

**APERÇU SOMMAIRE**  
*de la Géologie, de l'Orographie*  
*et de l'Hydrographie*  
**DES ALPES DAUPHINOISES**

(Avec trois Planches lithographiées)

**Par W. KILIAN**

Professeur de Géologie à l'Université de Grenoble  
Correspondant de l'Institut

---

Les progrès récents des études géologiques ont fait voir que les reliefs désignés sous le nom de chaînes de montagnes correspondent à des *zones de plissement* de l'écorce terrestre.

La région des Alpes Dauphinoises, qui fait l'objet de cette étude, appartient à l'une de ces zones les plus énergiquement plissées et les plus disloquées du Globe; l'effort orogénique qui lui a donné naissance est relativement récent et s'est manifesté surtout pendant la seconde moitié de la *période tertiaire*. Il en résulte que — si les couches successives de terrains sédimentaires

et les roches éruptives qui prennent part à la constitution de la chaîne s'y présentent habituellement ployées en replis multiples (ondulations, voûtes anticlinales et synclinales, plis isoclinaux serrés, plis couchés, etc...) se recouvrant parfois en superpositions anormales, en véritables « *nappes*<sup>1</sup> » empilées, que l'effort de striction a charriées à de grandes distances de leurs « racines » et donnent lieu à une complication de structure d'autant plus grande que ces dislocations alpines ont, en une série de points, affecté des assises déjà disloquées par des *plissements plus anciens* (dits « hercyniens »), — les roches elles-mêmes se montrent, dans les Alpes, fréquemment laminées et rendues méconnaissables par l'effet des actions dynamiques et chimiques (*métamorphisme*) qu'elles ont subies. — Il convient aussi de remarquer que la « jeunesse » relative de cette zone de plissement se traduit par une acuité et une hardiesse dans les formes du relief qui contrastent vivement avec les contours plus arrondis et moins accentués des chaînes plus anciennes de l'Europe centrale (Vosges, Forêt Noire, Hartz, etc.), que l'action de l'érosion sous toutes ses formes, agissant depuis beaucoup plus longtemps, a notablement décapées et transformées en une suite de mamelons (ou de « ballons ») aux pentes adoucies et aux sommets obtus, en même temps qu'elle abaissait l'ensemble du relief et réduisait ces vieilles chaînes à l'état de « Pénéplaines ».

<sup>1</sup> Ces plis couchés ou « nappes » de charriage ne présentent que *localement*, au Sud du massif du Pelvoux, dans l'Embrunais et le Briançonnais, un développement notable et n'atteignent nulle part, chez nous, la prestigieuse amplitude qu'elles possèdent dans les Alpes Suisses et orientales.

C'est donc par suite du *plissement* suivi d'*érosion*, et non par l'effet d'un « *soulèvement* » proprement dit, que les divers terrains se trouvent disposés par bandes parallèles et qu'affleurent, sous forme de « **massifs centraux** » *décapés* par les actions érosives, des noyaux anciens de roches granitoides profondes et de Schistes cristallins. — L'effort de plissement a été unilatéral (dirigé vers le Nord-Ouest, l'Ouest et le Sud-Ouest), il a atteint en certains points une intensité telle (« *surplissement* ») qu'il s'est produit des plis couchés et des « *nappes de recouvrement* » (Briançonnais, Ubaye) donnant lieu à des superpositions anormales, et parfois isolés de leurs « *racines* ».

Postérieurement à cette période de « *plissement* » d'âge postmiocène, il est très probable encore que des plissements en retour se sont manifestés du côté interne de l'arc alpin et que, plus tard encore, des mouvements d'ensemble, d'exhaussement ou d'affaissement (*mouvements épeirogéniques*) ont eu lieu à une date assez récente (fin du Pliocène); ces derniers ont eu pour effet de renouveler ou de « *rajeunir* » l'action érosive des cours d'eau, d'accentuer et d'accélérer le démantèlement du bourrelet alpin <sup>1</sup>.

Un caractère géographique important de ces montagnes, qui est, ainsi que l'a montré depuis longtemps Ch. Lory, lui-même une conséquence directe de la disposition tectonique des terrains, est l'existence de *dé-*

<sup>1</sup> Il y a tout lieu de croire, avec Marcel Bertrand et M. Lugeon, que la plupart des plissements alpins sont des phénomènes *intracorticaux* de l'Écorce terrestre, qui ne se sont traduits à la surface que par un simple bombement ou bourrelet, dont l'*érosion seule a plus tard révélé la structure compliquée*.

*pressions longitudinales*, suites de vallées et de cols correspondant à des affleurements d'assises tendres et facilement attaquables par l'érosion; tel est, par exemple, « *le bord subalpin*<sup>1</sup> », sillon creusé dans les couches schisteuses du terrain jurassique inférieur et s'étendant de Corps (Isère) jusqu'au Valais, par la vallée du Drac, le Graisivaudan, Ugine, Mégève et le Col d'Anterne. Les roches plus résistantes et notamment les Schistes cristallins et les roches granitoïdes, comme aussi certaines formations gréseuses et calcaires, dessinent par contre une série de *reliefs*, les uns en ellipses allongées (**massifs centraux**, « amygdaloïdes »), les autres disposés en crêtes linéaires et parallèles dont les directions indiquent celles des axes de plissements.

Il est, dès lors, facile de distinguer dans les Alpes Dauphinoises un certain nombre de *divisions* pour ainsi dire *primordiales* qui résultent de la nature du sous-sol et qui sont bien antérieures à l'établissement du réseau hydrographique actuel. Ces « **zones** » déterminées par le plissement, dont plusieurs sont distinctes par les phases de leur histoire géologique, sont caractérisées par la nature et par le faciès des roches qui affleurent dans leur étendue, par la forme et par l'intensité des dislocations (dynamique interne) subies, par la résistance plus ou moins grande que les matériaux qui les constituent ont opposée à l'érosion (dynamique externe) et, en conséquence, par les formes topographiques qui en résultent.

<sup>1</sup> Ces dépressions ont été bien souvent citées par *Ch. Lory*; voir aussi: *Haug*, Région nat. des Alpes, p. 162 et 164, et *W. Kilian*, Ann. Enseign. supérieur de Grenoble, 1894; *Feuille des Jeunes Naturalistes*, février 1894.

tent; elles constituent une sorte de canevas ancien sur les mailles duquel s'est exercée, *bien ultérieurement*, l'érosion fluviale et fluvio-glaciaire. Cette dernière y a créé à son tour des divisions et des *unités géographiques d'ordre secondaire* en influant, par l'établissement de vallées, tantôt transversales, étroites et infranchissables, tantôt longitudinales, larges, fertiles et aisées à parcourir<sup>1</sup>, sur la répartition et les migrations des groupements humains. Ainsi les phénomènes dépendant de la dynamique externe de notre globe ont déterminé des **zones longitudinales** d'affleurements, mais c'est surtout à l'action ultérieure de la dynamique externe que sont dues les divisions **transversales** que l'on peut distinguer dans ces zones.

Il y a donc lieu d'examiner en premier lieu les zones primordiales dans lesquelles se répartissent naturellement les accidents *orographiques* de la région, d'en indiquer succinctement les caractères géologiques et morphologiques, puis d'envisager en *deuxième lieu* le *réseau hydrographique* et les subdivisions naturelles que son établissement a déterminées dans l'ensemble montagneux.

<sup>1</sup> Et dont plusieurs sont actuellement « mortes », c'est-à-dire abandonnées par les courants fluvio-glaciaires qui leur ont donné naissance (vallée de Chambéry, Bièvre-Valloire, Seuil de la Freyssinouse, etc.).

## A. — GÉOLOGIE ET OROGRAPHIE

Les **terrains** qui prennent part à la constitution des Alpes Françaises offrent, énumérés par ordre d'ancienneté, des caractères variés qu'il est utile de résumer très brièvement avant d'aborder l'étude orographique de la contrée.

Les **Schistes cristallins** (Gneiss, Micaschistes, Amphibolites, Cipolins, Cornéennes, Schistes à sericite, etc.), sédiments antéhouillers profondément modifiés par le métamorphisme régional et dans lequel il est malaisé de faire la part de l'action incontestable des roches éruptives (Granites; Gabbros de la chaîne de Belledonne) et du dynamométamorphisme, affleurent dans une série de « *massifs centraux* » où ils ont été mis à nu par l'érosion. Ils se montrent intimement liés aux **roches éruptives anciennes** auxquelles ils passent en toutes proportions (gneiss granitoïde ou protoginique, amphibolites, etc.), dont il est parfois impossible de les délimiter.

Les *Granites du Pelvoux* (appelés aussi « Protogine du Pelvoux »), différant notablement de la Protogine du Mont-Blanc, forment de grands massifs (Meije (ou Medje), Ecrins, etc.) criblés de filons d'*Aplite* (et parfois de Pegmatite), avec ségrégations syénitiques (Lauvitel), Microgranulites (Combeynot), etc., forment des noyaux, en partie décapés par les érosions préhouillères, au milieu d'un manteau de Schistes cristallins. D'autres

fois, comme dans la partie sud de la chaîne de Belledonne, c'est le type plus basique des Amphibolites, Schistes amphiboliques, etc. (avec roches grenatifères), qui règne et se rattache à des masses éruptives spéciales : Euphotides (Gabbros) (Lacs Robert); — à signaler en outre, dans le Valsenestre et à Molines en Champ-saur, des *Cipolins* exploités comme marbres. Tous ces Schistes cristallins étaient certainement métamorphisés à une époque antérieure au terrain houiller qui en contient des fragments (La Motte-d'Aveillans). Leur âge exact (et celui de la « mise en place » des roches holocristallines qui s'y rattachent) est inconnu; mais probablement paléozoïque.

Le **système carbonifère** est représenté par les étages Westphalien supérieur (Briançonnais) et surtout Stéphaniens; ce sont des poudingues, des grès, des psammites et des schistes renfermant des restes de *végétaux* du Houiller moyen et supérieur, reposant dans le Dauphiné occidental en *discordance* sur les terrains antérieurs, mais *concordants* avec leur substratum dans le Briançonnais; ils renferment de petites couches plus ou moins disloquées d'anthracite, dont l'exploitation n'atteint un fort tonnage que dans les environs de La Mure (Isère), mais a lieu sur une échelle plus modeste sur une foule de points du Briançonnais.

Des *microdiorites*, diorites micacées et microgranulites basiques, forment, dans les zones intra-alpines, des intercalations nombreuses dans ce système et ont localement transformé l'anthracite en graphitoïde (Col du Chardonnet).

Le **système permien**, parfois accidenté de coulées éruptives (Andésites de Guillestre, du Col Mary, etc.),

est représenté par des grès et poudingues siliceux qui rappellent le *Verrucano* des Alpes Suisses (L'Argentière) ou par des grès (Grès d'Allevard) vivement colorés. Ces dépôts, discordants et transgressifs à l'Ouest (Allevard), reposent en concordance sur le Houiller à l'Est. Un métamorphisme croissant les affecte dans la zone du Piémont, où ils ont l'allure de véritables *gneiss* (Col de Longet) et y forment en Italie (Grand Paradis) de véritables massifs cristallins.

Le **Trias**, formé, dans la partie occidentale, de dépôts *réduits* (Dolomies, Cargneules et Gypses) offrant le faciès de l'Europe centrale, prend, à l'Est, dans les zones intra-alpines, un développement considérable et une grande puissance : des masses importantes de *Calcaires dolomitiques* (Calcaires du Briançonnais p. parte), d'aspect ruiniforme, à *Gyroporelles* et *Diplopores*, s'y montrent, accompagnés ou non de Gypses et de Cargneules; on y remarque à la base un niveau très caractéristique de *Quartzites*, très constant dans les zones intra-alpines et, au sommet, des dolomies à patine jaunâtre et parfois des *Schistes bariolés*, dont l'extension est limitée aux zones situées à l'Ouest de la zone axiale du Briançonnais. Des coulées de **Mélaphyres** (spilites), véritables *basaltes* anciens, sont spécialement développées dans le Trias du Haut-Drac et au Sud du Massif de l'Oisans.

Le **système jurassique** débute par les calcaires noirs du **Rhétien** à *Avicula contorta* en un certain nombre de points (Champ), puis vient le **Lias**, qui offre à l'Ouest un faciès en grande partie vaseux (« faciès dauphinois »), de dépôts noirâtres, calcaires à la base (*Lias calcaire*) et schisteux au sommet (*Lias schisteux*), et un

« faciès intermédiaire » avec bancs zoogènes et intercalations de brèches calcaires puissantes (*Brèche du Télégraphe*) qui établit la transition (les Vigneaux) au « faciès Briançonnais », entièrement bréchiforme.

Dans la zone du Piémont, un puissant ensemble de « **Schistes lustrés** » ou « *Calcschistes* », renfermant des intercalations de roches éruptives basiques (Euphotides, Diabases, Variolites) fréquemment laminées, métamorphosées et transformées alors en Amphibolites, Praxinites, Serpentes, etc., connues sous le nom de « **Pietre verdi** », a donné lieu à de mémorables discussions; il appartient surtout à la formation liasique (Jurassique inférieur), dont il constitue un faciès spécial. On peut l'étudier notamment dans les environs du Col du Mont Genève (Variolites), le Queyras et la Haute-Ubaye.

Le **Jurassique moyen** (Dogger) est développé sous son faciès « dauphinois » (marno-calcaires noirs à Ammonites) dans la partie centrale et occidentale de la région; à l'Est, il montre un faciès néritique (Montagne de la Mortice) dans les rares points où il a été reconnu.

Le **Jurassique supérieur** (Malm) présente dans les chaînes subalpines le type classique de la Montagne de Crussol, près Valence, « faciès vaseux » méditerranéen à Ammonites, dont le célèbre calcaire (Tithonique) de la Porte de France et les calcaires lithographiques d'Aizy forment le terme supérieur; à l'Ouest de Grenoble, ce type passe, à l'Echaillon, au « *faciès zoogène* » (coralligène) et récifal. Un « **faciès intra-alpin** » du Jurassique supérieur se montre à l'Est sous forme des *Marbres de Guillestre*, amygdalaires et roses, et de calcaires gris zoogènes (massifs de recouvrement de l'Ubaye) passant graduellement de l'un à l'autre.

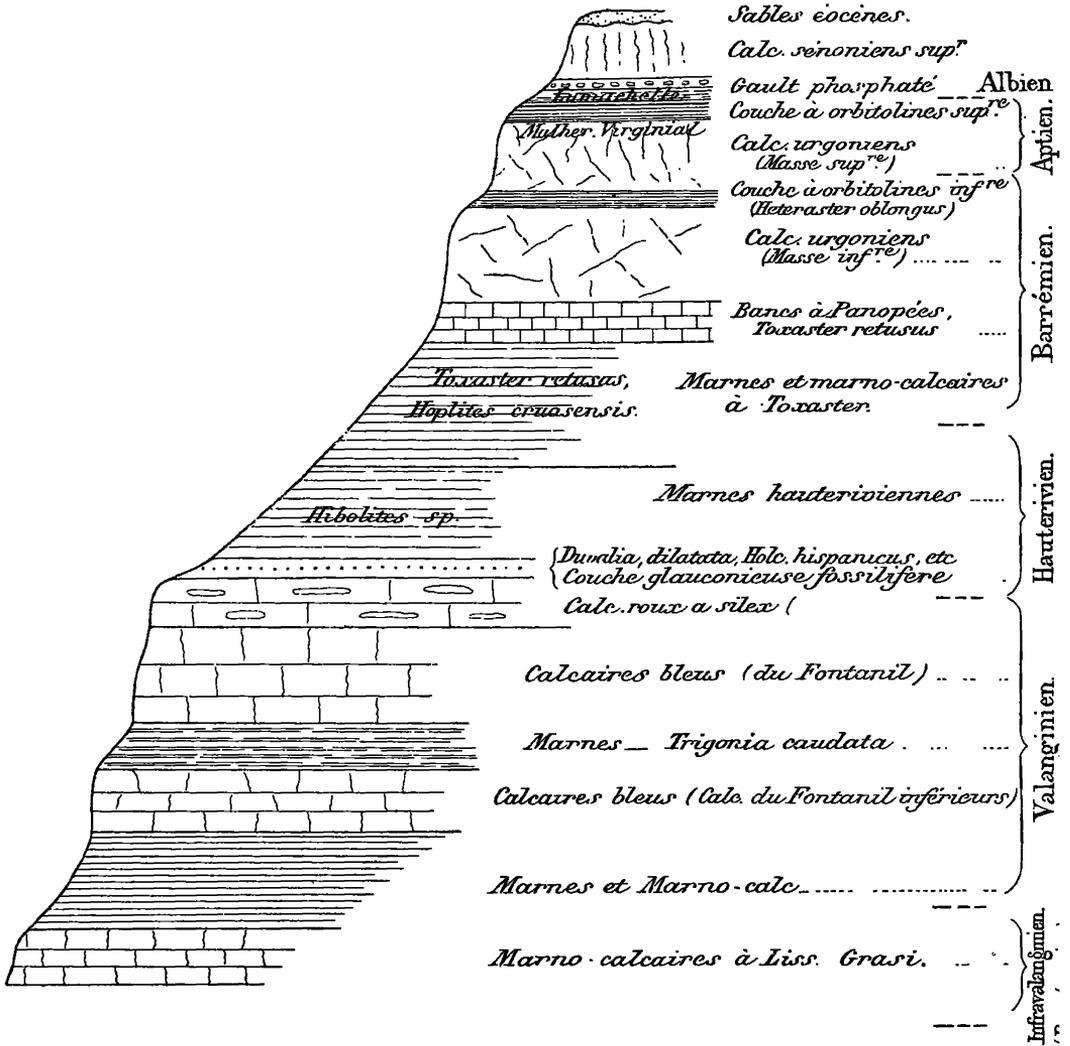


Fig. 1. — Succession des assises du Crétacé inférieur (« Type mixte ») près de Choranche (Isère).  
 (Chaînes subalpines septentrionales.)

Le terrain Crétacé, exclusivement limité aux chaînes subalpines, est constitué par des assises variées; dans le sommet de sa division inférieure se montrent, dans la portion de ces chaînes située au Nord de la Drôme, des formations zoogènes et récifales; les calcaires *urgoniens* massifs et zoogènes qui constituent la plupart des escarpements rocheux des massifs de la Grande-Chartreuse, de Lans, du Royans et du Vercors.

Ces calcaires urgoniens occupent le sommet d'une série complexe de marnes, de marno-calcaires et de calcaires dont les tableaux ci-dessous (fig. 1 et 2) donnent

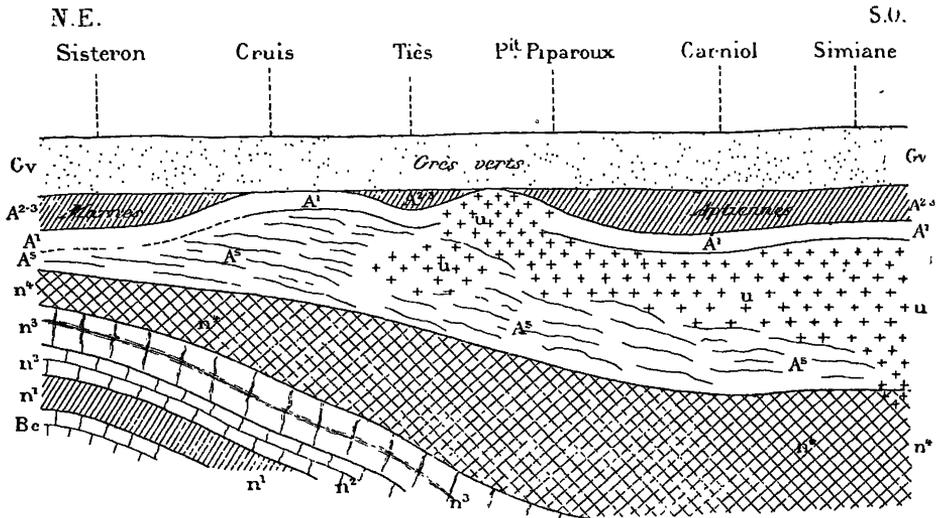


Fig. 2. — Modifications des assises du Crétacé inférieur dans la Montagne de Lure (Basses-Alpes). (Chaînes subalpines méridionales.) (W. Kilian.)

Be Zone à *Hoplites Boissieri*.

n<sup>1</sup> Marnes à *Ammonites* pyriteuses. } Valanginien.

n<sup>2</sup> Calc. marneux à *Hoplites*.

n<sup>3</sup> Calc. hauteriviens à *Cr. Duvali*. — n<sup>4</sup> Calc. barrémiens à *Ammonites*.

A<sup>5</sup> Aptien inférieur (calc. à silex); — A<sup>1</sup> A<sup>2-3</sup> Aptien supérieur. —

G<sup>v</sup> Grès verts albiens.

Les facies zoogènes (*urgoniens*) (u) sont indiqués par des croix.

sommairement la succession. Cette série fait place, dans les chaînes subalpines méridionales (Diois et Baronnie) (fig. 2), à une série de dépôts vaseux (marno-calcaires) à Céphalopodes, de sédimentation plus profonde; les calcaires urgoniens disparaissent complètement dans cette région, à laquelle l'absence de cet important élément géomorphologique donne un aspect tout particulièrement raviné.

