

# ÉTUDE

SUR LES

# TRAVAUX DE CHARLES LORY

CORRESPONDANT DE L'INSTITUT

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE GRENOBLE

MEMBRE HONORAIRE DE LA SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE  
DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

PAR

**J. GOSSELET**

Correspondant de l'Institut

Professeur de la Faculté des Sciences de Lille

Président de la Société Belge de Géologie, de Paléontologie  
et d'Hydrologie



BRUXELLES

POLLEUNIS ET CEUTERICK, IMPRIMEURS

37, RUE DES URSULINES, 37

EXTRAIT DU  
BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE  
DE PALEONTOLOGIE & D'HYDROLOGIE  
fondée à BRUXELLES, le 17 Février 1887

Tome IV. — Année 1890. — Procès-verbaux. Séance du 30 mars,  
pp. 56-73.

---

ÉTUDE  
SUR LES  
TRAVAUX DE CHARLES LORY

Professeur de la Faculté des sciences de Grenoble,  
Membre honoraire de la Société belge de Géologie,

PAR

**J. Gosselet**

Président de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie.

Lorsqu'il y a près d'un an, on nous annonça la mort de Lory, nous éprouvâmes tous le sentiment que la géologie faisait une grande perte. Non point que Lory fût un de ces hommes placés dans une haute position, dont le nom retentit dans l'opinion publique, et qui semblent personnifier une science. Professeur de Faculté de province, n'aimant ni le bruit, ni la réclame, Lory était peu connu, en dehors du monde des géologues et des universitaires. Mais ceux qui pouvaient juger ses travaux voyaient en lui un savant de premier ordre, un maître d'autant plus sûr que son caractère modeste et circonspect le mettait à l'abri des conceptions hasardées et enthousiastes.

Grâce à une intelligence supérieure, il arriva sans peine. Ses années de jeunesse ne furent qu'une suite ininterrompue de succès. Après de brillantes études au Lycée de Nantes, il entra, à 17 ans, à l'École normale. Trois ans après (1843), il en sortait avec trois diplômes de Licence et le titre d'Agrégé des sciences physiques. En 1847, il prenait le doctoratès sciences avec deux thèses, l'une sur les terrains secondaires des Alpes dans les environs de Grenoble, l'autre sur la respiration et la structure des Orobranches et autres plantes vasculaires dépourvues de parties vertes. En 1848, il suppléait M. Delesse dans sa chaire de Géologie à la Faculté des sciences de Besançon, et l'année suivante, il était chargé des cours de géologie, de minéralogie et de botanique à la Faculté des sciences de Grenoble.

Étant à Besançon, il s'était occupé du terrain crétacé du Jura. Dès qu'il fut à Grenoble, il se voua à l'étude des Alpes et des chaînes subalpines. Ses premiers travaux géologiques eurent encore pour objet le

terrain crétacé. En 1857, il les résumait dans la carte et dans la description géologique du Dauphiné. Ses recherches sur la craie de la Grande Chartreuse et du Dévoluy le conduisirent à s'occuper de la structure générale des Alpes. Ces montagnes préoccupaient alors les géologues; elles étaient l'objet de nombreuses et vives discussions à la Société géologique de France. On y avait trouvé, dans des couches que l'on rapportait à la même assise, des Bélemnites du Lias et des Fougères houillères, c'est-à-dire des fossiles caractéristiques de deux époques différentes. Les adversaires de la paléontologie, et ils étaient alors très nombreux, voyaient dans ce fait un argument décisif contre ceux qui concluaient à la détermination d'un terrain par les fossiles qu'on y trouve. Il est vrai que les végétaux se rencontraient en général dans des grès et les Bélemnites dans des schistes; mais ces deux roches paraissaient tellement intercalées l'une dans l'autre, que les géologues, qui s'intitulaient stratigraphes, soutenaient avec toute apparence de raison qu'elles devaient être réunies. Les géologues paléontologistes se bornaient à des protestations théoriques, sans pouvoir présenter aucune explication. Elie de Beaumont avait adopté la première hypothèse et avait donné à tous ces terrains dans la carte géologique de France la couleur du Lias.

Lory s'était déjà servi avec trop de succès des fossiles dans l'étude des couches crétacées pour ne pas être convaincu de l'infaillibilité des lois paléontologiques.

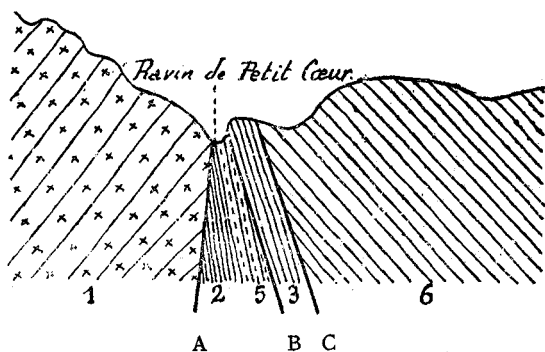
Par un profil de la montagne du Chardonneret, une des localités où Elie de Beaumont signalait un mélange de grès à anthracite et de schiste à Bélemnites, il montra que cette alternance n'est qu'apparente; elle résulte de failles et de renversements.

Aux Aiguilles d'Arves, Elie de Beaumont avait également signalé un grès intercalé au milieu de couches calcaires à Bélemnites. Lory constata que le fait était exact, mais que le grès n'était pas le grès à anthracite et qu'on n'y trouvait aucune empreinte végétale. Il soupçonna que ce grès pouvait bien être tertiaire. Quelques jours après, son ami M. Pillet, de Chambéry, y découvrait des Nummulites.

