

sur la montagne qui domine la vallée, un beau pays cultivé s'étend au loin sous vos yeux ; mais le ruisseau fait un coude, et l'on se trouve transporté comme par enchantement dans l'endroit le plus sauvage de la nature. Le Rostrapp est une pointe de roche de granite, qui s'avance au milieu dans la vallée ; ses bords sont taillés à pic, et ses flancs déchirés font voir le terrain primitif le mieux caractérisé. Non loin de là, on voit des *ghünsteins*, et de nombreux filons de quartz courent au milieu des roches ; en redescendant par la vallée, et s'avancant vers le pays cultivé, on voit le granite disparaître sous la *grauwacke*, qui elle-même se cache bientôt sous les sables qui entourent le Hartz de ce côté. Ces terrains sablonneux s'étendent dans tout le nord de l'Allemagne, et dans les parties contigues de la Pologne et de la Russie, jusqu'à la Finlande.

NOTICES

SUR LE HARTZ,

PAR M. DE BONNARD,

Ingénieur en chef au Corps royal des Mines.

I. *Aperçu physique du Hartz* (1).

EN considérant le Hartz géologiquement, on peut regarder les terrains dont il est formé comme se rattachant à la grande zone de terrain schisteux, qui se dirige de l'ouest-sud-ouest à l'est-nord-est, depuis le nord de la France, à travers le nord de l'Allemagne ; mais la continuité de cette zone souffre, au moins à la surface du sol, une interruption considérable en Westphalie, et sous tous les rapports le Hartz forme un groupe de montagnes isolées au milieu de terrains de formation plus moderne. Ce groupe, qui présente une forme allongée du nord-ouest au sud-est, est compris entre 27^d 50' et 29^d de longitude (2), et entre 51^d 33' et 51^d 56' de latitude. Sa plus grande longueur est d'environ 22 lieues, de Seesen à Friederich'srode, et sa largeur de 8 lieues, entre Wernigerode et Walken-

Le Hartz est un groupe de montagnes isolé.

Sa forme et sa position géographique.

(1) Une grande partie des indications que renferment cette notice et les suivantes peut être vérifiée sur la belle carte du Hartz, qui forme la planche 2 de l'atlas *de la Richesse minérale* de M. Héron de Villefosse.

(2) Les montagnes formées de terrains de transition se prolongeant vers le sud-est jusqu'à 29^d de longitude, je crois devoir reculer ainsi la limite orientale du Hartz un peu au-delà de la limite de la carte de M. Héron de Villefosse.

ried. Le Brocken, la plus haute sommité du Hartz et de tout le nord de l'Allemagne, est élevé, d'après les observations barométriques de M. de Villefosse; de 1132 mètres au-dessus du niveau de la mer Baltique. La pente des montagnes du Hartz, rapide vers le nord, est en général douce vers le midi, et sur-tout vers le sud-est.

Rameaux
de monta-
gnes qui di-
vergent sur
le Hartz.

Plusieurs petites chaînes, ou rameaux de montagnes généralement plus élevées que les autres; partent du Brocken comme centre, et divergent en différens sens sur le Hartz. Il faut remarquer principalement les deux qui forment la ligne de partage des eaux, et qui se dirigent l'une vers le nord-est, l'autre vers le sud du Brocken. A l'est de cette crête, les eaux coulent vers l'Elbe par plusieurs petites rivières, dont la plus considérable est la Bode; à l'ouest, les eaux coulent vers le Weser, soit au midi par la Soese et l'Oder, qui se réunissent pour se jeter dans la Leyne, soit au nord par l'Innerst et l'Ocker. On doit également distinguer le rameau des *Lerchen Käpfe*, qui, partant du flanc occidental du Brocken, et situé entre la vallée de l'Ocker et celle de la Radau, se dirige vers le nord-ouest; et surtout celui du *Bruchberg*, dont le point de départ semble être le même que celui du précédent, et qui, dirigé au sud-ouest, sépare les vallées de la Sieber et de la Soese, et forme une sommité presque continue depuis le Brocken jusqu'aux environs de Hertzberg, où elles s'abaisse vers la plaine. Ces petites chaînes sont en général élevées de 7 à 9 cents mètres au dessus de la mer.

Plateaux.

Deux plateaux principaux assez unis doivent aussi être remarqués sur le Hartz: l'un, à l'ouest

du Brocken, comprend les villés de Clausthal et Zellerfeld ainsi que leurs environs; son élévation générale est de 580 mètres; l'autre vers l'est, comprend les contrées d'Elbingerode et de Hüttenrode, il est de 50 mètres moins élevé. Sur celui-ci, on trouve des champs cultivés, on y recueille du seigle et de l'avoine; sur l'autre, on commençait en 1806 à cultiver des pommes de terre autour de Clausthal. Ce dernier est encore remarquable par les belles prairies dont il est couvert, qui fournissent abondamment un excellent foin, et sont pour la plupart à deux coupes. Les vallées qui sillonnent les deux plateaux sont peu profondes.

Le reste du Hartz est en général sans aucune culture, excepté dans la partie du sud-est, où le sol est beaucoup moins élevé; et les flancs des montagnes y sont couverts de forêts de sapins, ou de terrains vagues, qui ne sont autre chose que d'anciennes forêts détruites, soit par des incendies ou des ouragans, soit par les ravages d'un insecte appelé *borken käfer* (*dermestes typographus?*), soit par l'incurie avec laquelle les bois étaient jadis exploités dans un climat dont l'âpreté rend de nombreuses précautions nécessaires pour la reproduction des forêts. On trouve quelques prairies seulement dans le fond des vallées, qui ont peu de largeur. Les pentes des montagnes, quoique rapides, sont assez uniformes et sans escarpemens remarquables, dans le terrain de grauwacke dont la plus grande partie du Hartz est formée: il n'en est pas de même dans les parties granitiques; et les vallées de la Bode, de l'Ilse et de l'Ocker offrent des points de vue aussi pittoresques que

Aspect du
sol. Forme
générale des
montagnes.

variés, qui rappellent les sites des pays des hautes montagnes. Sans y apercevoir une différence aussi frappante, on remarque cependant la profondeur et la rapidité des pentes des vallées de l'Oder et de la Sieber, et de leurs affluens, c'est-à-dire des environs d'Andreasberg, contrée placée entre les deux rameaux principaux du midi que nous avons indiqués, mais formée d'un terrain de schiste et de quartz, qui est différent du terrain de grauwacke, et regardé comme de formation plus ancienne.