VERCORS ET GRANDE-CHARTREUSE	DIOIS ET BARONNIES
10. Marnes supérieures à Orbitolines.	Marnes aptiennes.
9. Calcaires urgoniens, masse supérieure.	Marno-calcaires bedouliens à <i>Ancyloceras Matheroni</i> d'Orb. et <i>Parah. consobrinus</i> d'Orb. sp.
8. Marnes inférieures à Orbitolines (Voreppe).	Marno-calcaires barrémiens à <i>Macrocaphites Yvoni</i> Puz. sp.
7. Calcaires urgoniens, masse inférieure.	
6. Marno-calcaires à <i>Toxaster retusus</i> Lam.	Marno-calcaires à <i>Hoplites angulicostatus</i> d'Orb. sp. Marno-calcaires à <i>Crioceras Duvali</i> Lév. Marno-calcaires à <i>Bel. dilatatus</i> Bl.
5. Marno calcaires à <i>Crioceras Duvali</i> Lév.	
4. Couche glauconieuse (Saint-Pierre-de-Chérenne).	
3. Calcaire roux à silex, calcaire blanc de Saint-Gervais et calcaire du Fontanil.	Calcaires marneux et marnes valanginiennes à fossiles pyriteux.
2. Marnes-valanginiennes (Narbonne)	
1. Marno-calcaires à ciment et calcaires blancs à <i>Natica Leviathan</i> P. et C., de la Buisse.	Marno-calcaires berriasiens à <i>Hoplites Boissieri</i> Pict. sp. et <i>Spiticeras</i> , de la Faurie.

Le Crétacé moyen est peu épais dans les chaînes subalpines septentrionales (couches phosphatées et « Lu-

machelle » du Gault, grès verts de la Fauge); plus épais, marno-gréseux (grès susaptiens) et marno-calcaire avec niveaux pyriteux dans les chaînes subalpines méridionales.

Le **Crétacé supérieur** n'est également développé que dans la zone subalpine; crayeux et renfermant des espèces de la Craie de Meudon (*Belemnitella mucronata* Schl., etc.) (découvertes par Dumont et Murchison) dans le Massif de la Chartreuse, il comprend aussi des « Lauzes » (Sassenage), des calcaires à silex et à Bryozoaires (Royans), des grès verts (Dieulefit) et quelques lits à *Hippurites* (Nyons). Dans le Dévoluy, le Vercors et la Grande-Chartreuse existent des traces d'une *émersion* antésénonienne (Conglomérat des Gas) et même de *dislocations* (Bochaine) antérieures à l'époque emschérienne (d'après M. P. Lory).

La période crétacée se termine par une phase continentale postmaestrichtienne qui s'étend aux débuts des temps tertiaires jusqu'à l'Eocène moyen.

Dans les régions intra-alpines, des schistes luisants et des **marbres en plaquettes** représentent peut-être les sédiments d'une partie des temps crétacés.

Les **terrains tertiaires** offrent dans les différentes zones un développement inégal; dans les chaînes intra-alpines, ce sont surtout les assises marines du *Nummulitique* (Eocène moyen et supérieur), calcaires marneux et schisteux, accompagnés de masses puissantes de brèches polygéniques, de conglomérats, de schistes et de grès connus sous le nom de *Flysch*, les grès de l'Embrunais, les « grès mouchetés » et les « grès d'Annot » d'âge oligocène, qui jouent, dans la zone des Aiguilles d'Arves, et notamment dans les bassins du Haut-

Drac et de la Durance (montagnes de l'Embrunais, Col de Vars, Parpaillon, Ubaye), un rôle important.

Dans les chaînes subalpines, quelques assises d'*argiles* et sables *bigarrés* (restes de *Lophiodon Larteli* Filh) (exploitées comme matériaux réfractaires), d'origine continentale, qui représentent l'Eocène, remplissent des poches dans les calcaires urgoniens. Enfin la « Mollasse rouge » caillouteuse du Gapençais occidental et les calcaires lacustres de Poliéna et de Saint-Hilaire (Isère) appartiennent à l'Oligocène (Aquitainien).

Le **Miocène** fait défaut dans les chaînes intérieures, mais dans les chaînes les plus extérieures (Chartreuse, Vercors), des dépôts marins (Poudingues et Mollasses marines) miocènes, d'un type littoral, se montrent conservés dans les replis des terrains crétacés (Villard-de-Lans, Voreppe, Arpizon), attestant ainsi nettement l'âge postmiocène des plissements subalpins.

Les **alluvions pliocènes** des Plateaux, très développées dans le Bas-Dauphiné (Plateau de Chambaran), sont à peine représentées, dans la région montagneuse, par quelques cailloutis de quartzites patinés épars sur les plateaux.

Il en est de même des **dépôts fluvi-glaciaires** de l'époque **pléistocène**, qui offrent, dans le Bas-Dauphiné, ou avant-pays alpin, un développement remarquable sous forme de terrasses, de cailloutis et de boues glaciaires, de blocs erratiques, de *vallums* morainiques et de « cuvettes terminales » (dépressions centrales), constituant dans des « vallées mortes » et dans la vallée de l'Isère plusieurs systèmes emboîtés les uns dans les autres et correspondant à une série de *glaciations* successives dont les moraines frontales s'échelonnent entre

Lyon et les premières chaînes subalpines. — Il convient cependant de signaler à l'intérieur des Alpes, dans le bassin de l'Isère, les curieux complexes fluvio-glaciaires de la Mateysine (retrait de la glaciation Würmienne) et ceux des environs de Grenoble et de Chambéry, datant des dernières récurrences glaciaires (stades d'Eybens, de Chignin, de Vizille), les moraines anciennes de la bordure externe de la chaîne de Belledonne, les formations interstadias du Haut-Graisivaudan, les tufs *interstadias* à *Pinus uncinata* L. du Lautaret, les *moraines locales* de Sassenage, de la Chapelle-en-Vercors, de Chichilianne, les *vallums* morainiques plus récents de la bordure des Grandes-Rousses, d'Arsine, du Lautaret, etc... Dans le bassin de la Durance, les extensions glaciaires n'ont pas dépassé Sisteron, où les traces de trois systèmes de terrasses et les restes de deux glaciations sont, comme aussi aux environs de Veynes, nettement observables; nous citerons encore les formations *interglaciaires* et interstadias des environs de Gap, d'Embrun, de Montdauphin, de Villard-Meyer, du Mont Genève, les tufs à coquilles des Serigues (Col Bayard), les tufs postglaciaires de Mésage, etc. L'histoire très complexe de ces phénomènes et celle de l'intéressante évolution des régimes hydrographiques ne sauraient cependant rentrer dans le cadre restreint du présent travail.

Des **Grottes**, dont quelques-unes (Villard-de-Lâns) ont fourni des débris d'*Ursus spelaeus* Blum., sont assez fréquentes dans les régions calcaires (Chaînes subalpines et Briançonnais).

Des **brèches des pentes**, de date récente, résultant de la cimentation, des éboulis se forment fréquemment sur les versants calcaires exposés au Midi.

Enfin, les cônes de déjections à divers âges qui, parfois, se recoupent et s'emboîtent, sont particulièrement importants dans les grandes vallées et notamment dans celle de la Durance, où ils s'étalent tantôt en vastes surfaces caillouteuses (Ouest de Saint-Crépin) ou portent des villages entourés de verdure (Savines). Nous citerons dans cette dernière vallée ceux de Remollon, Savines, les Crottes, Baratier, Saint-Crépin; dans le Graisivaudan : les cônes de Voreppe, Veurey, Saint-Ismier, Chapareillan, Domène et plusieurs autres, édifiés par de petits affluents de l'Isère et généralement jalonnés par des villages. A côté de ces cônes relativement récents, il en existe de plus anciens (Montdauphin, Chapareillan, Beauvoir) qui sont en partie démantelés.

De nombreux et remarquables exemples d'épigénies ou « *surimpositions* », « des barres » rocheuses s'observent dans les hautes vallées (Vénéon, Romanche, Durance, Guil, Ubaye) et offrent des types de modèle glaciaire et de « *surcreusement* » résultant de la combinaison et de l'alternance plusieurs fois répétée des actions glaciaires et fluviales; *des gradins de confluence* et des « gorges de raccordement » (torrents de la rive gauche du Graisivaudan), des ruptures de pente superposées (environs du Bourg-d'Oisans et de Saint-Christophe), des *paliers* (Briançon), vestiges bien nets des érosions glaciaires et *interglaciaires*, se montrent fréquemment et permettraient de reconstituer facilement l'histoire si complexe de l'évolution du réseau hydrographique.

Des **Minéraux** intéressants se rencontrent dans les

fentes des roches cristallines de l'Oisans, dont les gisements ont acquis une certaine notoriété. Nous citerons plus particulièrement : Quartz basoïde et mâcle de la Gardette, Albite, Anatase, Crichtonite, Epidote, Axinite, Amianthe, Prehnite, Barytine, Bournonite, etc. Les Géodes des marnes oxfordiennes de Meylan et de Rémuzat fournissent du Quartz bipyramidé; la Diadochite se rencontre à La Motte-d'Aveillans, le Gypse cristallisé dans les boues glaciaires du Trièves, etc.

Des **filons métallifères** [Allemontite, Galène, *Chalcopyrite*, or (la Gardette), Oligiste, Sidérose, etc., etc.] ne sont pas rares dans les Schistes cristallins et dans le Granite; les plus connus sont ceux des Chalanches, de la Gardette, du Grand-Clos, de Brandes, du Valgodemar, de l'Argentière, de Mésage et d'Allevard. Un amas cuprifère, dépendant des « Pietre verdi », a été exploité près de Saint-Véran.

Nous avons en partie énuméré plus haut les diverses **roches éruptives** des Alpes Dauphinoises; il convient de citer encore les Granites, Aplites, Syénites, Minettes, Gabbros dans les terrains antehouillers (Schistes cristallins); Microdiorites, Microgranulites basiques, Diorites micacées, dans le Houiller; Porphyrites (Andésites) et Lamprophyres dans le Permien; Spilites (Méla-phyres) dans le Trias et le Lias; Gabbros, Diabases, Variolites dans les Schistes lustrés; Labradorites dans l'Eogène de Tourond (Haut-Drac), etc.

Parmi les **Sources Minérales**, il convient de citer : les eaux sulfatées et sulfurées d'Uriage et d'Allevard, celles (thermales) de La Motte-les-Bains (Isère), du Plan-de-Phazy (chaudes) et du Monétier-les-Bains

(chaudes) (Hautes-Alpes), minéralisées par les assises triasiques ; les eaux sulfureuses de l'Echaillon - les - Bains, de Choranche (Isère), provenant du Crétacé inférieur (décomposition des Pyrites), les sources carbonatées du Monétier-de-Clermont, d'Aspres (La Bergère) et d'Oriol, issues de fissures des schistes jurassiques. Enfin, non loin de Saint-Barthélemy, dans la vallée de la *Gresse*, on connaît sous le nom de « **Fontaine ardente** » des émanations d'hydrocarbures inflammables sortant de fissures de schistes calloviens.

\* \* \*

### Structure.

Le Dauphiné, composé des départements de l'Isère, des Hautes-Alpes et de la Drôme, est limité à l'Est par la frontière italienne, du Mont Thabor au Col du Longet, à l'Ouest par le Rhône, de Lapalud, près Saint-Paul-Trois-Châteaux, à Miribel, au Sud par les vallées de l'Ouvèze, du Jabron, de la Durance et de l'Ubaye, et au Nord par le Rhône, de Miribel à Saint-Genix-d'Aoste, puis par une ligne sinueuse allant de Saint-Genix aux Echelles et à Chapareillan-Laissaud, près Pontcharra, Arvillard, puis courant le long des crêtes qui séparent le bassin de l'Arc (Savoie) de ceux de l'Isère et de la Durance.

Le Dauphiné ainsi délimité comprend une série de régions naturelles qui sont :

a) Les collines granitiques du Viennois, de l'Ermitage et de Saint-Vallier, qui sont une dépendance du « Massif central » de la France ;

b) L'île Crémieu, région tabulaire de plateaux faiblement ondulés, parsemés d'étangs et dominés à l'Est par le Jura bugesien, qui se terminent en falaise calcaire (Balmes) le long du Rhône;

c) Les collines du Valentinois méridional (environs de Livron, Marsanne, Montélimar, Donzère) et du Tricastin);

d) Les *Alpes Dauphinoises*<sup>1</sup>, limitées à l'Est par les Alpes Piémontaises, au Nord par les Alpes de Savoie et le Jura, au Nord-Est par les plateaux calcaires de Crémieu (« Ile Crémieu »), à l'Ouest par le Bas-Dauphiné, au Sud par le Comtat et les Alpes de la Haute-Provence.

A part une région basse qui fait partie de la vallée du Rhône, l'« Ile Crémieu » et les Collines du Valentinois, — dont nous n'avons pas à nous occuper ici, — la plus grande partie du territoire ainsi circonscrit appartient à la *chaîne alpine* et à ses ramifications; il confine à l'Est au versant italien des Alpes occidentales, tributaire du bassin du Pô et dépendant du Piémont.

Nous avons à distinguer dans cette étude (v. le Sché-

<sup>1</sup> Nous ne ferons que rappeler ici la division des Alpes franco-italiennes en Alpes Graies, Cottiennes et Maritimes, basée sur des données historiques, ainsi que la distinction artificielle en « Grandes » et « Petites » Alpes du Dauphiné, de Savoie et de Provence, proposée par M. Levasseur, qui ne tient aucun compte de la structure géologique et de l'ensemble des caractères que motive cette structure. — La largeur des Alpes Françaises, prise perpendiculairement à leur courbure, est, de Crest (Drôme) au Col de la Traversette (Hautes-Alpes) ou de Combovin (Drôme) au Col d'Abriès (Hautes-Alpes) de 158 à 168 kilomètres. La limite moyenne des neiges persistantes y est d'environ 2800 mètres.

ma, Planche I, et la Coupe générale, Planche III), en nous élevant des plaines du Rhône vers les chaînes de la frontière italienne, en suivant, par exemple, soit la vallée de l'Isère, soit une ou plusieurs des coupures transversales naturelles, telles que la dépression de Montmélian et la vallée de l'Arc :

a) A l'Ouest, vers le Rhône, une région basse, accidentée de collines peu élevées, à relief peu accentué, que nous appellerons, avec Ch. Lory : **Plaines et collines du Bas-Dauphiné** (v. figure 3).

Cette région est située en dehors du cadre de notre travail<sup>1</sup>; elle est constituée par des terrains de transports de divers âges marins ou fluviatiles (à matériaux d'origine alpine) (Mollasse miocène marine et lacustre, poudingues, cailloutis pliocènes et pléistocènes), et remarquable surtout par le grand développement des dépôts qu'ont étalés sur l'avant-pays alpin, dans des dépressions Est-Ouest, sous forme de moraines et d'alluvions fluvio-glaciaires, à plusieurs reprises, les grands glaciers descendus des Alpes lors des glaciations successives.

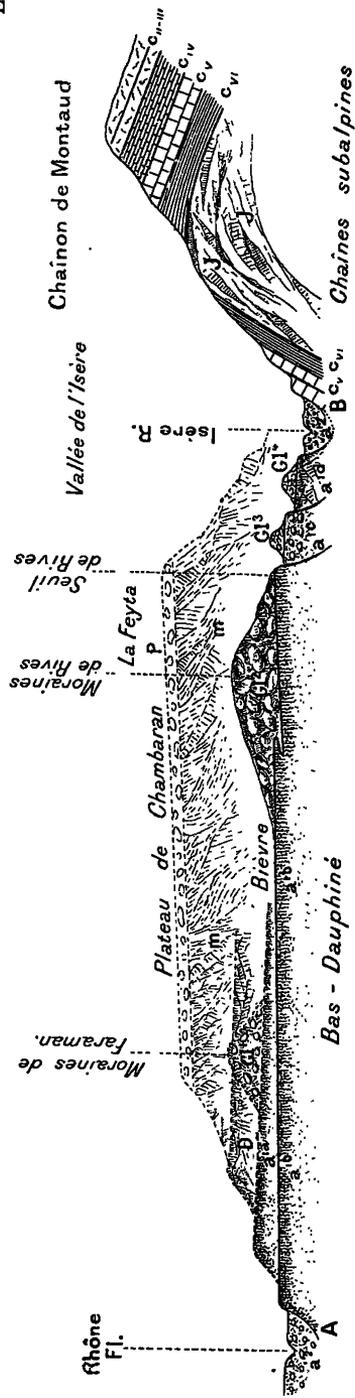
I. — A l'Est de cette contrée s'élèvent les chaînes abruptes du système alpin.

<sup>1</sup> Dépressions de la Bièvre-Valloire (335-476 m.), de Longchenal, de Saint-Jean-de-Bournay, du lac de Paladru (494 m. d'altit.), « Terres Froides », Plateaux de Chambaran, de Bonneveaux; — Sommets de Baracuchet (964 m.), de Parménie (650 m.), de Marsonnat (782 m.) et de la Feyta (726 m.).

On distingue facilement, lorsqu'on se dirige de l'Ouest à l'Est, une *série de zones* parallèles dont chacune a ses caractères propres et qui sont, de l'Ouest à l'Est :

a) Les **chaînes subalpines** de Ch. Lory (Petites Alpes calcaires de M. Levasseur), montagnes calcaires constituant, de Chambéry à Sisteron, une ceinture de falaises blanchâtres et de bastions rocheux en avant des *chaînes alpines* proprement dites, dont nous parlerons plus bas. Ces montagnes, qu'on a désignées parfois sous le nom de « *Jura dauphinois* », à cause de l'analogie de leur aspect avec la chaîne jurassienne, dominant à l'Est de leurs longues arêtes calcaires la région des plaines et collines du Bas-Dauphiné. Cette *zone subalpine* est constituée par des assises jurassiques (supérieures au Bathonien) et crétacées, dans les plis desquelles ont été conservés parfois des dépôts, eux-mêmes plissés, de mollasse marine miocène (v. la Planche II). Quelques-uns des plis occidentaux de cette zone, séparés des anticlinaux plus intérieurs par le large synclinal mollassique de Voreppe-Lac-du-Bourget, homologue du plateau mollassique helvétique, s'écartent vers le Nord pour former la *chaîne du Jura*.

La zone subalpine comprend, au Nord de Grenoble, le massif de la Grande-Chartreuse, séparé des Beauges par le « *seuil* » de Chambéry (ancienne vallée fluvio-glaciaire transversale) correspondant à un abaissement des axes des plis, auquel font suite vers le Sud-Ouest, au Sud de la cluse également transversale de Voreppe (marquée par des cassures transversales), les montagnes de Lans, du Royans et du Vercors.



**Coupe et perspective schématique de la structure du Bas - Dauphiné.**

( Les hauteurs sont exagérées ainsi que l'inclinaison du terrain vers l'Ouest; la longueur de A en B est raccourcie par rapport à la réalité).  
 Au premier plan, la coupe du Rhône aux Alpes par la dépression de la Bièvre; à l'arrière-plan, en pointillé, les profils parallèles successifs au N. ou au S. de cette dépression, projetés les uns sur les autres afin de rendre compte de l'emboîtement des formations fluvioglaciaires.

**Légende**

- J Calcaire du Jurassique supérieur.
- C<sub>vi</sub> Marnes et marneocalcaires Valanginiens.
- C<sub>v</sub> Calcaires Valanginiens.
- C<sub>iv</sub> Hauteriviens.
- C<sub>iv-iii</sub> Calcaires urgoniens.
- m Mollasse miocène.
- P Gailoutis pliocène des plateaux.
- D Deckenschotter.
- a<sup>1a</sup> Haute terrasse fluvioglaciaire (Rissienne).
- a<sup>1b</sup> Basse terrasse (Würmienne).
- a<sup>1c</sup> Terrasses postwürmiennes de la Basse Isère.
- a<sup>1d</sup> Alluvions modernes.
- G<sup>1</sup> Glacière ancien (moraines rissiennes).
- G<sup>2</sup> Moraines würmiennes.
- G<sup>3</sup> Dépôts glaciaires postwürmiens.
- G<sup>4</sup>

Fig. 3.

Les chaînes subalpines du Dauphiné, moins élevées que celles de la Haute-Savoie et de la Savoie, n'atteignent qu'une *altitude* relativement peu considérable qui ne dépasse guère 2000 mètres. Les sommets les plus élevés sont : le Grand Som (2033 m.), le Granier (1938 m.), le Haut du Séuil (1988 m.), le Charmant Som (1871 m.), la Dent de Crolles ou Petit Som (2066 m.), Chamchaude (2087 m.) dans le massif de la Chartreuse; les montagnes de Lans et d'Autrans atteignent 1631 mètres et 1675 mètres; plus au Sud, on trouve le Mont Aiguille (2097 m.), la Grande Moucherolle (2289 m.), le Grand Veymont (2346 m.) et Glandasse (2025 m.), qui domine fièrement le pays du Diois. Dans le **Dévoluy**, qui confine aux chaînes subalpines au Sud-Est du Vercors, nous trouvons : l'Obiou (2793 m.), le Grand Ferrand (2761 m.), l'Aurouze (2712 m.) où Pic de Bure.

Les arêtes rocheuses de la Drôme varient entre 1500 mètres et 1600 mètres, telle la montagne du Couspeau (1483 m.) et celle de Chamousse (1535 m.), enfin au Sud, la Montagne de Chabre (1354 m.) et la Montagne de Lure (cette dernière, située dans la partie méridionale de la zone subalpine, atteint 1827 mètres), la Montagne de Bluye (1064 m.) et le Mont Ventoux (1912 m.). — A l'Ouest, du côté du Rhône, il faut citer la Lance (1340 m.) et Rohecourbe (1592 m.). — Près de Saint-Jean-en-Royans, l'altitude atteint 1921 mètres, à la Montagne de Pierre-Chauve (1310 m.); enfin, aux environs de Dieulefit 940 mètres, et, plus près du Rhône, au Sud de Loriol, 594 mètres.