L'anomalie de Petit Cœur, en Tarentaise, était plus remarquable encore. Une couche de schistes ardoisiers avec Bélemnites, épaisse de 10 mètres, y est intercalée, en concordance parfaite, entre des schistes à empreintes végétales houillères. Les uns cherchaient à expliquer le fait par un renversement; les autres y voyaient un repli en V très aigu et incliné; Lory, après bien des hésitations et des essais, pensa qu'il y avait eu simplement glissement du paquet supérieur de schistes houillers (Fig. 1, n° 3) sur les schistes à Bélemnites (n° 5), glissement qui se

serait fait suivant le plan de séparation des couches et qui aurait été facilité par la présence d'un lit charbonneux.

FIG. 1.



- 1 Schistes cristallins. — 2. Grès houiller inférieur. — 3. Id. supérieur.  
 5. Lias inférieur. — 6. Lias moyen et supérieur.  
 A, B, C. Failles.

Je suivais avec le plus vif intérêt la marche de Lory dans la solution de ces difficiles problèmes, marche lente, progressive, posant comme il le disait un jalon après un autre, sans jamais se compromettre à donner une solution générale, sachant à l'occasion dire que le problème restait à expliquer. J'ai conçu dès lors une admiration profonde pour ce savant qui unissait tant de prudence à un talent d'observation qu'on ne pouvait surpasser.

Toutefois, si Lory n'avait fait que ses travaux sur le terrain crétacé, sur le terrain anthraxifère et bien d'autres encore que je m'abstiendrai de mentionner, nous l'aurions considéré comme un géologue éminent ; mais son champ d'étude se trouvant bien loin de la Belgique, peut-être n'eût-il pas été porté sur la liste de nos membres honoraires.

Ce qui fait le grand mérite de Lory, ce qui le classe à l'un des premiers rangs parmi les géologues modernes, c'est qu'il ne s'est pas contenté de ramasser des fossiles et d'établir des superpositions. Il a cherché à expliquer les faits et il a été assez heureux pour trouver des lois. Son esprit éminemment pratique l'éloignait des discussions théoriques, mais il cherchait à expliquer ce qu'il voyait.

Élève de Constant Prévost, il n'a jamais hésité à rattacher tous les faits géologiques à la doctrine des causes actuelles. Plusieurs fois il m'a entretenu de sa reconnaissance envers le maître commun qui avait dirigé nos premières pensées géologiques.

Les Alpes étaient un sujet éminemment propre à faire naître ces problèmes, dont la solution semble reculer à mesure que la science pro-

gresse. Les géologues les plus éminents y avaient exercé leur talent d'observation et leur génie d'investigation, sans être arrivés à une synthèse générale.

Les terrains des Alpes, redressés et disloqués, offrent dans une nature grandiose la structure complexe que l'Ardenne nous montre sur une échelle réduite et presque en miniature. On y voit bien des faits anormaux de superposition, tels que ceux de Petit Cœur. Lorsque Lory en aborda l'étude, les théories généralement admises pour expliquer ces divers accidents étaient celles que Dumont avait adoptées pour l'Ardenne. On supposait partout des plissements, des reploiements à angles plus ou moins aigus, quelquefois même renversés. Lory avait commencé l'étude des Alpes par le massif de la Grande Chartreuse, dont les terrains parfaitement caractérisés permettent de reconnaître assez facilement la structure. Il y avait aussi observé des irrégularités de stratification ; mais il avait constaté qu'au lieu d'être dues à des plissements, elles étaient le résultat de cassures ou de failles.

On a fait ressortir récemment le rapport qu'il y a entre les failles et les plis. On admet que les failles sont des plis exagérés, renversés, étirés, dont un côté a glissé sur l'autre. On cite de grands accidents indiqués par une faille dans le milieu de leur parcours et se terminant aux deux extrémités par des plis. La proposition est vraie pour certains cas mais ne peut s'appliquer d'une manière générale. Il est des failles qui sont de simples cassures. Si dans d'autres cas on peut faire dériver les failles d'un pli il faut avouer que souvent les deux fragments disjoints sont tellement éloignés l'un de l'autre que le pli est purement hypothétique et qu'on ne constate qu'une cassure. Du reste à l'époque où Lory introduisait dans les Alpes la considération des failles, les idées de géodynamique étaient encore peu développées. Il ne voyait dans la faille que la cassure et l'enfoncement d'une des lèvres par rapport à l'autre.

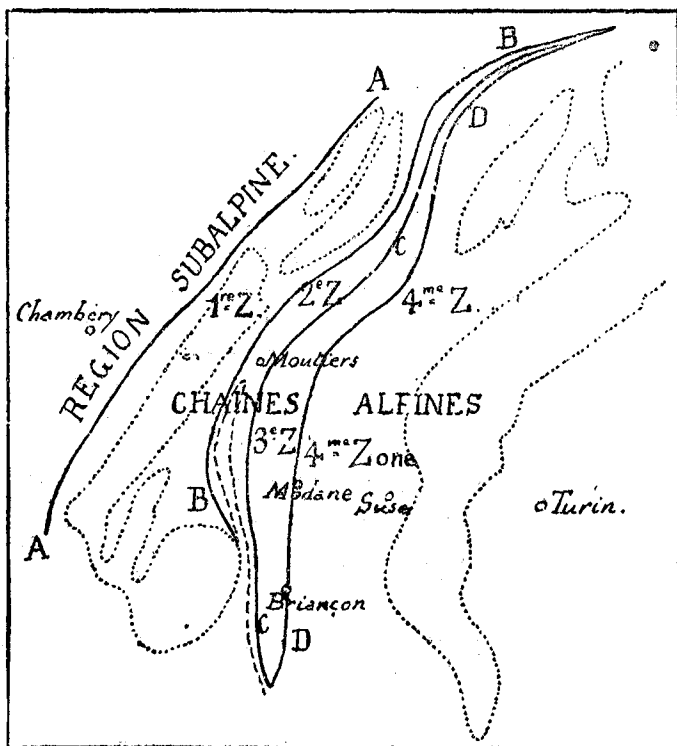
On a vu plus haut comment il avait interprété par des failles l'anomalie de Petit-Cœur. Il fit intervenir des accidents analogues pour rendre compte de la structure de la vallée de Chamounix, si connue des touristes. Cette vallée, située entre deux massifs de roches cristallines : le Mont-Blanc à l'Est, l'Aiguille rouge à l'Ouest, a son sol formé par des schistes liasiques presque verticaux qui plongent de chaque côté vers les massifs cristallins. Lory supposa qu'ils en sont séparés par des failles.