Au nord et au nord-est, les montagnes du Hartz sont comme coupées presque à pic, et l'on observe à peine quelques collines dans les plaines riches et étendues de Blankenburg et de Halberstadt, de Goslar et de Wolfenbüttel; vers le sud, où la pente est beaucoup moins rapide, c'est aussi un pays de plaines ou de collines basses qui se présente au pied du Hartz. Au sud-est au contraire, les montagnes ne s'abaissent que peu-à-peu, et les collines qui constituent le pays de Mansfeld peuvent être regardées comme la suite des montagnes du Hartz.

II. Sur l'ancienneté relative des terrains du Hartz.

Nature des
terrains du
Hartz.

Lorsqu'un groupe de montagnes est formé, comme le Hartz, en partie de granite, en partie d'autres terrains cristallins et durs et de schistes argileux ou siliceux qui ne contiennent pas de vestiges de corps organisés, en partie des variétés de psammite et de poudingue connues sous le nom de *grauwacke*, alternant avec un phyllade plus ou moins micacé (*grauwacken schiefer*),

l'un et l'autre contenant des empreintes de végétaux et de coquilles, en partie enfin de terrains calcaires, qui semblent entièrement composés de madrépores et qui se présentent liés avec les deux terrains précédens, on est naturellement porté à regarder le granite comme constituant le noyau de tout l'ensemble; les diabases cristallines, les euphotides, les *hornfels*, les quartzites, les schistes durs et sans fossiles, comme suivant immédiatement le granite dans l'ordre d'ancienneté et comme appartenant avec lui aux formations primordiales; enfin on pense que les grauwackes, les phyllades micacés et les calcaires, dont la place est généralement bien déterminée parmi les terrains intermédiaires, doivent être superposés aux autres terrains.

Tel est en effet l'opinion admise depuis longtemps relativement aux terrains du Hartz, et indépendamment des analogies générales qui peuvent porter à la concevoir, l'observation locale fournit un assez grand nombre de faits pour l'appuyer. En partant du Brocken et se dirigeant vers le nord ou le nord-est, c'est-à-dire dans l'espace compris entre cette montagne et les villes de Neustadt, Ilseburg et Wernigerode, on ne trouve guère, outre le granite, que ces terrains cristallins et durs qui sont regardés comme primordiaux; et en plusieurs endroits on peut conclure de leur disposition qu'ils sont immédiatement appuyés sur le granite central. En se dirigeant du Brocken vers le sud, on retrouve jusqu'aux environs d'Andreasberg des terrains analogues, avec des schistes et des jaspes schistoïdes, qui ne présentent aucune trace d'êtres organisés, et quelquefois encore on les

Opinion
générale sur
leurs rap-
ports d'an-
cienneté.

Faits qui ap-
puient cette
opinion.

voit superposés au granite; ailleurs on peut conclure une superposition semblable de l'inclinaison des couches schisteuses. En s'avancant davantage vers le sud, on voit que les terrains réputés primordiaux sont évidemment recouverts par des terrains de grauwacke. Enfin dans toute la partie orientale du Hartz, on remarque une inclinaison générale des couches du terrain de grauwacke vers le sud-est, qui peut porter à le considérer comme reposant sur le granite du Brocken, ou sur les autres terrains précédemment observés.

Les minéralogistes qui ont habité ou visité le Hartz jusqu'à ces derniers temps, ont pu concevoir des idées un peu différentes l'une de l'autre, relativement à l'ancienneté des terrains de *hornfels*, de quarzite, ou de schiste dur des environs d'Andreasberg; mais ils se sont accordés à reconnaître la primordialité du granite, et son antériorité par rapport à tous les autres terrains qu'ils regardent comme lui étant superposés. M. Hausmann, qui a publié en 1807 une description géognostique du Hartz extrêmement instructive (1), a non-seulement énoncé la même opinion; mais il paraît, d'après le dire de MM. Lamé et Clapeyron, qu'il la conserve, après des observations postérieures entreprises dans le but de la vérifier. Revêtue de cette nouvelle et imposante sanction, cette manière de voir doit paraître mériter toute confiance. Cependant une idée tout-à-fait différente se propage

(1) *Geognostische Skizze von Süd-Nieder-Sachsen*, insérée dans le n°. 2 du *Nord-Deutsche Beytrage zur Berg und Hüttenkunde*. Brunswick, 1807.

depuis quelques années parmi les géologues allemands, et il me semble intéressant de la faire connaître. Elle a été émise très-succinctement, en 1811, par M. de Raumer, dans ses *Fragmens géognostiques*; M. Schulze l'a adoptée dans un mémoire sur le Hartz, inséré dans l'*Annuaire minéralogique* de M. Leonhard pour 1815; depuis, cette opinion a été défendue et combattue dans plusieurs ouvrages allemands que je ne connais pas (1). Je m'appuierai en conséquence principalement, dans les indications suivantes, sur mes propres observations, par lesquelles j'avais été conduit, dès 1806, à concevoir une opinion analogue; mais je me bornerai à exposer *des doutes*: l'extrême réserve qu'on doit toujours s'imposer quand on veut tirer une conséquence quelconque d'observations géognostiques, est impérieusement commandée sur-tout, quand cette conséquence est opposée à une opinion soutenue par M. Hausmann.

C'est particulièrement en étudiant la partie occidentale du Hartz, qu'on peut parvenir à douter de la primordialité du granite du Brocken. Il faut d'abord remarquer que dans tout le Hartz, et spécialement dans tout le terrain de grauwacke qui constitue au moins les trois quarts de la masse des montagnes, on reconnaît aux couches une direction générale vers l'est-nord-est, et une

Opinion
différente.

Faits qui
l'appuient.

Stratifica-
tion générale
des terrains
du Hartz.

