrémité orientale de la Provence les sources sont trois fois plus fortes que dans le bassin de la Seine, et puisque les pluies y sont trois fois plus concentrées, il s'en suit que les cavernes et les vides intérieurs des masses calcaires

doivent être *neuf fois* plus grandes qu'aux environs de Paris. Les dépôts de tufs et de calcaires lacustres représentant, à l'extérieur, la corrosion exercée dans les cavernes, présentent nécessairement, du midi au nord de la France, des excès analogues.

Les cours d'eau torrentueux sont ceux qui offrent sur leur bassin la majeure étendue de terrain imperméable. C'est là une règle signalée, pour la première fois, par M. l'ingénieur Belgrand, dans certaines parties du bassin de la Seine. Cette loi de géologie hydraulique se vérifie très-bien en Provence. Le bassin de la Durance offre 6556 kilomètres carrés de sol imperméable composé de terrains primitifs, de marnes du lias, de la craie, et de terrains tertiaires argileux. Sur l'étendue totale de 8840 kilomètres carrés, formant le bassin de la Durance en amont de Mirabeau, on voit que l'imperméabilité caractérise les *trois quarts* du bassin. Sur le bassin du fleuve du Var, l'étendue totale de 3190 kilomètres carrés offre 2590 kilomètres carrés du sol imperméable. L'imperméabilité forme ici le caractère des cinq sixièmes de la surface. Ces deux cours d'eau sont éminemment torrentueux.

La célébrité des crues torrentielles de la Durance est bien connue. Les variations du lit du Var, conséquences de ses crues et de ses dépôts subits, offrent l'étymologie latine de son nom, *Varius*. Les limons du Var sont au moins de *deux* millièmes; ceux de la Durance étant déjà *un* millième du volume total des eaux. Il est vrai que la pente de la Durance entre les défilés de Sisteron et de Mirabeau est près de 4 millimètres par mètre, celle du Var, au-dessus du confluent de l'Estéron, dépassant le chiffre de 5 millimètres.

Pour les volumes des eaux débités dans les lits de la Durance et du Var, on trouve des rapports analogues à ceux que nous ont présenté les sources de la Provence occidentale et celles de la Provence orientale.

L'étiage de la Durance, avant le confluent du Verdon, peut être fixé à 65 mètres cubes par seconde; celui du Var, à 28 mètres cubes. Il faut, dans la Durance, pour un débit de 1 mètre cube par seconde, à l'étiage, une surface de bassin de 156 kilomètres carrés.

Dans le Var, il suffit de 113<sup>kilom carr.</sup>90.

A surface égale, la nappe d'eau débitée par le Var est d'un cin-

quième plus forte que celle écoulee par la Durance. N'est-il pas bien remarquable que ce rapport soit presque exactement le même que celui offert par le débit comparé des sources régulières, entre le bassin perméable du Verdon juxtaposé à la Durance, et les bassins perméables de la Siagne, du Loup et de la Cagne, contigus au bassin du fleuve du Var? Les eaux torrentielles, sur les terrains imperméables, tout aussi bien que les sources régulières, sur les terrains perméables, reflètent la plus grande abondance des pluies de la Provence orientale.

Les terrains imperméables, marnes du lias, marnes de la craie, argiles tertiaires, dominent dans les Basses-Alpes et donnent un caractère universellement torrentueux à ses plus minces cours d'eau. Ce caractère se retrouve dans les cours d'eau du département de Vaucluse, tels que le Calavon, l'Ouvèse et l'Aigues, dont l'origine et le parcours principal sont en terrain imperméable, liassique ou tertiaire; tandis que, par un contraste frappant, la Sorgue, ou rivière de Vaucluse, grande émanation des terrains perméables, est éminemment régulière et limpide.