L'application la plus importante qu'il fit des failles fut pour expliquer la structure générale des Alpes occidentales (1). Il distingue dans

(1) *Essai sur la structure géologique de la partie des Alpes comprise entre le Mont-Blanc et le Mont-Viso.* BULL. SOC. GÉOL. FR. 2<sup>e</sup>, XXIII, p. 480. — *Essai sur l'Orographie des Alpes occidentales considérée dans ses rapports avec la structure géologique de ces montagnes.*

ce massif montagneux, qui s'étend des environs de Nice jusque dans le Valais, quatre zones séparées par de grandes failles, que l'on peut suivre sur une longueur considérable. Chacune de ces zones est en outre caractérisée par un développement particulier de certains étages et par un faciès propre. C'étaient donc des régions géologiques primitivement distinctes par leurs conditions orographiques et que des failles sont venu rapprocher l'une de l'autre.

FIG. 2.



——— Failles; ..... Limite des Massifs cristallins; - - - - Limite du Golfe nummulitique de la Maurienne.

Il distingue (1) d'abord une région subalpine, qui est le prolongement de la chaîne jurassienne, dont elle est séparée par la faille de Voreppe; elle s'en distingue en outre par la transformation du Jurassique supérieur en Thitonique; par la présence d'un faciès spécial, marnes à *Belemnites latus*, du Néocomien inférieur et par le dévelop-

(1) *Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup>, XXIII, p. 480, etc.

pement du groupe crétacé supérieur. Cette zone est séparée des zones alpines par une grande faille AA, que l'on a appelée faille du Grésivaudan. Du côté occidental de la faille les étages jurassiques et crétacés ont une grande épaisseur, tandis que de l'autre côté s'élèvent les chaînes cristallines alpines.

Lory admet que celles-ci formaient le rivage des différentes mers qui se sont succédé depuis le Callovien jusqu'au Sénonien. Dans ces dépôts de 2000 mètres d'épaisseur, il n'y a aucun dérangement, aucun caillou roulé et cependant ils ont dû se former dans des eaux peu profondes. Lory en conclut que la faille s'est faite lentement tandis que les terres alpines restaient toujours une terre basse sans falaises notables. L'autre partie de la faille s'abaissait à mesure que les sédiments s'accumulaient de manière à ce que le fond de la mer se maintînt toujours à une faible profondeur. Il insista sur ce travail lent et tranquille des grandes failles et sur leur rôle comme rivages anciens des bassins géologiques. N'est-ce pas aussi le rôle qu'a joué notre Grande Faille du Condroz pendant le dépôt du terrain houiller.

Je crois cependant que les termes dans lesquels Lory a présenté le fait impliquent une certaine erreur. Dans l'Ardenne, et il doit en avoir été de même dans les Alpes, c'est un pli qui a donné lieu au rivage primitif. Il a toujours été en s'exagérant mais en restant simple pli pendant toute la durée du dépôt des sédiments voisins et il ne s'est transformé en faille, si faille il y a, que beaucoup plus tard, toujours par l'enfoncement lent, progressif et oblique de la lèvre qui était demeurée le plus longtemps à l'état de bassin.

La première zone alpine est limitée à l'O. par la faille du Grésivaudan AA et à l'E. par la faille de Saint-Jean de Maurienne BB, que l'on peut poursuivre depuis cette ville jusque dans le haut Valais sur un parcours de 180 kilomètres. On y voit le calcaire du Lias et le Trias reposer en stratification discordante sur les schistes cristallins et sur le terrain houiller. Il y avait donc déjà eu dans cette région redressement du sol avant l'époque triasique. On peut dire que c'est la première ride des Alpes occidentales. Le Trias y est assez réduit; il se compose de gypse, de cargneules et de sel gemme. Le Lias y est presque uniquement à l'état de schistes argilo-calcaires.

La deuxième zone, limitée à l'O. par la faille de Saint-Jean de Maurienne et à l'E. par celle de Saint Michel, ne montre que de rares affleurements de terrain primitif et de terrain houiller, mais le Trias, qui repose en stratification concordante sur les grès houillers, y est très développé, surtout à l'état de schistes lustrés. Cette épaisseur serait aussi dûe à un enfoncement graduel entre deux failles. Plus tard, la

mer nummulitique a pénétré dans la dépression formée par cet ancien bassin et y a déposé des sédiments épais de 1500 mètres au moins. Lory admet que le golfe nummulitique était rigoureusement borné par des failles orientées comme celles qui limitent encore la région.

La troisième zone, située entre les failles de Saint Michel BB et de Modane CC est constituée entièrement par le grès à anthracite, c'est un dépôt de 2,000 mètres d'épaisseur qui s'est produit dans une dépression lente et progressive.

La quatrième zone, zone du Mont Rose, ne contient pas de terrain houiller. Elle est caractérisée, selon Lory, par un énorme développement du Trias supérieur, sous forme de schistes gris lustrés reposant directement et sans discordance sur les schistes gris cristallins. On y trouve aussi des lambeaux de terrain jurassique (Calcaire du Briançonnais). L'absence de couches houillères démontre que cette quatrième zone était à l'état de terre émergée à la fin de l'âge primaire.

Ainsi chaque zone a son histoire propre; chacune représente un bassin de sédimentation spécial, bassin dont on constate les limites actuelles, mais dont on ne connaît pas l'étendue primitive. Lory a bien soin de le dire; ces bassins à couches fortement inclinées, plissées et contournées, ont été soumis à un refoulement latéral très considérable. Les cartes, que nous en traçons actuellement par les affleurements, ne ressemblent pas plus aux cartes des mers de l'époque, que le visage d'une vieille de quatre-vingts ans à celui d'une jeune fille de dix-huit ans, pleine de fraîcheur et de santé.

