

des considérations analytiques, dans le cas de $\theta_1 = \theta' = \theta$ on a, dans ce cas,

$$\begin{aligned} z + \Delta z &= K^\theta [\log. (h_1 + \Delta h_1) - \log. (n + \Delta n)] \\ &= K^\theta (\log. h_1 + \Delta \log. h_1 - \log. n - \Delta \log. n); \end{aligned}$$

d'où

$$\Delta z = K^\theta (\Delta \log. h_1 - \Delta \log. n),$$

en substituant à $\Delta \log. h_1$ et à $\Delta \log. n$ leurs expressions en séries, données article 375 de la deuxième édition de la *Trigonométrie de Cagnoli*, ci-dessus citée, on trouve la valeur qu'aurait Δz dans l'équation précédente, si on y faisait $\theta_1 = \theta' = \theta$.

N O T I C E

Pour servir à l'histoire géognostique de cette partie du département de la Manche qu'on nomme le Cotentin, suivie de quelques considérations sur la classification géologique des terrains;

Par ALEXANDRE BRONGNIART, Ingénieur des Mines.

LA roche qui constitue les hauteurs de Flamanville, Fermanville, etc., dans les environs de Cherbourg, a généralement été regardée comme un granite: un voyage que je fis en 1811 dans la presqu'île du Cotentin, m'apprit que ce granite n'appartenait pas à la formation des granites anciens, mais plutôt à celle d'une roche que les géologues de l'école de Freyberg ont décrite, et regardée comme beaucoup plus nouvelle que ces derniers.

Je réunirai dans la première partie de cette Notice les observations qui m'ont fait naître cette idée.

Il n'en est pas des terrains composés de couches inclinées, quelquefois presque verticales, brisées, contournées, comme de ceux dans lesquels la stratification est horizontale et régulière: quoique dans ces derniers l'ordre de superposition ne soit pas toujours facile à déterminer clairement, cependant on peut

arriver à suivre dans leur description cet ordre naturel. Dans les premiers, au contraire, ce n'est toujours qu'au bout d'un long tems, à l'aide de circonstances heureuses, mais rares, et avec une grande habitude, qu'on peut espérer de reconnaître la succession des tems dans leur formation.

Je ne puis donc pas suivre ici l'ordre naturel que nous avons adopté, M. Cuvier et moi, dans la description du sol des environs de Paris. Je dois décrire d'abord, dans toutes les circonstances qui me sont connues, les roches et les terrains que j'ai pu examiner dans le département de la Manche, et tirer de cette description et des caractères qu'elle présentera, quelques conséquences sur leur position relative.

Six sortes de roches principales se présentent dans le département de la Manche :

Les calcaires,

Les schisteuses,

Les quarzeuses,

Les stéaschisteuses,

Les syénitiques,

Et les clastiques.

Ces désignations ne disent point que ces terrains soient uniquement composés des roches qui viennent d'être nommées, mais que ces roches y sont plus abondantes que d'autres; et l'ordre dans lequel je viens de les présenter n'indique pas non plus celui de leur superposition.

Le calcaire que j'ai vu à Pierreville, où il renferme des filons de plomb sulfuré, et à Hienville, entre Contances et Granville, est noi-

râtre, mêlé quelquefois de lames spathiques également noires, et traversé de veines blanches de calcaire spathique. Il a tous les caractères minéralogiques du calcaire désigné sous le nom de *calcaire de transition*.

Le calcaire de Hienville m'a paru, par la disposition des lieux, recouvert par une brèche schisteuse rouge.

Les schistes argileux et régulaires, qui se présentent dans un grand nombre de lieux, mais plus particulièrement dans les vallées, en petits coteaux arrondis, sont grisâtres, jaunâtres, homogènes; et, en passant au brun-bleuâtre, ils prennent la texture à feuilletés droits de l'ardoise; ils sont généralement ternes, tendres, et quelquefois finement pailletés de mica; je les ai vus ainsi sur la route de Valogne à Cherbourg, sur les moyennes hauteurs qui dominent cette ville où ils sont exploités comme ardoise, sur la route de Cherbourg aux Pieux, notamment à Hauteville, et jusqu'à Benoît-Ville. Dans ce lieu on les voit distinctement couchés sur le gravier granitique qui annonce le terrain dont il sera bientôt question, et les kaolins qui en font partie. Cette roche, dans les lieux que je viens de citer, et dans plusieurs autres que je passe sous silence, a tous les caractères du schiste argileux, tel que je l'ai décrit ailleurs, et ne peut être confondu avec les schistes luisans, que l'on considère généralement comme des roches appartenant aux terrains les plus anciens.

A Vasteville, au S. O. de Cherbourg, on trouve un terrain schisteux composé de bandes alternatives de schiste grisâtre dur et d'ampélite

graphique ; cette dernière roche présente des empreintes flabelliformes trop incomplètes dans les échantillons que j'ai vus , pour qu'on puisse déterminer avec exactitude à quelle classe de corps organisés elles appartiennent. Néanmoins , par leur contour très-régulier , par leur structure composée de rayons très-distincts , réunis par des cercles concentriques moins sensibles , elles ont beaucoup de ressemblance avec des plantes marines du genre des *padines* , et même avec une espèce voisine du *padina pavonia* (1). Cependant parmi les caractères qui les en éloignent on doit faire remarquer l'intégrité et la simplicité de chaque individu , sa forme constante , etc. Le défaut d'articulations distinctes ne permet pas de les rapporter au genre *flabellaria* de M. de Lamarck (*corallina flabellum* , Linn.) , et sa forme d'éventail la distingue de l'*pulva acetabulum* , quoiqu'elle lui ressemble assez par sa structure rayonnée. Cette partie du terrain de Vasteville , que j'ai visitée , diffère encore des autres terrains schisteux par l'espèce de véritable grès ferrugineux qu'on y voit , sans que je puisse dire quel rapport de position il a avec ce schiste (2).