Dans le département du Var, le caractère torrentueux se retrouve dans les cours d'eau des terrains imperméables des Maures et dans les Rioux qui sillonnent les coteaux marneux, depuis la partie du cours du Nartuby, en amont de Draguignan, jusques aux Rioux de Figanières, de Bargemont et de Seillans. Mais au delà des affluents torrentueux de la Siagne, les cours du Loup, de la Brague et de la Cagne, placés dans les calcaires perméables pour la majeure partie de leur parcours, perdent le caractère torrentueux. La rivière d'Argens, avant d'atteindre le sol des Maures, vers Vidauban, a tous les caractères géologiques et toutes les allures d'un cours d'eau très-paisible. En résumé le caractère torrentueux s'offre dans le département du Var, dans les cours d'eau des Maures; tout à fait privés d'ailleurs de sources régulières, dans les rioux placés entre la Siagne et l'Argens, et enfin dans le cours du Var lui-même.

Les crues torrentielles sont le triple résultat de la concentration des pluies, de l'étendue relative des terrains imperméables et de l'inclinaison de ces terrains. Les crues des torrents de la Provence ne doivent-elles pas être notablement supérieures, à tous ces titres, aux crues torrentielles du nord de la France?

La plus grande, la plus extraordinaire des crues de la Seine, celle de 1615, signalée par M. Dausse, donna 48 fois l'étiage; les

fameuses crues du Rhône écoulent 30 fois l'étiage de ce fleuve, évalué à 400 mètres cubes ; mais les crues de la Durance atteignent, avant le confluent du Verdon, de 6000 à 6500 mètres cubes par seconde, c'est-à-dire *cent* fois l'étiage ! Les crues du Var n'ont jamais été évaluées par un ingénieur, mais elles sont certainement proportionnelles à la largeur de son lit de cailloux. La largeur moyenne du lit de graviers de la Durance, en amont de Mirabeau, est de 4500 mètres ; la largeur correspondante du Var est 4100 mètres. Ainsi les crues du Var doivent être plus des deux tiers du volume donné par les crues de la Durance, ou de 4000 mètres cubes par seconde : 443 fois l'étiage !

Ainsi les crues torrentielles en Provence, comparées à celles du bassin de la Seine, sont, pour la Durance, *six fois*, et pour le Var, *huit fois* plus fortes que celles de la région de Paris. Pour la Seine, les terrains imperméables forment à peu près le *tiers* du bassin ; pour le bassin de la Durance, ils en sont déjà les *trois quarts*, et pour le Var, les *cinq dixièmes*. Ainsi, dans le bassin du fleuve du Var, les terrains imperméables sont en proportion deux fois et demie plus forts que dans le bassin de la Seine, et les pluies sont trois fois plus concentrées ; les crues comparées du Var et de la Seine doivent donc représenter plus que le rapport de 4 à 2 1/2  $\times$  3, ou le rapport de 4 à 7 1/2. Ce rapport calculé est bien voisin de celui de 4 à 8, que nous indique le parallèle des faits observés. Il faut bien le conclure, les eaux d'étiage, les eaux torrentielles, sont à la fois plus fortes dans le sud-est de la Provence que dans le bassin de la Seine.

Il en résulte que les dépôts chimiques formés par la corrosion des cavernes, comme les dépôts mécaniques déposés par les eaux troubles sont de beaucoup supérieurs dans le midi de la France ; dès lors il est facile de trouver une remarquable similitude entre les causes actuelles et celles qui ont donné autrefois aux dépôts tertiaires de la Provence des puissances de 3.000 mètres aux terrains tertiaires contemporains de ceux qui n'ont que 200 mètres de puissance aux environs de Paris.

Le drainage est le meilleur remède à opposer aux ravinelements du midi de la France ; puisque l'imperméabilité cause les crues, il faut diminuer les crues en favorisant la filtration. Ceci est parfaitement d'accord avec les observations faites par notre savant camarade M. l'ingénieur des mines Gras ; d'après ses remarques,

les torrents dont la tête est formée de blocs, imitant un drainage naturel, sont amortis dans leurs crues.

Ainsi, *drainage* des terrains marneux ravinés, *endiguement* des cours d'eau dévastateurs. Voilà les deux remèdes à apporter : le premier à l'origine des torrents, le second dans le lit même de ces cours d'eau dévastateurs.

Mais au-dessus de ces deux améliorations agricoles, il en est une troisième qui doit faire sortir un bien, des ravages eux-mêmes des eaux : c'est le colmatage des sols caillouteux.

Les sols caillouteux des diverses craus peuvent être complètement transformés par le dépôt des limons des torrents.