J'ai déjà dit que les géologues suisses donnaient moins d'importance aux failles et qu'ils expliquaient par des plissements la structure des Alpes et les cas singuliers de stratification qu'on y observe. Ils n'acceptèrent pas sans difficulté les idées de Lory. On lui objecta un certain nombre de faits qui ont longtemps constitué des problèmes inexplicables. Telle est l'intercalation de coins calcaires au milieu des gneiss, comme on le voit à la Jungfrau, dans le Mettenberg, le Monch, etc. Telle est la disposition des Alpes de Glaris, où le terrain éocène en couches fortement inclinées et plissées est surmonté par des strates presque horizontales de Trias, de Jurassique et de Crétacé, disposées dans l'ordre normal de superposition.

Lory expliquait (1) tous ces faits par une série de failles ou d'affaissements trop complexes pour être vraisemblables. Il se rendait probablement compte lui-même de ce qu'il y avait d'hypothétique dans ce jeu de mouvements si multiples, car dès que M. Marcel Bertrand eut

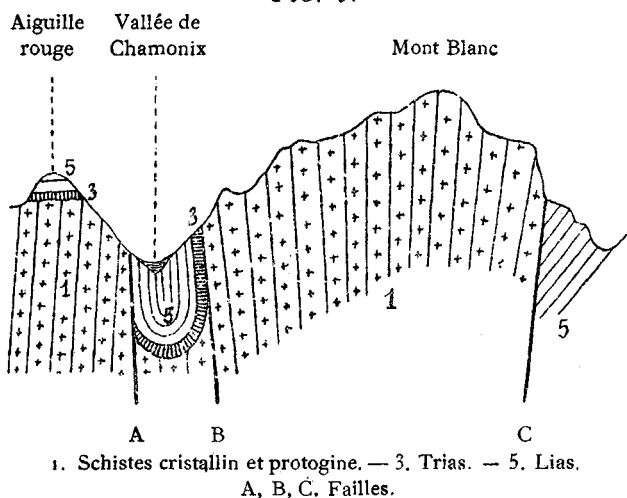
(1) *Bull. Soc. géol. Fr.* 3<sup>e</sup> s. I, p. 403, pl. IV et XI, p. 15.



expliqué la disposition des Alpes de Glaris par une faille de glissement très oblique, il s'empessa d'adopter cette manière de voir (1).

Dans le cours de ses études sur les failles, Lory avait été amené à examiner les relations des couches relativement récentes avec des couches plus anciennes sur lesquelles elles reposent en stratification discordante. Ainsi, au sommet de l'Aiguille Rouge, on voit le Lias en couches horizontales, tandis que dans la vallée de Chamounix, ce terrain est en couches fortement inclinées (fig. 3).

FIG. 3.



1. Schistes cristallin et protogine. — 3. Trias. — 5. Lias.  
A, B, C. Failles.

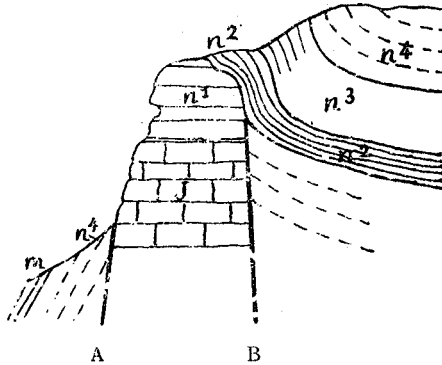
Lory explique cette disposition de la manière suivante (2). Lorsque des terrains de sédiment reposent en stratification horizontale sur des terrains plus anciens qui ont déjà été redressés et disloqués, les dislocations, qui se produisent ensuite, n'agissent pas de la même manière sur les couches horizontales et sur leur substratum déjà disloqué. « Celui-ci, devenu complètement rigide, n'a pu se prêter à de nouveaux plissements. Il n'a pu éprouver que des fractures, des failles ou des gisements suivant des plans de rupture nouveaux ou anciens, ou encore suivant ses plans de stratification. Les terrains crétacés, éminemment flexibles et ductiles, ont été tout autrement bouleversés. Au lieu d'être brisés par toutes les fractures et les glissements des terrains anciens, ils ne l'ont été que par les failles d'importance majeure; mais, partout ailleurs, ils ont fléchi et se sont adaptés, sans se rompre, par des

(1) *Bull. Soc. géol. de Fr.*, XII, p. 726.

(2) *Id.*, 3<sup>e</sup> s. I, p. 401.

contournements multiples et des plus compliqués, aux nouvelles positions des divers lambeaux de leur base disloquée. » Il donnait comme exemple un fait qu'il avait observé au Salève (fig. 4).

FIG. 4.



J. Calc. jurassique (Corallien).  
 n<sup>1</sup>. Calc. à *Natica leviathan*.  
 n<sup>2</sup>. Calc. à *Ostrea rectangularis*.  
 n<sup>3</sup>. Marnes à *Spatangues*.  
 n<sup>4</sup>. Calc. jaune et Calc. urgonien.  
 m. Molasse

A, B. Failles.

Ce principe lui permettait d'expliquer pourquoi dans la première zone alpine, près de Chamounix par exemple, on trouve le Trias et le Lias tantôt en couches horizontales sur les sommets, tantôt en couches fortement inclinées dans les vallées. Les vallées représentent les points où le substratum cristallin s'est effondré entre deux failles ; les couches sédimentaires qui reposaient dessus l'ont suivi dans cet effondrement. Lors de la réunion de la Société géologique de France, à Grenoble en 1881, Lory montra aux environs du Bourg d'Oisans un autre exemple de même nature. Sur les sommets de la Garde et de la Gardette, le Lias repose en couches horizontales sur les tranches des roches cristallines, tandis que dans la vallée près de Bourg d'Oisans il est fortement plissé (1). Pour Lory toute cette partie plissée est descendue par glissement dans la cavité formée par l'effondrement du terrain cristallin sous-jacent. Je crois que dans cette circonstance Lory suppose des glissements qui ne peuvent pas être démontrés ; mais il n'en est pas moins évident que la disposition inclinée et plissée du Lias situé entre les deux massifs est le résultat de l'affaissement des schistes cristallins qui lui servaient de soubassement.