(1) Dans un mémoire fort intéressant, inséré dans l'*Annuaire minéralogique* de M. Leonhard, pour 1821, et qui ne m'est parvenu que postérieurement à la rédaction de ces notices, M. Gërmar combat l'idée du peu d'ancienneté du granite du Hartz, qu'il regarde comme étant bien de formation primordiale.

inclinaison également générale vers le sud-sud-est, qui ne souffrent que peu d'exceptions locales. On a vu, dans la notice précédente, que l'ensemble des montagnes du Hartz avait une forme allongée du nord-ouest au sud-est : ainsi la direction générale des couches est presque perpendiculaire au sens dans lequel le groupe est allongé. Le Brocken est situé un peu à l'ouest de la ligne qui formerait le petit axe de cette espèce d'ellipse grossière, et au nord-nord-ouest du centre. Autour du Brocken, l'ensemble des terrains regardés comme de formation primordiale remplit à-peu-près un espace triangulaire, qui aurait pour base la limite nord du Hartz, depuis l'usine d'Ockerhütte (une demi-lieue à l'est de Goslar) jusqu'à la ville de Wernigerode, et dont le sommet serait placé un peu au midi de la ville d'Andreasberg. Au sud-est de cet espace triangulaire, les mêmes terrains et le granite reparaissent en plusieurs endroits, au milieu des formations reconnues comme intermédiaires; mais dans toute la partie de l'ouest et du nord-ouest, on ne trouve aucune trace de ces terrains présumés primitifs, si ce n'est dans le prolongement du rameau du *Bruchberg* à l'ouest d'Andreasberg, un peu en dehors du triangle. Or, d'après l'inclinaison générale de la stratification vers le sud-est, cette partie occidentale est précisément celle dont les couches paraissent plonger au-dessous de toutes les autres, et en beaucoup de points elles semblent s'enfoncer sous le terrain granitique qui est situé plus loin. Je sais à quelles erreurs l'on s'expose en voulant conclure une superposition de terrains uniquement d'observations de ce genre, et lorsqu'en

Les couches de grau-
wacke semblent
quelquefois plonger
sous le granite.

aucun point la superposition directe n'a été constatée; mais il faut se souvenir que cette inclinaison générale vers le sud-est, observée dans toute la partie orientale du Hartz, est un des faits dont on s'appuie pour établir l'ancienneté des terrains cristallins, relativement aux terrains de grauwacke de cette partie du groupe; et il est au moins bien remarquable que, sur la limite occidentale de ces terrains réputés primordiaux, on ne voit nulle part le terrain de grauwacke avec l'inclinaison vers l'ouest, qui indiquerait sa superposition, tandis qu'en beaucoup de localités, au contraire, il manifeste une pente opposée. Dans la partie orientale, où le granite se montre en plusieurs endroits, au milieu de terrains reconnus pour intermédiaires, on n'a même indiqué nulle part, dans les couches de ceux-ci, la variété d'inclinaison qui dénoterait leur apposition autour des différens noyaux granitiques: cette inclinaison reste à-peu-près constamment la même (1).

Nulla part
le granite ne
fait varier
l'inclinaison
de la grau-
wacke.

(1) M. Germar exprime dans son mémoire l'opinion que les couches des terrains schisteux du nord de l'Allemagne et en particulier du Hartz, ayant une direction générale de l'O.-S.-O. à l'E.-N.-E., ne doivent pas être dérangées dans leur allure par les masses saillantes des terrains cristallins plus anciens qu'elles rencontrent; qu'ainsi elles ne peuvent pas offrir autour de ces masses primordiales la variété de pente, qu'on exigerait à tort comme preuve de leur superposition, et qu'elles doivent se présenter inclinées vers le granite, à l'ouest et au nord des montagnes granitiques, comme on le remarque dans le Hartz, sans qu'on puisse induire de cette disposition aucune probabilité de formation contemporaine. La force de ce raisonnement me semble bien diminuée par l'observation de la montagne de l'berg, où, ainsi qu'on le verra tout-à-l'heure, le terrain de grauwacke présente des

Les terrains d'Andreasberg ont la même stratification.

Les terrains de schiste dur et de jaspe schistoïde (*kieselschiefer*) des environs d'Andreasberg, que l'on considère également comme de formation primordiale, paraissent bien en quelques points, immédiatement appuyés sur le granite, ou sur le *hornfels* qui recouvre le granite; mais leur inclinaison générale, ainsi que celle qu'on peut reconnaître aux terrains de quartzite du *Bruchberg*, est à-peu-près celle des terrains de grauwacke qui sont situés à l'ouest du *Bruchberg*, et qui sembleraient par conséquent devoir aussi leur être inférieurs. Dans la partie orientale du Hartz, M. Schultze indique des terrains semblables, qui lui ont paru être de formation contemporaine aux terrains de grauwacke, et offrir avec ceux-ci plusieurs passages et mélanges. Mais plusieurs observations locales tendent également à faire douter de l'antériorité constante du granite du Hartz, relativement aux autres terrains que l'on a regardés avec lui comme primordiaux.

Le granite semble aussi stratifié.

Eu remontant la vallée de l'Ilse, on trouve à une lieue d'Ilseburg des rochers escarpés de granite, connus sous le nom d'*Ilsesteinsklippe*: situés en face l'un de l'autre, des deux côtés de la vallée, qui se rétrécit à leur approche et se rélargit au-dessus d'eux, ils semblent faire partie d'une couche de granite située au milieu de terrains différens qui ont moins ré-

inclinaisons très-différentes sur les différentes faces du terrain calcaire intermédiaire; et il paraît assez difficile de concevoir comment des masses primordiales n'ont pas produit sur les couches de terrains de transition autant d'effet que des masses calcaires à peine antérieures à ces couches.

sisté à l'action des eaux. Depuis long-temps Lasius a fait connaître que ces rochers montraient des indices très-marqués d'une stratification parallèle à la stratification générale des terrains du Hartz. En remontant la vallée davantage, on trouve des terrains schisteux et quartzeux avec la même stratification; plus haut encore, on retrouve le granite.

Aux rochers de *Rosstrapp*, situés à l'extrémité orientale du Hartz, sur les bords de la vallée de la Bode, il m'a semblé reconnaître également au granite une stratification assez déterminée, et une inclinaison générale des couches vers l'est. J'y ai vu aussi des couches de quartz, de diabase schistoïde et d'une espèce de mica-schiste, qui m'ont paru alterner avec les couches granitiques. M. Schultze indique une stratification générale, au moins comme apparente, dans les nombreux rochers granitiques des *Hohneklippe*, à l'est du Brocken. Le même observateur a reconnu au pied du *Ramberg*, montagne de grauite située à une lieue au sud-sud-est de Rosstrapp, une couche de grauite intercalée dans un terrain de jaspe schistoïde et d'argilolite (*kieselschiefer* et *thonstein*).

Le granite alterne quelquefois avec d'autres terrains.