Le colmatage est une opération qui s'exécute en grand dans la Toscane, et qui se réalise avec plein succès dans la Provence sur les garrigues ou craus des environs d'Avignon. Cette opération est poursuivie depuis quelques années avec une intelligence et un succès également remarquables, à l'aide des eaux troubles de la Durance, amenées par le canal de Crillon. Les travaux de colmatage de M. Thomas, l'industriel le plus éminent d'Avignon, méritent d'être cités et surtout d'être imités.

Les colmatages peuvent être établis sur la plus large échelle dans les Basses-Alpes, sur le grand plateau de poudingue qui règne depuis les bords de l'Asse jusqu'à ceux du Verdon. Ils doivent s'étendre sur la grande plaine caillouteuse de la crau d'Arles et sur la crau de Noves, dans les Bouches-du-Rhône.

Dans le département du Var, les colmatages doivent se développer sur les bords de tous les rioux qui peuvent dominer, à leur naissance, des terrains caillouteux ; mais ils doivent surtout faire naître de beaux terrains sur la partie inférieure du bassin du Var, sur la plaine de la Gaude et la crau de Cagnes. — L'exécution des irrigations par fossés d'imbibition pareils à ceux employés pour humecter les cultures des environs de Boucoiran, dans le Gard, à l'aide des eaux troubles du Gardon, dérivés par M. de Calvières, offre la meilleure solution des difficultés du colmatage.

Le système d'irrigation par fossés d'imbibition pratiqué largement, pour la première fois, par M. de Calvières, et depuis lors adopté dans tout le territoire de Boucoiran, est malheureusement resté circonscrit à cette localité ; personne ne l'a remarqué, aucun agronome ne l'a décrit. Des fossés d'imbibition de 1 mètre de profondeur, de 30 centimètres de largeur seulement,



divisent le sol à irriguer en bandes de 3 mètres de largeur. Chaque semaine, à l'aide d'un fossé général placé en tête des fossés d'imbibition, on remplit ces derniers. L'absorption est devenue complète dans la semaine, et on recommence le remplissage en ayant toujours soin que l'eau ne submerge point les bandes cultivées en luzerne que l'on soumet à cet arrosage. Au commencement de chaque année, on purge les fossés, et les boues qu'on en extrait servent d'engrais aux prairies artificielles, dont la durée est de dix ans. L'eau consommée est d'environ trois quarts de litre par hectare seulement, et l'on obtient ainsi le meilleur arrosage et le meilleur colmatage !

Le colmatage par fossés offre le double avantage de maintenir en état de production les terrains que l'on colmate, tout en les arrosant. Les limons déposés dans les fossés, rejetés sur les bandes en culture, renouvellent constamment l'énergie fécondante des terres, et permettent d'éviter, tout en exhaussant le sol, les fièvres toujours promptes à se développer dans les bassins étendus, soumis alternativement à la submersion et à la dessiccation.

Le débit moyen de la Durance, évalué à 120 mètres cubes par seconde, fournit une masse de limons de 3,784,000 mètres cubes ; celui du Var étant de 42 mètres cubes, fournit 2,649,000 mètres cubes de limons. Ainsi la Durance peut colmater sur une épaisseur de 50 centimètres ; chaque année, 757 hectares, et le Var, 529 hectares. Ces deux cours d'eau seuls pourraient créer annuellement, par leur colmatage, une plus-value qui porterait à 3,000 l'hectare, 1286 hectares de graviers et cailloux ; ce serait une création annuelle de terre végétale qui atteindrait la somme de 3,752,000 francs ! Que deviennent actuellement ces limons ajoutés à tous ceux que fournit le Rhône, à l'aide des eaux torrentielles débouchant au-dessus d'Avignon ? Ils sont, en majeure partie, emportés par le courant littoral qui circule au nord de la Méditerranée !