Les chaînes subalpines sont traversées en plusieurs points par des cours d'eau et des *dépressions transver-*



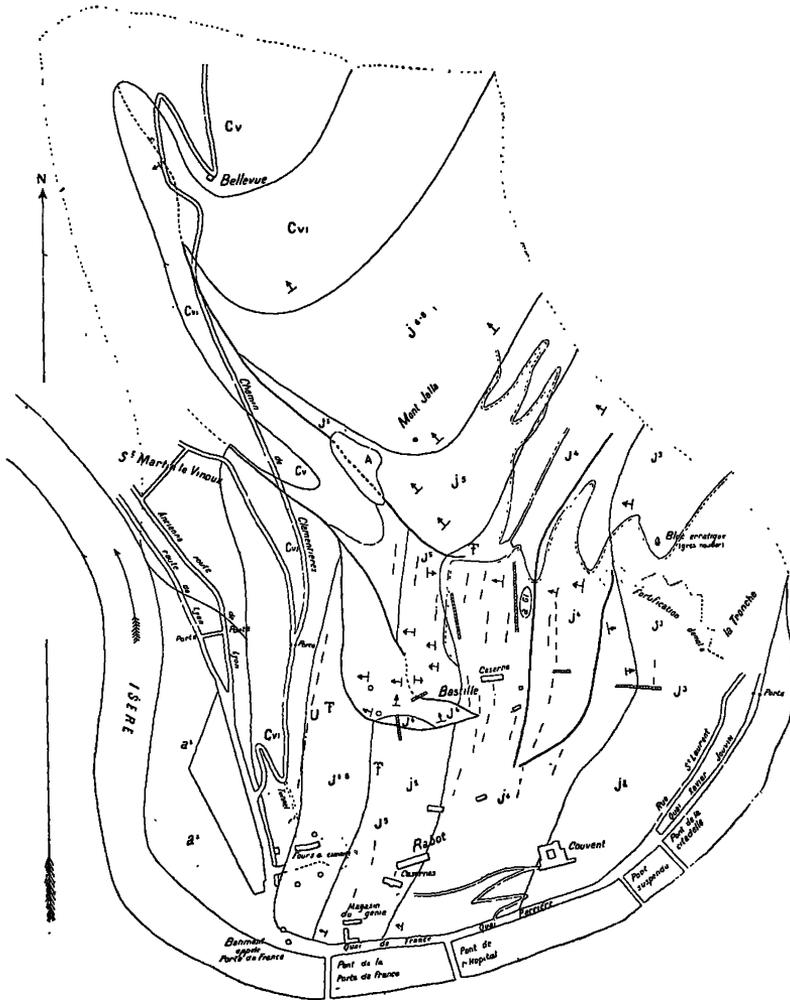


Fig. 4 bis. — Carte géologique de la Montagne de la Bastille  
(d'après M. W. Kilian).

a<sup>2</sup>. Alluvions modernes. — A Eboulis. — Cv Marnes valanginiennes.  
Cv<sub>1</sub> Couches à ciment à *Hopl. Boissieri*.  
J<sup>6-8</sup> Tithonique. — J<sup>5</sup> Calc. massifs Kiméridgiens. — J<sup>4</sup> Séquanien. — J<sup>3</sup> Argovien.  
∇ Pendage des couches; — Verticalité.

*sales*. C'est ainsi que le massif de la Grande-Chartreuse se trouve isolé entre deux coupures; la trouée de Chambéry et la cluse de l'Isère, de Grenoble à Voreppe<sup>1</sup>. Ce massif est, en outre, traversé, sur une partie seulement de sa largeur, par les cluses du Guiers-Mort et du Guiers-Vif, qui prennent naissance dans sa partie orientale. Il convient de citer encore plus au Sud, la Drôme, l'Aygue et la Durance, entre la Saulce et Peyruis, avec son affluent le Buech, qui donnent aussi lieu à des coupures transversales, mais plus obliques à la direction générale des chaînes et dont la plupart, — sauf toutefois la Durance, — ne traversent point complètement cette zone des Alpes.

On peut distinguer dans la zone subalpine plusieurs régions morphologiquement très distinctes : les **chaînes subalpines septentrionales** (massif de la Grande-Chartreuse, Montagnes de Lans, du Vercors et du Valentin septentrional) et les **chaînes subalpines méridionales** (Diois, Baronnies), avec le massif annexe bien individualisé du **Dévoluy** (v. plus loin). A ces chaînes subalpines viennent, en outre, comme il a été dit plus haut, se rattacher, sur les confins du département de la Savoie et de l'Isère, entre Saint-Jean-de-Coux et la Buisse, les **derniers chaînons du Jura** (Chaille-Miribel-Ratz), qui ne sont, du reste, qu'un groupe occidental et divergent de crêtes calcaires appartenant à la zone interne de la grande chaîne alpine. Une *bande mollassique* (Col de la Placette) continue, — équivalent mor-

<sup>1</sup> Cette dernière présente, dans sa partie amont, une série de *cas-sures* transversales qui accidentent notamment la montagne de la Bastille, près Grenoble (v. fig. 4 et 4 *bis* ci-contre et Pl. II, fig. 3).

Chaines subalpines méridionales.. Coupe transversale du Diois (d'après M. Paquier).

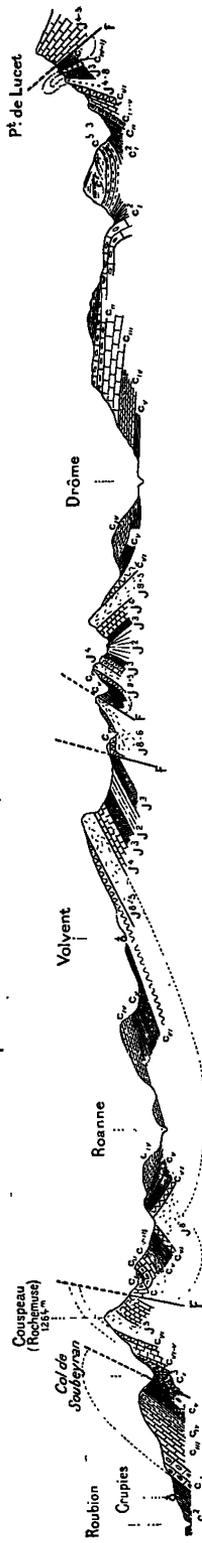


Fig. 5. — Coupe transversale du Diois (Chaines subalpines méridionales (d'après M. V. Paquier).

J<sup>3</sup> Oxfordien, J<sup>3</sup> Argovien, J<sup>4</sup> Séquanien, J<sup>5,6</sup> Calc. kimeridgiens et lithoniques, C<sub>v</sub> Infravalanginien, C<sub>v</sub> Valanginien, C<sub>iv</sub> Hauterivien, C<sub>iii</sub> Barrémien ; C<sub>ii</sub> Aptien inférieur, C<sub>1</sub>,<sup>2</sup> Aptien supérieur et Albien, C<sub>5,3</sub> Cénomanien, C<sub>7</sub> Crétacé supérieur. — F Failles et Plis-Failles.

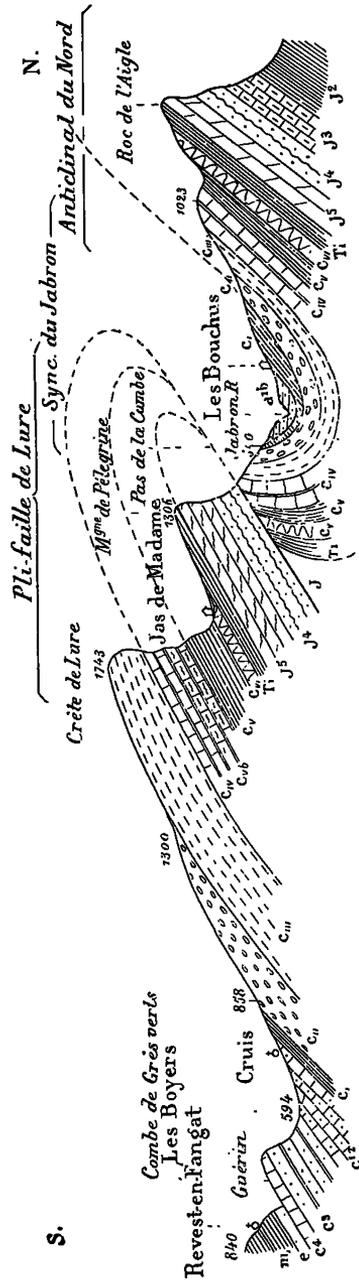


Fig. 6. — Coupe transversale de la chaîne de Lure (Basses-Alpes) par M. Kilian.

Zone subalpine (Chaines subalpines méridionales).

J<sup>3</sup> Oxfordien, J<sup>3</sup> Argovien, J<sup>4</sup> Séquanien, J<sup>5</sup> Calc. kimeridgiens et lithoniques, C<sub>v</sub> Infravalanginien, C<sub>v</sub> Valanginien, C<sub>iv</sub> Hauterivien, C<sub>iii</sub> Barrémien, C<sub>ii</sub> Aptien inférieur, C<sub>1</sub>,<sup>2</sup> Aptien supérieur et Albien, C<sub>5,3</sub> Cénomanien, C<sub>7</sub> Crétacé supérieur. — Failles et Plis-Failles. — T<sub>1</sub> Calc. lithoniques, C<sub>ii</sub> Calc. a silex de l'Aptien inférieur, C<sub>i</sub> Marnes aptiennes ; C<sub>1,2</sub> Grès verts albiens, C<sub>3</sub> Cénomanien inférieur, C<sub>4</sub> Cénomanien à *Ex colymba*; e Eocène; m oligocène, at<sub>6</sub> alluvions pléistocènes.

phologique de la zone mollassique suisse, — les sépare des chaînons subalpins proprement dits et va se terminer en plein Vercors, un peu au Nord du Col du Rousset.

Les **chaînes subalpines septentrionales**, dans lesquelles règne surtout la direction Nord-Est, dressent leurs escarpements calcaires au-dessus des régions environnantes; c'est ainsi que la montagne de *Raye* domine le Valentinois, et les croupes de Glandasse et de l'Infernet, le Diois. Au Sud-Ouest, en aval de Livron, elles passent graduellement, par une suite de coteaux et de collines (Valentinois méridional et Tricastin), à la région des « *dômes* » rhodaniens des environs de Viviers, qui ne font plus partie des Alpes.

Le contraste est frappant entre les chaînes subalpines septentrionales qui, par la régularité de leurs massives crêtes calcaires dominant des talus boisés et des combes verdoyantes, par leurs cluses étroites et leurs sources vauclusiennes, ont mérité plus spécialement le nom de « *Jura dauphinois* », et les **chaînes subalpines méridionales**, auxquelles l'aspect dénudé, la nature ravinée sous le ciel du Midi donne un cachet de désolation dont le charme tout spécial est vivement ressenti par quelques-uns<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> On oublie volontiers, en effet, ce Dauphiné méridional, pays montagneux, mais auquel manquent également la verte parure qui fait le charme de la Chartreuse et les sauvages cimes neigeuses qui donnent à l'Oisans sa grandeur. A cette portion délaissée du Dauphiné appartiennent notamment le Diois et les Baronnies, régions ravinées et arides, dont le cachet tout spécial, l'histoire intéressante et la struc-

La disparition des calcaires urgoniens et leur remplacement par des assises marneuses facilement ravissables, la prédominance de la direction Est-Ouest (Montagne de Lure, Ventoux, Montagne de Chabre), la fréquence des « bassins elliptiques » (Forêt de Saou, Valdrôme, La Charce, Montauban) à côté de grands plateaux calcaires (Saint-Nazaire-le-Désert, Lesches) et de « barres » de calcaires tithoniques, constituent les caractères les plus remarquables de ces montagnes.

Le **Dévoluy**, sorte de berceau rocheux aux bords abrupts, est une région dénudée où dominant les grands massifs calcaires du Crétacé supérieur (Obiou, Grand Ferrand, Aurouze) et de l'Eogène. Ce massif, de structure et de physionomie très spéciales<sup>1</sup>, touche à l'Ouest au **Bochaine**, que traverse le Col de Lus-la-Croix-Haute et qui borne le Vercors au Sud-Est. Au Sud du Buech, le Dévoluy et le Bochaine se continuent orographiquement par les massifs de Céuze, d'Aujourd et de Saint-Genix, dont les falaises jurassiques dominant toujours le *bord subalpin*, qui les limite à l'Est entre Gap et le Monétier-Allemont, sur la Durance. Le Dévoluy et le

ture très particulière sont cependant dignes de retenir l'intérêt. La pureté d'un ciel déjà méridional, la netteté d'un relief que n'adoucit aucune végétation, l'aspect désertique de ces montagnes et la richesse qu'y revêtent les teintes vespérales, prêtent à ce coin des Alpes un charme peu banal, que ne comprend point la foule, mais que ressentent vivement ceux auxquels une longue fréquentation a appris à aimer ces paysages un peu mornes, les défilés âpres et solitaires et la vétusté des bourgades pittoresquement groupées au pied des rochers.

<sup>1</sup> V. les publications de M. P. Lory (bombements antesénoniens, structure en dômes et brachysynclinaux, etc.).

Bochaine n'appartiennent plus à la zone subalpine proprement dite et se continuent au Sud-Est par la *zone du Gapençais* (v. plus bas).

II. — **Les chaînes cristallines delphino-savoisiennes** (Première zone alpine ou zone du Mont-Blanc de Ch. Lory, zone dauphinoise de Desor). — Cette bande est formée de massifs cristallins décapés par l'érosion et émergeant d'une enveloppe sédimentaire qui comprend quelques assises triasiques et des dépôts puissants de calcaires et de schistes noirs appartenant au Jurassique inférieur (Lias) et moyen. Elle court du Sud-Ouest au Nord-Est, comprend le massif du Pelvoux, son annexe la chaîne des Grandes-Rouses, la chaîne de Belledonne, qui borde, de Grenoble à Albertville, la fertile dépression du Graisivaudan, puis se continue au Nord-Est jusqu'aux Aiguilles Rouges, au massif du Rocheray sur l'Arc et à la grande masse du Mont-Blanc<sup>1</sup>.

Au Sud, on peut encore lui rattacher les petits massifs de La Mure et d'Aspres-les-Corps.

Une ligne continue de **dépressions**, occasionnées par l'affleurement des assises schisto-calcaires, facilement

<sup>1</sup> M. Haug (*Annales de Géographie*, 1894) a établi dans cette zone, dont il s'est efforcé de montrer l'*hétérogénéité tectonique*, des subdivisions basées sur les relations des plis subalpins avec les régions plus internes. L'individualité de la zone subalpine et de la zone cristalline delphino savoisienne est néanmoins très grande aux points de vue géomorphologique, géographique et même géologique : la première correspond, en effet, à une zone d'enfoncement des axes anticlinaux, la seconde à une *surélévation d'ensemble de ces mêmes axes*.

délimitables, du Jurassique moyen et du Lias, limite, vers le Sud-Est et l'Est, du Valais au Col Bayard, le bord interne des chaînes calcaires (« bord subalpin »)<sup>1</sup> et les sépare de la zone cristalline delphino-savoisienne; elle règne d'une façon continue<sup>2</sup> du Valais par le Col d'Anterne à Saint-Bonnet en Champsaur et au Col Bayard, près de Gap. L'Arly, l'Isère et le Drac et ses affluents (Gresse, Ebron) l'ont utilisée sur des parties de leur cours. Le *Haut-Graisivaudan*, le *Trièves*, la *Gresse*, le *Champsaur* en représentent divers tronçons géographiquement individualisés.

Cette ligne borne, vers le Nord-Ouest, l'Ouest et le Sud-Ouest, notre *zone cristalline dauphinoise*, remarquable par l'existence des *massifs centraux* cités plus haut, dans lesquels la surélévation des axes anticlinaux a permis à l'érosion de décaper et de mettre à nu de notables affleurements de Schistes cristallins. Emergeant de croupes gazonnées entamées par des ravins, formées par les schistes noirs du Jurassique inférieur et généralement accidentés de bandes houillères et triasiques, ces *massifs cristallins* contrastent par leurs aiguilles déchiquetées et les tons chauds de leurs escarpements avec les claires et régulières crêtes calcaires de la zone précédente.

Cette opposition est particulièrement frappante dans le *Graisivaudan*.

<sup>1</sup> Voir, à propos de ce terme : W. Kilian in P. Lory, Les Alpes françaises à travers les périodes géologiques. Leçon professée par M. W. Kilian à la Faculté des Sciences de Grenoble, le 1<sup>er</sup> décembre 1893, et rédigée par M. P. Lory, préparateur. (*Ann. Univ. de Grenoble*)

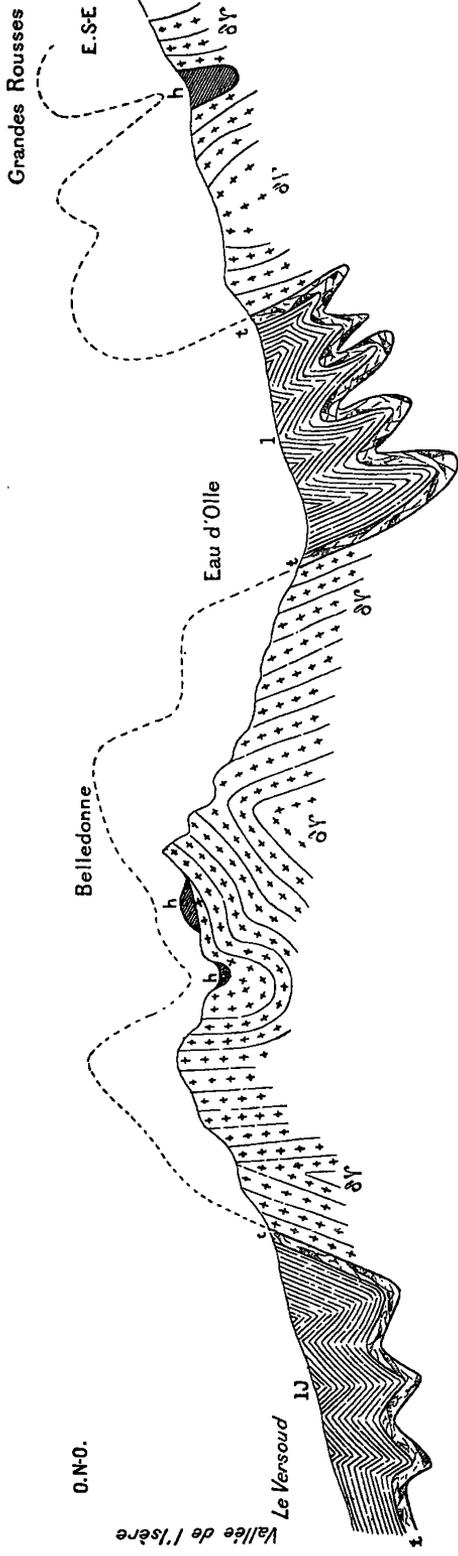
<sup>2</sup> V. Ch. Lory, Aperçu sommaire, p. 1, 2.

Une *bande externe* de massifs comprend les Aiguilles Rouges et la longue chaîne de Belledonne, alors que, plus en arrière, une *série interne*, avec le Mont-Blanc, le Rocheray, près de Saint-Jean-de-Maurienne, les Grandes Rousses et le massif du Pelvoux représente autant d' « *amygdaloïdes* » ou faisceaux de plis localement surélevés au milieu d'une bande synclinale de dépôts liasiques et bajociens remarquablement ravinés.

Tous ces *massifs centraux* ont comme caractères communs le développement qu'y prennent les Schistes cristallins et les roches granitoïdes acides ou basiques, l'existence de discordances préhouillère et antétriasique, la réduction du Trias, le faciès vaseux (dauphinois) du Jurassique inférieur et moyen, enfin le fait que les plis antétriasiques (hercyniens) n'y coïncident pas toujours avec les plis plus récents, postjurassiques et postliogocènes (plis alpins); ces derniers sont d'ailleurs, en général, fort accentués et, le plus souvent, déversés vers l'extérieur de la chaîne. Les massifs centraux sont séparés par des synclinaux dans lesquels dominent les dépôts noirs et schisteux du Lias et du Dogger (vallées de Vaujany, du Ferrand, vallée d'Ornon, Alpe d'Ar sine (v. fig. 11), etc.).

La *zone la plus extérieure* de cette série de massifs centraux cristallins comprend, en Haute-Savoie et en Savoie : les **Aiguilles Rouges**, le Mirantin (2405 m.), Bellachat et le Grand Arc (2489 m.); elle est coupée par l'Arve, par l'Isère et par l'Arc.

Au Sud de la coupure transversale de l'Arc, elle peut être désignée sous le nom de **Chaîne de Belledonne**, bien que cette dénomination ne soit d'ordinaire appliquée qu'à la portion de ce massif comprise entre Allevard et



Coupe de la chaîne de Belledonne, (du Versoud à Oz)  
d'après M. Termier.

- Légende {
- $\delta\gamma$  Schistes cristallins (*amphibolites, Gneiss etc.*) antehouilliers.
  - h Terrain houiller (*Stéphaniens*).
  - t Trias
  - l et j Lias et dogger.
  - (1)
  - (2)

Fig. 7. — Zone cristalline delpino-savoisienne.

la Romanche. Dirigée Sud-Ouest-Nord-Est et parallèle à la vallée de l'Isère, d'Aiguebelle à Grenoble, cette zone cristalline comprend, près d'Épierre, des sommets de 2686 mètres, et plus au Sud le Pic du Frêne (2808 m.), le Puy-Gri (2960 m.). La partie la plus tenace et la plus résistante est formée par des schistes amphiboliques qui ont subsisté, avec des Granites, des Micaschistes et des schistes à séricite, traversés de nombreux *filons* métallifères (Allevard, les Challanches, etc.), en une arête saillante aux formes hardiment découpées, comprenant entre autres sommets les trois Pics de Belledonne, points culminants de la chaîne (2981 m.), le Col des Sept-Laux (2184 m.), le Rocher Blanc (2931 m.), le Colloz (2678 m.), Chamrousse (2253 m.), puis au Sud de la Romanche, l'imposant massif de Taillefer (2861 m.) et de Cornillon (2565 m.); à l'Est de l'Eau d'Olle se dresse l'arête granitique des Rochers Rissiou (2627 m.). De nombreux épanchements éruptifs peuvent y être constatés; un *Granite* très analogue à celui du Pelvoux forme un petit massif près de Livet; la *Granulite* occupe le centre du cirque des Sept-Laux (v. Planche III) et des *Euphotides* ou Gabbros, aux cristaux verdâtres, se montrent près du Lac Robert. Ici encore, les plis peuvent être suivis, grâce à des lambeaux houillers, triasiques et jurassiques alignés jusque dans les parties les plus élevées de la chaîne (v. fig. 7).