Sur le mont *Adenberg*, au nord du Hartz, à l'extrémité du rameau des *Lerchenköpfe*, sur la rive droite de l'Ocker, j'ai reconnu une couche de granite distinctement encaissée entre les couches de quartzite et de jaspe schistoïde dont la montagne est formée. Sur le *Sandbrink*, qui fait partie de la même chaîne, M. de Raumer indique le granite comme étant mélangé avec le *hornfels*. On retrouve ce mélange, par petites couches alternatives, à la montagne du

Rehberg, où cependant, en définitive, le *hornfels* recouvre le terrain granitique. Au nord-ouest du Brocken, dans les montagnes qui bordent la Radau, et qui sont entièrement formées d'euphotide (long-temps désigné là sous le nom de *grünstein* ou de trapp primitif), on a reconnu plusieurs bancs de granite intercalés dans ce terrain (1).

(1) M. Gernar décrit le gisement de ces couches granitiques : elles sont, dit-il, dirigées du sud au nord et inclinées vers l'est. Le terrain d'euphotide qui les renferme ne présente pas de stratification déterminée ; cependant l'auteur regarde les gîtes de granite comme formant évidemment des couches ou *bancs* (*lager*), et il tire de leur allure différente de celle des couches de grauwaacke, une induction de plus contre l'identité d'ancienneté des deux formations. Il appuie encore cette idée sur ce que, dans tout le Hartz, les masses granitiques lui ont paru allongées du sud au nord, et par conséquent dans une direction transversale à celle des terrains intermédiaires. Il pense que ces masses granitiques du Hartz correspondent à celles de même nature qui sont situées dans le Thüringer-Wald, à-peu-près sous les mêmes méridiens.

Je ne crois pas que le terrain de granite qui constitue la masse du Brocken et de ses environs, puisse être regardé comme beaucoup plus allongé du nord au sud que de l'est à l'ouest ; mais il est vrai qu'à l'extrémité orientale du Hartz, le granite de la Rosstrapp offre des indices de couches qui pendent vers l'est, et que les trois masses granitiques de Rosstrapp, du Ramberg et de l'Auerberg (sur-tout la première et la troisième) sont situées à-peu-près au midi l'une de l'autre. Je ne sais si cette circonstance suffit pour confirmer la manière de voir de M. Gernar : quant à ses idées sur la correspondance des terrains granitiques du Hartz et du Thüringer-Wald, il ne les donne que comme un aperçu qui n'est pas fondé sur des observations précises. Ne connaissant pas le Thüringer-Wald, je ne puis appuyer ni combattre ce rapprochement, bien différent de celui que je vais indiquer ; je ferai seulement observer qu'il me paraît opposé aux idées reçues sur la disposition générale en Europe, soit des terrains de même nature, soit

Rappelons ici que plusieurs des roches des terrains granitiques du Hartz sont de véritables syénites, que quelques autres sont des protogynes, et qu'on s'accorde assez à penser que les protogynes et les syénites appartiennent souvent aux terrains intermédiaires. Rappelons encore, avec M. de Raumer, que les environs de Dohna en Saxe, nous ont offert, au-dessus d'un terrain schisteux contenant des couches de grauwaacke, des roches analogues à celles qui accompagnent le granite du Hartz, entre autres le *hornfels*, enfin le granite lui-même. Ajoutons que, parmi les minéralogistes qui habitent le Hartz, il en est plusieurs qui, tout en croyant à la primordialité du granite, ne regardent pas les *hornfels*, les quartzites du Bruchberg et les schistes d'Andreasberg, comme de formation primitive (1). Rappelons enfin que M. Freiesleben a cru reconnaître des fragmens de gneiss dans le granite du Brocken (2).

La direction générale des couches, de l'ouest sud-ouest à l'est-nord-est, est reconnue maintenant, sinon tout-à-fait constante, au moins bien générale pour les terrains anciens du nord de la France, de la Belgique et du nord de l'Allemagne. J'ai indiqué ailleurs (3) un exemple

des grandes lignes de terrains élevés, de terrains bas, de lacs et de mers intérieures, dans une direction très-différente.

(1) M. Gernar a observé près d'Andreasberg, à l'ancienne mine de *Glückauf*, un *grauwacken-schiefer* bien caractérisé. Il pense aussi que tout le terrain schisteux de ce canton n'est pas de formation primordiale, mais contemporaine de celle des terrains de grauwaacke du reste du Hartz.

(2) Voyez *Géognosie* de Reuss, t. 2, p. 211.

(3) Aperçu des terrains houillers du nord de la France, etc. *Journal des Mines*, N^o. 156, pag. 418 et suiv.

Syénites et protogynes.

Autres indications et analogies.

Direction générale des couches dans le nord de la France et de l'Allemagne

de ce fait dans la grande zone des terrains houillers de la Belgique, et j'ai fait observer que si l'on prolongeait vers l'ouest la ligne tirée sur une carte de Liège à Valenciennes, ligne qui indique assez exactement cette direction générale, cette ligne passerait en Normandie très-près du bassin houiller de Litry. Plus loin encore, à l'extrémité de la Bretagne, le terrain houiller de Quimper est situé peu au-dessous de la même ligne. J'ai de plus signalé, au moins comme une circonstance extraordinaire, la position des deux bassins houillers de Sarrebrück et de Montrelais (les premiers qu'on connaisse au sud de la ligne précédente), sur une autre ligne à peu-près parallèle à la première. J'indiquerai aujourd'hui un autre fait du même genre, qui se rattache à l'objet de la présente notice, et qui me paraît également digne d'attention.

Dans cette direction le granite du Hartz semble correspondre à celui du Cotentin.