Le courant littoral qui sur les côtes septentrionales de la Méditerranée transporte les sables dans le sens de l'est à l'ouest, est un des phénomènes les plus intéressants au point de vue de l'hydraulique et de la géologie. Ce courant dépose les sables dans toutes les rades ouvertes à l'est, dans lesquelles il vient s'amortir, tandis qu'il corrode les côtes qu'il frappe avec force, et maintient la profondeur des eaux les plus voisines du rivage. Ce courant explique le transport des sables du Rhône vers l'Occident

dans la direction d'Aigues-Mortes et de Cette, en même temps qu'il rend compte de l'absence totale de dépôts à l'embouchure du Var, malgré la précipitation incessante des épais limons apportés par ce fleuve, le plus torrentueux de toute la rive méditerranéenne.

Les sources sous-marines sont probablement une des causes les plus actives de l'établissement de ce courant.

Les sources sous-marines sont nombreuses et puissantes dans toute la bande de la mer littorale qui s'étend entre Nice et Gênes.

La masse d'eau pluviale annuelle qui tombe entre ces deux villes va croissant de 100 centimètres à 140 centimètres. Cette grande quantité d'eau ne forme cependant aucune rivière importante. En appréciant la quantité considérable de terrains perméables formant la surface du sol, on reconnaît ici les circonstances les plus propres à faire naître de grandes sources. Le débit croissant des sources du département du Var dans la direction de l'ouest à l'est est bien d'accord avec les indices de puissantes sources sous-marines qui se révèlent auprès de Menton et de San-Rémo. D'après le système de calculs dont nous avons offert de nombreuses applications, les sources sous-marines entre Nice et Gênes doivent fournir un étiage moyen de 19 mètres cubes par seconde, c'est-à-dire plus des deux tiers de l'étiage moyen du Var, en y joignant 10 mètres cubes d'eaux torrentielles; plus les eaux du Var, et des rivières et des sources contiguës; enfin les sources sous-marines du golfe de la Spezzia et les eaux du bassin de l'Arno; on arrive à un débit total de plus de 93 mètres cubes par seconde: c'est à peu près le quart du débit du Rhône.

Les eaux longeant le rivage pour s'avancer vers la pleine mer placée au sud, sont en retard, sur le mouvement de rotation terrestre, puisque Gênes est à 4° 25' plus au nord que les îles d'Hyères. Elles font naître une impulsion pouvant, au maximum, atteindre 5 mètres, 50, et qui, en moyenne, doit dépasser 2 mètres par seconde, jusqu'à ce qu'un volume considérable d'eau marine mise en mouvement ait diminué la vitesse par l'accroissement de la masse.

Ne voit-on pas là une cause suffisante du courant du nord de la Méditerranée?

Vers la côte méridionale de la Méditerranée, des eaux de source venant du sud expliqueraient très-bien, aussi, par leur mouvement de précession, la direction de l'ouest à l'est du cou-

rant qui vient ensabler les parties *orientales* du delta du Nil, comme le courant de l'est à l'ouest ensable les bouches *occidentales* du Rhône?

Les sources sous-marines sont en général révélées par une moindre salure et aussi par une circonstance hydrographique très-importante. Aux points où elles surgissent, des espèces de trous, des profondeurs inusitées du fond se manifestent. C'est ainsi, qu'en face du cap de Menton, et à 6 kilomètres seulement du cap, on trouve la grande profondeur de 691 mètres; en face du cap San-Remo, 291 mètres; dans le fond même du golfe de Cannes, la sonde accuse 162 mètres tout près du rivage, à l'endroit où les ondulations de la mer et sa moindre salure révèlent le surgissement d'une source sous-marine? Sur le littoral de l'Océan, vers le rivage des Landes, des observations analogues peuvent être faites assez fréquemment.

Le mouvement de précession des eaux des sources sous-marines de la côte espagnole, placées aux sud du golfe de Gascogne, explique parfaitement les courants de l'ouest à l'est de ce golfe, et les ensablements de la côte des Landes.

*De la filtration, de la vaporisation et de l'irrigation en Provence.  
Forces végétales comparées des environs de Paris  
et de la Provence.*

La filtration annuelle que nous avons calculée pour la Provence au chiffre moyen de 273 millimètres, représentant la hauteur de la nappe d'eau qui s'échappe au-dessous de la superficie du sol, laisse à l'évaporation moyenne annuelle une hauteur de 327 millimètres, tandis que cette évaporation, sur une terre toujours tenue humide, s'élèverait à 2,000 millimètres. — La puissance de la végétation est proportionnelle à la vaporisation de l'eau, puisque l'émission de la vapeur d'eau est la principale fonction de la vie végétative. Il résulte de là que la force réelle de la végétation provençale ne représente qu'une petite partie de la force qu'elle pourrait atteindre par une humidité constamment entretenue. — Ce rapport de la vie végétale possible à la force végétale réelle peut donc s'exprimer en Provence par  $\frac{273}{2000}$  ou 137 millièmes.