Les schistes qu'on trouve dans des relations plus voisines avec les terrains quarzeux et

(1) Lamouroux , *Nouv. Bull. de la Soc. Phil.* , tom. I , 1809 , n^o. 20 , p. 329. — *Id. Ann. du Mus.* , tom. XX , p. 271.

(2) M. d'Omalius d'Halloy , qui a visité ce canton depuis moi , m'écrit que « ce grès ferrugineux passant au pouding , à la brèche , au schiste , au quartz grenu , etc. , est un petit système subordonné dans les terrains d'ardoise , qu'on rencontre presque partout dans cette formation ».

stéaschisteux ,

stéaschisteux , présentent les caractères minéralogiques qu'on attribue aux schistes anciens : ils sont luisans , même satinés , verdâtres ou rougeâtres , plus solides que les précédens , et quelquefois même très-durs ; tels sont ceux qui constituent le fond de l'ancien port , les rochers qui sont au pied de la montagne du Roule , l'île Pelée , et les rochers du fort de Querqueville.

Le terrain quarzeux du département de la Manche est composé d'une roche qui jusqu'à présent a été regardée comme un grès , et qui en effet lui ressemble beaucoup dans certaines circonstances : mais les grès , proprement dits , comme le reconnaissent actuellement les géognostes , sont des roches de sédiment formées par l'agrégation de parties préexistantes. L'examen attentif de ces roches ne laisse , dans beaucoup de cas , aucun doute sur ce mode de structure ; les prétendus grès du département de la Manche ont souvent une structure beaucoup plus dense , une cassure écailleuse presque vitreuse et raboteuse ; les grains qu'on y distingue quelquefois ne sont presque jamais nettement circonscrits , mais serrés les uns contre les autres. Ils s'entrelacent et se fondent l'un dans l'autre , de manière à indiquer une formation et une réunion du même moment , et par voie de cristallisation confuse.

Ces considérations , ces caractères , et beaucoup d'autres que je ne puis développer dans cette Notice , me font regarder les roches quarzeuses dont il est ici question , comme du quartz en masse ou en roche (*quarzfels*) , et je les désignerai sous le nom de *quartz grenu* qu'on

Volume 35 , n^o. 206.

H

leur a déjà donné dans d'autres circonstances.

Le quartz grenu du département de la Manche est disposé en assises distinctes très-inclinées vers le Nord, même presque verticales, et généralement dirigées de l'E. à l'O. Il est traversé de filons de quartz hyalin, et ses fissures sont souvent tapissées de cristaux de quartz, ou remplies d'une argile impure ferrugineuse.

J'ai vu le quartz grenu sur la route de Valogne à Cherbourg, composant les sommets, et probablement la masse entière des collines les plus élevées qu'on trouve sur cette route. D'autres collines plus basses, et composées de schiste argileux terne, les séparent sans qu'on doive en conclure que ce quartz soit superposé au schiste.

La montagne du Roule qui domine Cherbourg à l'Est, est entièrement composée de ce quartz. Cette roche reparait, dit-on, à Vauville, précisément à l'Ouest de Cherbourg.

J'ai revu cette même roche, présentant d'une manière encore plus sensible les caractères du quartz sur le coteau du Bourg des Pieux; elle se prolonge à l'Ouest jusque vers la mer, et cette masse puissante de quartz paraît être, d'après la direction de ses assises, la continuation de celle qui couronne les hauteurs de la forêt de Cherbourg du côté du mont Epinquet.

La quatrième sorte de roche principale qui entre dans la composition des terrains du département de la Manche, est celle que j'ai

décrite minéralogiquement ailleurs (1) sous le nom de *stéaschiste noduleux*. C'est principalement au fond de la rade de Cherbourg, dans le nouveau port, qu'on la voit, et que j'ai pu facilement en étudier les principales modifications, à l'aide des excavations et coupures considérables qu'on a faites dernièrement sur cette partie de la côte pour l'exécution des grands travaux qu'on vient de terminer.

Le schiste luisant verdâtre dont j'ai parlé plus haut présente, à mesure qu'on avance vers le fort Homet, des feuillet plus ondulés, traversés de veines de quartz, et comme relevés ou bosselés par des rognons ovoïdes de quartz. Sans changer de structure en grand, de direction ni d'inclinaison, il passe au stéaschiste noduleux, composé de talc vert assez dur, et rempli d'un très-grand nombre de grains de felspath rosâtre et de quartz hyalin, à l'entour desquels les feuillet talqueux semblent se contourner. Les parties de quartz varient beaucoup de volume, de forme et de disposition; tantôt elles y sont en grains ovoïdes, dont la grosseur va de celle d'un grain de millet à celle de la tête et même plus. Tantôt le quartz s'y présente en espèce de cylindres comprimés, en filons puissans, ou en couches épaisses alternant avec le stéaschiste. Le quartz, dans ces diverses dispositions, appartient ordinairement à la variété nommée *quartz hyalin*; mais celui qui est en couches se présente aussi à l'état de

(1) Ess. d'une classif. min. des roches, J. D. M., t. 34, p. 5.