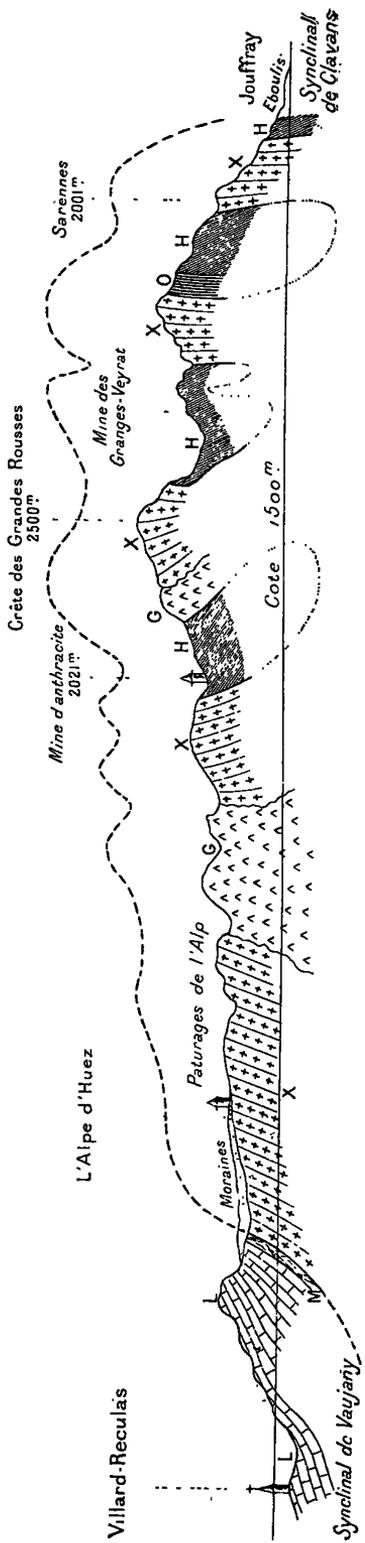
Les plissements alpins ont été énergiques et nous y avons reconnu *localement* la structure en éventail de la chaîne de Belledonne (v. la Planche III). Une coupe transversale menée d'Allevard à la Combe d'Olle montre, en effet, que les Schistes cristallins de la première zone alpine sont, en certains points, *renversés* sur les

terrains sédimentaires des deux côtés de la chaîne. Les plis, *déversés vers le Nord-Ouest*, sont fréquents aux environs de la Ferrière, comme, du reste, sur tout le bord externe de la chaîne, ainsi que nous avons pu nous en assurer avec M. P. Lory, et, en aval du Col du Glandon, dans la vallée de l'Olle, on peut voir les schistes sériciteux légèrement renversés sur les assises du Lias. Il en est de même dans la vallée des Villards, ainsi que M. Révil a pu le constater, mais cette disposition n'a qu'une importance toute *locale* et, dans son ensemble, la chaîne représente, en réalité, un bourrelet anticlinal complexe *nettement déversé vers le Nord-Ouest*; sa structure, assez complexe au Nord, est, d'après M. Termier, particulièrement simple au Sud du Bréda (fig. 7); les étirements et les renversements sont fréquents sur mais les étirements et les renversements sont fréquents sur son bord externe (environs de Séchilienne (M. P. Lory).

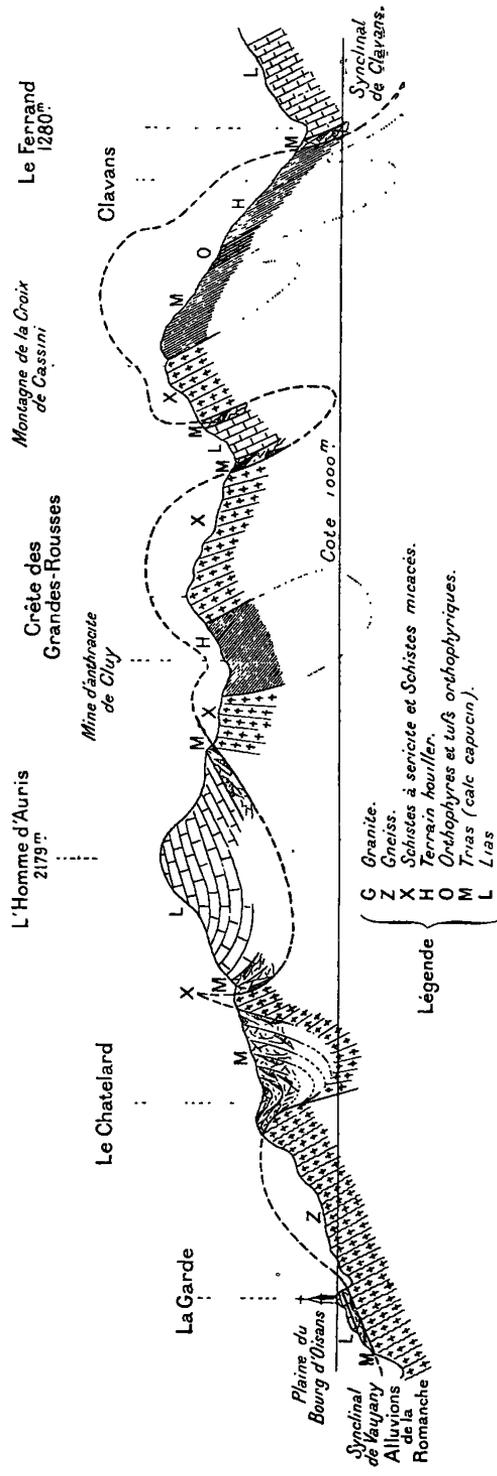
Le massif cristallin de Belledonne se poursuit au Sud jusque dans la région de Valbonnais, où il se termine en plongeant sous les dépôts liasiques du Beaumont. A partir de là, il disparaît sous les sédiments et c'est une bande cristalline plus interne, à laquelle il se soude près du Col d'Ornon, suite du massif des Grandes Rousses, qui le « relaye » et vient occuper à son tour le bord externe de la première zone alpine.

Les massifs cristallins de la série de Belledonne sont flanqués de couches sédimentaires diverses : des grès à anthracite et empreintes végétales (La Mure, Vaulnaveys, Laval), des grès permians (Allevard), des cargneules, dolomies et gypses triasiques en rapport avec les sources minérales de la Léchère, d'Allevard, d'Uriage

Grandes-Rousses... Coupé de Villard-Reculas à Sarennes (d'après M. Termier).



Coupe de la Garde à Clavans (d'après M. Termier).



- Légende**
- G Granite.
  - Z Gneiss.
  - X Schistes à sericite et Schistes micacés.
  - H Terrain houiller.
  - O Orthophyres et tuff. orthophyriques.
  - M Trias (calc. capucin).
  - L Lias

Fig. 8 et 8 bis. — Coupes des Grandes-Rousses, par M. Termier (l'Est est à droite).

et de La Motte; enfin les calcaires et schistes noirs du Jurassique inférieur (Lias et Dogger) leur forment, notamment sur la rive droite du Drac et sur la rive gauche de l'Isère, une ceinture de sommets arrondis, cultivés ou boisés (environs de Vizille, d'Uriage, d'Allevard). Au-dessus des forêts feuillues vient bientôt la zone des sapins (Prémol, la Tailla, près Allevard, etc...), puis les arbres sont remplacés, là où les roches abruptes ou les pentes ravinées n'empêchent pas toute végétation de se produire, par une herbe courte qui sert de pâture, dans nos Alpes Dauphinoises, aux moutons de la Provence. Dans les hautes régions, la verdure est reléguée au fond des vallées sous forme de maigres gazons, et la nudité des rocs, remarquable surtout dans le bassin de la Romanche, contribue au caractère de désolation sauvage de certaines parties de la chaîne de Belledonne.

Des *Moraines locales* attestent, avec l'existence d'une *moraine latérale* plus ancienne du Glacier du Graisivaudan, courant du Nord-Est au Sud-Est sur le flanc externe de la chaîne, l'ancienne extension des appareils glaciaires et leurs réductions successives au cours des glaciations quaternaires.

Du Valais au Col d'Ornon (Sud du Bourg-d'Oisans), cette première série de massifs est limitée à l'Est par une *bande synclinale* de dépôts triasiques et surtout liasiques, ligne remarquable de *dépressions*, passant par Martigny, le Col de Balme, Chamonix (synclinal de Chamonix), Roselend, Naves, le Col de la Madeleine, la vallée des Villards, le Col du Glandon, la Combe d'Olle, Vaujany, Allemont et Ornon. Ce n'est que tout à fait au

Sud, près d'Entraigues, que ce synclinal, moins profond, laisse affleurer les roches cristallines qui relient un moment l'extrémité Sud du massif de Taillefer avec les bandes cristallines plus intérieures.

En examinant maintenant la **série interne** de massifs cristallins, nous trouvons au Nord, dans la Haute-Savoie, en dehors de la région dauphinoise, le **Massif du Mont-Blanc**, séparé de la zone précédente par le synclinal de Chamonix, et qui s'ennoye, au Nord-Ouest de Roselend, par une série de digitations (d'après M. Bertrand et E. Ritter), dans une bande de sédiments liasiques et triasiques.

Dans cette même bande sédimentaire s'ouvre, plus au Sud, le massif cristallin des **Grandes Rousses**, séparé de la chaîne de Belledonne par la Combe d'Olle et le Col du Sabot; ce massif prend naissance au Col de la Croix de Fer (2062 m.) (v. Planche III), dans l'axe de l'anticlinal de l'Ouillon; il s'élève rapidement au Sud, formant, entre les deux bandes synclinales de la Combe d'Olle à l'Ouest et du Col des Prés-Nouveaux-Clavans à l'Est, un relief considérable, dont la pointe la plus élevée atteint 3473 mètres (l'Etendard (3473 m.), la Cochette (3270 m.), l'Herpie (2995 m.), les Petites Rousses (2813 m.). MM. Flusin, Jacob et Offner ont retracé récemment les *cordons morainiques* qu'ont laissés tout autour du massif les dernières phases d'extension glaciaire. Ce massif est constitué essentiellement par une saillie de Schistes cristallins et de roches granitoïdes, allongée du Sud-Sud-Ouest au Nord-Nord-Est et émergeant aux confins de la Savoie et du Dauphiné, au milieu des assises redressées du Trias et du Lias. M. Ter-

mier<sup>1</sup> en a fait, après Dausse<sup>2</sup>, une remarquable étude. L'axe cristallin se continue au Sud de la Romanche jusque dans la région de Valjouffrey. On y remarque des *filons* métallifères (Vaujany).

Les terrains qui prennent part à la constitution du massif appartiennent aux Gneiss et Micascistes, aux Schistes azoïques, au Houiller, au Trias et enfin au Lias, auquel s'ajoute accessoirement un peu de Dogger (près d'Oz).

Deux longues bandes synclinales houillères se développent de part et d'autre de la crête des Rousses. Celle de l'Est se fait remarquer par les roches éruptives qui y sont intercalées. Ces roches sont des *orthophyres* auxquels s'associent des tufs et des conglomérats. Elles présentent, comme nous le verrons plus loin, un remarquable développement au Col de la Croix-de-Fer, où elles atteignent une puissance de 1000 mètres. Les volcans qui ont vomi ces coulées s'alignaient du Sud au Nord et devaient être considérables. Quant aux dolomies, calcaires capucin, cargneules et gypses qui se montrent à la base du Lias, ils doivent être rapportés au Trias. Ces dépôts sont généralement discordants avec les schistes cristallophylliens.

Le massif des Rousses, d'après notre savant confrère<sup>3</sup>, est un faisceau de plis alpins sensiblement parallèles entre eux et *surélevés* par l'effet d'une ondulation transversale orthogonale. La crête principale correspond à un anticlinal.

<sup>1</sup> Termier, Bull. Serv. Carte géol. de France, t. VI, n° 4, 1894.

<sup>2</sup> Dausse, Mém. Soc. géol. de France, t. II, 2<sup>e</sup> partie, 1834.

<sup>3</sup> Termier, *loc. cit.*, p. 6.

Comme nous l'avons dit, le massif cristallin central des Rousses, compris entre deux synclinaux liasiques, se poursuit tectoniquement au *Sud de la Romanche*, où il perd son nom géographique et où son prolongement, qui comprend les montagnes du Bourg-d'Oisans (filons aurifères de la Gardette, filons plombifères, etc.), est généralement englobé par les géographes dans le massif du Pelvoux. En réalité, il est séparé de ce dernier par un étroit synclinal liasique (La Muzelle); sa longueur totale est d'environ 40 kilomètres.

Le massif de Belledonne disparaissant, comme nous l'avons dit plus haut, près de Valbonnais, c'est le prolongement cristallin des Grandes Rousses qui arrive, à l'Est de la Salette, à former le bord de la zone dauphinoise. Il s'enfonce à son tour en partie sous la bordure sédimentaire, près de Corps et de Saint-Firmin, tandis que sa portion orientale dévie vers l'Est-Sud-Est et se continue, par Chaillol, jusque près des sources du Drac.

Le **massif du Pelvoux**, qui surgit au milieu des dépôts ravinés du Lias, au Sud-Est de celui des Rousses (dont le sépare une bande de dépôts liasiques), est déterminé comme ce dernier, ainsi que l'a démontré M. Termier, par une surélévation locale de plis parallèles.

C'est une vaste région montagneuse, formée de roches cristallines, qui ne mesure pas moins de 20 à 30 kilomètres de largeur et au centre de laquelle se trouve le cirque grandiose de la Bérarde. On peut y distinguer, comme dans le Rocheray, des plis hercyniens (antéhouillers) et des plis alpins (postoligocènes). Ceux-

ci ont présenté une telle intensité que tous les terrains, y compris le granite, la granulite et les gneiss, se sont

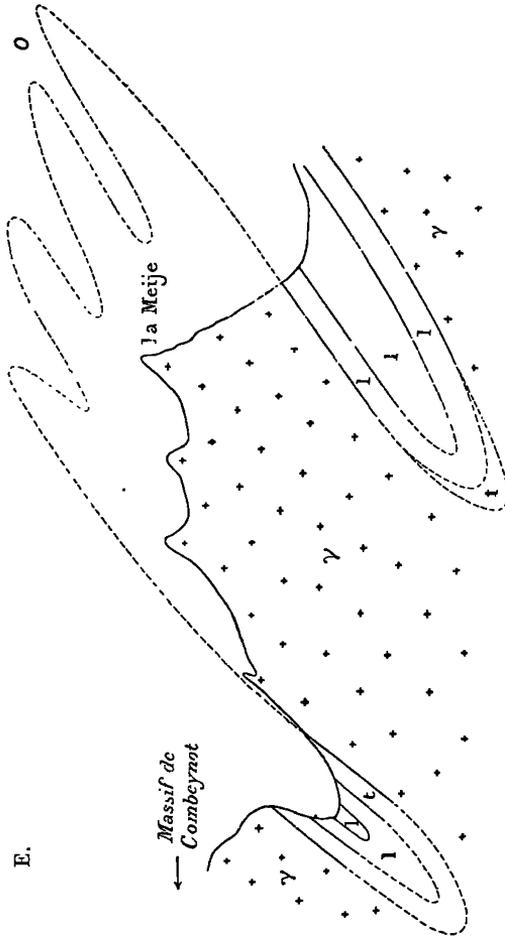


Fig. 9. — Coupe de l'Amygdaloïde de la Meije.  
γ Granite du type Pelvoux; t Trias; l Lias.

comportés comme des matières plastiques (fig. 9). Les plis alpins du bord occidental prolongent ceux des Rous-

ses. Ils ont dans le Valgaudemar, le Champsaur et le Champoléon une disposition intéressante : ils passent à la direction est-ouest, de manière que le bord occidental et le bord méridional de la région cristalline du Haut-Dauphiné sont formés des mêmes plis. Cette disposition est due à la présence, entre La Grave et Entraiguen-Vallouise, d'un énorme *massif amygdaloïde* qui n'a de continuation ni au Nord de la Romanche, ni au Sud de Fournel. Il occupe près du tiers de la surface, et c'est à lui qu'appartiennent les plus hauts sommets : le Pelvoux, les Ecrins, la Meije, etc. (v. fig. 9). Une roche éruptive, appelée *protogine* (Protogine du Pelvoux) par Elie de Beaumont et Ch. Lory, joue un rôle important dans la constitution de ce massif (La Bérarde); M. Termier lui a consacré une étude spéciale<sup>1</sup> et constaté que c'est un *granite alcalin*, caractérisé par une proportion a peu près égale de potasse et de soude. Cette roche, souvent laminée et gneissiforme, — qui est une entité pétrographique très nette (« *granite du Pelvoux* »), — diffère de la protogine du Mont-Blanc et se rapproche des liparites et de quelques trachytes. C'est un « *granilite* » à albite et cryptoperthite dans laquelle, à l'œil nu, on peut distinguer un feldspath rose ou rouge (Combeynot) en cristaux souvent volumineux, un feldspath blanc verdâtre, du quartz et, çà et là, du mica noir plus ou moins chloritisé et de la chlorite verte. Elle est percée, au voisinage

<sup>1</sup> Termier, Le Granite du Pelvoux (C. R. Acad. Sc., t. CXXIV, 8 février 1897). Des masses de syénite sont considérées par M. Termier comme des différenciations (ségréations ou concentration) basiques du magma. L'aplite représenterait des ségréations *acides* au réolant les syénites du Lauvitel. — Voir aussi Notice explic. Feuille Briançon de la Carte géol. (Ministère des Travaux publics).

du bord des massifs, d'innombrables filons d'*aplite* (apophyses du magma granitique) et contient dans le massif de Rochail, près du lac de Lauvitel, d'*énormes enclaves d'une syénite à mica noir*, riche en apatite et en sphène. Les massifs granitiques du Pelvoux apparaissent au milieu de terrains cristallophylliens d'âge inconnu, mais certainement antérieurs au Houiller.

D'après M. Termier, ces « terrains antéhouillers du massif du Pelvoux (avec *filons métallifères* au Grand Clos, dans le Valgodemar, etc.) sont surtout formés de *granite* ou d'*aplite*, rendus parfois gneissiformes par le laminage ». Il y a aussi des *gneiss* et même des *gneiss amphiboliques* (Peyron des Claux). Il y a enfin des *schistes micacés*, faiblement feldspathisés, les uns si-siles et tendres (Yret), les autres transformés en des *cornes* brunes ou violettes, véritables « Hornfels » (vallée du Tabuc-Nord); ces schistes représentent, indubitablement, des témoins d'un ancien terrain sédimentaire plus ou moins modifié par le granite.

En résumé, les roches qui, avec des granites à muscovite, des minettes (La Chalp-en-Valjouffrey), des diabases, etc., prennent part, dans la région *pelvousienne* et dans ses annexes, à la constitution de ces terrains anciens sont surtout, toujours d'après M. Termier :

a) Des schistes azoïques antéhouillers, renfermant parfois des intercalations de *schistes carburés* et des *poudingues* à galets de gneiss; ces schistes sont souvent *gneissifiés* sur de grandes étendues;

b) Des amphibolites et des gneiss amphiboliques;

c) Des Cipolins (Valsenestre, Molines en Champ-saur, etc.), jades exploités comme marbres.

Un massif amygdaloïde moins important que celui du Pelvoux et qui forme à ce dernier une sorte d'annexe vers le Nord-Est est celui de Combeynot, dans lequel M. Termier a découvert des *Microgranites*, forme hypoabyssique de bordure de la roche granitique fondamentale.

Le massif du Pelvoux, sauvage et plein de grandeur, se soude au Sud avec la continuation méridionale du massif des Rousses et comprend les sommets les plus élevés des Alpes Dauphinoises : la Medje ou Meije (*Pic occidental* 3987 m.), le Pelvoux (Pointe Puiseux 3954 m.), la Grande Ruine (3754 m.), la Barre des Ecrins (4103 m.), Ailefroide (3959 m.), les Bans (3651 m.), l'Olan (3578 m.), le Sirac (3438 m.), les Rouies (3634 m.), la Muzelle (3459 m.), et sur son bord méridional, la Montagne de Chaillol (3211 m.), dans le massif du Champ-saur.

Outre le Vénéon, qui naît dans la partie centrale d'un cirque entouré de glaciers et atteint la Romanche par une gorge étroite, on remarque les vallées resserrées du Valjouffrey, du Valsenestre et du Valgodemar, creusées dans la portion méridionale du massif. Au Nord, ce dernier est entamé, entre le Freney et Arsine, par la Romanche qui coule dans la profonde gorge de Mallaval (fig. 10).

Aux affleurements des assises tendres du Trias et du Lias, qui constituent des bandes synclinales (Arsine, fig. 11) et la bordure sédimentaire des masses cristallines, correspondent des régions ravinées au relief moins accidenté et moins âpre, contrastant notablement avec les saillies rocheuses des Schistes cristallins et du

Granite (région au Nord de La Grave, pâturages de Riftord, de la Buffe, Alpe du Mont de Lans, etc.).