Dans le nord de la France et en Angleterre, la production vé-

gétale *possible*, représentée par la vaporisation de la terre humide, est de 790 millimètres, et la filtration de ces climats étant de 426 millimètres, laisse à la vaporisation de la terre humide 474 millimètres; c'est l'expression de la force végétale réelle. La force végétale réelle du nord de la France, comparée à la force végétale *possible*, conduit donc à la fraction  $\frac{474}{799}$  ou 599 millièmes;

tandis que dans le nord de la France, la force végétative est les six dixièmes du maximum que l'on pourrait obtenir, en Provence, la force végétative n'est que le septième de la force végétative *possible*, telle que la température et l'atmosphère agitées de ce climat permettraient de la créer. Quel est l'obstacle qui cause cette infériorité relative? C'est le défaut d'humidité du Midi. C'est donc l'irrigation qui doit être dans le Midi le principal véhicule des améliorations. Lorsque l'on répand en Provence, par l'irrigation, sur un hectare, 1 litre par seconde, pendant cent vingt jours ou quatre mois, on ajoute une hauteur d'eau de 4,000 millimètres. L'humidité du sol peut alors suffire à une vaporisation de 4,000 millimètres d'eau, plus 273 millimètres, ou de 4273 millimètres; la force végétative s'exprime par  $\frac{4273}{2000}$

ou 637 millièmes. Ce chiffre bien rapproché de 599 millièmes montre que cette puissance végétative, artificiellement obtenue par l'irrigation dans le Midi, se rapproche du chiffre proportionnel de la force végétative du nord de la France, en gardant une valeur absolue plus que double de cette dernière force de végétation.

L'irrigation en Provence peut élever l'agriculture locale à un degré de richesse qui dépasse le double de produits de l'agriculture des pays favorisés. C'est ainsi que la luzerne dans le nord de la France, donnant 8000 kil. par hectare, peut fournir, dans les irrigations du Midi, de 16,000 à 20,000 kil. par hectare. On voit comment les belles cultures de luzerne des environs de Boucoiran, auprès de Nîmes, permettent de payer le droit d'irrigation à raison de 400 fr. par hectare, en conservant pour la rente annuelle un taux moyen de 400 fr. par hectare.

Ainsi 1 mètre cube d'eau par seconde pourrait se payer jusqu'à 100,000 fr. de rente dans le Midi de la France, et la rente ordinaire de l'irrigation n'est en réalité que de 20 à 50 fr. par hectare ou 20,000 à 50,000 fr. pour 1 mètre cube d'eau par seconde, dans la plupart des localités arrosées!

Ces chiffres montrent aussi jusqu'où l'on peut porter les sacrifices pécuniaires pour créer des sources artificielles.

Un autre moyen de combattre l'arrêt que l'excès de vaporisation de la terre superficielle fait éprouver à la végétation est fourni par la culture des plantes arbustives qui permet à la racine d'épuiser l'humidité dans la partie de la terre placée sous la limite qu'atteint la sécheresse méridionale, c'est-à-dire au-dessous de 40 centimètres. C'est ainsi qu'on a été conduit à multiplier dans le Var les vergers d'oliviers et de muriers, et les vignobles.

Les terres arables cultivées en céréales donnent, sous le climat de Paris et auprès de Marseille, des produits qui peuvent se coter par la rente de 90 fr. l'hectare pour Paris, et 50 fr. auprès de Marseille. Ces chiffres sont proportionnels aux vaporisations réelles : 474 à Paris, et 273 en Provence.

Dans la partie de la Provence où la terre arable vaut 2,400 fr. l'hectare, la terre arrosée se paye 12,000 fr. l'hectare. Tels sont les prix relatifs des terres d'Aubagne, près Marseille; ces prix sont proportionnels aux forces végétatives telles que nous les avons définies.