quarz grenu, d'un violet sale tirant sur le rougeâtre, à cassure raboteuse, et semble indiquer l'identité de formation entre cette roche et le quartz grenu décrit plus haut. Dans tous les cas le quartz des stéaschistes est pénétré de la matière même du talc, et la texture fibreuse de ce minéral est imprimée sur la surface des morceaux de quartz, quelle que soit d'ailleurs leur forme. Ces considérations ne permettent pas de supposer que le quartz déjà formé ait été roulé, transporté, et enveloppé dans le stéaschiste ou le schiste luisant, à la manière des cailloux roulés ou des petites pierres qui font partie des poudingues, des pséphites, des psammites, etc. ; mais on ne peut guère douter, d'après cette structure, et cette pénétration des parties, que le quartz, le talc, et le schiste luisant, ne soient de formation contemporaine, ou à très-peu près, qu'ils n'aient été dissous dans le même liquide, et qu'ils n'en aient été précipités en même tems en prenant chacun la structure qui leur est propre.

La base de cette roche noduleuse n'est pas toujours un stéaschiste ; c'est quelquefois un schiste luisant très-ferrugineux, et ayant la couleur et presque la dureté du fer hématite. Tel est celui qu'on a exploité à Henneville, au-dessus de Querqueville, pour le faire entrer, après avoir été calciné, dans le mortier connu sous le nom de *beton*, et y tenir lieu de pouzzolane.

Ces trois roches, le quartz, le schiste luisant et le stéaschiste, peuvent donc être considérées comme des roches produites par cristallisation confuse, et comme appartenant à la

même formation, puisqu'elles alternent évidemment entre elles.

Le cinquième terrain, celui qui est l'objet principal de cette Notice, a été regardé, ainsi que je l'ai dit, comme du granite, et toujours désigné sous ce nom.

En considérant le granite sous le point de vue minéralogique, c'est-à-dire, sous celui de ses caractères extérieurs, et indépendamment de toute position relative, il n'y a pas de doute qu'il n'y ait dans le département de la Manche de vrais granites, c'est-à-dire, des roches uniquement composées de quartz, de felspath et de mica, réunis par voie de cristallisation confuse, et en proportions à peu près égales.

Mais les granites de ce département font-ils partie d'un terrain *graniteux* dans le sens d'ancienneté qu'on attache à ce mot ; c'est ce qu'il s'agit d'examiner.

On sait que les géognostes reconnaissent déjà des granites de trois époques différentes : les plus anciens, sous lesquels on n'a jamais pénétré ; les moyens, qui alternent avec du gneiss ; et les plus nouveaux, qui alternent avec des schistes argileux, et qui recouvrent même quelquefois ces dernières roches. Quoique cette distinction ne soit pas encore très-connue, il me suffit de la rappeler ici ; ce n'est point le lieu de lui donner des développemens, ni de l'appuyer de citations qui m'écarteraient trop de mon sujet.

Enfin on sait également que M. Werner a cru devoir séparer des granites une roche long-tems confondue avec eux, mais qui s'en

distingue par de légères différences dans sa composition minéralogique, *mais bien plus encore par sa position relative*, caractère de la première importance dans le système de classification des roches, adopté par l'École allemande : cette roche est la syénite, renfermant comme partie constituante de l'amphibole, alternant avec des amphibolites, des trappites, et des eurites porphyroïdes ; elle est regardée par toute l'École allemande comme d'une formation contemporaine, ou même postérieure à celle des schistes argileux, dits *primitifs*.

Or je crois avoir reconnu, comme on va le voir, tous les caractères de la formation des syénites dans les roches granitoïdes de Cherbourg.

En examinant la structure du terrain sur la côte occidentale du département de la Manche, depuis le Hâvre de Rozel jusqu'au cap de Flamanville, j'y ai observé la disposition suivante :

1°. Du schiste argileux dur verdâtre, dirigé de l'Est à l'Ouest sur les pentes de la vallée de Rozel.

2°. En allant au Nord, le quartz grenu incliné et dirigé comme le schiste.

3°. Et, toujours en allant vers le Nord, on arrive à des rochers très-durs, très-denses, se divisant en gros fragmens rhomboïdaux. Ces rochers sont tantôt d'un noir brillant, tirant sur le verdâtre, tantôt même d'un vert-noirâtre. La roche qui les compose a la cassure largement conchoïde ; elle est dure, sautillante et sonore comme de l'airain. C'est un trappite

felspathique bien caractérisé, mais cependant plus brillant que ne sont ces roches ordinairement. Dans d'autres places ce trappite est plus gris ou plus verdâtre, le felspath y devient plus distinct, et il passe à la diabase schistoïde en présentant le fer sulfuré disséminé, qui ne manque presque jamais dans ces roches, sans qu'on puisse soupçonner encore quels rapports il peut y avoir entre la coexistence si générale de deux minéraux si différens.

4°. A mesure qu'on avance au Nord, vers la côte escarpée de Flamanville, et qu'on remonte un peu, ce trappite alterne bien distinctement avec un eurite porphyroïde, d'abord presque entièrement pétrosiliceux, ensuite plus porphyroïde. Peu à peu la structure compacte disparaît, ensuite la structure porphyroïde et la roche se change en une syénite rose très-bien caractérisée, mais qui alterne toujours avec le trappite felspathique.

5°. Enfin la syénite se présente pure, en masses immenses très-solides, offrant des assises puissantes, inclinées comme toutes les couches précédentes.