Les massifs cristallins de la zone delphino-savoisienne n'atteignent pas la vallée de la Durance; ils possèdent un homologue au Sud-Est, entre la source du Var et celle de la Stura dans le **massif du Mercantour ou de l'Argentière** (Grandes Alpes Maritimes de Levasseur), de structure très semblable et situé en grande partie sur territoire italien (M. Matto (3088 m.), Cima di Mercantour (3167 m.), Tinibras (3031 m.), Cima Collalungo (2758 m.), Rabuons (3008 m.), Fremamorta (2732 m.), Rocca Argentera (3297 m.), M. Clapier (3046 m.).

II. — **Zone du Gapençais, zone de l'Embrunais et masses de recouvrement de l'Ubaye.** — Au Sud-Ouest de Gap, un nouvel élément s'ajoute aux précédents : près de la Saulce et de Barcelonnette apparaissent, sur le bord est de la zone subalpine, d'importantes *lignes de chevauchement* (lignes de contact anormal) qui déterminent une « structure imbriquée » excellemment décrite par M. Haug. — Cette structure se continue dans toute la région de Turriers, Bréziers, la Motte-du-Caire, le Blayeul, Digne, Castellane. C'est à cette zone particulière dans laquelle se font remarquer des traces de mouvements antenummulitiques et anteaquitaniens qu'il convient de réserver et de limiter le nom de *zone du Gapençais (sensu stricto, Kilian)* ou de « Nappe du Gapençais » (Haug, 1909); les chevauchements y sont de date assez récente, car ils ont coupé et *chevauché*, près de Tanaron, dans les Basses-Alpes, les accidents Est-Ouest

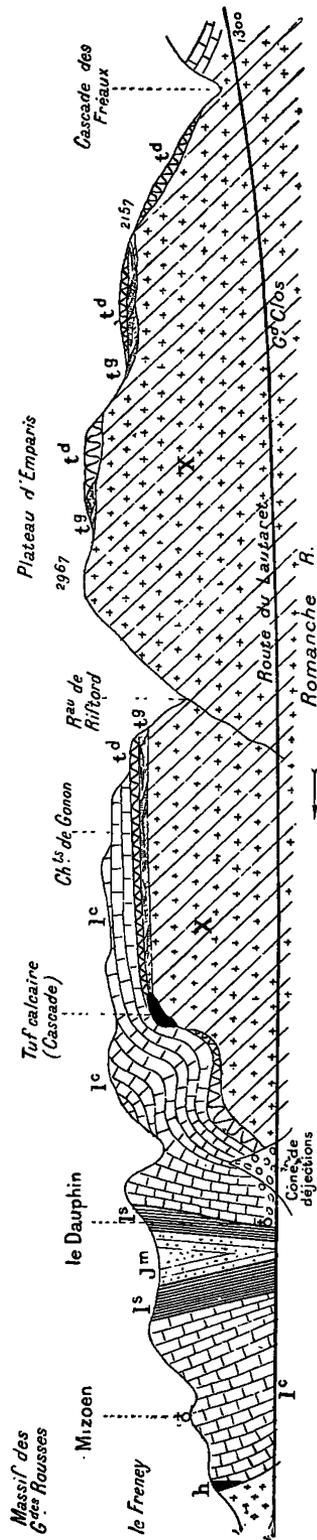
de la zone subalpine proprement dite avec leurs assises miocènes plissées. — La zone du Gapençais ainsi définie présente vers le Nord-Ouest des rapports intimes avec la continuation sud du massif du Dévoluy; au Sud-Est, elle se continue jusqu'au Var, par Castellane et l'Esteron, puis gagne Nice et Monaco en s'infléchissant vers le Sud, puis vers l'Est, *autour des Aires synclinales* de Contess et de la Bévéra.

La zone du Gapençais est assez accidentée; entre Gap et Digne, on y remarque les hautes croupes de Blayeul (2191 m.) et du Trénom (1889 m.).

Cette zone se montre nettement extérieure à une bande à structure moins compliquée (dômes et aires synclinales), la **zone de l'Embrunais et des dômes des Alpes Maritimes**, qui continue morphologiquement au Sud-Est la bordure sédimentaire des massifs cristallins dauphinois et le régime des dômes de La Mure en Dauphiné, mais relaie également, dans le bassin de la Durance, ces massifs cristallins eux-mêmes.

L'intervalle compris entre le massif cristallin du Peivoux et celui du Mercantour et qui correspond à une partie du bassin de la Durance, est, en effet, occupé par des terrains sédimentaires, parmi lesquels dominant, outre le Trias, les dépôts liasiques à *faciès dauphinois* et les formations éogènes. — C'est ainsi que des « Dômes » tectoniques de La Mure à ceux des environs de Guillaumes et de Puget-Théniers (Alpes-Maritimes) s'étend une large bande assez complexe par sa structure et qu'on a tour à tour désignée en bloc sous le nom de *zone du Gapençais (sensu lato)* (Kilian) ou sous celui de *zone delphino-provençale* (Haug); elle vient s'appuyer

Extrémité N. du Massif du Pelvoux



Coupe de la région N. du massif du Pelvoux, parallèle à la Romanche.

- Légende
- X Schistes cristallins. (Gneiss)
  - h Grès houillers
  - t<sup>g</sup> Grès triasiques
  - t<sup>d</sup> Dol et Cargneules. (Trias)
  - I<sup>c</sup> Lias calcaire
  - I<sup>h</sup> Lias schisteux
  - J<sup>m</sup> Dogger

Fig. 10.

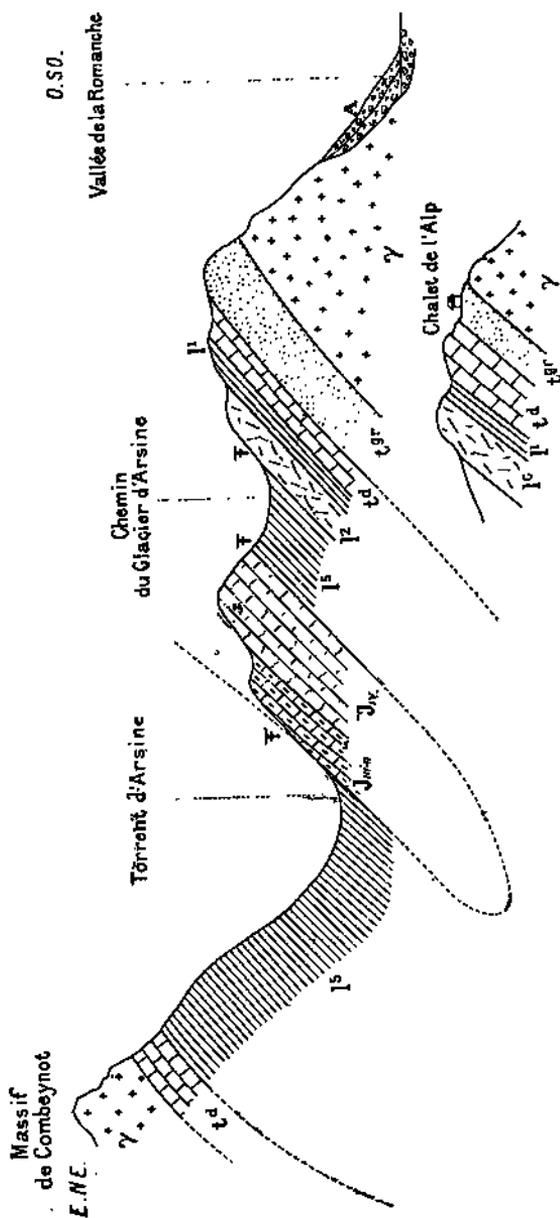
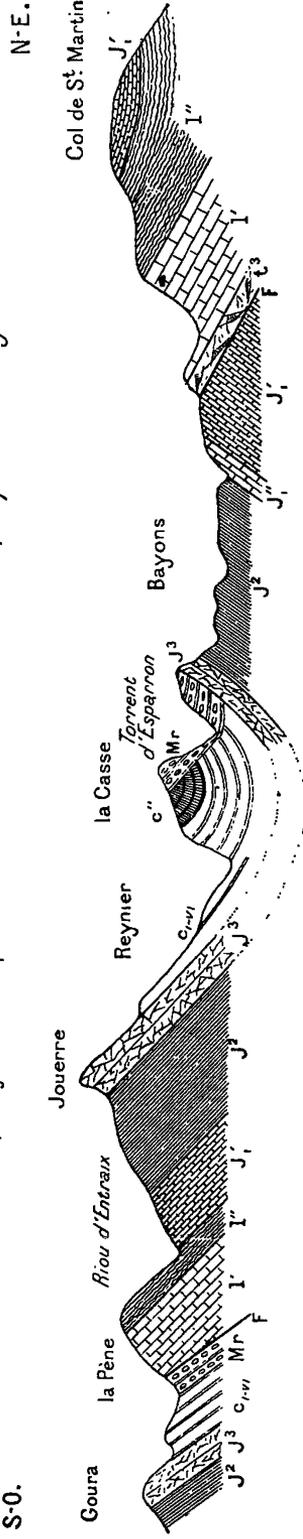


Fig. 11. — Coupe du synclinal d'Arsine par M. Kilian.  
 γ Granite; l<sup>gr</sup> Grès triasique; l<sup>d</sup> Dolomie capucin (Trias), l<sup>c</sup> Lias calcaire, l<sup>s</sup> Lias schisteux (et Aalénien); J<sub>v</sub> Bajocéen à Cretacées; J<sub>sup.</sub> Jurassique supérieur à Pygmalus; T Points fossilifères; A Ehoulis.

Zone du Gapençais. — Coupe de St Geniez au Col de St Martin, d'après M. Haug.

S-0.



LÉGENDE

- |                |                         |                   |                            |
|----------------|-------------------------|-------------------|----------------------------|
| t <sup>3</sup> | Trias.                  | J <sub>1</sub> '  | Bathonien.                 |
| I'             | Lias calcaire.          | J <sub>1</sub> '' | Bajocien.                  |
| I''            | Lias schisteux.         | C <sub>1-vi</sub> | Crétacé inférieur.         |
| J <sub>2</sub> | Callovien et Oxfordien. | C <sub>ii</sub>   | Aptien.                    |
| J <sub>3</sub> | Jurassique sup.         | Mr                | Molasse rouge (oligocène). |
|                |                         | F                 | Ligne de contact anormal.  |

Fig. 12.

*extérieurement aux massifs cristallins de la première zone alpine*, près de La Mure et près de Guillaumes. C'est dans cette bande et notamment dans sa portion interne qu'il convient de chercher l'équivalent de la zone cristalline delphino-savoisienne; cette partie interne est d'ailleurs à son tour *chevauchée* et en *partie cachée*, dans la région de l'Embrunais, par des **nappes de recouvrement** et des masses exotiques de *Flysch charrié* venant de l'Est; la racine de ces nappes est à rechercher dans la sous-zone suivante (sous-zone des Aiguilles d'Arves).

Dans la partie orientale de cette bande, dont la portion occidentale, définie plus haut, doit *seule* porter le nom de zone du Gapençais (s. stricto (v. ante), et dont nous désignerons la portion orientale sous le nom de **zone de l'Embrunais**, de petits lambeaux de Schistes à Séricite percent, il est vrai, les dépôts secondaires au Laus et à Remollon (Hautes-Alpes), sur les bords de la Durance. Décrits par M. Haug, ils ont été considérés par cet auteur comme appartenant également à la première zone alpine et reliant le Pelvoux aux Alpes Maritimes; *ils sont l'homologue des dômes de La Mure et d'Aspres*. En tous cas, ces bombements ne peuvent représenter qu'une minime partie de la zone dauphinoise et il n'en subsiste pas moins qu'entre le massif du Pelvoux et celui des Alpes Maritimes, la zone du Briançonnais est séparée de la zone du Gapençais et des chaînes subalpines par une région montagneuse à physionomie très spéciale (*Embrunais*) et formée surtout par des assises jurassiques à faciès dauphinois, que masquent en partie des masses charriées<sup>1</sup> très plissées de grès et de

<sup>1</sup> D'après M. E. Haug.

schistes (Flysch de l'Eocène) provenant de la sous-zone des Aiguilles d'Arves.

Les reliefs y atteignent des altitudes de 2500 à 3000 mètres : Mourre Froid (2995 m.), Crête de Dormillouse (3222 m.) et, au Sud de la Durance, les massifs du Parpaillon et du Grand Bérard (3053 m.).

Il est opportun d'insister sur l'intérêt que présente cette partie du bassin de la Durance, qui « *relaye* » la portion interne de la zone dauphinoise. L'absence de massifs centraux est ici en quelque sorte compensée par des recouvrements et des *refoulements* formidables venus de l'Est, qui font certainement des environs de Méolans et du Morgon (2270 m.) une des régions les plus disloquées et les plus intéressantes des Alpes Françaises. Cette contrée est formée d'un substratum autochtone et relativement peu plissé de dépôts mésozoïques de faciès dauphinois, en partie caché sous un manteau de masses éogènes charriées. Les refoulements qui ont motivé ces recouvrements paraissent avoir atteint leur maximum d'intensité dans la vallée de Barcelonnette, où les séries renversées (Trias-Malm coralligène-Eogène) du versant nord des Siolanes et celles du Chapeau-de-Gendarme (ou Lan) témoignent d'actions dynamiques particulièrement énergiques.

Les montagnes (Eogène charrié) de Champoléon, d'Orsières, de Freyssinières, absolument déboisées et incultes, profondément ravinées et dénudées à l'excès sont particulièrement caractéristiques de cette *portion interne de la bande sédimentaire de la Moyenne Durance*, que l'on peut distinguer sous le nom de **zone de l'Embrunais**.

Des trouées ou « *fenêtres* », ouvertes par l'érosion dans ces nappes de charriage, plus ou moins étendues (vallée de l'Ubaye en amont de Revel, torrent de Saint-Clément, etc.) permettent d'étudier le substratum autochtone de « terres noires » jurassiques à faciès dauphinois qui supportent des masses charriées (v. le schéma, Planche I).

La zone de l'Embrunais a été, dans les vallées de la Durance et de l'Ubaye, dépouillée par l'érosion de son manteau charrié de Flysch et l'on peut y étudier une série de bandes sédimentaires plus anciennes autochtones et dirigées Nord-Ouest Sud-Est, mais ce qui caractérise cette sous-zone, c'est l'existence d'une série de **lambeaux exotiques** à faciès très différent de celui de leur substratum, « massifs de recouvrement » à faciès briançonnais, venant vraisemblablement de l'Est (*de la sous-zone du Flysch ou des Aiguilles d'Arves*), dont la présence a été signalée, dès 1892, et avant les beaux travaux de M. Termier sur le Briançonnais, par M. Haug et par nous<sup>1</sup>. Ces masses calcaires charriées forment, du bord méridional du Pelvoux (Soleil Bœuf<sup>2</sup>) au bord nord-ouest du Mercantour, une série de sommets (Piolit, Chabrières, le Grand-Morgon (2326 m.), le Caire, les Siolanes (2910 m.), la Méa (Pain de Sucre de la carte), le Lan (Chapeau de Gendarme de la carte), le Mourre-Haut, etc...), qui dessinent une vaste courbe à concavité

<sup>1</sup> E. Haug et W. Kilian (Bull. Soc. de Stat. de l'Isère, 1892; séance du 14 nov.). — Trav. Lab. Géol. Univ. de Grenoble, t. II, p. 109 (1893). Comptes R. Ac. des Sc., 31 déc. 1894.

<sup>2</sup> E. Haug, Une excursion dans la haute vallée du Drac (Bull. Soc. géol. de France, t. XXII, p. cxxxviii, séance du 5 novembre 1894).

dirigée vers l'Est. Au Sud, le Mont Pelat (3053 m.), le Cheval de Bois (2841 m.), également charriés, se rattachent au Mercantour par les Montagnes du Lauzanier et la Tête de Sanguinière (2792 m.).

La Durance traverse, entre Saint-Clément et Savines, cette curieuse région où dominent des dépôts éogènes, laisse au Nord le massif du Mourre Froid (2945 m.), au Sud la Tête de Cuguret (2905 m.) et la chaîne du Parpaillon, toute en grès du Flysch, séparant la vallée d'Embrun de celle de Barcelonnette. Dans les parties basses (vallées de l'Ubaye et de la Durance) affleurent les dépôts schisteux et noirs du Jurassique qui constituent le substratum autochtone des grandes nappes de l'Eogène embrunais.

Ainsi dans l'espace qui sépare le massif cristallin du Pelvoux de celui du Mercantour et qui correspond à une partie des vallées de la Durance et de l'Ubaye, il n'existe pas de massifs centraux de roches cristallines; la zone dauphinoise est représentée ou relayée ici, — à l'Est d'une bande spéciale à structure imbriquée (la zone du Gapençais), — qui continue au Sud-Est le Dévoluy, — par une zone sédimentaire très large supportant, dans l'Embrunais, un manteau charrié de dépôts mésozoïques et éogènes venus d'une zone plus interne; cette couverture a été en partie dénudée dans les vallées de la Durance et de l'Ubaye.

Cette zone, où aux terres noires du Jurassique moyen viennent s'ajouter des dépôts autochtones jurassiques supérieurs, crétacés et éogènes qui constituent, à l'Est de Digne, une aire synclinale accidentée de dômes tectoniques, se prolonge vers le Midi, sous des masses

charriées considérables, par le massif du Mont Pelat, les Trois-Evêchés et le lac d'Allos jusqu'au voisinage du Mercantour. Elle est limitée à l'Est par un large synclinal de Flysch<sup>1</sup> (zone du Flysch ou des Aiguilles d'Arves), dont le bord occidental représente les racines des nappes charriées de l'Embrunais et de l'Ubaye et qui, par le Col de Vars et l'Ubayette, va gagner le Col de Tende en passant à l'Est du massif cristallin du Mercantour; ce dernier se retrouve ainsi englobé dans le prolongement méridional de la zone de l'Embrunais.

III. — **Zone du Briançonnais.** — A l'Est de la zone cristalline dauphinoise que nous venons de décrire et de ses dépendances (zones du Gapençais et de l'Embrunais) se trouve ce que Ch. Lory appelait les **pays intra-alpins**<sup>2</sup> (deuxième et troisième zones alpines du même auteur). Cette nouvelle bande montagneuse est fort différente des précédentes par sa constitution. Les *roches dolomitiques et calcaires* prennent, à côté de schistes et de grès, une part considérable à sa constitution.

<sup>1</sup> L'importance de cette dépression synclinale, qui joue sur une partie de sa longueur (Guillestre, Col de la Madeleine) le rôle de *synclinal de symétrie* de part et d'autre duquel les plis ont parfois été déjetés en sens inverse, a été mise en lumière par M. Kilian à plusieurs reprises dès 1892. — Il doit être rattaché à la zone du Briançonnais, dont il représente la sous-zone externe (sous-zone des Aiguilles d'Arves), et n'est peut-être lui-même qu'un repli dans une nappe de charriage ayant fourni vers l'Ouest la nappe charriée de l'Ubaye et de l'Embrunais.

<sup>2</sup> Ch. Lory, *Aperçu sommaire sur la structure géologique des Alpes occidentales*. Grenoble, 1895.

Continuant en Dauphiné les massifs de la Haute-Tarentaise et de la Vanoise, ces montagnes constituent la **zone du Briançonnais** (Diener). Les grès à anthracite du Houiller y forment habituellement le terme le plus ancien de la série; le Trias, très développé, prend un faciès très spécial, caractérisé surtout par des quartzites blancs, des gypses, des cargneules et de *grandes masses de calcaires dolomitiques ruiniformes*; le Lias devient rocheux et bréchoïde, le Jurassique supérieur reparaît sous la forme de marbres roses (marbres de Guillestre) ou de Schistes marbreux et phylliteux (v. la coupe, Planche III); enfin les dépôts épais et détritiques du *Flysch* jouent un rôle important, surtout dans la portion occidentale de la zone (deuxième zone alpine de Lory, zone du Flysch (Termier), zone des Aiguilles d'Arves de M. Haug).

Ces montagnes rappellent à certains égards la région célèbre des « Dolomites » du Tyrol, mais n'en possèdent point le cadre verdoyant; ce ne sont ici que rochers ruiniformes émergeant, comme des moignons, de talus d'éboulis où dominent des ravins jaunâtres de Gypses et de Cargneules.

La *zone du Briançonnais* présente une suite de sommets formés par le terrain houiller, les Quartzites et les calcaires du Trias, le marbre de Guillestre (Malm), les grès nummulitiques, parmi lesquels il y a lieu de citer notamment les montagnes de Guillestre, de Briançon, de Névache, le Thabor, le massif des Aiguilles d'Arves, les montagnes des Encombres et de Moûtiers en Savoie.

L'opposition entre l'aspect et la forme de ces chaînes et les massifs cristallins de la zone delphino-savoisienne est particulièrement sensible au Col du Lautaret.