On sait qu'il existe un terrain granitique dans le département de la Manche, au nord de la presqu'île du Cotentin; on sait que ce terrain renferme des granites, des syénites et des protogynes, et que les observations de MM. Brongniart et Omalius d'Halloy, portent à regarder le tout comme de formation contemporaine aux terrains de quartzite grenu et de schistes du Cotentin et de la Bretagne, dont quelques-uns renferment des débris de corps organisés. On sait enfin que ce terrain granitique constitue vers l'est les caps les plus septentrionaux du Cotentin; tandis que, sur la côte occidentale, on le trouve seulement un peu plus au sud, de manière à manifester aussi un indice de direction de l'ouest-sud-ouest à l'est-nord-est, parallèle à celle des terrains schisteux de la

même contrée. Or si l'on tire une ligne droite sur une carte, depuis les montagnes granitiques du Hartz jusqu'aux caps granitiques situés à l'est de Cherbourg, cette ligne prolongée traversera le Cotentin dans la direction de la bande granitique de ce pays, et de plus elle sera, à très-peu de chose près, parallèle à la ligne indiquée ci-dessus comme direction générale des terrains houillers de la Belgique. Il est convenable de faire remarquer ici que le Cotentin et le Hartz sont, sur cette direction générale, les deux points les plus septentrionaux où le granite se montre au jour dans toute la partie de l'Europe située au midi de la Manche et de la mer Baltique, et qu'on ne retrouve ce terrain nulle part dans l'intervalle qui les sépare; mais que des buttes de porphyre granitoïde, isolées au milieu des terrains schisteux du Hainaut, se présentent à très-peu de distance de la ligne qui joindrait ces deux points granitiques (1).

Sans prétendre tirer de ce fait, considéré isolément, des conséquences qui seraient au moins bien hasardées, je crois qu'on peut le regarder comme venant à l'appui des faits qui portent à douter de la primordialité du granite et des autres roches cristallines du Hartz, et à faire présumer que cette contrée offre un exemple de plus du retour des terrains cristallins les plus anciens, au milieu des formations intermédiaires.

Les terrains intermédiaires du Hartz, au moins ceux qui sont reconnus généralement pour

Conclusion: Doutes sur la primordialité du granite du Hartz.

Terrains de granwacke considérés seuls.

(1) Voyez l'Essai sur la géologie du nord de la France, par M. Omalius d'Halloy. *Journal des Mines*, No. 142, pag. 304 et suiv.

tels, étant considérés seuls, présentent entre eux des relations conformes à ce qu'on observe ailleurs pour les formations analogues. L'inclinaison générale des couches vers le sud-sud-est fait penser que les parties les plus anciennes de la formation de schiste et de grauwacke doivent se trouver vers la limite septentrionale du groupe, et là, en effet, on observe soit un schiste ardoise bien prononcé, qui a été long-temps regardé comme primitif, et qui contient très-rarement quelques vestiges à peine déterminables d'animaux marins, soit une grauwacke à grain tellement fin et serré, que sa structure arénacée est difficile à reconnaître. En avançant vers le sud et le sud-est, c'est-à-dire, sur les couches superposées aux précédentes, les schistes deviennent moins fissiles, plus ternes, plus micacés, plus coquillers, renferment quelquefois de petits grains arrondis, et passent ainsi à la grauwacke; celle-ci devient visiblement arénacée, et les fragments roulés qu'elle renferme, augmentent de volume jusqu'à devenir gros comme la tête; elle contient en outre de nombreux vestiges de plantes, dont la surface est pénétrée d'antracite, et des couches entières, sableuses et souvent un peu calcaires (psammites sableux de M. Brongnart), remplies des coquillages propres à cette formation.

Terrains subordonnés au terrain de grauwacke.

Le terrain de grauwacke du Hartz renferme, comme MM. Lamé et Clapeyron l'ont observé, de nombreux bancs subordonnés d'ampélite, de schiste-coticule, de jaspe schistoïde, et de roches amphiboliques de diverse nature, ainsi que des bancs nombreux de minerais de fer. On y connaît aussi des argilophyres et des por-

phyres de diverses espèces, dont les relations de gisement ne paraissent pas toujours très-déterminées; quelques-uns se présentent bien cependant en bancs intercalés dans la grauwacke. Au nombre de ces derniers, il faut remarquer une roche assez analogue au porphyre vert antique, qui se trouve entre Rübeland et Elbingerode, et une autre roche porphyrique, dont la pâte est un mélange de feldspath compacte blanchâtre et de quartz, et qui renferme des cristaux de feldspath rosé et d'amphibole. J'ai observé cette dernière roche au toit de bancs de minerais de fer des environs d'Elbingerode. Enfin le terrain de grauwacke contient aussi des bancs de calcaire, dont plusieurs offrent des roches tout-à-fait analogues aux *marbres campans*.

Mais le terrain calcaire intermédiaire présente en outre, dans le Hartz, deux masses indépendantes considérables. L'une, située à l'extrémité occidentale du groupe, près de la petite ville de Grund, constitue la montagne de l'*Iberg* et quelques montagnes voisines. Le terrain de grauwacke lui est superposé, ainsi qu'on le voit dans des puits percés à travers la grauwacke pour atteindre les gîtes de minerai de fer qui s'exploitent dans le calcaire. On doit même remarquer que la superposition de la grauwacke a lieu, autour du noyau calcaire, *en forme de manteau*, suivant l'expression allemande, puisque, sur les faces occidentales de l'*Iberg* et du *Bauerberg*, les couches de grauwacke et de schiste penchent au nord-ouest, exception frappante à leur allure générale dans le Hartz. L'autre masse calcaire, située à l'est du *Brocken*, aux environs du village de Rübeland, se présente aussi

Terrain calcaire intermédiaire. La grauwacke le recouvre en forme de manteau.

en quelques endroits sous le terrain schisteux ; mais elle paraît former un banc très-puissant ou un amas parallèle, encaissé entre les couches de grauwacke. Le calcaire de cette formation semble presque entièrement composé de madrépores, qui ne deviennent visibles que par l'altération de la roche. L'une et l'autre masse renferment des grottes ou cavernes : deux de celles des environs de Rübeland sont connues sous les noms de *Baumanns hœhle* et *Biels hœhle* ; celles de l'Iberg, moins célèbres, mais beaucoup plus intéressantes, sont en partie remplies de minerais de fer.

Terrains secondaires autour du Hartz.

Dans les plaines situées au nord et au nord-est du Hartz, on se trouve presque tout de suite sur des formations secondaires assez modernes ; à l'ouest et au sud, on observe plus ou moins les rudimens des anciennes formations secondaires ; au sud-est, la série générale de ces formations et de celles qui les suivent se développe dans le pays de Mansfeld, si bien décrit par M. Freiesleben. On voit que le plus ou moins de suite ou d'interruption dans la série générale des formations, correspond ici assez exactement au plus ou moins de douceur ou de rapidité des pentes, indiqué dans la notice précédente.

Sources salées.