En allant toujours au Nord, on arrive au cap et port de Dielette, et on trouve dans ce lieu une diabase granitoïde alternant avec la syénite. Je n'ai point été jusqu'à ce lieu, mais j'ai eu connaissance de cette roche et de sa disposition, en visitant la collection de M. Cachin.

La roche d'apparence granitique qui compose la côte de Flamanville, outre ses rapports d'alternance et de position qui la rangent *géognostiquement* parmi les syénites, en offre encore souvent tous les caractères minéralogiques,

tant par sa composition essentielle, que par les minéraux accessoires qui y sont disséminés.

Tantôt cette syénite ne renferme que du mica talqueux verdâtre, passant à la chlorite, du quartz et du feldspath rougeâtre.

Tantôt elle est distinctement composée de grains de feldspath, d'amphibole, de mica noir, et renferme des rognons de micaschiste d'un noir-verdâtre.

J'ai remarqué dans cette syénite à structure porphyroïde quelques cristaux de titane nigrine, et des cristaux de quartz à angles émoussés, à faces ternes et comme arrondies.

Le granite gris de cette formation est généralement composé de feldspath gris, de quartz hyalin, de mica blanc-argentin, et de mica noir. Ces parties sont à peu près également mélangées; on y remarque quelquefois des faisceaux d'aiguilles de tourmaline, et des filons d'eurite gris renfermant de petits grains d'un brun très-foncé.

Mais il ne suffisait pas d'avoir reconnu que la roche granitoïde de cette côte appartenait à la formation des syénites; il fallait aussi s'assurer que les autres terrains granitoïdes du département de la Manche faisaient partie de la même formation. Ne pouvant pas les visiter tous, j'ai eu recours aux échantillons rassemblés dans diverses collections; j'ai d'abord examiné celle de M. Cachin, ingénieur, directeur-général des travaux, qui a réuni toutes les roches du pays employées dans les constructions maritimes ou susceptibles de l'être. J'ai visité presque toutes les amas de roches apportés sur le port, et qui viennent

de Fermanville, cap à l'Est de Cherbourg, et dans une position opposée au terrain que je viens de décrire. J'ai vu partout ou la même syénite, ou les granites rose et gris appartenans à cette formation.

Il y a encore dans ce canton des roches qui sont *minéralogiquement* de vrais granites. Tels sont ceux qui viennent de Reville et de Gatteville, à l'E. de Cherbourg, et qui ont été amenés à Paris pour la construction de l'obélisque du Pont-Neuf. Mais, outre que ces roches y sont plus rares que les autres, qu'elles ne sont presque jamais dépourvues d'amphibole ou de stéatite dans une grande étendue, leur position au milieu d'un terrain essentiellement syéniteux les range parmi les granites de troisième formation, qui, comme les syénites, viennent avec ou après les schistes luisans.

Je n'ai rencontré nulle part, dans les deux voyages que j'ai faits dans le Cotentin, aucune roche qui pût contredire l'idée que je me suis faite de la nature de ce terrain. Toutes celles que j'ai vues, soit hors de place, soit en place, étaient toujours des dépendances du terrain syéniteux. Ainsi on trouve près du hameau de la Perque, entre Saint-Sauveur et Coutance, une roche d'une dureté excessive; c'est une belle diabase noire et blanche. La roche sur laquelle est située Granville est un trappite schistoïde, etc.

Je ne suivrai pas plus loin le terrain syéniteux; ce que je viens de rapporter me semble suffisant pour prouver que cette partie du département de la Manche, qu'on connaît sous la dénomination de presque île du Cotentin, ne

renferme point de granites anciens, mais que la masse des roches d'apparence granitique qui s'y présente, appartient à la formation des syénites, et à celle des trappites d'une époque qui paraît être plus nouvelle, ou au moins du même tems que celles des schistes luisans.

Cette conséquence n'était amenée cependant que par des considérations minéralogiques; aucune observation directe ne m'avait démontré ni les superpositions de ces syénites sur le schiste argileux, ni à quelle époque ces schistes pouvaient être rapportés; car je n'osais et ne devais tirer aucun résultat général du fait isolé des schistes à empreintes de Vatteville. Je communiquai plusieurs de ces observations à M. d'Omalius d'Halloy, qui se proposait de visiter en septembre 1813 les départemens du N. O. de la France. J'ai reçu de ce géologue une note renfermant les résultats de ses observations sur les terrains granitoïdes de ce département (1). Il est absolument d'accord avec moi sur la détermination des roches qui entrent dans la composition de ces terrains, mais il a pu constater leur superposition aux environs de Morlaix, et dans quelques autres points septentrionaux de la Bretagne, dont les côtes sont, pour ainsi dire, en regard avec celles du Cotentin.

« A quatre kilomètres de Morlaix, d'après
 » M. d'Halloy, sur la route de Lannion, près
 » le hameau du Bois-de-la-Roche, on voit plu-
 » sieurs bancs de syénite porphyroïde rougeâtre

(1) Cette note est imprimée textuellement dans ce Journal, pag. 136.

» qui reposent bien clairement sur les schistes-
 » ardoises gris-bleuâtres, qui forment la roche
 » fondamentale de cette partie du département
 » du Finistère; les couches de ces deux roches
 » sont parfaitement parallèles et inclinées de
 » 50 à 60 degrés. Plus loin, après le vallon
 » de Dourdu, on retrouve le schiste qui par
 » son inclinaison est en recouvrement sur les
 » syénites, en sorte que cette roche paraît
 » non-seulement superposée au schiste, mais
 » encore alterner avec lui; elle passe comme
 » celles de la côte de Flamanville à la dia-
 » base et au trappite. »

Ces faits, sur lesquels l'exactitude connue et l'habitude de voir de l'observateur ne peuvent laisser aucun doute, semblent établir que la formation de la syénite des côtes de Bretagne est contemporaine de celle des schistes de ce même canton. Il s'agit actuellement de déterminer l'époque des dépôts des schistes interposés dans cette roche, c'est-à-dire, de rechercher si elle est antérieure ou postérieure à l'existence des corps organisés, et enfin de prouver la ressemblance complète du terrain de Bretagne et de celui du Cotentin.