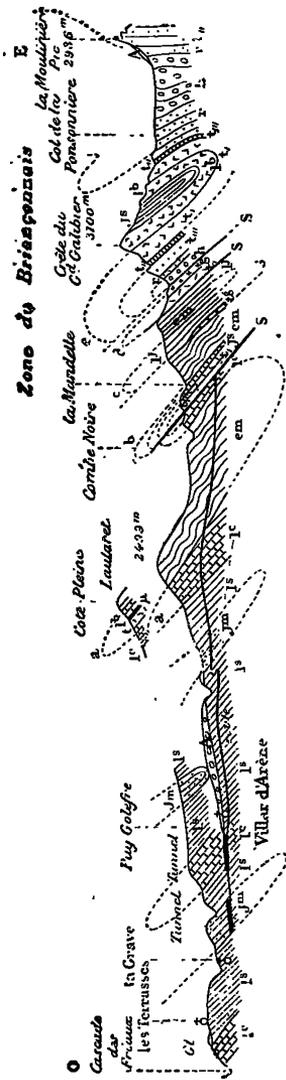
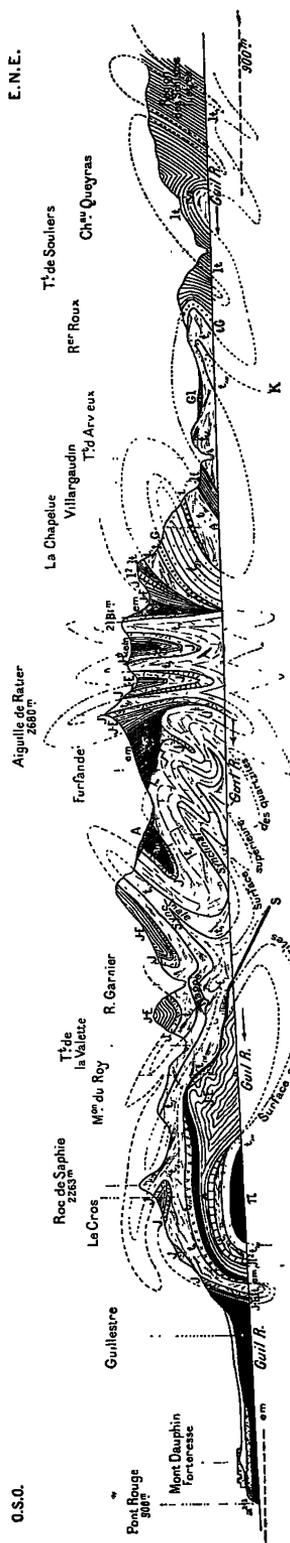


Fig. 13. — Coupe de la sous-zone des Aiguilles d'Arves près du Col du Galibier (par W. Kilian).  
 h Houiller, r Vercano, 1<sup>m</sup> Quartzite (Trias); l<sub>1</sub> Gypses et argneules; l<sub>2</sub> Calcaires triasiques,  
 u Melaphyre, p Lias bréchiforme, l Lias calcaire,  
 1<sup>a</sup> Lias schisteux, J<sup>m</sup> Jurassique moyen, J<sup>s</sup> Jurassique supérieur, cm Flysch eogène; S Contacts anormaux.

Coupe transversale de la zone du Briançonnais, de Château-Queyras à Montdauphin.



LÉGENDE

- A Ebnouls
- B Glaciers
- C<sub>1</sub> Calcaires anciens (interglaciaires)
- C<sub>2</sub> Flysch
- D Schistes luanans et marbres en plaquettes
- E-J Calcaires roses du Jurassique supérieur
- K Lias (Bèches et calcaires)
- L Schistes lustrés
- M Gypses supérieurs
- N Calcaires triasiques
- O Argneules et Gypses
- P Quartzites
- Q Argénites (Nervoux sup.)
- R Houiller
- S Porphyrite du Gail
- T Surface de contact normal

Fig. 14. — Coupe de la zone de Briançonnais (par W. Kilian).  
 (L'extrémité E. de la coupe, fig. 13, appartient à la zone du Piémont.)

Cette zone se montre différenciée à partir de la Suisse jusqu'en Ligurie sous forme d'une bande Valais-Briançon-Savoie, qui devient notre zone du Briançonnais et que signale sur la carte une traînée d'affleurements triasiques et houillers (deuxième et troisième zones alpines de Lory); elle est très différente, par le faciès et la nature des terrains qui la composent, des chaînes extérieures suisses et françaises.

La zone du Briançonnais traverse la région dauphinoise. Elle est limitée à l'Est par une ligne reliant Modane à Césanne, Château-Queyras, Saint-Véran et Maurin. A cette même subdivision de nos Alpes appartiennent les montagnes du Briançonnais et de la Maurienne, en y comprenant les massifs des Aiguilles d'Arves (3514 m.), du Chaberton, du Thabor (3182 m.) et de la Vanoise. Au Midi, la partie rocheuse du Queyras, située entre Briançon, Guillestre, Château-Queyras, puis une partie de la Haute-Ubaye (massifs de Panestrel et de Font-Sainte, Brec de Chambeyron, Cime de Chillo, etc.) continuent cette zone qui quitte notre territoire près du Col de Larche pour se poursuivre vers la Ligurie.

La zone du Briançonnais est séparée de la zone dauphinoise par une ligne qui passe au Col de la Seigne à Aigueblanche (Savoie), à l'Est du Col de la Madeleine, à Villarclément, à l'Est de Saint-Jean-de-Maurienne, à l'Est du Col de Martignare, à Pramelier, au Nord de Villard-d'Arène, non loin des Cols du Lautaret et de l'Eychauda, non loin de Vallouise, près des Cols de la Pusterle et de l'Anon, puis gagne Vars, Saint-Paul-sur-Ubaye, Larche et l'Italie.

On peut y distinguer plusieurs sous-zones.

III<sup>a</sup>. — **Sous-zone des Aiguilles d'Arves.** — Du Col de la Seigne à Vallouise, cette limite est caractérisée par l'apparition d'une bande de dépôts tertiaires : brèches polygéniques, conglomérats, calcaires à Nummulites, grès et schistes gréseux du Flysch, qui comprend le massif des Aiguilles d'Arves et correspond à la deuxième zone alpine de Lory. M. Haug<sup>1</sup> a proposé de désigner cette sous-zone sous le nom de « *zone des Aiguilles d'Arves* ». Dans son ensemble, elle représente un synclinal de part et d'autre, mais surtout à l'Est duquel apparaissent des assises sédimentaires plus anciennes, notamment des couches triasiques sous un faciès (faciès briançonnais) différent de celui qu'y présentent les mêmes dépôts dans la zone dauphinoise. Au Nord du Pelvoux, les *étirements sont fréquents le long de la limite orientale de cette sous-zone*, ainsi que les *lignes de contact anormal*; au Sud du Pelvoux, elle *chevauche* la zone de l'Embrunais (Embrunais, Ubaye) sous forme de *nappes de recouvrement* (v. plus haut) qui, d'après M. Léon Bertrand, ont recouvert également l'extrémité nord du massif du Mercantour.

En arrière de cette bande si nettement caractérisée, on distingue :

III<sup>b</sup> Une **sous-zone axiale** ou houillère, jalonnée, de Sion en Valais à Briançon, par des affleurements houillers et remarquable par sa structure en éventail composé (v. Planche III);

III<sup>c</sup> Une **sous-zone interne** ou de la Vanoise, où les

<sup>1</sup> E. Haug, Contribution à l'étude des lignes directrices de la chaîne des Alpes (Annales de Géographie, n° 20, 15 janvier 1896).

calcaires triasiques jouent un rôle important; les plis y sont généralement *déversés vers l'Est*.

Au Sud de Briançon, ces sous-zones *sont moins nettement distinctes*; les affleurements houillers disparaissent, mais la disposition en éventail se poursuit jusqu'en Ligurie (entre Mondovi et Ospedaletti).

A la zone du Briançonnais et à ses trois sous-zones appartiennent une série de pics et de sommets dont les principaux sont: Roche Chevière (3720 m.), la Dent Parachée (3712 m.), l'Aiguille de Pécelet (3458 m.), le Cheval Noir (2834 m.) et le Perron des Encombres (2828 m.), au Nord de l'Arc; les Aiguilles d'Arves ou Trois Ellions (3514 m.) en grès nummulitiques, la Pare ou les Trois Evêchés (3514 m.), le Roc du Grand Galibier (3242 m.), le Mont Thabor (3182 m.), l'Aiguille Noire, les montagnes de Névache, le Chaberton (sommets calcaire de 3185 m.), les Cimes du Janus (3182 m.) et du Gondran, près de Briançon, de Montbrison, le sommet entre Briançon et Vallouise, Rochebrune, les massifs de Pierre-Eyraultz et de la Furfande, ainsi que les montagnes de Ceillac, la montagne de Font-Sainte (3270 m.), le Brec de Chambeyron (3388 m.), la Tête Saint-Ours et la Tête de Moïse dans la Haute-Ubaye. Les *glaciers* sont aujourd'hui peu étendus dans la zone du Briançonnais, à part les beaux névés du massif de la Vanoise, alimentant entre autres le Glacier de Gébroulaz, de la Grande Casse, de Rosolin, de la Grande Motte, etc..., nous n'avons guère à citer que le Glacier Lombard, celui de Valmeinier (Thabor) et, au Sud, le Glacier de Marinet dans la Haute-Ubaye.

Au point de vue tectonique, le trait fondamental de

la zone du Briançonnais est la disposition des plis en *éventail composé* asymétrique (v. la coupe, Pl. III et la fig. 14): la portion axiale de cet éventail comprend une zone anticlinale de grès houillers (sous-zone axiale), qui n'est peut-être elle-même (Pl. III) qu'un repli dans un grand pli couché (nappe); à l'Est de cette bande, les plis sont isoclinaux et couchés vers l'Italie (Est de Briançon, sous-zone de la Vanoise-Chaberton); à l'Ouest, ils sont déversés vers la France (sous-zone des Aiguilles d'Arves) et accidentés de nombreux plis-failles (structure imbriquée), de chevauchements et de véritables « nappes de charriages » (Briançonnais occidental (P. Termier), Ubaye (E. Haug et W. Kilian) (v. la fig. 14). Cette disposition en éventail se continue au Sud, mais se complique, sur son flanc occidental, de plis couchés et de *chevauchements* assez étendus (Briançonnais méridional).

Dans son ensemble, la zone du Briançonnais se comporte donc, *en apparence*, comme un *massif central*<sup>1</sup>, dont l'érosion n'aurait pas entamé suffisamment la couverture sédimentaire pour faire apparaître le noyau cristallin. L'hypothèse d'une série d'écaillés *superposées avant le plissement* définitif doit être, à notre avis, *absolument écartée*. **Nous attribuons la disposition en éventail asymétrique à une poussée au vide vers les plaines piémontaises ayant déterminé dans le bord oriental d'un ensemble de grands plis (ou nappes) d'abord couchés vers l'Ouest, une série de « plis en retour » déversés vers l'Est.**

<sup>1</sup> W. Kilian, Comptes rendus Ac. des Sc., 22 janvier 1900.

IV. — La **zone du Piémont** (Haug) (zone du Mont-Rose ou quatrième zone alpine de Ch. Lory), dépassant par endroits vers l'Ouest la frontière italienne, prend sa plus grande extension dans ce dernier pays; sa constitution géologique rappelle un peu celle de la zone du Mont-Blanc; les calcaires ont presque totalement disparu et cette zone à structure isoclinale, montrant des *plis déversés vers l'Est*, est en grande partie constituée par les *Schistes lustrés*, d'âge mésozoïque, avec roches éruptives intrusives basiques (« Pietre verdi ») interstratifiées, auxquels font suite, à l'Est, des assises gneissiques permo-carbonifères (pseudogneiss).

Cette seconde zone schisteuse et cristalline de nos Alpes, qui succède vers l'Est à la zone du Briançonnais, présente donc dans sa moitié occidentale un développement considérable des « Schistes lustrés » plus ou moins cristallins et accompagnés de roches éruptives basiques (Pietre verdi), puis, plus à l'Est, une suite de massifs de roches gneissiformes, probablement permo-carbonifères, qui dominent la plaine du Pô. On l'a appelée *zone cristalline du Mont-Rose* (Ch. Lory); c'est la zone du Piémont de M. Haug; elle a été remarquablement caractérisée par cet auteur en 1896. Sa structure est encore peu connue; plusieurs de ses grandes masses gneissiques paraissent être des « nappes » charriées ou des « *carapaces* » de plis couchés vers l'extérieur de l'arc alpin; on y remarque néanmoins aussi des plis déversés vers l'Italie. La Carte géologique des Alpes occidentales, publiée en 1888 par M. Zaccagna, montre nettement les *massifs gneissiques disposés en demi-cercle autour de la plaine du Piémont*. A l'Est du

Dauphiné, les montagnes du versant italien, d'Aoste à Coni, représentent une large bande de schistes plus ou moins cristallins englobant cette série de massifs gneissiques.

Cette région, constituée par des assises schisteuses, est bordée à l'Ouest par une zone de *Schistes gris lustrés* longcant la frontière française, du Mont Cenis à la Haute-Ubaye. L'âge de ces Schistes lustrés a fait l'objet de nombreuses controverses sur lesquelles il est inutile de revenir ici; on s'accorde actuellement pour les considérer comme mésozoïques. Ces curieux dépôts, dans lesquels se trouvent intercalées des masses importantes de *Serpentine*, exploitée à Maurin et à Saint-Véran, et des massifs de roches éruptives magnésiennes (Euphotides, Variolites et leurs dérivés: Prasinites, Amphibolites, etc.) forment, notamment en France, le massif du Chenaillet et toute la région du Haut-Queyras (environs d'Aiguilles et de Saint-Véran), aux reliefs adoucis et couverts de pâturages, qui contraste avec les gorges calcaires du Guil, si abruptes et si déchiquetées. Les montagnes de « Schistes lustrés » avec leurs pentes couvertes de mélèzes (Haut-Queyras) accusent des formes topographiques relativement molles, au milieu desquelles les pointements de roches éruptives correspondent à des reliefs plus hardis (Bric Bouchet, Mont Pelvas, Grand Rubren, Taillante, Mont Viso) qui se distinguent d'une façon parfois saisissante des précédents. Le même contraste s'observe dans la Haute-Cerveyrette et la Haute-Ubaye.

Importants sont les *sommets* de la zone du Piémont, mais ils n'atteignent plus, dans cette partie méridionale, la majesté des cimes du Valais, du massif du

Mont-Rose (4638 m.) ou du Grand Paradis (4178 m.). C'est en Italie qu'ils prennent leur développement, bordant les plaines du Piémont depuis le lac Majeur jusqu'au Sud du Viso et coupés par les vallées des Dora, du Pô et de ses affluents, entre Pignerol et Coni. Parmi les reliefs les plus saillants, citons la Levanna (3640 m.), qui est placée à la frontière franco-italienne, ainsi que le Pic d'Ambin (3381 m.), puis, en Italie, Rochemelon (Rocciamelone) (3737 m.) (3548 m.), le Mont Albergian (3038 m.), le Mont Viso (3845 m.) et le Pelvo d'Elva (3064 m.). La zone du Piémont est entamée en plusieurs points par la frontière franco-italienne : une portion de la Haute-Tarentaise et de la Haute-Maurienne (massif du Mont Cenis) lui appartiennent; en Dauphiné, le massif du Mont Genève avec le Mont Chenaillet (2634 m.) et une grande partie du Queyras, où l'on remarque les sommets du Mont Pelvas (Paravas ou Bric d'Urine) (2936 m.), du Bric Bouchet (3003 m., de la Taillante (3200 m.), la Pointe Gastaldi (3269 m.), les Cols Lacroix (2309 m.), de la Traversette (2950 m.), de Valante (2795 m.), de Saint-Véran (2844 m.), du Longet (2672 m.) en font partie, ainsi que les massifs de la Haute-Ubaye (Grand Rubren (3341 m.). La plupart des pics sont formés de roches intrusives basiques; les croupes et le reste du relief sont en Schistes lustrés.

\* \* \*

Le tableau suivant montre les éléments que l'on rencontre lorsqu'on se dirige du bord de la chaîne des Alpes delphino-provençales vers l'Est, d'une part à la latitude de Romans, de l'autre à celle de Montélimar.

A. CHAINES SUBALPINES septentrionales (Royans et Vercors).

B. Au S.-E. massif du Dévoluy et Bochaîne; Céuze.

Ci. Région des *Dômes* remaniés à noyau cristallin de La Mure, de Beaufin, etc... nes dans la bordure sédimentaire extérieure de la chaîne de Belledonne.

Cii. *Zone cristalline dauphinoise* (massifs de Belledonne, terminaison S. des Grandes Rousses, Pelvoux) (zone du Mont-Blanc ou 1<sup>re</sup> zone alpine de Lory.)

*Massif de l'Argentera* (ou du Mercantour).

ZONE ALPINE DELPHINO-SA VOISIENNE.

ZONE INTRA-ALPINE  
ou zone du Briançonnais  
(sensu lato).

a). *Sous zone des Aiguilles d'Arves ou du Flysch.*

b). *Sous zone axiale (houillère) du Briançonnais* ou zone intra-alpine (Lautaret, Prorel, Monéliet).

c). *Sous-zone interne (Va-noise-Chaberton).*

E. ZONE DU PIÉMONT ou des Schistes lustrés (zone du Mont-Rose, 4<sup>e</sup> zone alpine de Ch. Lory).

A. *Chaînes subalpines méridionales*, (Diois et Baronnies), se continuant au S.-E. par les « Préalpes maritimes ».

B. *Zone du Gapençais* (s.-stricto) (Tallard, la Saulce, Turriers, etc... avec nombreuses « écaillés » déversées vers l'Ouest (« *nappe du Gapençais* » de M. Haug) se continuant au midi par Digne, Castellane, Soleilhas et le Var moyen.

C. *Zone de l'Embrunais*, grand développement de *Flysch charrié*. Les plis *autochtones* de cette zone se poursuivent vers le S. sous les masses charriées de l'Ubaye par les Trois Evêchés, Colmars, Allos, Dôme de Bouchier, etc... à l'Est d'une crête calcaire (Jurassique supérieur) allant de Pontis aux Dourbes. C'est une *aire synclinale* cachée par de nombreuses masses de recouvrement avec masses éogènes charriées (Morgon, Siolanes, Chapeau de Gendarme, etc... venant de l'Est) et se continuant au S.-E. par la région des Dômes et des Aires synclinales du Haut-Var, de la Bévéra, etc.

ZONE DELPHINO-PROVENÇALE. (HAUG). [Zone du Gapençais (sensu lato)]

Zone du Briançonnais  
(sensu lato).

a). *Sous-zone du Flysch* (Col de Vars, Saint-Paul-sur-Ubaye, Réotier, Plan de Phazy). « *Racines* » des nappes de recouvrement de l'Ubaye et de l'Embrunais.

b). *Sous-zone axiale du Briançonnais*: Guillestre, Briançon, Massif de Furfande, Haute Ubaye.

c). *Sous zone interne ou orientale du Briançonnais* (Briançon, Rochebrune, etc.).

E. *Zone du Piémont* ou des Schistes lustrés.

La comparaison de ces deux séries montre nettement que c'est *l'ensemble des zones du Gapençais* (s. str.) *et de l'Embrunais qui correspond, au Sud du Pelvoux, à la zone cristalline dauphinoise et à ses dépendances*, ou du moins qui en occupe la place. Comme cette dernière, cet ensemble est, en effet, nettement limité à l'Est par la partie externe (sous-zone du Flysch) de la zone du Briançonnais, dont les caractères sont très particuliers et très constants et qui le *chevauche* au Sud (masses charriées de l'Ubaye, etc.); à l'Ouest, nous trouvons dans le premier cas les chaînes subalpines septentrionales, limitant vers l'Ouest *le Dévoluy*, le Bochaîne et la région de La Mure, avec leurs dômes anciens compliqués de plis plus récents, et dans le second, les chaînes subalpines méridionales, bordant à l'Ouest la *zone du Gapençais* avec ses accidents préoligocènes, ses « écailles » (nappe du Gapençais), suivie à l'Est par la zone de l'Embrunais. Or il a été montré que la région des dômes de La Mure est sur le prolongement de la zone de l'Embrunais, tandis que le Dévoluy se rattache, par Céuze, aux « écailles » du Gapençais; on doit donc considérer le Gapençais et l'Embrunais comme appartenant à une même entité tectonique<sup>1</sup> qui « *relaie* » la zone cristalline dauphinoise et ses annexes (Dômes de La Mure, Dévoluy, Bochaîne, etc.).

Malgré une structure en éventail assez nette coordonnée par rapport à l'axe de la zone du Briançonnais, l'en-

<sup>1</sup> W. Kilian, Réunion extraordinaire de la Soc. géol. de France dans les Basses-Alpes (Bull. Soc. géol. de France, 3<sup>e</sup> série, t. XXIII).

semble que nous venons de décrire offre (ainsi que le montre le Schéma de notre Planche I), au point de vue de la répartition des terrains, une *dissymétrie* frappante, puisqu'au lieu de rencontrer, à l'Est de la zone du Piémont, une seconde zone calcaire faisant pendant aux chaînes subalpines, on arrive directement aux dépôts récents de la plaine piémontaise.

Les divisions naturelles que nous venons d'énumérer sont particulièrement distinctes dans le Dauphiné septentrional et la Savoie (v. la coupe, Pl. III); elles se continuent nettement vers le Sud, mais en subissant une série de modifications<sup>1</sup>, dont la description, même rapide, sortirait du cadre de cette notice.

<sup>1</sup> Si l'on essaye de suivre ces différentes zones vers le Sud, dans la région provençale, on arrive aux résultats suivants :

Au Sud du bassin tertiaire de Forcalquier-Digne, on peut distinguer :

a) Une *zone extérieure*, équivalent morphologique des chaînes subalpines contenant des lambeaux de Mollasse miocène dans les synclinaux et séparée de la zone suivante par une ligne de contact anormal (Est de Mézel) ; cette bande passe par Moustiers-Sainte-Marie, puis s'incurve vers l'Est dans la région de Comps, pour atteindre la basse vallée du Var par Escragnolles et Thorenc ; elle est caractérisée par sa *structure imbriquée* et par le faciès récifal et dolomitique des calcaires blancs du Jurassique supérieur. On l'a désignée parfois par le nom de « *Préalpes Maritimes* » (G. Dollfus) ;

b) En arrière de la précédente, la *zone du Gapençais* se continue, avec ses faisceaux de plis et ses lignes de chevauchement, par Senez, Castellane, l'Esteron et les environs de Nice ;

c) Plus à l'Est encore, on rencontre une zone dans laquelle domine la structure en *Dômes* (Dôme de Barrot, près Guillaumes) et en aires synclinales (Aires synclinales de la Haute-Bléone, du Haut Verdon, de la Bévera, de Contes) plus ou moins disloquées, qui vont interférer avec les plis de la *bordure du massif cristallin du Mercantour*. C'est la suite de la zone de l'Embrunais.