(1) *Bull. Soc. géol. de Fr.*, 3<sup>e</sup> Sér., IX, p. 626.

La loi posée par Lory sur les relations qui s'établissent entre des couches horizontales et des masses plus anciennes déjà redressées, par suite de nouvelles dislocations, est d'une application générale. Dès 1878, époque où Lory la formula au congrès de Paris (1), M. Dupont lui donna son adhésion. J'en ai fait la base de mes raisonnements pour expliquer la structure de l'Ardenne et je puis dire que je ne l'ai jamais trouvée en défaut ni dans les dispositions générales, ni dans les moindres faits de détail.

Toutes ces considérations de failles et de glissement avaient pour but d'expliquer des faits anormaux de stratification et de rendre compte de la distribution des divers terrains dans la chaîne des Alpes. On a vu que, dans ses premiers travaux, Lory était parvenu à déterminer l'âge des couches sédimentaires. Il restait une portion importante de la chaîne alpine sur laquelle on n'avait encore que des notions bien incertaines et assez contradictoires. Je veux parler des roches cristallines qui constituent la plus grande partie de la première et de la quatrième zones alpines et qui forment les points les plus élevés de la chaîne : le Mont-Blanc, le Pelvoux, le Mont-Rose, etc.

Le Mont-Blanc est essentiellement composé par une roche granitoïde, la Protogine, dont la nature et l'origine étaient douteuses pour les géologues. Quelques-uns, faisant remarquer son apparence souvent stratifiée et son analogie avec le gneiss, voulaient y voir une roche stratifiée de la série cristalline. D'autres, plus nombreux, la considéraient comme une roche éruptive, comme l'agent qui avait soulevé les Alpes occidentales. Lory fut longtemps perplexe. Il était frappé de la structure granitique de la protogine ; d'un autre côté, il la voyait en nappes verticales qui partagent l'inclinaison des micaschistes et autres schistes cristallins situés de chaque côté du massif. En 1873 il se déclara nettement partisan de la stratification originelle de la protogine (2), mais il ne préjugait rien sur son origine, qui pouvait être aussi bien éruptive que sédimentaire, car il comparait sa stratification à celle de beaucoup de roches porphyriques ou trappéennes intercalées dans les terrains sédimentaires. En tout cas il ne lui accordait qu'un rôle passif dans la formation du Mont-Blanc. Il supposait que, comme toutes les roches éruptives, elle avait simplement profité d'une fente pour s'échapper au dehors.

Lory avait observé le même fait dans une partie de la chaîne du canton d'Allevard (3), dont l'axe est occupé par la protogine et dont les

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 3<sup>e</sup> s. IX, p. 626.

(2) *Bull. Soc. géol. Fr.* 3<sup>e</sup> s., I, p. 399.

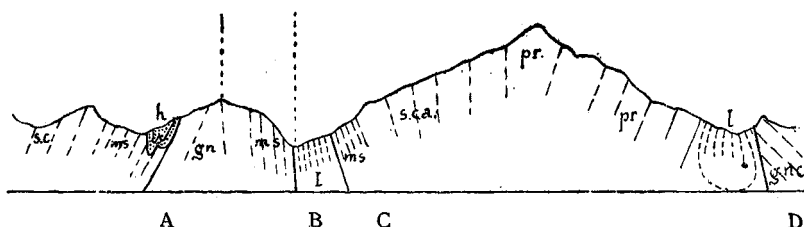
(3) *Géologie du Dauphiné*, I, p. 180.

flancs montrent de chaque côté le gneiss et les schistes talqueux plongeant vers la protogine. Lory donna à cette disposition le nom de *structure en éventail*. Il l'expliquait par une compression latérale plus forte, une sorte d'étranglement des massifs culminants, au niveau des chaînes moins élevées, tandis que la même pression n'agissant pas sur les parties culminantes, les feuillet y auraient divergé, comme il arrive aux pailles d'une gerbe fortement serrée en son milieu.

Quelques années plus tard, un des plus illustres géologues suisses, Alphonse Favre, admit pour le Mont-Blanc l'explication donnée par Lory pour la chaîne d'Allevard. La coupe du Mont-Blanc, avec sa structure en éventail, publiée par Alph. Favre, devint bientôt classique (fig. 4). Elle fut reproduite par Lory (1), qui cependant faisait ses réserves sur l'application de sa théorie au Mont-Blanc.

FIG. 5.

1<sup>re</sup> ZONE ALPINE OU ZONE DU MONT-BLANC.  
Vallée de  
Brévent. Chamounix.                      Mont-Blanc.



s.c. Schistes à séricite. Schistes chloriteux. — m.s. Micaschistes — s.c.a. Schistes chloriteux et amphiboliques. — g.n. Gneiss. — p.r. Protogine — l. Lias. — h. Grès houiller. — A. B. C. D. Failles.

Il soupçonnait déjà que la protogine du Mont-Blanc n'appartenait pas aux couches les plus anciennes des terrains cristallins.

Ayant été chargé avec les professeurs Heim et Renevier d'étudier le massif du Simplon, pour déterminer les roches qu'aurait à traverser le tunnel projeté, il reconnut (2) que les terrains cristallins y présentent une succession conforme à celle que Cordier avait déjà indiquée depuis longtemps. C'est, à partir des plus anciennes :

Gneiss.

Micaschistes avec calcaires cipolins.

Schistes amphiboliques et chloriteux.

Schistes à séricite, dits talcschistes.

(1) *Revue des cours scientifiques*, 18 avril 1868.