On n'a, pour résoudre la première question, qu'une seule observation de M. de la Fruglaye; ce naturaliste a trouvé dans le schiste du château de Kerorio, à un kilomètre de Morlaix, une pétrification que M. d'Omalius d'Halloy a reconnue pour une espèce d'entroque. Ce fait pourrait paraître trop isolé, trop peu détaillé, pour établir l'époque de formation de ce schiste, et son identité avec celui qui est interposé entre les syénites des côtes de Bretagne, si

M. d'Halloy ne confirmait cette identité par la conformité de structure, de nature, et d'inclinaison qu'il a remarquée entre tous ces schistes.

M. d'Omalius d'Halloy arrivant dans le Cotentin, et dans les environs du bourg des Pieux, par une route différente de celle que j'ai suivie, a eu occasion de visiter d'autres lieux. J'ai décrit plus haut la succession des couches du hâvre de Rozel au cap de Flamanville. M. d'Halloy nous donne celle des couches, depuis Barneville jusqu'à la vallée de Rozel, et même jusqu'à la Hague.

Depuis Barneville jusqu'à 2 kilomètres au S. de la vallée de Rozel, c'est-à-dire, jusque vers Pierreville, on trouve des bancs alternatifs de schiste argileux *gris, jaunâtre ou brun*, de grès argileux de même couleur, et de calcaire gris-bleuâtre renfermant des zoophytes et des térébratules. Après ce calcaire, au milieu des schistes, on voit une roche d'agrégation renfermant beaucoup de felspath altéré. Enfin près des Pieux (c'est-à-dire, à mesure qu'on se rapproche des quartz grenus et des syénites), les schistes diffèrent, dit M. d'Halloy, de ceux qui alternent avec le calcaire en se rapprochant de l'ardoise et du stéaschiste. Ceux-ci, continue ce géologue, renferment un banc puissant de protogyne (1), presque vertical, et absolument parallèle aux couches schisteuses qui se trouvent

(1) Ce sont les propres expressions de M. d'Halloy. Or la protogyne, telle que j'ai caractérisée (t. 34, p. 31), *j. d. m.*, n'est souvent qu'une syénite altérée dans laquelle l'amphibole a pris tous les caractères de la stéatite.

des deux côtés. Immédiatement après la bande schisteuse qui succède à la protogyne, on trouve des grès argileux jaunâtres et rougeâtres, plus ou moins décomposés, et de beaux quartz grenus. Cette alternance du quartz grenu et du schiste, compose tout le terrain; depuis Dielette, au N. du cap de Flamanville, où j'ai terminé ma description des syénites, jusque près des côtes de la Hague. Enfin M. d'Halloy a vu près de Vatteville, dans le même canton, où j'ai rencontré l'ampélite à empreintes de padina, mais probablement dans un lieu différent, des bancs puissans d'une eurite porphyroïde rougeâtre à petits grains de quartz, intercalés dans des schistes et des quartz grenus.

Deux conséquences très-importantes pour l'histoire de la formation de la croûte superficielle du globe, peuvent être déduites des faits que je viens d'exposer : l'une est indubitable, l'autre est moins certaine, et me paraît exiger de nouvelles observations pour être définitivement admise.

La première conséquence, celle qui paraît indubitable, c'est que des roches bien évidemment cristallisées, dont toutes les parties ont été par conséquent tenues en complète dissolution, se sont déposées sur des roches formées par voie de sédiment, et qu'elles ont même alterné avec elles; il n'est donc pas vrai, comme on l'a cru pendant long-tems, que l'époque de la dissolution des roches soit constamment la plus ancienne, et que, du moment où la cause encore incompréhensible qui a pu mettre en dissolution les granites, les syénites, les diabases, etc., a cessé, elle ne se soit plus repro-

M. d'Halloy ne confirmait cette identité par la conformité de structure, de nature, et d'inclinaison qu'il a remarquée entre tous ces schistes.

M. d'Omalius d'Halloy arrivant dans le Cotentin, et dans les environs du bourg des Pieux, par une route différente de celle que j'ai suivie, a eu occasion de visiter d'autres lieux. J'ai décrit plus haut la succession des couches du hâvre de Rozel au cap de Flamanville. M. d'Halloy nous donne celle des couches, depuis Barneville jusqu'à la vallée de Rozel, et même jusqu'à la Hague.