En arrière du massif du Mercantour, on reconnaît, d'autre part, sur territoire italien :

On remarquera également que s'il existe dans les Alpes Françaises des traces incontestables d'écaillés (« nappe » ou zone du Gapençais), de charriages (Embrunais), de plis couchés et de « nappes », *nulle part ces dislocations n'atteignent l'ampleur qu'elles ont dans les Alpes Suisses et dans les Alpes orientales*. Cette particularité doit être, sans doute, attribuée au « décapage » incomparablement plus important qu'ont subi les Alpes franco-italiennes et qui a fait disparaître la plus grande partie des nappes qui y ont sans doute existé, aussi bien que dans les portions centrales et orientales de la chaîne et dont les « écaillés » du Gapençais représentent peut-être les « racines ». — Cette intensité plus grande de l'activité érosive au Sud du Chablais a été très probablement motivée par des *mouvements épéiorogéniques* (exhaussements d'ensemble des parties centrales) relativement récents et particulièrement importants dans cette région des Alpes.

Quoi qu'il en soit, il ressort nettement de l'examen du schéma structural des Alpes franco-italiennes, l'impression d'une **poussée venant de l'intérieur de l'arc alpin** (région turinoise), qui aurait refoulé contre les massifs hercyniens, déjà plissés antérieurement, de la zone delphino-savoisienne, *une série de nappes* de faciès différent.

d) La zone du Flysch, très amincie dans la vallée de la Stura, qui passe au Col de Tende et s'élargit vers la Ligurie;

e) La zone axiale du Briançonnais, avec sa structure en éventail (Mongioje) entre Mondovi et Ospedaletti, s'incurvant également vers l'Est;

f) La zone du Piémont avec ses Schistes lustrés (Boves au Sud de Coni).

L'effet combiné de l'affaissement de la région du Pô et de la surrection épéiorogénique des parties marginales, suivies d'une érosion puissante, n'aurait laissé subsister, sous forme de *zones concentriques*, se chevauchant les unes les autres sur leur bord externe que les « racines » de ces nappes; enfin, des « *plis en retour* », couchés vers l'Italie, se seraient formés dans les plus internes d'entre elles, autour du bassin d'affaissement de la région turinoise.

## B. — HYDROGRAPHIE ET GLACIERS

Les Alpes Dauphinoises appartiennent tout entières au Bassin du Rhône; le réseau des vallées tantôt entièrement parallèles aux lignes d'affleurement et aux plis des assises géologiques (*vallées longitudinales*), tantôt perpendiculaires à ces accidents (*vallées transversales* ou *cluses*), tantôt présentant des *tronçons* alternativement longitudinaux et transversaux, qui amènent au fleuve les eaux des divers massifs, est le résultat d'une longue et intéressante *évolution*, parfois *très complexe*, au cours de laquelle la disposition tectonique des roches, leur dureté relative, les phénomènes glaciaires et fluvio-glaciaires et leur alternance avec l'action de l'érosion *interglaciaire* purement fluvatile ont joué un grand rôle et que nous ne pouvons qu'indiquer ici sans en suivre les attachants détails ni en retracer une à une les étapes successives.

Tel qu'il existe actuellement, le réseau hydrographique des Alpes Dauphinoises a servi de point de dé-

part à une série de *divisions naturelles* procédant à la fois des caractères topographiques et de la géographie humaine, les grandes vallées ayant permis des communications faciles entre des régions de type géologique différent ou des gorges, et des crêtes infranchissables ayant, pendant de longs siècles, isolé des contrées de structure pourtant fort semblable (Champsaur, Graisivaudan, Queyras, Valgodemar, etc.). Il ne faut pas cependant perdre de vue qu'il ne s'agit ici que d'*unités de second ordre*, qui demeurent subordonnées aux *divisions primordiales* que l'analyse géologique nous a amenés à reconnaître (v. plus haut) et qui, par la différence de la nature du sol, entraînant elles-mêmes des conditions hydrologiques, topographiques et culturelles, parfois très accentuées, peuvent toujours être facilement reconnues.

Nos cours d'eau alpins possèdent tous, d'une façon plus ou moins accentuée, le *régime torrentiel*; ce caractère peut être exagéré par l'état de déboisement, parfois si tristement avancé, de nos montagnes et aussi par la nature éminemment ravinable des terrains qui forment le sous-sol, comme c'est le cas dans les bassins de la Durance et du Drac. — Les hautes vallées présentent toutes, et en partie dans l'Oisans, à un haut degré, le type spécial — (disposition en *paliers*, existence de barrages et d'îlots rocheux, paliers dans le profil longitudinal, surcreusement des vallées principales, gradins de confluence, gorges de raccordement, sections transversales à multiples ruptures de pente, etc., etc.) — des « **vallées alpines** », dû à l'intervention réi-

<sup>1</sup> V. à ce propos *W. Kilian* (La Géographie, nov. 1906).

térée et plus ou moins exclusive des phénomènes glaciaires combinés avec l'érosion interglaciaire, purement fluviale.

Le **Rhône**, qui encadre au Nord et à l'Ouest la région dauphinoise, de Lagnieu à Lyon, Vienne, Saint-Vallier, Valence, Montélimar, Donzère et Pierrelatte, en contournant l' « île Crémieu » et le Bas-Dauphiné, que nous n'étudions pas ici, reçoit une série d'affluents, dont quelques-uns, comme l'Isère, la Drôme et la Durance, intéressent plus particulièrement par leur cours supérieur la région alpine; ce sont, de l'amont vers l'aval, c'est-à-dire du Nord au Sud : le Guiers issu par deux branches, le *Guiers-Mort* (parcourant le Désert de la Chartreuse en amont de Saint-Laurent-du-Pont) et le *Guiers-Vif* (Gorges du Frou), qui se réunissent aux Echelles, du massif de la Grande-Chartreuse, qu'il quitte par le défilé de la Cluse de Chailles pour s'écouler dans les collines de Pont-de-Beauvoisin; la *Bourbre*, la *Lui-nes*, la *Serennes*, la *Vega*, la *Gère*, la *Varèze*, la *Somme* et la *Véoure*, qui appartiennent tout entiers au Bas-Dauphiné extra-alpin.

Traversant, de sa source à son confluent avec le Rhône, l'ensemble des quatre zones alpines, l'**Isère** présente une vallée remarquable par ses élargissements alternant avec des défilés étroits, ses épigénies (Saint-Marcel en Savoie, Villette, etc...) et par le fait qu'elle offre une série de *tronçons* tantôt perpendiculaires aux plis et aux chaînes (Cluses de Moutiers et de Grenoble-Moirans), tantôt longitudinaux (Albertville-Grenoble) et parallèles aux bandes d'affleurement des couches.

L'Isère est issue des Glaciers de la Galise en Haute-Tarentaise, sur la frontière franco-italienne; cette ri-

vière pénètre dans le Dauphiné près de Montmélian, déjà grossie d'affluents importants tels que le Doron de Beaufort, l'Arly et l'Arc. En aval d'Albertville, elle coule dans une vallée longitudinale parallèle au bord subalpin et bien connue sous le nom de *Graisivaudan* (Haut-Graisivaudan en amont de Grenoble); en aval de cette ville, la rivière coule d'abord, jusqu'à Moirans, transversalement aux accidents géologiques, pour longer ensuite, dans une gorge mollassique bordée de terrasses fluvio-glaciaires étagées (Bas-Graisivaudan), la bordure mollassique des chaînes les plus extérieures des Alpes.

Sur sa rive gauche l'Isère reçoit, à partir de son entrée sur le territoire dauphinois, une série de torrents descendant de la chaîne de Belledonne et de ses contreforts; ce sont notamment : le *Bréda*, le *Doménon* et le *Sonnant*. Ces cours d'eau sont tous caractérisés par un cours inférieur encaissé dans une gorge à l'issue de laquelle s'est généralement établie une usine hydro-électrique. — Sur sa rive droite, elle ne reçoit, en amont de Grenoble, que quelques petits torrents se précipitant en *cascades* des escarpements calcaires; seul le torrent de Manival, près de Saint-Ismier, présente quelque importance.

Le **Drac**, affluent considérable, rejoint l'Isère à quelques kilomètres plus bas que Grenoble; ce cours d'eau, qui constitue un type de régime torrentiel, prend sa source par deux branches, le *Drac d'Orsières* et le *Drac de Champoléon*, sur le bord sud du massif du Pelvoux et dans la région des Grès de l'Embrunais, puis il coule parallèlement au bord subalpin, dominé à l'Ouest par les bastions rocheux du Dévoluy et arrosant une large et fertile vallée, le *Champsaur*.

Le Drac s'encaisse bientôt, puis contourne le massif de La Mure; cette partie de son cours est remarquable par ses gorges profondes et par les traces d'épigénies et de creusements successifs qu'on y a constatés (P. Lory). La Souloise, avec son affluent la Ribière, draine une partie du Dévoluy et atteint le Drac, dont il est un affluent de gauche, près de Corps. — Comme tributaires de droite, nous citerons : la *Séveraissette* ou Torrent de Molines, issue des massifs cristallins à l'Est du Champsaur, et la *Séveraisse*, dont la longue et grandiose vallée, le *Valgodemar*, draine la portion méridionale du massif du Pelvoux; en aval de Corps et près de La Mure, on rencontre la *Bonne* (grossic de la *Mal-sanne* qui vient du Col d'Ornon), dont le bassin comprend le *Valbonnais* et les hautes vallées du *Valjouffrey* et du *Valsenestre*; la *Roizonne* ou torrent de Lavaldens, également issue des massifs cristallins de l'Est; enfin la Jonche, petit ruisseau qui draine le plateau de la *Matheysine* et le « marais » de La Mure et sert indirectement d'émissaire au Lac de Pierre-Châtel.

A gauche le Drac reçoit, en aval de La Mure, l'Ebron, torrent profondément encaissé dans les Schistes noirs du *Trièves*, avec son *vaste et large bassin raviné*, encombré de dépôts fluvio-glaciaires et *encadré de crêtes montagneuses*.

La **Romanche** apporte au Drac, comme affluent de droite, les eaux de fonte des glaciers de l'*Oisans* par des gorges et une vallée profonde entamant le bord septentrional du massif du Pelvoux, coupant l'extrémité méridionale des Grandes Rousses (entre le Dauphin et le Bourg-d'Oisans) et la chaîne de Belledonne tout entière.

Dans sa partie haute elle reçoit, en aval de la gorge de Mallaval, le *Ferrand*, issu de la vallée ravinée de Clavans, sur le bord est des Grandes Rousses, puis, à gauche, le *Vénéon*, qui recueille le produit des glaciers du vaste cirque de La Bérarde et notamment le *torrent des Etançons*, alimenté par les glaces du versant nord de la Meije. La Romanche reçoit encore à gauche, après avoir arrosé la belle plaine du Bourg-d'Oisans et s'être grossie de la Rive, la *Lignare* sortant de la *vallée d'Ornon*, importante dépression longitudinale séparant la zone cristalline de Belledonne des massifs cristallins de l'Oisans et à laquelle fait pendant, comme affluent de droite, l'*Eau d'Olle*, issue de la continuation septentrionale du même sillon. En aval des Sables, dans la gorge étroite qu'elle s'est creusée à travers la chaîne de Belledonne, la Romanche reçoit par des cascades une série de ruisseaux parmi lesquels le *torrent de l'Infernet*, dont le cône de déjections a obstrué la vallée. — Dans la portion élargie qui succède au défilé de Séchilienne, un petit torrent (postglaciaire) qui sert de déversoir aux Lacs de Laffrey situés sur le plateau de la Matheysine, à quelques centaines de mètres en contre-haut de la Romanche, atteint cette dernière dans le voisinage de Vizille.

La *Gresse*, issue du bord subalpin et arrosant également une vallée profondément ravinée, mais plus verdoyante, rejoint le Drac dans la plaine du Pont-d.-Claix.

En aval de Grenoble et du confluent du Drac, l'importance des cours d'eau tributaires de l'Isère est moindre; sur la rive droite, on remarque la *Vence* et la

*Roise*, torrents qui drainent la portion méridionale du massif de la Grande-Chartreuse, puis, dans l'*avant-pays alpin* (Bas-Dauphiné), la *Morge* et la *Fures* qui sort du lac de Paladru. A gauche, le *Furon* lui amène, près de Sassenage, les eaux des montagnes de Lans; plus au Sud, les *torrents des Ecouges* et de *Saint-Pierre-de-Chérennes*, descendant des escarpements subalpins et, près de Saint-Nazaire-en-Royans, la *Bourne* (grossie de la *Vernaison* et de la *Lyonne*) amène à l'Isère des apports considérables provenant du drainage des montagnes du *Royans* et du *Vercors*, dont les défilés rocheux, les sources vauclusiennes constituent un type classique de l'hydrographie propre aux régions de calcaires fissurés.

Outre les cours d'eau que nous venons de nommer, le réseau hydrographique de la région dauphinoise comprend encore, comme affluents directs du Rhône : la **Drôme** qui, de sa source près de Valdrôme à Crest, traverse les montagnes tourmentées et ravinées du Diois et s'y grossit du *Bez* (défilé des Gas, Châtillon-en-Diois), qui reçoit l'*Archienne*, de la *Roanne*, près de Saillans (Désert de Saint-Nazaire; beaux exemples d'érosion purement fluviale) et de la *Gervanne* (gorges d'Ombèze) et atteint le Rhône en aval de Livron.

Citons encore le *Roubion*, issu des montagnes de Bourdeaux et arrosant la plaine de Montélimar, le *Jabron*, qui traverse le bassin de Dieulefit, le *Lez* qui passe à Bollène, l'*Eygues* qui sort des défilés montagneux à Nyons pour joindre le Rhône près d'Orange et lui amène les eaux des Baronnies septentrionales, enfin l'*Ouvèze*, descendant des montagnes des Baronnies et traversant le Buis et Vaison, pour atteindre le Rhône à Bédarrides;

nous mentionnerons aussi le *Toulourenc*, drainant le versant nord du massif du Ventoux et rejoignant l'Ouvèze entre le Buis et Vaison.

Née dans la zone du Piémont, sur les flancs du Chenaillet, au Sud-Est du Col du Mont Genève, la **Durance** qui draine, avec ses affluents, tout le Sud-Est du Dauphiné, n'est d'abord qu'un torrent insignifiant jusqu'à son confluent avec la *Clarée* (près de la Vachette), notablement plus importante qu'elle-même et qui *mériterait* incontestablement de passer pour le cours d'eau principal et *de porter le nom de Durance* usurpé par son faible et mesquin affluent. — La Clarée appartient tout entière aux chaînes de la zone du Briançonnais : issue des pentes du Col des Rochilles, elle parcourt de sa source à son confluent une profonde et large vallée (vallée de Névache) et traverse les villages de Névache, de Plampinet et des Alberts. — Après sa réunion avec la Clarée, la Durance traverse en de profondes gorges épigéniques (Gorges d'Asfeld) les chaînes calcaires de Briançon, au sortir desquelles elle reçoit à gauche la *Cerveyrette* et à droite la *Guisane*. La première, après une vallée supérieure largement creusée dans les Schistes lustrés de la zone du Piémont, s'encaisse dans une gorge étroite pour franchir les chaînes calcaires briançonnaises et rejoindre la Durance en aval de Sainte-Catherine; la seconde, provenant du Col du Lautaret, sur la bordure nord-est du massif cristallin de Combeynot, annexe du massif du Pelvoux, s'est ouvert une large vallée dans les grès houillers de la zone axiale alpine; elle reçoit les *torrents du Tabuc* et du *Rif*.

Après avoir traversé, en aval de ces confluent, une

vaste plaine encombrée de déjections torrentielles, la Durance s'engage, à partir de Presles, dans un étroit et profond défilé<sup>1</sup> d'où elle ne sort que près de la Bessée et de L'Argentière pour recevoir à droite la *Gyronde*, torrent important formé par l'union du Gyr et de l'Onde, qui amène à la Durance les eaux de fonte de toute la portion sud-est du massif du Pelvoux, si riche en réserves glaciaires et connue sous le nom de « *Val-louise* ». Sur la rive gauche, la Durance reçoit, des chaînes calcaires du massif de la Furfande, le *torrent du Lauzet*; à droite, les contreforts du Pelvoux lui envoient encore le *torrent du Fournel* (à l'Argentière) et la *Byaisse*, ou torrent de Freyssinière, en face de la Roche de Rame. Après un élargissement de la vallée, où s'épanouit en éventail le cône de déjections de Saint-Crépin, elle est grossie par les eaux du *Guil*, qui lui apportent à gauche les eaux de la vallée du Queyras, provenant des contreforts occidentaux du massif du Viso et dont le curieux bassin, connu sous le nom de « *Queyras* », montre un intéressant contraste entre sa partie haute, large et boisée et une région aval (la Combe du Queyras), étroitement encaissée en des gorges calcaires; le torrent d'Arvieux (ou *Eau d'Arvieux*), le *Cristillan* et la *Chagne* (venant du Col de Vars), avec le *torrent d'Escreins*, issu d'une des vallées les plus sauvages de nos Alpes, sont les principaux tributaires du Guil.

En aval de Montdauphin, la Durance reçoit encore le *torrent de Saint-Clément* (à droite), descendant du

<sup>1</sup> Cette gorge est dominée, sur la rive gauche, par l'ancien passage du *Pertuis Rostand*, sillon étroit creusé par les eaux glaciaires dans un palier rocheux.

massif de Couleau par une gorge étroite, le *Rabuou*s (cascade de la Pisse), qui traverse le village de Châteauroux et, sur la rive gauche, dans l'Embrunais, les *torrents du Parpaillon, des Crottes, de Bragous*, qui étaient de vastes cônes de déjections à leur débouché dans la vallée principale. Non loin de Prunières, c'est un affluent important, l'**Ubaye**, qui apporte à la Durance les eaux de la longue et curieuse vallée de Barcelonnette. L'Ubaye prend sa source sur la frontière franco-italienne, près du Col du Longet; elle reçoit à Tournoux un affluent important l'*Ubayette*, venant du Col de Larche, et plus en aval, sur sa rive gauche, les *torrents du Bachelard* et du *Lavercq*.

Entre Prunières et Sisteron, où elle quitte le Dauphiné, la Durance se grossit, dans *le Gapençais*, de l'*Avance*, de la *Luye*, — qui arrose Gap, — de la *Sasse* et enfin du **Buech** à Sisteron; le Buech est formé lui-même de deux branches importantes : le *Grand Buech*, qui arrose le *Bochaine* et les environs de Lus-la-Croix-Haute et de Veynes, et le *Petit Buech*, grossi de la *Béous* et le *Rioufroid*, qui drainent le massif dénudé du *Dévoluy*; le Buech reçoit également le torrent d'Aspres, la Blème, près de Serres, la Blaisance, la Cians (qui traverse Orpierre), la Méouge (gorges intéressantes) qui amènent les eaux des *Baronnies* orientales.

Enfin, en aval et non loin de Sisteron, un torrent important, le **Jabron**, affluent de droite de la Durance, lui amène les eaux du flanc nord de la *Montagne de Lure*, chaîne aux contrastes frappants, qui forme la limite méridionale du Dauphiné et dont le versant sud appartient déjà à la Haute-Provence.

Parmi les « **vallées mortes** » témoignant d'une hydrographie ancienne sensiblement différente de la géographie actuelle et qui, aujourd'hui sillonnées seulement par quelques filets d'eau, conservent encore la trace de puissants courants glaciaires ou fluvio-glaciaires, il y a lieu de citer :

a) La *dépression de Montmélian-Chambéry*, sur notre limite nord, anciennement parcourue par une branche du glacier de la Tarentaise et de la Maurienne;

b) La *vallée de Vaulnaveys*, occupée jadis par une ramification du Glacier de la Romanche;

c) La *plaine de Bièvre-Valloire* (Rives-Saint-Rambert-d'Albon), par laquelle une partie du glacier de l'Isère s'écoulait vers le Rhône;

d) Le *plateau de la Matheysine* (Laffrey-Pierre-Châtel) qu'a occupé une branche du glacier de la Romanche;

e) Le *seuil de la Freyssinouse*, jadis parcouru par une branche du glacier durancien.

Rappelons aussi que des phénomènes de « *capture* » ont sensiblement modifié, depuis le début de la période quaternaire, le cours de plusieurs de nos cours d'eau, comme le Bréda, le Guiers-Mort, etc., et déterminé l'existence de tronçons (anciens thalwegs) actuellement abandonnés.

**Les Sources** sont faibles et nombreuses dans les terrains granitiques et les Schistes cristallins; ailleurs,

elles sont en relations avec l'allure tectonique des couches imperméables du sous-sol.

Il convient de signaler leur régime spécial dans les régions où existent de grandes masses de calcaires massifs et fissurés (Calc. blancs jurassiques, Urgonien, Calcaires sénoniens). C'est ainsi que les « *résurgences vauclusiennes* » sont fréquentes dans les montagnes calcaires du Vercors et de la Chartreuse. — Les dépôts glaciaires et les éboulis donnent aussi naissance à de belles sources <sup>1</sup>.