(2) *Comptes rendus Acad. des Sciences*, 22 avril 1878.

Cette succession, il l'avait déjà reconnue dans l'Oisans, où la chaîne de Belledonne et le massif des Grandes Rousses représentent les deux côtes d'un vaste pli anticlinal, plus ou moins disloqué par des failles. Il la retrouva au Pelvoux, plus compliquée encore par des failles, par des plissements et par des intrusions de protogine. Lory en arriva (1) à considérer la protogine comme des schistes chloriteux modifiés à l'époque même de leur formation par des émissions granulitiques, qui les auraient enrichis en feldspath.

Dès lors il fut conduit à supposer que les protogines stratiformes des parties centrales du Mont-Blanc et les schistes chloriteux ou amphiboliques, qui leur sont associés, appartiennent, non à la partie inférieure, mais bien à la partie supérieure des schistes cristallins et que leur disposition en éventail n'est que l'effet d'un pli synclinal très aigu. Ce pli synclinal se trouve accolé à un pli anticlinal dont la chaîne gneissique du Brévent forme l'axe et dont une partie effondrée entre deux failles se trouve cachée dans la vallée de Chamounix.

Lory eut le plaisir de constater que sa nouvelle explication de la structure en éventail trouvait son application à d'autres localités. La coupe de la vallée du Lœtsch dans les Alpes bernoises lui montra : au milieu de l'éventail, les schistes à séricite ; de chaque côté, des schistes chloritiques et amphiboliques ; puis les micaschistes ; et, tout à fait à l'extérieur, le gneiss.

On voit que Lory arrivait à considérer la structure en éventail comme ayant une origine tout à fait différente de celle qu'il avait d'abord supposée. Ce n'était plus une gerbe fortement serrée dont les parties extérieures s'épanouissaient de chaque côté du lien ; c'était un simple pli synclinal régulier comme ceux que nous constatons si souvent dans l'Ardenne. N'est-ce pas une preuve entre beaucoup, que notre imagination va souvent chercher des explications extraordinaires et ne revient aux idées simples qu'après un long détour et par des observations attentives.

Ses études sur le massif cristallin des Alpes rendaient Lory particulièrement apte à traiter la question de l'origine et de l'âge des schistes cristallins inscrite sur le programme du Congrès international de Géologie de Londres en 1888. Il rédigea pour le congrès une note qui fut publiée à Londres, puis à Grenoble (2). Elle parut quelques mois avant sa mort.

(1) *Actes de la Société helvétique des sciences naturelles*, 1880.

(2) *Étude sur la constitution et la structure des massifs cristallins des Alpes occidentales*. Grenoble 1889.

Trois théories principales servent à expliquer la nature cristalline de certaines roches d'origine sédimentaire. L'une suppose qu'elles ont été métamorphosées au contact des roches éruptives ou sous l'influence d'émanations internes ; d'après une seconde théorie, les mouvements du sol ayant développé de la chaleur, il s'est produit des réactions chimiques, qui ont donné naissance à de nouveaux minéraux dans l'intérieur de la roche ; enfin dans une troisième théorie, on admet que la cristallisation est contemporaine de la sédimentation et s'est opérée par voie aqueuse dans les anciens océans. Ce fut à cette dernière opinion que se rallia Lory.

Il suppose que les schistes cristallins qui forment le substratum de tous les terrains se sont formés dans un océan universel chargé de matières salines et plus chaud que les mers actuelles, où se produisaient directement des combinaisons de minéraux cristallisés.

Voici les faits sur lesquels il se base :

Les conglomérats des grès carbonifères contiennent des fragments roulés de schistes cristallins tout à fait identiques à ceux des affleurements. Ces schistes sont donc antérieurs à toutes les formations sédimentaires des Alpes.

Le conglomérat qui est à la partie supérieure du Trias contient des cailloux roulés des schistes lustrés du Trias inférieur. De même, les conglomérats du Lias et de l'Éocène du Col des Encombres contiennent des fragments de toutes les roches précédentes. Comme les couches de tous ces terrains, depuis les schistes cristallins jusqu'aux calcaires éocènes, sont parallèles dans la quatrième zone alpine, ils ont dû être disloqués et plissés ensemble. Il en résulte que la structure feuilletée et cristalline est pour chaque terrain un fait antérieur au dépôt de celui qui le recouvre et indépendant des actions mécaniques qui n'ont façonné ces terrains que postérieurement à l'époque éocène.

Les calcaires de tous les âges, triasiques, rhétiens, jurassiques, nummulitiques, contiennent des cristaux microscopiques d'albite, de quartz bipyramidé, de tourmaline avec des formes nettes et à angles vifs et mesurables. On rencontre même des cristaux d'orthose et de quartz bipyramidé dans les géodes des marnes oxfordiennes de la région subalpine. La formation de ces cristaux microscopiques a eu lieu dans la roche avant sa consolidation, car, dans les conglomérats des schistes lustrés du Trias supérieur, on rencontre des cailloux roulés du marbre triasique moyen avec cristaux d'albite.

Si ces minéraux cristallisés se sont formés dans les dépôts tertiaires et secondaires indépendamment de toute émanation spéciale, antérieurement aux actions dynamiques qui ont plissé le terrain, il n'y a

pas lieu de supposer pour l'origine des schistes cristallins primitifs des conditions essentiellement différentes de celles des périodes secondaires et tertiaires.

Enfin, dans la première zone alpine, de puissantes dislocations mécaniques ont déterminé dans le Lias des phénomènes d'étirement, de laminage et surtout le clivage ardoisier dans un sens autre que la stratification. Mais la structure intime de la roche n'est pas devenue plus cristalline que dans la partie moins disloquée et le développement des cristaux de feldspath est le même.

Les vues de Lory sur l'origine des schistes cristallins sont très discutables, mais il faut avouer que ses arguments ne sont pas à dédaigner.