*Transformations agricoles de la Provence.*

Constatons d'abord la plus-value due aux irrigations du département du Var :

ARRONDISSEMENTS.	HECTARE irrigué. — Revenu net	HECTARE terre arable. — Revenu net.	PLUS-VALUE due à l'irrigation, par hectare	ÉTENDUE des irrigations.	PLUS-VALUE due aux irrigations	PLUS-VALUE moyenne dans le Var, due à l'irrigation.	DÉPENSE moyenne d'eau par hectare	EAU absorbée par l'irrigation.	DÉBIT des sources.
	fr.	fr.	fr	hectares.	fr.	met car.	lit. p sec	met. car	par hect
Brignoles. . .	176 80	30 60	146 20	2439	366592	»	1 3	3 200	3 489
Toulon . . .	339 90	53 37	286 53	2135	614608	»	0 9	1 990	1 970
Draguignan.	177 70	26 25	151 45	886	134185	»	4	3 540	18 539
Grasse. . . .	117 15	23 70	93 45	844	78892	»	4 5	4 500	7 031
Totaux. . . . .	.....	.....	.....	hectares 6314	fr 1194227	fr 189	lit 2 1	met car 13 210	par hect 31 029

On est frappé de l'énormité de la différence existant entre le revenu de terre arrosée dans l'arrondissement de Grasse et celui qui se révèle auprès d'Hyères et de Toulon. L'étonnement s'accroît encore lorsque l'on voit que l'irrigation n'est en honneur que dans la zone montagneuse et dans la région la plus froide de l'arrondissement de Grasse. Pourquoi dans la région privilégiée par le climat, qui s'étend de l'Esterel aux rives du Var, les cours d'eau tels que la Siagne, le Loup et la Cagne vont-ils perdre leurs eaux dans la mer, tandis que Hyères et Toulon ne laissent échapper aucune goutte de leurs rivières? c'est la culture de l'olivier poussée jusqu'à l'engouement, qui explique cette anomalie : tandis que les cultures maraîchères des environs de Toulon sont tellement développées que leurs produits en primeurs atteignent, en ce moment, les marchés de Lyon et de Paris. Les revenus cadastraux consignés dans notre tableau, sont toujours inférieurs de plus d'un tiers aux revenus réels. Ainsi ce tableau justifie bien le chiffre que nous venons d'assigner à l'accroissement de valeur que produit l'irrigation d'un hectare. Si la valeur vénale moyenne d'un hectare de terre arable se cote, moyennement dans le Var, à raison de 1000 francs et correspond à un revenu moyen de 33 francs, l'établissement des rigoles, et la régularisation du sol arable que l'on convertit en terre irriguée, exige une dépense de 1000 francs encore ; et correspond à un revenu de 33 francs, à prélever aussi du revenu de l'irrigation ; la plus-value définitive est réduite à 156 francs, — en payant, même 100 francs, le droit d'irrigation, il resterait encore 56 francs de bénéfice annuel pour le propriétaire irrigant ! On voit de suite que le bon emploi des sources naturelles et des sources artificielles que le drainage peut créer, produiraient pour le département du Var, considéré isolément, un accroissement de revenu qui, répété sur 48000 hectares, dépasserait 9 millions.

Notre tableau offre des preuves frappantes des déplorables conséquences de l'incurie apportée dans l'emploi des eaux.—Les irrigations qui donnent les produits les plus élevés sont celles qui consomment la moindre proportion d'eau et qui en laissent le moins perdre à la mer : les irrigations les moins lucratives, sont celles qui gaspillent la plus grande masse d'eau.

A Hyères, l'irrigation d'un hectare emploie moins d'un litre d'eau par seconde ; auprès de Draguignan et de Grasse, la dépense

d'eau est de quatre à cinq fois plus forte et le tiers seulement des sources est utilisé ; les deux tiers s'épanchent sans profit.

Chose plus incroyable encore ! l'augmentation de la dépense d'eau par hectare irrigué s'accroît précisément vers la région provençale, dotée de plus abondantes pluies et moins desséchée par le Mistral ! l'effet de l'imperfection des procédés peut-il être plus patent ?