Comme *Sources minérales ou thermales* <sup>2</sup>, il convient de citer en particulier les eaux chloro-sulfatées chaudes ou froides du Plan-de-Phazy et du Monétier-de-Briançon (Hautes-Alpes), les eaux chloro-sulfatées, *sulfurées*, froides ou chaudes d'Allevard, Uriage et La Motte (Isère), les eaux sulfureuses de Choranche, Saint-Jacques-en-Valgodemar; les eaux ferrugineuses bicarbonatées froides d'Aspres-sur-Buech, Saint-Pierre-d'Argenson (Hautes-Alpes), le Monestier-de-Clermont (Isère); les eaux alcalines gazeuses froides de Fures (Isère), Condillac et Bondonneau (Drôme), enfin les sources ferrugineuses de Mureils (Drôme), de l'Île Verte (Grenoble), etc.

<sup>1</sup> Des *Cascades* pittoresques existent en de nombreux points, principalement sur les flancs des vallées « surcreusées » (Romanche, Vénéon, Valgodemar, vallée de Couleau, etc.), dans les gorges ou vertes par l'érosion dans les roches calcaires (Chartreuse, Vercors) ou dans les thalwegs glaciaires à paliers (Névache, etc.).

<sup>2</sup> V. à ce sujet la petite monographie parue en 1902 et intitulée : *Relations des principales sources thermales du Dauphiné avec la nature géologique du sol*, par W. Kilian. — Extr. Congrès d'Hydrologie, Grenoble, imp. Allier, 1902.

Les **Lacs de Montagne**<sup>1</sup>, de dimensions généralement restreintes et d'origine généralement glaciaire, sont assez nombreux; nous citerons dans la chaîne de Belledonne les onze lacs des Sept-Laoux, les lacs de Cros, du Crouzet, de la Citre, de Merlat, Blanc, Doménon, Crozet, Robert, Luitel, Claret, David et Longet, dont les eaux constituent des réserves précieuses pour les industries hydro-électriques du Grésivaudan, et les petits lacs de Montsec, au-dessus de Vizille; dans le massif de La Mure s'étalent, dans un écrin de verdure, les lacs Mort, de Laffrey, Petit-Chat et de Pierre-Châtel, déterminés par des barrages morainiques de l'ancien glacier de la Romanche et dont les dimensions dépassent notablement celles des précédents; les deux premiers s'écoulent vers le Nord dans la Romanche; le dernier alimente par ses infiltrations le « Marais » de La Mure et la Jonche dans le bassin du Drac.

Dans les Grandes Rousses (versant occidental), on remarque, dans des cuvettes d'origine glaciaire, les petits lacs Blanc, de la Fare et de Balme Rouse et d'autres encore; dans le massif du Pelvoux, les lacs de Combeynot, de l'Eychauda, Noir, Lovitel et Lovitet, offrent de petites dimensions et constituent, avec le lac de Vallonpierre et ceux de Crupillouze et de Pétarel, de bons types de lacs de hautes montagnes; le lac du Pontet est situé non loin du bord nord-est du massif, près du Villard-d'Arène.

<sup>1</sup> Voir *Delebecque*, Les Lacs français (Paris, Chamerot, 1898). On trouvera dans ce bel ouvrage des détails nombreux et intéressants sur la plupart de ces lacs.

Dans l'Embrunais et le Briançonnais, il y a lieu de citer le joli lac morainique de Siguret, près Embrun, les trois lacs des Rochilles, le lac de la Vie (près de la Ponsonnière), les lacs de Saint-Antoine, Bleu, Vert et des Neuf Couleurs (ou de Sérenne), dans le massif d'Escreins; enfin, dans la Haute-Ubaye se trouve le lac de Paroird, en partie comblé par un cône de déjections, et dans le massif du Chambeyron, les lacs Long et des Neuf Couleurs, près du Col de la Gippiera.

La région subalpine nous offre, au Nord-Est du massif de la Grande-Chartreuse, quelques flaques d'eau déterminées par les éboulements du Granier, dans les Abymes de Myans, non loin de Chapareillan, et près de la limite nord, en Savoie, le gracieux *lac d'Aiguebelette*, creusé dans la mollasse miocène. — Des lacs (lac de Paladru) et étangs, ces derniers assez nombreux, sont également à citer, en dehors de la région alpine, dans le Bas-Dauphiné.

Enfin des traces d'*anciens lacs*, asséchés depuis la période historique, existent au Bourg-d'Oisans et en amont de Luc-en-Diois. Plusieurs de ces lacs ne sont autre chose que d'anciennes « cuvettes terminales » de grands glaciers quaternaires.

\*  
\* \*

### Glaciers<sup>1</sup>.

Les glaciers de notre région sont d'importance et de grandeur très variées; ils appartiennent à des types

<sup>1</sup> On consultera à ce sujet la série d'Etudes glaciaires publiées, de

assez différents; il est utile de les passer rapidement en revue et d'indiquer, en outre, le rôle qu'ils jouent au point de vue de l'alimentation de nos principaux cours d'eau.

Tous ces glaciers étaient en pleine *décru*e en 1904; depuis lors, cette régression semble s'être légèrement ralentie pour quelques-uns et des gonflements significatifs semblent annoncer une reprise de crue.

A. — *Les glaciers de la chaîne de Belledonne* sont peu nombreux, relativement peu importants et possèdent le type de « glaciers de cirques »; on n'y rencontre pas de glaciers à long cheminement descendant dans les vallées. Nous citerons principalement les glaciers de la Sitre ou de la Citre et de Freydane, les névés voisins des pics de Belledonne et, plus au Nord, le glacier du Rocher-Blanc, le glacier de Combe-Madame, le glacier d'Argentière, le glacier du Gleyzin, le glacier du Croset et quelques névés insignifiants. Sur le versant est de la même chaîne, une série de glaciers du même type (glaciers du Puy-Gri, de Clérais, etc.) sont tributaires de l'Arc par le torrent des Villards.

B. — *Les glaciers des Grandes Rousses*<sup>1</sup>, également

1890 à 1902, dans ses *Annuaire*s et en un *volume spécial* (1900) par la Société des Touristes du Dauphiné, par M. Kilian, puis par MM. Kilian, Flusin et Offner, et plus particulièrement les études et monographies récentes de MM. Flusin, Ch. Jacob et Offner (*Annuaire de la Société des Touristes du Dauphiné depuis 1903*), les *Publications de la Commission française des Glaciers*, les *Annales du Ministère de l'Agriculture*, le *Compte Rendu du IX<sup>e</sup> Congrès international de Géographie de Genève* (1908); *La Géographie* (1904 et 1905).

<sup>1</sup> Voir la belle Carte à grande échelle et la remarquable Mono-

limités aux parties élevées du massif, sont plus considérables ; sur le versant occidental, le glacier des Rousses, le glacier de la Barbarate et le glacier de la Cochette ; sur le versant oriental, les glaciers de Saint-Sorlin, versant leurs eaux en partie en Savoie, en partie dans l'Eau d'Olle, par le Nant de Bramant, et, plus au Sud, les glaciers des Quirliès, des Malâtres, du Grand Sablat et le glacier de Sarennes, tributaire du torrent du Ferrand, affluent de la Romanche.

Tous sont des « glaciers suspendus » ou des « glaciers de cirques », et aucun ne descend plus actuellement dans le fond des vallées.

C. — Dans le voisinage des Aiguilles d'Arves, le *petit glacier Lombard*, entre ces dernières et la cime de Goléon, est en voie de réduction ; nous mentionnerons aussi les névés des Trois Evêchés (versant nord), tributaires de la Savoie et quelques autres taches plus ou moins pérennes du massif de la Grande Mauche, au Nord de la Guisane.

D. — Citons aussi le *glacier du Galibier*, qui s'écoule vers le Nord-Est en Savoie et qui, bien que de forme classique et ayant présenté autrefois une portion encaissée dans un vallon et se terminant non loin des Mottes par une région frontale avec *vallum* morainique important, est réduit actuellement à un petit « glacier de cirque » et à des névés fort restreints.

graphie de ces glaciers récemment publiées par MM. Flusin, Jacob et Offner (Ann. S. T. D. et surtout : Annales du Ministère de l'Agriculture, 1909).

E. — *Le massif du Pelvoux* est le plus riche en appareils glaciaires: ces derniers y présentent des types assez différents, suivant les parties du massif auxquelles ils appartiennent; ils constituent encore, malgré leur déchéance, un ensemble imposant et une source considérable d'énergie hydraulique.

— *Dans la partie-nord*, on remarque l'énorme plateau glacé du Mont-de-Lans<sup>1</sup>, type spécial, avec sa vaste dépendance le glacier de la Girose, qui envoient vers la gorge de la Romanche une série de petits « glaciers suspendus », puis les glaciers du Lac, du Vallon, du Râteau, de la Medge (Meije), du Tabuchet, du Bec, de Selle-Vieille et de l'Homme, du Lautaret et d'Armande, les glaciers Claire et des Bichettes, plus en pente et plus accidentés. Dans le fond de la vallée de la Romanche, le glacier de la Plate-des-Agneaux est un beau et grand « glacier encaissé ». Citons aussi, plus à l'Est, le glacier d'Arsine, enfin les « glaciers suspendus » de Chammoisière, des Agneaux, le glacier supérieur des Cavales, le glacier du Clot-des-Cavales, le glacier supérieur des Agneaux, le glacier de la Casse-Déserte, les glaciers de Roche-Faurio et de Tombe-Murée.

A l'Est et au Sud-Est, nous trouvons les glaciers du Casset, du Pré-des-Fonds, du Monestier, de Séguret-Foran ou de l'Eychauda, tous quatre à partie inférieure encaissée, mais réduits actuellement à leur tronçon supérieur; le glacier de Séguret-Avant (suspendu), le glacier de la Pyramide; enfin les glaciers Blanc et

<sup>1</sup> Etudié récemment par MM. Flusin et Jacob (v. Ann. Soc. des Tour. du Dauphiné, Annuaire de 1907 (Grenoble 1908).

Noir<sup>1</sup>, fleuves de glace autrefois confluents; les « glaciers suspendus » de la Momie, des Violettes, du Clos-de-l'Homme, le glacier Sans-Nom, le glacier du Coup-de-Sabre, les glaciers du sommet du Pelvoux et des Ecrins; les grands glaciers d'Ailefroide et du Sélé (à langue terminale s'étalant au pied d'un cirque grandiose), le glacier des Bœufs-Rouges, etc. . .

Mentionnons encore, à l'Ouest de Vallouise, les glaciers du Loup et du Sellar; enfin les petits névés de l'Eyglière.

*Dans le centre*, le bassin du Vénéon avec ses tributaires, le ruisseau du Vallon-des-Etages, le ruisseau des Etançons et le Haut-Vénéon, offre un ensemble plein de grandeur et des plus remarquables de glaciers importants, dont un grand nombre sont des « glaciers de vallée » très encaissés dans leur partie inférieure; parmi les plus grands, il y a lieu de citer : les glaciers du Vallon-des-Etages, du Chardon, de la Pilatte, de la Temple, de la Bonne-Pierre, des Etançons, de la Selle<sup>2</sup>. Il existe, en outre, dans ce bassin une série de glaciers plus petits, pour la plupart suspendus ou tributaires des glaciers de vallées susmentionnés ; ce sont : le glacier du Soreiller, le glacier du Plat, le glacier du Routier, le glacier du Burlan, les glaciers de la Gandolière, du Plaret, le glacier de la Grande-Ruine, les glaciers de la Somme, d'Alvau, de la Vera-Pervoz;

<sup>1</sup> Étudiés monographiquement par MM. Flusin et Jacob, qui ont publié, avec M. Lafay, des cartes au 1/10.000<sup>e</sup> de ces glaciers et mis en évidence le mécanisme si intéressant de leurs variations et la différence de régime de ces deux glaciers (v. Ann. S. T. D., n° 30, 1904).

<sup>2</sup> Étudié monographiquement en 1908 par MM. Flusin et Jacob.

le glacier du Vallon-de-la-Pilatte, le glacier de la Coste-Rouge, le glacier Long, le glacier Gris; le glacier du Coin (tributaire du glacier de la Pilatte), le glacier du Says (*id.*), le glacier de Baverjat, le glacier de Chéret, le glacier de l'Encoula, le glacier de l'Ours, le glacier des Fétoules, le glacier de l'Etret, le glacier de la Lavey, le glacier des Rouïes (tributaire du glacier du Charodon), le glacier du Fond de la Muande, le glacier des Sellettes.

A l'Ouest, dans des montagnes qui, au point de vue géologique, doivent être considérées en partie comme la continuation méridionale de la chaîne des Grandes Rousses, au Sud de la Romanche, mais qui appartiennent à la partie occidentale du bassin du Vénéon, une série de glaciers notables attirent l'attention. Ce sont les glaciers de Villard-Eymond, de la Muzelle, le glacier du Vallon-de-Lanchâtra, les glaciers de Montagnon, du Vallon, les glaciers du Pierroux, de la Mariande et des Arias, du Lac, d'Entrepierroux, etc. . .

Le versant méridional du massif du Pelvoux, quoique des traces très fraîches y attestent, d'une façon très évidente, l'existence de glaciers d'une certaine importance à une époque assez rapprochée de nous, n'offre plus que des « glaciers suspendus » à pente assez raide, dont la rapide régression a été constatée d'une façon très précise (1903) par MM. Flusin, Jacob et Offner (v. Annuaire S. T. D., 1903 (1904) et dont certains ont presque entièrement disparu; tels sont les glaciers de la brèche de Valsenestre, les glaciers de la Haute-Pisse, le glacier au Sud-Ouest de la Muzelle, le glacier Court, le glacier de l'Aiguille d'Olan, le glacier Courbé, le glacier de l'Aiguille Rousse, le glacier de Coin-Char-

nier ou des Marmes, les glaciers du Grand Vallon et du Petit Vallon, le glacier du Fond de Turbat, le glacier du Clot, le glacier d'Olan, le glacier du Vallon de la Rouye, le glacier de Chalance, le glacier du Lauzon, le glacier du Porteras, le glacier de la Grande Roche, le glacier du Gioberney, le glacier des Aupilloux.

Une partie d'entre eux accusent une grande réduction, plusieurs semblent à la veille de disparaître; les glaciers de Porteras et de la Grande-Roche-du-Lauzon ont cessé d'exister. — Citons aussi le glacier des Souïfles (ou du Dévoluy), suspendu et très réduit.

Plus au Sud encore, entre le Drac et le Valgaudemard, les glaciers de Chaillol, de Malcros, les névés de Val-Estrèche, les glaciers et névés de Crupillouse, actuellement insignifiants, et les glaciers du Sirac (glacier de Verdonne, etc...) n'ont qu'une médiocre importance : aucun d'eux ne présente le « type encaissé ».

F. — Enfin, tout à fait au Sud, dans le haut de la vallée de Freyssinières, sur les flancs nord du Grand Pinier, un cirque rocheux abrite le petit *glacier de Chauhier*, le plus méridional du massif.

G. — Bien que n'appartenant plus à la région dauphinoise proprement dite, la haute vallée de l'Ubaye mérite d'être citée ici comme possédant dans son bassin les *glaciers de Marinnet*, les plus méridionaux des Alpes Françaises; nous avons fait voir<sup>1</sup> en détail ail-

<sup>1</sup> Voir au sujet de ces glaciers, *W. Kilian, Flusin et Offner* : *Annuaire Soc. des Tour. du Dauphiné*, 1901 (paru en 1902) et le volume spécial publié en 1900 par la S. T. D.

leurs la régression rapide qui a frappé depuis quelques années ces glaciers, restes actuellement peu importants d'appareils glaciaires jadis puissants et étendus.

Si maintenant nous examinons la façon dont se répartissent ces glaciers dans l'*alimentation de nos principaux cours d'eau*, nous remarquons ce qui suit :

L'*Isère* est, surtout en amont de Grenoble, tributaire des glaciers importants de la Haute-Maurienne et de la Haute-Tarentaise, dont nous n'avons pas à nous occuper ici.

Les apports qu'elle reçoit, sur sa rive droite, des torrents descendus de la chaîne de Belledonne (*sensu lato*), entre Montmélian et Grenoble, ne lui apportent que les eaux de quelques petits glaciers en voie de régression.

Le *Drac*, si l'on met à part la Romanche, ne possède dans son bassin d'alimentation aucun glacier de premier ordre riche en réserve pour l'avenir; ses affluents, la Bonne, la Séveraisse, etc..., lui apportent l'eau de fusion d'une série de petits glaciers de cirque ou de glaciers suspendus (glacier de Gioberney, glacier du Fond de Turbat, etc...), ainsi que le Drac de Champoléon, qu'alimentent en partie les glaciers du Sirac.

La *Romanche* est la rivière du Dauphiné la plus riche en réserves glaciaires importantes; c'est dans le bassin de ce cours d'eau que se trouvent les glaciers les moins menacés et les plus importants. — Elle se nourrit aux glaciers, grands et petits, de toute la partie septentrionale et centrale du Pelvoux, par son cours

supérieur et par le Vénéon et ses affluents; elle recueille, en outre, les eaux d'une grande partie des glaciers des Grandes Rousses.

La *Durance* reçoit, en aval de Briançon, par la *Guisane*, la *Gyronde* et leurs affluents, les eaux de fonte des glaciers du Casset, de l'Eychauda et surtout celles des appareils glaciaires si importants (glacier Blanc, glacier Noir, glacier du Sélé) des environs de Vallouise, alimentés par de puissantes réserves.

Le *Guil* ne compte, dans son bassin, que des névés isolés dans le massif de Font-Sainte et dans les crêtes frontières voisines du Viso (Pointe Joanne). Ce cours d'eau ne peut donc être considéré comme étant alimenté par des glaciers.

L'*Ubaye* ne compte parmi ses tributaires que les glaciers de Marinnet, peu considérables et en voie de déchéance complète.

#### BIBLIOGRAPHIE <sup>1</sup>

Carte géologique de France au millionième (2<sup>e</sup> édition)  
(Ministère des Travaux Publics).

Cartes géologiques au 80.000<sup>e</sup> (Ministère des Travaux  
Publics). Feuilles *Saint-Jean-de-Maurienne*, *Greno-*

<sup>1</sup> Consulter notamment les travaux *géologiques* de Elie de Beaumont, Héricard de Thury, Rozet, Gueymard, Scipion Gras, *l'œuvre fondamentale de Ch. Lory* (Description géologique du Dauphiné, Grenoble, 1858-62, avec *carte*), les notes et mémoires de MM. Haug, W. Kilian, P. Termier, E. Fallot, P. Lory, Diener, Ch. Jacob, Révil, D. Martin, G. Sayn, V. Paquier, Duparc et Delebecque, etc., etc.

Voir *en particulier*, pour les détails stratigraphiques et les listes de

*ble* (2<sup>e</sup> édition), *Vizille, Valence, Briançon, Aiguilles, Gap, Die, le Buis et Privas* (avec leurs notices explicatives).

*Carte géologique des Alpes occidentales* au 400.000<sup>e</sup>, du Service géol. d'Italie (Rome 1908).

*Livret-Guide* du Congrès géologique international. — Paris 1900. — Excursions XIII *a b c*, par MM. Termier, Kilian, P. Lory, V. Paquier, G. Sayn, Haug, etc. (3 fascicules).

*Notices géologiques* sur divers points des Alpes Françaises, servant de complément au Livret-Guide des excursions du VIII<sup>e</sup> Congrès géologique international, par P. Lory et W. Kilian. Grenoble, 1900 (Bull. Soc. de Stat. de l'Isère, 4<sup>e</sup> série, t. V, 1900).

W. Kilian, Les dislocations de la montagne de la Bastille, près Grenoble (Ass. fr. p. l'avanc. des Sciences, Congrès de Grenoble, 1904) (avec une carte).

fossiles, les *Comptes Rendus des Collaborateurs de la Carte géol. de France* (1893-1909) (in Bull. Serv. Carte géol. de France et Topographies souterraines, Paris, Béranger, éd.), ainsi que les 9 vol. des *Travaux du Laboratoire de Géologie de l'Université de Grenoble* (1890-1909).

*Pour l'Alpinisme* : Publication du Club Alpin Français de la Société des Touristes du Dauphiné, de la « Revue alpine » (Lyon), etc., etc.

L'alpinisme descriptif et sportif, la topographie alpine, l'histoire de la Cartographie des Alpes ont pris, depuis un demi-siècle, un très grand développement et donné lieu à un nombre considérable de publications ; il en est de même de la Géologie des Alpes Dauphinoises, de la Glaciologie, de la Botanique et de ce qui concerne l'utilisation des chutes d'eau (la *Houille blanche*) de notre région. Nous ne pouvons songer à donner ici, même un aperçu de ces diverses bibliographies, au sujet desquelles nous renvoyons le lecteur à des ouvrages spéciaux.

*W. Kilian et J. Révil*, Etudes géologiques dans les Alpes occidentales, t. I et II (Mém. expl. Carte géol. détaillée de la France. Paris, 1904-1908).

*Kilian et Matte*, Documents pour servir à la description géologique des Alpes delphino-savoisiennes. Ann. Univ. de Grenoble, t. XIV, 1902, et Trav. Lab. géol. Univ. de Grenoble, t. VI.

*Cartes chorographiques et topographiques recommandées.*

Cartes du Dépôt de la Guerre au 200.000<sup>e</sup>, au 320.000<sup>e</sup> et au 80.000<sup>e</sup> (Carte de l'Etat-Major) et agrandissement de cette dernière au 50.000<sup>e</sup>.

Carte du massif du Pelvoux au 100.000<sup>e</sup>, par *H. Duhamel*. Grenoble, 1892 et *deuxième édition* (1909).

Guide du Haut-Dauphiné, par *Duhamel, Perrin et Coolidge*. Grenoble, 1887, et supplément.

Guide Joanne, *Alpes Dauphinoises*, par *H. Duhamel*, 1890 (premier vol. seulement paru). — *Dauphiné*, par *Maurice Paillon* (un vol. de 508 p.).

---