La présence de cristaux d'albite et de quartz dans les calcaires est un fait très intéressant, qui peut être beaucoup plus général qu'on ne le pense. Il doit s'expliquer sans avoir recours au métamorphisme, soit que les cristaux se produisent normalement dans les sédiments marins pendant leur formation, soit qu'ils y prennent naissance pendant la consolidation sous l'influence de la circulation interstitielle.

La présence de schistes cristallins proprement dits, micaschistes, schistes amphiboliques et chloriteux, schistes à séricite dans le conglomérat carbonifère démontre que ces schistes étaient déjà métamorphisés à l'époque carbonifère. C'est aussi un fait très général, qui ne préjuge rien sur la manière dont le métamorphisme s'est effectué.

Il en serait autrement des galets de schistes lustrés du Trias que l'on trouverait dans le conglomérat triasique. Lory a particulièrement insisté sur la nature cristalline de ces schistes lustrés, composés en majeure partie de minéraux cristallisés (quartz, mica, tourmaline, grenats, et contenant des amas lenticulaires de gypse<sup>(1)</sup>). Il les a rapportés au Trias en se basant sur leur position stratigraphique, sur leur teneur en calcaire et sur les intercalations de gypse qu'on y trouve. Si cette détermination d'âge est rigoureusement exacte, il est évident que la présence de schistes lustrés, déjà constitués dans les conglomérats intercalés dans ces schistes, prouve que leur cristallinité est contemporaine de leur dépôt ; mais précisément la détermination d'âge est encore douteuse. Les géologues italiens pensent, avec M. Gastaldi, qu'une grande partie des schistes lustrés que Lory rapporte au Trias doit être considérée comme beaucoup plus ancienne. L'argument en faveur de la contemporanéité de la cristallisation et de la sédimentation n'aurait donc plus aucune valeur.

Lory insistait aussi sur ce que les couches du Lias qui avaient été

(1) *Bull. Soc. géol. Fr.*, 2<sup>e</sup>, XVIII, p. 34. 3<sup>e</sup>, I, p. 266 ; IX, p. 658, XV, p. 43.

disloquées et plissées ne présentaient pas une structure plus cristalline que celles qui étaient restées en place. Je lui ai répondu, à Londres, que les grandes dislocations — par cela même que toute la force vive était employée à produire un mouvement — ne devaient amener qu'un faible développement de chaleur et un faible métamorphisme.

En constatant les puissantes actions mécaniques qui ont formé les Alpes, Lory n'avait pas été sans réfléchir sur leur cause. Élève, comme il a été dit, de Constant Prevost, il n'avait pas accepté la théorie du soulèvement des montagnes par une force agissant de bas en haut, théorie qui régnait en souveraine dans la géologie française quand il commença ses travaux. Mais il communiquait rarement le résultat de ses méditations. Il n'aimait même pas à en parler, se souvenant probablement combien les discussions passionnées dont il avait été le témoin furent stériles pour les progrès de la science.

Néanmoins, on peut affirmer qu'il partageait l'opinion de la grande majorité des géologues actuels en considérant le refroidissement du globe et le retrait qui en résulte comme la cause première de tous les phénomènes orogéniques.

Mais s'il y a presque unanimité parmi les géologues pour adopter le principe, cette unanimité n'existe plus lorsqu'il s'agit d'en déterminer les conditions.

Quelle est la valeur du retrait? comment agit-il aux diverses profondeurs? Quel résultat produit-il à la surface? Il en est de cette discussion comme de presque toutes celles qui reposent à la fois sur des faits très variés et sur des conceptions plus ou moins problématiques, les opinions sont aussi nombreuses que divergentes; peut-être cependant le sont-elles plus en apparence qu'en réalité. Je n'en parlerai pas si on n'avait pas présenté Lory comme le champion d'une de ces théories.

Dans un ouvrage aujourd'hui célèbre: *Das Antlitz der Erde*, le professeur Suess rapporte tous les mouvements de l'écorce terrestre à deux grandes catégories: les plissements et les effondrements. Les premiers seraient le résultat d'une pression latérale, tangentielle; les seconds, d'enfoncements produits par le poids même de la croûte terrestre. Ces enfoncements auraient lieu par cassure autour de massifs plus résistants, de *Horste*, comme les appelle Suess, qui resteraient à leur niveau primitif.

Les géologues suisses ont adopté avec enthousiasme les conceptions des refoulements latéraux, parce qu'elle rend parfaitement compte des plis qu'ils observaient dans les Alpes et dans le Jura. Lory, dont l'attention avait été particulièrement appelée sur les failles, avait attribué aux affaissements un rôle considérable bien avant l'apparition de l'*Antlitz*.



On a vu qu'il expliquait la vallée de Chamounix en supposant qu'une portion du massif primitif des Alpes située entre le Mont Blanc et l'Aiguille Rouge s'était effondrée et que les terrains secondaires l'avaient suivie dans la cavité. Il ne niait pas pour cela les phénomènes de pression latérale ; au contraire, dans plusieurs circonstances il insista sur l'importance du refoulement latéral, qui constitue, disait-il, le principal et dernier mécanisme du façonnement des grands reliefs montagneux. Il insista, bien avant Suess, sur la réunion et la dépendance des deux espèces de mouvements. Les gradins déterminés par les failles auraient servi d'obstacles résistants contre lesquels les couches ont été redressées, brisées et refoulées en plis saillants (1).

Je me permettrai, sur ce point, de compléter sa théorie en montrant comment le mouvement tangentiel peut dériver du mouvement d'enfoncement. Je ne crois pas m'écarter beaucoup des idées de Lory.

Le rapprochement de deux massifs n'est pas déterminé parce que l'un est poussé sur l'autre par une force tangentielle; une région terrestre venant à s'enfoncer, sa surface se courbe en cuvette; les deux massifs situés de chaque côté de cette région et qui ne participent pas à son mouvement descendant sont attirés l'un vers l'autre par une sorte de poussée au vide.