Depuis Barneville jusqu'à 2 kilomètres au S. de la vallée de Rozel, c'est-à-dire, jusque vers Pierreville, on trouve des bancs alternatifs de schiste argileux *gris, jaunâtre ou brun*, de grès argileux de même couleur, et de calcaire gris-bleuâtre renfermant des zoophytes et des térébratules. Après ce calcaire, au milieu des schistes, on voit une roche d'agrégation renfermant beaucoup de feldspath altéré. Enfin près des Pieux (c'est-à-dire, à mesure qu'on se rapproche des quartz grenus et des syénites), les schistes diffèrent, dit M. d'Halloy, de ceux qui alternent avec le calcaire en se rapprochant de l'ardoise et du stéaschiste. Ceux-ci, continue ce géologue, renferment un banc puissant de protogyne (1), presque vertical, et absolument parallèle aux couches schisteuses qui se trouvent

(1) Ce sont les propres expressions de M. d'Halloy. Or la protogyne, telle que j'ai caractérisée (t. 34, p. 31), *j. d. m.*, n'est souvent qu'une syénite altérée dans laquelle l'amphibole a pris tous les caractères de la stéatite.

des deux côtés. Immédiatement après la bande schisteuse qui succède à la protogyne, on trouve des grès argileux jaunâtres et rougeâtres, plus ou moins décomposés, et de beaux quartz grenus. Cette alternance du quartz grenu et du schiste, compose tout le terrain; depuis Dielette, au N. du cap de Flamanville, où j'ai terminé ma description des syénites, jusque près des côtes de la Hague. Enfin M. d'Halloy a vu près de Vatteville, dans le même canton, où j'ai rencontré l'ampélite à empreintes de padina, mais probablement dans un lieu différent, des bancs puissans d'une eurite porphyroïde rougeâtre à petits grains de quartz, intercalés dans des schistes et des quartz grenus.

Deux conséquences très-importantes pour l'histoire de la formation de la croûte superficielle du globe, peuvent être déduites des faits que je viens d'exposer : l'une est indubitable, l'autre est moins certaine, et me paraît exiger de nouvelles observations pour être définitivement admise.

La première conséquence, celle qui paraît indubitable, c'est que des roches bien évidemment cristallisées, dont toutes les parties ont été par conséquent tenues en complète dissolution, se sont déposées sur des roches formées par voie de sédiment, et qu'elles ont même alterné avec elles; il n'est donc pas vrai, comme on l'a cru pendant long-tems, que l'époque de la dissolution des roches soit constamment la plus ancienne, et que, du moment où la cause encore incompréhensible qui a pu mettre en dissolution les granites, les syénites, les diabases, etc., a cessé, elle ne se soit plus repro-

duite. C'est une règle géologique trop promptement établie, et qu'il faut désormais abandonner.

Les exemples de cette alternance de roches cristallisées et de roches de sédiment, sont encore peu nombreux, parce que ce n'est que depuis peu de tems qu'on a introduit en géologie la méthode d'observation qu'on suit maintenant. Cependant on peut ajouter aux faits que je viens de rapporter, ceux qui ont été observés, tant au Harz que dans les environs de Dresde, par MM. de Raumer et de Bonnard : ces géologues ont reconnu, à l'Est de l'Erzegebirge, une formation de syénite dans laquelle se trouve, comme dans le Cotentin, du granite et même du gneiss. Cette syénite est superposée au schiste argileux, et même à cette roche classique que les minéralogistes allemands nomment *grauwacke*.

La seconde conséquence, quoique bien plus remarquable, n'a pas dans ce cas-ci le même degré d'évidence que la première; c'est celle qui résulte de la présence des débris de corps organisés au-dessous des roches granitiques et syénitiques.

Si les syénites et les granites du département de la Manche sont réellement superposés au calcaire et aux schistes dans lesquels M. d'Halloy et moi avons vu des coquilles et des empreintes, on en conclura que les causes qui ont produit la dissolution des roches, ont reparu sur la terre, lorsque sa surface, tranquille depuis long-tems, avait pu être habitée par des êtres vivans.

Cette conséquence si inattendue, si opposée

à l'idée qu'on s'était faite, d'après un grand nombre d'observations de l'ordre de succession des terrains, demande pour être admise les preuves les plus évidentes; et, si les faits que j'ai rapportés plus haut étaient isolés et particuliers au pays que je viens de décrire, on pourrait les regarder comme incomplètement constatés, ou comme une anomalie et une exception locale; mais ils acquièrent une probabilité voisine de la certitude, par la ressemblance qu'ils ont avec ceux que MM. de Buch et Haussmann ont observés en Norwège, et que ces géologues célèbres ont décrits avec des détails qui ne peuvent laisser presque aucun doute sur leur exactitude. Il me suffira de rappeler que MM. de Buch et Haussmann ont reconnu, au-dessous d'un terrain composé de couches de syénite zirconienne, de granite, de porphyre, de grès et de schiste argileux, placés dans l'ordre où je viens de les nommer, des couches de calcaire noir, remplies d'orthocératite, d'encrinites, et d'autres coquilles et zoophites.

Ce n'est pas ici le lieu de développer davantage cette succession de couches, remarquable et observée pour la première fois en Norwège. Ce que je viens d'en dire suffit pour faire voir qu'il n'est plus possible d'admettre, telles qu'elles ont été établies, les grandes divisions de la succession des formations des couches du globe, et les dénominations qu'on leur a données de *primitive*, de *transition*, de *secondaire*, ou de *sédiment* et de *transport*.

En examinant même rapidement ces divisions, leurs caractères et leurs noms, on les

trouve presque toujours ou inexactes, ou en opposition avec les observations modernes.