Il peut être intéressant sous le rapport géognostique, de faire remarquer, sur la carte générale qui forme la planche première de l'atlas de la *Richesse minérale*, que les sources salées exploitées dans le pays de Brunswick, sur les bords de l'Elbe et de la Saale, en Thuringe, en Hesse, dans les pays de Minden, de Schaumburg et de Hanovre, sont situées autour du

Hartz, de tous les côtés et à peu de distance de ses montagnes.

III. Sur les mines de plomb du Hartz.

Les gîtes de minerais de plomb, argent et cuivre, exploités au Hartz, sont de trois espèces très-distinctes.

1°. Dans le schiste-ardoise du Rammelsberg Amas parallèle du Rammelsberg. près de Goslar ; on exploite un *amas parallèle* (*liegender stock*) de minerai, dont toute la masse est compacte, très-dure, et de nature à-peu-près uniforme ; le gîte et son exploitation sont décrits dans le mémoire de MM. Lamé et Clapeyron, ainsi que dans le tome 2 de la *Richesse minérale*, et représentés sur la planche 18 du bel atlas de cet ouvrage.

2°. Dans les terrains réputés primordiaux des environs d'Andreasberg, formés de couches alternatives de schistes durs, de jaspes schistoïdes, de quartzite et de *hornfels*, on exploite des filons de quelques pouces à 2 pieds au plus de puissance, d'une direction très-variée et croisant sous tous les angles des vallées escarpées et profondes, filons presque verticaux, penchant en général vers le nord ou le nord-est, c'est-à-dire vers le terrain granitique du Brocken, et souvent interrompus dans la profondeur par des filons stériles d'argile plus ou moins schisteuse. Ces filons sont assez bien réglés dans leur direction, mais peu étendus dans ce sens : un très-petit nombre ont été reconnus sur plus de 600 mètres de longueur. Ils présentent dans leur inclinaison des déviations assez fréquentes, mais pénètrent profondément dans le terrain qui les encaisse. Ils sont remplis sur-tout de calcaire

Filons minces du terrain d'Andreasberg.

spathique, mélangé de quartz, d'arsenic natif, de plomb sulfuré argentifère, d'argent rouge et d'argent antimonial ou arsenical, et de beaucoup d'autres minéraux curieux, tels que l'harmotôme, la stilbite, la chaux arseniatée, etc.; ils ne contiennent pas de baryte sulfatée. Ils sont en général sans salbandes, et adhérens à la roche des parois qui renferme souvent des mouches de minerais. Ils offrent, sur-tout à une profondeur moyenne, des cristallisations remarquables de spath calcaire; mais la richesse des minerais se soutient jusqu'à une grande profondeur: ainsi le filon de *Samson* s'exploite en ce moment avec avantage à 600 mètres du jour. L'exploitation facile exige peu de boisage et permet des travaux très-réguliers: le bel ouvrage à gradins droits, représenté sur la planche 15 de l'Atlas de la *Richesse minérale*, a plus de 600 mètres de longueur, et de 150 mètres de hauteur. Les filons d'Andreasberg présentent beaucoup d'analogie avec ceux de plusieurs contrées de gneiss ou de micaschiste, notamment avec ceux de Freyberg en Saxe. Cependant ceux-ci ont en général une direction parallèle à celle des vallées voisines; la disposition contraire ainsi que l'adhérence des minerais aux parois du gîte doivent porter à regarder les filons d'Andreasberg comme de formation très-ancienne.

Leur analogie avec ceux de Freyberg.

Filons puissans du terrain de grauwacke.

30. Dans les terrains de grauwacke et de schiste du Hartz, aux environs des villes de Clausthal, Zellerfeld, Wildemann, Lautenthal et Altenau, on exploite des filons très-irréguliers et très-puissans, dont chacun doit être considéré comme la réunion d'un grand nombre de veinules métallifères, qui se sont formées en même temps dans une même direction géné-

rale, à côté ou au bout les unes des autres, qui tantôt courent à-peu-près parallèlement, tantôt se réunissent, se séparent, se croisent, se perdent ou reparassent à plusieurs reprises, et qui contiennent entre elles des massifs considérables de grauwacke et de schiste, soit dans leur position première, soit bouleversés. Un tel ensemble, regardé comme un seul filon par les mineurs, a jusqu'à 50 à 60 mètres de puissance. Ces filons courent du nord-ouest au sud-est, c'est-à-dire dans le sens de la longueur du groupe de montagnes, mais perpendiculairement à la direction des couches, et penchent de 45 à 80° vers le sud-ouest (inclinaison opposée à celle des filons d'Andreasberg). Leur direction est en général parallèle à celle de petites vallées dont ils occupent même souvent le fond: ils se prolongent ainsi, sauf quelques interruptions, sur une assez grande longueur, et on croit les retrouver plus loin encore sur le même alignement. Les veines métallifères sont souvent remplies en grande partie d'argile plus ou moins feuilletée; les gauges principales sont en outre le quartz, la chaux carbonatée, le fer spathique et la baryte sulfatée. Le minerai est du plomb sulfuré argentifère, mêlé de pyrites ferrugineuses ou cuivreuses, de blende et de cuivre gris antimonial; mais on n'y exploite pas de minerais d'argent proprement dits. Ces minerais, disposés en général en veinules ou en nids assez irréguliers, se présentent cependant quelquefois en masses considérables; on les rencontre souvent déjà à très-peu de distance de la surface, ou bien les étages supérieurs des filons sont remplis de fer oxidé hydraté, produit peut-être par l'action des agens atmosphériques sur le fer spathique qui remplissait

le gîte : dans ce dernier cas, c'est encore à une profondeur moyenne (de 100 à 250 mètres) que se présentent les minerais de plomb les plus abondans. Plus bas, cette abondance diminue beaucoup, sauf un petit nombre d'exceptions.

Il résulte des circonstances naturelles de ces gîtes, que leur exploitation est difficile et dispendieuse. Elle exige des boisages énormes, et rarement on peut y suivre sur une assez grande longueur des ouvrages à gradins réguliers. La gravure placée sur le titre de l'atlas de la *Richesse minérale*, représente fidèlement l'aspect d'un des ouvrages à gradins de la mine de Caroline, près Clausthal.

Leur ressemblance avec ceux de Poullaouen.

Ces filons paraissent offrir de grandes analogies avec les filons de plomb argentifère de la Bretagne, et particulièrement avec ceux de Poullaouen, qui sont exploités dans un terrain schisteux, regardé long-temps comme primordial, mais bien reconnu aujourd'hui pour intermédiaire.