Mais les effets se compliquent lorsque le sol est formé par des terrains de disposition différente, lorsqu'il est formé, par exemple, d'un soubassement plus ancien de couches déjà relevées et brisées, et d'une couverture de couches horizontales. Le soubassement s'enfonce en une ou plusieurs pièces, par suite de cassure ou de failles. Les deux massifs qu'il séparerait se rapprochent et les couches horizontales, renfermées dans la cuvette qui se rétrécit, sont obligées de se plisser. Dans ce mouvement, qui est une véritable poussée latérale, il se produit naturellement, outre des courbes et des plis, des fractures et des chevauchements, qui doivent, comme les plis, servir à l'explication des faits particuliers.

Les massifs qui restent en saillie ne cheminent pas les uns vers les autres sans qu'il ne s'y produise aussi des mouvements de glissement, de fracture et de plissement. Ainsi donc Lory a pu dire, en restant logique avec lui-même, que le refoulement latéral constitue le dernier terme du façonnement des montagnes.

On l'a accusé d'avoir la préoccupation de la pesanteur. Oui, il pensait à la pesanteur, si, par pesanteur, on entend la force qui fait suivre à la croûte terrestre le retrait des parties profondes (2).

(1) *Revue des cours scientifiques*, 5, p. 319.

(2) *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3<sup>e</sup> s. ix, p. 680.

Mais il n'a jamais cru à la formation, même temporaire, de cavités entre le noyau et l'écorce et dans lesquelles s'effondrait tout d'un coup sa partie superficielle.

Là où Lory eût pu faire appel à la pesanteur s'il en avait eu la préoccupation, c'est pour expliquer l'accumulation des sédiments dans un bassin. Il avait observé, le long de la faille qui sépare les chaînes subalpines des chaînes alpines, une superposition de sédiments de 2000 mètres d'épaisseur.

Il supposait que le bord extérieur de la faille s'affaissait progressivement à mesure que les sédiments s'y accumulaient de manière à ce que ceux-ci ne se formaient qu'à une faible profondeur. C'est exactement le raisonnement qu'Élie de Beaumont avait fait pour expliquer le caractère littoral de toutes les couches jurassiques du bassin de Paris. Il disait que ce bassin s'était enfoncé à mesure qu'il se remplissait, de manière à maintenir le niveau de l'eau à une faible hauteur au-dessus du fond. Il ajoutait que le bassin s'enfonçait sous le poids des sédiments. Était-ce aussi l'opinion de Lory? Il ne l'a jamais dit et on peut en douter.

Les bassins s'enfoncent lentement, progressivement, à mesure que les sédiments s'y accumulent. Ces deux faits concomitants sont indépendants l'un de l'autre au moins pour une grande partie.

Le bassin s'affaisse parce que le mouvement centripète qui lui a donné naissance se continue lentement pendant une longue période. Les sédiments s'y accumulent parce que l'endroit reste toujours une dépression, où les eaux persistent et où les troubles des régions voisines viennent se décanter.

Est-ce à dire pour cela que l'accumulation de sédiments n'ait aucune influence sur l'enfoncement du bassin?

N'est-ce pas le cas d'appliquer les idées si ingénieuses de M. Le Verrier (1)? M. Le Verrier pense que l'accumulation des sédiments, en relevant le degré géothermique des couches inférieures, détermine leur fusion et donne ainsi naissance à un point faible de l'écorce terrestre. Malgré les critiques que M. de Lapparent lui a adressées (2), le raisonnement de M. Le Verrier me paraît rigoureux. Néanmoins je suis convaincu que l'origine et l'approfondissement des bassins ont essentiellement pour cause la formation d'une ride synclinale due à la contraction du sphéroïde terrestre.

Messieurs, j'ai cherché à vous faire connaître Lory comme savant.

(1) *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3<sup>e</sup> s. xxi, p. 492.

(2) *Revue des questions scientifiques*, 20 janvier 1890, p. 27.

Je vous ai dit ses travaux, je vous ai énuméré ses découvertes les plus importantes, j'ai évoqué ses principales idées ; je ne vous ai pas caché non plus ce que je crois être ses erreurs. Des erreurs, nous en faisons tous ; elles constituent notre personnalité scientifique au même titre que nos justes observations et nos déductions rigoureuses. Qui sait d'ailleurs, si l'erreur du jour ne deviendra pas la vérité du lendemain !

Voulez-vous maintenant connaître l'homme en quelque mots. Notre collègue M. Marcel Bertrand, professeur à l'École des Mines de Paris, me permettra de terminer cette étude par la dernière phrase qu'il a consacrée à l'éloge de Lory. Il l'avait beaucoup connu dans ses dernières années. Ils avaient parcouru ensemble les sommets solitaires des Alpes, où l'âme s'épanche si facilement ; ils avaient uni leurs observations et leurs pensées pour résoudre ces difficiles problèmes de géologie dynamique. Nul ne pouvait dire mieux que M. Bertrand ce qu'était l'homme et le savant ; nul n'aurait su aussi bien l'écrire.

« Enfant de la Bretagne, petit, solide et noueux comme les chênes de sa patrie, Lory a conservé jusqu'à la fin de sa vie les deux qualités maîtresses de sa race, l'inviolable attachement à la foi chrétienne et la ténacité indomptable du caractère ; il a su y joindre la tolérance pour les idées d'autrui et le mépris des ambitions frivoles. Simple dans ses goûts, ne demandant à la vie que ce qu'elle peut donner de bonheur, il a tout fait pour le mériter et il a subi sans se plaindre les plus douloureuses épreuves. Il a tout fait pour mériter la célébrité, et il l'a vue arriver sans orgueil. Selon qu'on l'a plus ou moins connu, il a inspiré l'estime, la sympathie ou le respect. Son nom restera honoré entre tous, inséparable de la géologie du Dauphiné et des Alpes, et, quelles que puissent être les fluctuations de nos doctrines, il conservera une place d'honneur dans l'histoire des études orogéniques (1). »

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 3<sup>e</sup> s. XVII, p. 678.