En moyenne générale, la masse d'eau utilisée n'est que les deux cinquièmes de celle qui est disponible, et la dépense est de plus de *deux* litres par seconde et par hectare.

Mais il y a plus que tout cela.

Sur la partie inférieure des cours d'eau du Loup, de la Cagne et de la Brague, l'épanchement des plus belles eaux du monde n'arrose que le *dixième* de ce que peut irriguer le système le plus élémentaire ; et la force motrice, obtenue par les chutes, n'est que le vingt-troisième de celle que l'on pourrait réaliser !

Quelle transformation à opérer en implantant, dans cette belle région, un peu de l'art des irrigateurs de Hyères et de Toulon !

Les conquêtes à faire par endiguements peuvent s'évaluer de la manière suivante :

Conquêtes dans le lit du fleuve du Var, dans le lit du Verdon ; enfin conquêtes sur le bord des rieux. . . . .	Hectares 800
Dans les Bouches-du-Rhône et dans Vaucluse, aux bords de la Durance. . . . .	9000
Dans les Basses-Alpes, sur le lit de la Durance et sur le bord des autres torrents. . . . .	15000
Total dans la Provence. . . . .	<hr/> 24800
Les colmatages des craus du Var, du Verdon et de la Durance, dans le département du Var. . . . .	4000
Colmatages des craus ou garrigues du comtat d'Avignon et des craus des Bouches-du-Rhône. . . . .	25000
Enfin colmatages des craus des Basses-Alpes. . . . .	30000
Colmatage total. . . . .	<hr/> 83800

Ce serait là une transformation agricole dont l'ensemble dépasserait en Provence 80,000 hectares et correspondrait à un accroissement de valeur foncière de 2000 fr. par hectare, c'est-à-dire à plus de 160 millions ; mais, en précisant, pour le département du Var, les grandes questions de transformation agricole :

Les endiguements devraient s'exécuter sur une base de 800 hectares :

	Hectares
Les colmatages sur les étangs de Villepeys, alluvions de l'Argens. . . . .	29 9
Marnes du muschelkalk, étangs de Tourves. . . . .	3 3
Lias et marnes du muschelkalk, étangs de Besse. . . . .	4 1
Alluvions de la Siagne, étang de la Napoule. . . . .	2
Lias, étang de Roquebrussane. . . . .	1 8
Marnes du muschelkalk, étang de Gonfaron. . . . .	1 2
Marnes du muschelkalk, étang de Flassans. . . . .	3 1
Alluvions de la Molle, étangs de Grimaud . . . . .	2
Alluvions du Gapeau, étangs d'Hyères. . . . .	200
Alluvions de la Brague, étangs de Vaugrenier. . . . .	8 8
Total. . . . .	256 2
	Hectares
Au minimum, ce serait une création par colmatages de lacs et endiguements de rivières (Nombre rond). . . . .	1000
Colmatage sur les sols de graviers, de manière à obtenir un sol limoneux et fertile. . . . .	4000
Par drainage, on pourrait obtenir des sources artificielles capables d'arroser une étendue de. . . . .	24000
Les eaux que pourraient fournir des barrages dans la région des Maures, en suivant et élargissant les systèmes inaugurés avec intelligence à Hyères par M. de Beauregard, à Cannes par M. Barbe. . . . .	5000
Par une meilleure direction des eaux de sources on pourrait arroser en sus de ce qui s'arrose actuellement. . . . .	24000
Ce serait donc une transformation totale sur. . . . .	58000
Outre les boisements à effectuer sur les landes des plateaux calcaires couvrant. . . . .	176769

Telles sont les richesses immenses que l'intelligence et le travail peuvent faire sortir du sol des départements dont l'étude nous a principalement occupés.