Filons de la partie nord-ouest du Hartz.

On connaît dans la partie occidentale du Hartz quatre faisceaux principaux de filons de ce genre, à-peu-près parallèles entre-eux (1) : 1°. celui qui est situé le plus au nord comprend les filons des arrondissemens (*züge*) de *Lautenthal* et de *Hahnenklee*. 2°. un peu plus au sud, les mines des arrondissemens de *Bockswiese*, de *Festenburg* et de *Schulenberg* sont situées sur un second ensemble de filons, qui se réunit peut-être au précédent près de Lautenthal. 3°. les filons aujourd'hui abandonnés des arrondissemens de *Hitschenthal*, de *Spiegelthal*, de *Herizberg* et même d'*Altenau*, font partie du troisième ensemble.

(1) Voir la carte du Hartz dans l'atlas de la *Richesse minérale*.

ble; 4°. enfin le quatrième se compose de deux grandes branches, et comprend d'une part les filons du *Stuffenthalerzug* et ceux du *Burgstädterzug*, d'autre part les filons du *Silbernaalerzug* et du *Rosenhofferzug*, dont le prolongement semble se réunir à la première branche dans le riche champ d'exploitation des mines de *Caroline* et *Dorothee*. Ces différens faisceaux de filons sont tous situés non-seulement à l'ouest des terrains réputés primordiaux, mais encore au nord-ouest ou au mur de la grande zone de terrains ferrugineux dont il sera question dans la notice suivante.

De l'autre côté du granite du Brocken et des divers terrains cristallins et durs qui l'entourent, le terrain de grauwacke ne contient de filons de plomb argentifère exploités, qu'à l'extrémité sud-est du Hartz, à Neudorf, près Hartzgerode (pays d'Anhalt - Bernburg). Ces filons sont tout-à-fait semblables à ceux de la partie occidentale : ils ont même puissance, mêmes gangues, mêmes minerais ; ils présentent aussi des direction et inclinaison analogues ; on prétend même qu'ils sont situés sur le prolongement des filons de Clausthal, et qu'on en trouve des traces, sur le même alignement, dans l'espace intermédiaire, entre autres près de Braunlage, village situé au centre du Hartz, sur la limite orientale des terrains de schiste dur d'Andreasberg. Enfin, au midi de ces formations présumées primordiales, les minerais exploités près de Lanterberg se présentent encore dans le terrain de grauwacke, dans un filon puissant, dirigé et incliné à-peu-près comme ceux de Clausthal ; mais la nature toute particulière de ce filon doit le faire considérer à part, et je l'indique ici comme par appendice à ce

Filons de la partie sud-est.

Filon de Lanterberg.

qui précède : il est décrit dans le mémoire de MM. Lamé et Clapeyron.

IV. Sur les mines de fer du Hartz.

Bancs de fer
oxidé dans la
partie occi-
dentale du
Hartz.

Les gîtes de minerais de fer exploités dans le Hartz sont de nature très-diverse : on y connaît des bancs, des filons et des amas de plusieurs espèces.

1°. Relativement au premier mode de gisement, il faut remarquer d'abord un terrain compris par les géologues allemands parmi les *grünsteins*, désigné au Hartz sous les noms de *blatterstein* et de *perlstein*, et que j'ai proposé de nommer *terrain de spillite variolé* (1), terrain formé de roches amygdaloïdes à pâte de cornéenne ou de wacke plus ou moins argileuse, plus ou moins calcaire, quelquefois chloritée ou ferrugineuse, et dans tous les cas remplie de noyaux arrondis ou allongés de calcaire cristallin, blanc, rose ou brun (*braunspath*), noyaux qui dans certaines couches, dont la masse est elle-même plus ou moins calcaire, ne sont autre chose que des entroques pénétrés de suc spathique. Ce terrain renferme des bancs subordonnés de jaspe schistoïde noir (*kieselchiefer*) ou rubané (*band jaspis*), de calcaire argilicux pénétré d'oxide rouge de fer; enfin on connaît, dans son épaisseur, jusqu'à cinq bancs de minerai de fer oxidé souvent argileux, quelquefois siliceux ou calcaire (dans les deux premiers cas passant souvent au jaspe rouge ou au quartz rubigineux (*eisenkiesel*), et mélangé quelquefois de grenats très-ferrugineux, ou d'anthracite en veinules ou en petits noyaux. Quelquefois une partie de l'épaisseur des bancs est formée

(1) Aperçu géognostique des terrains, p. 115, ou *Annales des Mines*, tome 4, p. 417.

de fer oxidulé et même de la variété aimantaire. Le tout est traversé par de nombreux petits filons calcaires, qui rejettent souvent les bancs de minerais, et aussi par quelques filons de minerais de fer hydraté ou spathique, très-distincts des gîtes de fer oxidé parallèles aux couches. L'ensemble de ce terrain ferrifère forme un banc très-épais (de 150 à 200 mètres de puissance) subordonné au terrain de grauwacke et de schiste de la partie occidentale du Hartz, ayant même direction et même inclinaison, et qui constitue sur plus de six lieues de longueur, depuis Osterode jusqu'au *Spitzenberg*, une zone non interrompue, criblée d'une multitude d'exploitations de fer. Les filons de plomb argentifère ne se trouvent qu'au nord-ouest ou au mur de cette zone, et semblent se perdre quand ils en approchent. A l'est, ou au toit du terrain ferrifère, la grauwacke ne renferme plus de gîtes métalliques connus (1).

Dans la partie orientale du Hartz, aux environs d'Elbingerode et de Hüttenrode, on exploite de même des bancs nombreux et puissans de minerais de fer oxidé et de fer oxidulé, plus ou moins mélangés de parties siliceuses, ou argileuses ou calcaires, et contenant quelquefois aussi pyrites et anthracite. Ces bancs sont souvent associés à des couches de *spillite* ou amygdaloïde, assez analogues à celles de la partie occidentale, mais moins abondantes; le tout

Idem, dans
la partie
orientale.