En effet, si après avoir attribué le nom de *primitif* aux terrains composés de granites, de gneiss, de porphyre, etc., parce qu'on les supposait constamment inférieurs aux terrains composés de roches de sédiment, et renfermant des débris de corps organisés, on voit reparaître ces mêmes roches au-dessus des terrains de sédiment, qu'est-ce qui peut nous assurer qu'il n'y ait pas au-dessous des granites les plus profonds des terrains semblables à ceux qui sont au-dessous des seconds granites : qui peut même nous assurer que le granite soit la roche primitive par excellence dans l'acception vulgaire de ce mot, c'est-à-dire, la roche la plus inférieure de toutes celles que nous connaissons, celle enfin qui a précédé l'existence des corps organisés : en étudiant les granites d'un grand nombre de pays, pour tâcher de distinguer clairement les anciens granites des nouveaux, c'est-à-dire, ceux qui sont sur le schiste ou alternent avec lui, on trouve très-peu de pays granitiques que l'on puisse rapporter avec certitude à cette ancienne et primitive formation des granites, comme va le prouver ce que nous allons dire sur les terrains de transition.

Ne serait-il pas fort remarquable qu'après avoir regardé pendant si long-tems, et sans le moindre doute, le granite comme la plus ancienne et la plus profonde des roches connues, il fût prouvé que c'est aux schistes argileux portant certaines empreintes végétales, au calcaire noirâtre ou bleuâtre renfermant certaines pétrifications, et à d'autres roches non cristal-

lisées,

lisées, à des roches même formées de débris, qu'il fallût attribuer cette priorité de formation ? On n'en est pas encore là, et on n'y arrivera peut-être jamais ; mais il suffit que le résultat soit rendu possible par les observations qu'on fait tous les jours de roches granitiques placées au-dessus des couches remplies de pétrifications, pour qu'on apporte beaucoup de réserve dans l'admission, ou au moins dans l'application des dénominations de terrains primitifs, secondaires, etc.

Cette incertitude actuelle dans la détermination des *terrains primitifs*, s'applique avec encore plus de force à la dénomination et à la distinction des *terrains de transition*. Depuis quelques années les observations qu'on a faites sur ces terrains en ont considérablement agrandi le domaine, et en ont rendu la définition tellement vague, qu'il est impossible, dans le plus grand nombre des cas, d'en faire l'application avec quelque exactitude. Les terrains de transition se sont confondus pendant long-tems avec les terrains secondaires ; ils ne se distinguent presque plus maintenant des terrains primitifs. C'est aux dépens de ce dernier terrain que leur domaine s'étend actuellement, et il s'étend tellement, qu'on ne sait plus déjà où trouver un véritable terrain primitif. Voici le Cotentin, et presque toute la Bretagne, ramenés, par les faits renfermés dans ce Mémoire, à la classe des terrains de transition les mieux caractérisés ; d'après les géognostes allemands, les plus belles syénites de Norwège, alternant avec de véritable granite dans l'acception minéralogique de ce mot, appartiennent non-seulement au terrain

de transition, mais, dit M. Haussmann, au terrain de transition nouveau; une grande partie des Alpes, de la Tarentaise, renfermant cependant les roches cristallisées les mieux caractérisées, et embrassant même les granites des Hautes-Alpes, a été placée par M. Brochant parmi les terrains de transition.

M. de Buch paraît porté à croire que les gneiss, entre Martigny et Saint-Maurice, sous le Branson, que ceux qu'on voit entre Martigny et Saint-Branchier, appartiennent à la formation qu'il nomme *de la grauwacke*, roche caractéristique des terrains de transition.

M. de Raumer, comme nous l'avons dit, en rapportant les granites et les syénites d'une partie de la Saxe et du Harz, à la formation des schistes, les ramène par cela même aux terrains de transition. Il suffit de voir la description qu'il en donne pour en être convaincu. M. de Charpentier regarde le granite des Pyrénées comme de seconde formation. Or quelle différence y a-t-il entre ce granite et celui des schistes, et entre celui-ci et le granite de transition ?

Enfin on ne sait plus où trouver un porphyre ou une syénite évidemment primitive, quoique dans toutes les séries de roches par formation, présentées jusqu'à présent par les géognostes allemands, ces roches se trouvent toujours placées parmi les primitives. Les porphyres de Pergine, de Halle, de Schweidnitz, de Thuringe, absolument semblables aux porphyres primitifs, etc., sont rapportés, par M. de Buch et par d'autres géologues, à la formation de transition.

Ce n'est pas le lieu d'énumérer tous les pays granitiques et porphyritiques, dans lesquels ces roches ont des liaisons de formation avec des roches de sédiments, qui renferment ou peuvent renfermer des roches clastiques et des empreintes de corps organisés, caractère irrécusable des terrains de transition : mais on arriverait par cette suite de recherches à ce singulier résultat, qu'il n'y a presque plus que les pays granitiques et porphyritiques mal observés, et par conséquent incomplètement connus, qui restent parmi les terrains qu'on nomme encore *primitifs*.

L'ordre des *terrains secondaires*, beaucoup trop étendu, demande à être subdivisé en plusieurs groupes qui ne seront pas d'une moindre importance que les précédens, et qui par cela même devront porter chacun un nom distinctif.

Enfin on trouve à toutes les époques des *terrains de transport*, c'est-à-dire, des terrains composés des débris des roches qui leur sont antérieures; ils ne doivent donc pas constituer un ordre distinct.

Les divisions, les dénominations précédentes, et leurs définitions étaient fondées, lorsqu'on les a établies sur les faits observés alors, et cet ordre mis dans les résultats des observations fut un service éminent rendu à la géognosie; il créa la science; mais actuellement de nouvelles observations doivent nécessairement y apporter de grands changemens. Quoique les faits soient beaucoup plus multipliés, qu'on en ait découvert de très-importans, je ne me dissimule pas la difficulté d'établir une bonne division des terrains qui composent l'écorce du

globe : mais, comme il n'est pas possible non plus, ainsi que je viens de l'exposer, de conserver l'ancienne, il faut en chercher une qui, fondée uniquement sur les faits observés, ne servira qu'à les généraliser, et qui soit bonne, tant que les conséquences tirées de ces faits n'auront pas été modifiées par de nouvelles observations. Je sais que j'annonce une sorte d'hésitation dans la marche de la science ; mais les sciences les plus précises, telles que la physique, la chimie, etc., n'ont-elles pas éprouvé dans leur théorie, c'est-à-dire, dans le système de généralisation de leurs faits, des changemens qui ont été une suite nécessaire de leurs progrès ?