Les résultats les plus immédiats à poursuivre, à l'aide des grandes compagnies, sont celui des conquêtes destinées à régulariser le cours des rivières torrentueuses, et celui des colma-



tages des terrains caillouteux ou marécageux. Ce sont les deux résultats qui peuvent être le plus rapidement obtenus, et les opérations que réclame le plus impérieusement la salubrité publique, intérêt qui domine toutes les améliorations : le drainage ne peut venir qu'après que les issues régulières sont obtenues ; les irrigations elles-mêmes exigent des prises permanentes sur les cours d'eau : il faut donc fixer leur lit. Dans tous les cas, la salubrité est le premier besoin des populations de travailleurs. C'est, en effet, l'absence de salubrité qui est le principal obstacle à l'amélioration et à la mise en valeur des admirables terrains de la Camargue. Drainer ses parties trop plates, colmater les bas-fonds, voilà les améliorations premières à faire subir à ce beau delta du Rhône.

La pisciculture n'aurait-elle pas un rôle bien intéressant à jouer dans le département du Var, le plus riche de toute la France en eaux limpides, dotées d'une pureté remarquable, avec des pentes de 5 à 25 millimètres par mètre, qui facilitent l'aération de l'eau ? Les cours d'eau de la Siagne, de Nartuby étaient autrefois riches en truites. La pêche sans direction et l'empoisonnement des eaux ont singulièrement diminué cette ressource alimentaire. Pourquoi ne stimulerait-on pas les propriétaires de sources à faire renaître cette richesse fluviale ? Les eaux limoneuses de la Durance dérivées dans ces beaux canaux qui fertilisent les départements de Vaucluse et des Bouches-du-Rhône pourraient nourrir de nombreuses anguilles.

Mais les sources sous-marines, qui enveloppent de leur courant toute la côte, depuis le cap Couronne jusqu'à Bandol, et se répètent ensuite de Cannes à Nice, n'offrent-elles pas les plus convenables abris pour élever les poissons d'eaux saunâtres, tels que les saumons ?

L'étang de Berre, dans les Bouches-du-Rhône, n'est-il pas aussi avec ses eaux, moins salées que la mer, une admirable campagne aqueuse à mettre en pleine culture ?

Ailleurs, il faudrait créer des eaux par des sources artificielles obtenues en établissant un sous-sol imperméable. Cela devrait être exécuté sur les plateaux les plus perméables de Rians, d'Aiguines, de Mons et Saint-Vallier. Il suffirait de placer, comme fond de bassin, la terre argileuse, recouverte ensuite des sols les plus pierreux et les plus accessibles aux filtrations. On imiterait ainsi ce qui a été réalisé auprès d'Auxerre sur les plateaux crayeux.

*Calcaire siliceux hydraulique.*

Les calcaires renfermant de la silice gélatineuse ont été généralement confondus avec les calcaires dolomitiques. La texture grenue subsaccharoïde, la lente effervescence sous l'action des acides, sont des caractères communs à ces deux espèces minérales qui ne permettent pas de les discerner dans un examen rapide.

Ce n'est que lorsque nous avons signalé, pour la première fois, en 1853, la lente effervescence des calcaires siliceux, qu'il nous a fallu songer à établir des caractères distinctifs et classer désormais dans les calcaires siliceux beaucoup de calcaires réputés dolomitiques.

Dans le Jura inférieur et le lias du sud-est de la France, nous avons reconnu beaucoup de calcaires siliceux.

Nos calcaires de l'étage jurassique moyen, accompagnés de calcaires à nodules de silex, appartiennent le plus généralement au type siliceux : tout comme les calcaires placés dans le voisinage des marnes qui séparent notre formation à chama de celles du Jura moyen. Dans la catégorie siliceuse sont, aussi, les calcaires intermédiaires aux marnes à ancylocéras et au système à chama.

En général, les calcaires accompagnés de silex en rognons, difficiles à casser, et conservant de vives arêtes, doivent être présumés siliceux ; on voit que ces derniers occupent une large place dans les groupes calcaires de la France, et spécialement de la Provence.

Cette remarque a une importance théorique, puisqu'elle restreint le rôle de la magnésie dans les sédiments secondaires. Elle a aussi une importance sérieuse dans les applications à l'agriculture et à la fabrication des chaux hydrauliques.

Les calcaires siliceux produisent les meilleures chaux hydrauliques, celles que l'on avait tort de croire très-rares : ils peuvent fournir aussi des chaux plus propres que toutes les autres à faire développer les tiges de céréales et autres graminées à tissus siliceux.

FIN DES NOTES.