(1) Sur la rive droite du Rhin, dans le pays de Dillembourg, on exploite des gîtes de fer oxidé, qui paraissent tout-à-fait analogues à ceux de la partie occidentale du Hartz, dans un terrain de même nature, désigné là sous le nom de *schaalstein*, et également subordonné à une formation de grauwacke et de schiste.

est également subordonné aux formations de transition qui composent la masse générale des montagnes; mais les bancs de minerais se présentent quelquefois au milieu du calcaire, et le plus souvent entre ce terrain et celui de grauwacke. Dans plusieurs localités, l'inclinaison des couches des deux terrains fait même douter si les gîtes ferrifères ne sont pas plutôt des filons que des bancs. On ne reconnaît pas non plus ici sur une aussi grande longueur la continuité observée à l'ouest dans la zone ferrifère. Les exploitations ont souvent lieu à ciel ouvert, par de grandes excavations, nommées en allemand *pinge*.

2°. Les filons de fer exploités dans le Hartz sont de plusieurs genres.

a) La partie supérieure des gîtes de plomb du terrain de grauwacke est souvent presque entièrement remplie de fer hydraté, qui est mélangé quelquefois de plomb carbonaté ou sulfaté (*bleiglas*), et qui constitue ce que les mineurs nomment le *chapeau de fer* (*eiserne hut*) des filons de plomb. A une certaine profondeur, le minerai devient du fer spathique, qui renferme des mouches de galène et de pyrite; plus profondément encore, le plomb devient le métal le plus abondant. Plusieurs exploitations ont été ainsi ouvertes comme mines de fer, qui sont devenues mines de plomb et d'argent. Près de Clausthal, au milieu des mines de plomb argentifère du Burgstädterzug, on exploitait encore de cette manière en 1808 une mine de fer sur la tête d'un filon. Le fer hydraté de cette mine y était accompagné de petits cristaux prismatiques de plomb phosphaté.

b) D'autres filons de fer, qui ne fournissent

encore que des minerais hydratés et spathiques, sont de fer exploités dans le terrain de grauwacke de la partie occidentale du Hartz, et montrant une allure parallèle à celle des filons de plomb, doivent probablement être regardés comme de nature semblable aux précédents. Cependant quelques-uns de ces filons traversent, ainsi que nous l'avons vu, les couches de la grande zone ferrifère, où l'on n'a jamais trouvé de gîtes de plomb.

c) Le terrain de grauwacke et de schiste renferme aussi, sur-tout dans la partie méridionale du Hartz, des filons de fer oxidé, qui contiennent souvent de l'hématite rouge d'une très-grande richesse. Quelquefois malheureusement ces minerais sont mélangés de baryte sulfatée, et le fer qu'ils produisent est alors brisant à chaud. Près de Tilkerode, à l'extrémité sud-est des terrains intermédiaires, on connaît des filons analogues très-puissans et peu étendus dans leur direction, de sorte qu'on les regarde comme des amas transversaux (*stehende stöcke*).

3°. Les amas de minerais de fer du Hartz sont situés dans le calcaire de transition. Ils se rapportent au genre de ceux que les Allemands nomment *Putze* et que j'ai désignés sous le nom d'*amas irréguliers*. On en connaît dans les deux localités où le terrain calcaire est dominant.

A l'extrémité occidentale du Hartz, près de Grund, la montagne de l'Iberg, formée de calcaire intermédiaire, renferme une multitude de grottes et de fentes, qui pour la plupart communiquent entre elles, et dont un grand nombre sont tapissées à leur intérieur de fer hydraté,

Filons de fer oxidé dans la grauwacke.

Amas de minerais de fer dans le calcaire.

Amas de minerais de fer dans le calcaire.

10. A la montagne de l'Iberg.

d'hématite manganésifère et de fer spathique, mélangés de *braunspath* et de spath calcaire qui souvent remplit des fentes en entier. De temps immémorial, on exploite ces gîtes singuliers sans faire ni puits ni galeries; mais en explorant les grottes, élargissant les passages trop étroits, et suivant les dépôts de minerais quand on en rencontre. Lorsqu'on enlève le minéral sur les parois des cavernes, la surface du calcaire mis à nu montre des traces d'une ancienne altération : ce qui semble prouver que l'infiltration du minéral a été bien postérieure à l'époque de la formation des grottes et des fentes. On a aussi exploité autrefois dans Fiberg des minerais de plomb et de cuivre, auxquels les minerais de fer servaient de gangue.

20. Aux environs d'Elbingerode.

Dans le terrain calcaire de la partie orientale du Hartz, aux environs d'Elbingerode, on exploite aussi des amas de fer hydraté : ils sont ici déposés par nids irréguliers, au milieu de masses d'argile ou de sable, qui remplissent de vastes enfoncemens creusés dans le sol calcaire par une cause inconnue.

Amas de minerais d'alluvion.

Enfin il faut citer les amas de minerais de fer d'alluvion, qui se déposent continuellement dans le fond de plusieurs vallées du Hartz. On a remarqué que ce dépôt avait particulièrement lieu dans les vallées granitiques.

On fond aussi, dans plusieurs usines à fer, des minerais provenant de gîtes exploités dans les formations secondaires qui entourent le Hartz ; les gîtes, par conséquent, n'appartiennent pas aux terrains qui ont fait l'objet de ces notices.

CHIMIE. (EXTRAITS DE JOURNAUX.)

1. *Sur les gaz hydrogènes carbonés; par M. Brandes. (Annales de Chimie tome XVIII, p. 66.)*

Le gaz qui provient de la distillation du charbon de terre dans l'établissement de Wesminster a une densité de 0,443. En l'analysant de diverses manières, on trouve qu'il est composé de 0,40 de gaz oléfiant au plus, et de 0,60 de gaz hydrogène en volume, et qu'il ne contient point de gaz hydrogène carboné léger. Un des meilleurs moyens de l'analyser est de le mêler avec du chlore, et d'exposer le mélange sur l'eau dans un tube d'un pouce de diamètre, à la lumière ordinaire du jour, en ayant le plus grand soin d'exclure les rayons directs du soleil. Au bout de vingt-quatre heures, le gaz oléfiant et l'excès de chlore sont absorbés par l'eau, et il reste du gaz hydrogène pur.

Le gaz obtenu de la décomposition de l'huile de baléine a une densité de 0,769 : il contient 0,25 d'hydrogène, et 0,75 de gaz oléfiant en volume.

Les gaz retirés de l'acétate de potasse, de l'alcool, de l'éther, et celui qu'on obtient en faisant passer de l'eau en vapeur sur du charbon rouge, sont des mélanges d'acide carbonique, d'oxide de carbone, d'hydrogène et de gaz oléfiant. Pour les analyser; on sépare l'acide carbonique par la potasse; on mêle le résidu avec trois fois