Le principe de cette division sera de séparer les terrains en divers groupes, qui pourraient être désignés par des noms tirés, ou de la roche ordinairement dominante dans ces groupes, ou d'autres propriétés caractéristiques, mais qui ne désigneraient ni l'époque de formation de ces terrains, ni l'ordre de leur superposition.

La série dans laquelle on placera ces groupes, ou mieux encore l'histoire des rapports qu'on aura reconnus entre eux, et les autres groupes, établira peu à peu, d'abord la réalité d'un ordre de superposition, dans le cas où il y en aurait un réel et constant, et ensuite cet ordre lui-même, à mesure que les observations le feront connaître.

Ne pourrait-on pas, par exemple, essayer, dans l'état où est actuellement la science, de diviser en neuf classes, groupes ou époques différentes, les terrains qui composent la partie connue de l'écorce du globe ?

La *première classe* renfermerait les terrains dans lesquels on n'a encore découvert aucun débris de corps organisés, dont la structure est généralement cristallisée, et dans la composition desquels les roches granitiques, proprement dites, sont dominantes.

La *deuxième classe* comprendrait les terrains de structure généralement compacte, de formation de sédiment, renfermant quelques débris de corps organisés ; ces corps diffèrent beaucoup de ceux qui vivent actuellement à la surface du globe ; il paraît qu'on y trouve principalement des empreintes de végétaux monocotyledones, et de ces animaux qui ont tant de ressemblance extérieure avec les végétaux, qu'on les a nommés *zoophytes* ; les végétaux et ces animaux caractériseraient particulièrement ce groupe.

On connaît d'autres terrains également formés par voie de cristallisation, mais renfermant cependant quelques couches de sédiment, ne présentant aucune trace de corps organisés, et renfermant pour roches caractéristiques les syénites et des porphyres ; ces terrains, qui sont ordinairement posés sur les précédens, ou qui alternent avec eux, formeraient, mais dans le premier cas seulement, une *troisième classe* ou groupe.

A la *quatrième classe* commencent les terrains qui renferment abondamment des débris de corps organisés ; ce sont les débris d'animaux marins qui y dominent ; on pourra les subdiviser d'après l'ordre ou le genre d'animaux qui y sont le plus abondans ou le plus caractéristiques.

La *quatrième classe* comprendrait les terrains de sédiment où le calcaire compacte est dominant; quoique ce calcaire contienne des coquilles de presque tous les genres, certaines espèces de gryphites et d'ammonites, y paraissant plus abondantes, pourraient servir à le caractériser.

La *cinquième classe* renfermerait la craie, et les calcaires qui, présentant les mêmes corps marins qu'elle, paraissent être aussi de la même formation; ces animaux marins sont principalement des bélemnites, des oursins, et des espèces de gryphites, et de térébraules différentes de celles que renferme le quatrième terrain.

La *sixième classe* comprendra le calcaire horizontal dans lequel les cérîtes paraissent être les pétrifications caractéristiques: c'est notre sol des environs de Paris, et d'une grande partie du milieu de la France.

Enfin le *septième groupe* présenterait les terrains très-abondamment répandus, souvent aussi d'une grande épaisseur, qui ne renferment que des débris de corps organisés ayant vécu sur la terre, ou dans les eaux douces sans mélange constant de corps marins.

Une *huitième sorte* de terrain, souvent très-différent de tous ceux que nous venons d'indiquer, ne pouvant être, jusqu'à présent, rattachée à aucun d'eux, et dont la position relative est ou inconnue, ou peut-être même variable, se présente sur divers points du globe. On a beaucoup disputé sur son origine, qu'on a attribuée tantôt à l'action du feu, tantôt à celle de l'eau; il me paraît

inconvenable de lui conserver le nom de *terrain trappéen compacte*, qui ne fait rien préjuger sur cette origine. Les roches à base de trapp ou d'amphibole compacte y dominant; et, quoique ces terrains présentent quelquefois des roches de formation cristalline, ils sont cependant plus essentiellement composés de roches à structure compacte, telles que les basaltes, les vakites, etc.

La *neuvième classe* renfermera les terrains dont l'origine ignée ne peut être douteuse, puisqu'ils se sont formés souvent sous nos yeux; mais le nom de *volcaniques* qu'on leur a donné, n'indique qu'un des modes de formation ignée. On pourrait les désigner par le nom plus général de: TERRAINS PYROXÈNES.

Les terrains volcaniques, les pseudo-volcaniques, etc., en font partie.

On voit qu'il n'a point été question, dans cette énumération, des terrains de transport; j'ai dit qu'il y en avait dans tous les groupes: ils forment donc des subdivisions de ces groupes, que je désigne généralement par l'épithète de *clastique*.

Telle est l'esquisse de division que j'ai cru pouvoir proposer, plutôt comme exemple de l'application des principes que j'ai exposés plus haut, que comme un projet réel de division. C'est pour ce motif que je n'ai assigné aucun nom aux groupes que j'ai indiqués.