

paraissent mériter, ne saurait lui être témoigné d'une manière plus utile à la science qu'en l'encourageant à les continuer.

Nota. Le Cit. Daubuisson nous a priés de joindre la note suivante à l'annonce de son Mémoire.

« En parlant des substances hétérogènes contenues dans les basaltes de la Saxe, je fais souvent mention de la grande quantité de grains d'amphibole (*basaltische hornblende*) qui s'y trouve, notamment aux monts *Scheibenberg*, *Pochberg*, etc. : je ne pourrais cependant pas affirmer que tous ces grains noirs, à cassure lamelleuse, donnant des étincelles par le choc du briquet, soient tous des grains d'amphibole : je penche même à croire que beaucoup d'entre eux sont du pyroxène (angite). Si je n'ai habituellement parlé que de l'amphibole, c'est parce que j'ai très-distinctement vu des gros grains de cette substance, et que les autres passent pour être de même nature parmi les minéralogistes du pays ; ils les désignent continuellement sous le nom de *hornblende*, dans les catalogues de minéraux qu'ils dressent ». (*Journal de Physique, ventôse an 10*, p. 235, n°. 217.)

II. Note sur le Palladium.

Le nouveau métal qui était venu d'Angleterre, sous le nom de *palladium*, et que nous avons annoncé dans notre dernier Numéro, n'est autre chose qu'un amalgame de platine et de mercure dans lequel ces métaux se trouvent dans le rapport de 61 à 39. M. Chennevis est parvenu à le décomposer et à le recomposer. Ce amalgame est très-remarquable par certaines de ses propriétés, qui ne participent nullement de celles des composés ; sa pesanteur spécifique est = 11,5 ; celle du platine est environ 21 ; et celle du mercure 13,6 ; la plus forte chaleur d'un feu de forge n'a pu en séparer le mercure : M. Chennevis, dont nous publierons le travail dans notre prochain Numéro, s'est servi de l'efficacité de ce métal pour l'argent, lorsqu'il a réussi à opérer la décomposition.

III. Sur la Natrolite ; par M. Pacquet.

M. Pacquet, de Strasbourg, amateur distingué en minéralogie, nous a communiqué l'analyse faite par M. Klaproth, d'une substance assez semblable à de la zeolithe rayonnée, par ses caractères extérieurs, mais d'une couleur qui va du blanc jaunâtre au jaune d'ocre ; elle est contenue dans une roche qui paraît appartenir à la formation des trapps secondaires. Cette substance, appelée *natrolite*, à cause de la grande quantité de natron ou de soude qu'elle renferme, a été trouvée à Roegan, près du lac de Constance. Sur 100 parties elle contient,

Silice.	48,
Alumine.	24, 25
Oxyde de fer.	1, 75
Soude.	16, 50
Eau.	9,

Total. 99, 50

JOURNAL DES MINES.

N°. 83. THERMIDOR AN II.

VOYAGE

AU SOMMET DU MONT-PERDU.

Par L. RAMOND, membre de l'Institut national.

Lu à l'Institut, le 19 floréal an 11.

LES diverses tentatives que j'avais faites pour atteindre le sommet du Mont-Perdu, m'avaient convaincu que sa face orientale était la seule qui offrît des chances de succès ; et j'étais persuadé qu'en partant du col de Fanlo, le pic lui-même serait peu difficile à gravir, si toutefois l'intervalle qui le sépare du col, n'avait pas dérobé à ma vue quelque obstacle qu'il fût impossible de surmonter (1).

C'est donc vers ce douteux intervalle que toutes mes pensées étaient dirigées, et j'avais plus d'une fois invité mes guides à l'aller reconnaître. Deux d'entr'eux s'y décidèrent enfin l'été dernier, et je leur traçai leur route. Mais, arrivés au pied de la montagne, ils crurent de

(1) Voyez mes *Voyages au Mont-Perdu*, chez Bâillon, an 9.

Volume 14.

X

voir s'écarter de mes instructions, sous la conduite d'un berger Espagnol qui connaissait le Mont-Perdu, beaucoup moins qu'ils ne le connaissaient eux-mêmes. Le parti qu'ils prirent pensa leur coûter cher : ils firent un voyage excessivement périlleux, et passèrent une nuit entière au-dessous des glaces du pic, sans abri, sans feu, et presque sans vivres, tant il y avait eu de mécompte dans leur estime ! Le second jour, cependant, ils franchirent les derniers gradins de la montagne, et parvinrent au sommet, mais tellement désorientés, qu'ils avaient peine à s'y reconnaître. A leur retour, celui qui vint m'annoncer le succès, me dépeignit les lieux d'une manière si confuse, que je craignis plus d'une fois qu'ils n'eussent totalement manqué le véritable but du voyage : il n'y avait qu'une chose bien évidente, c'est que la route qu'ils avaient suivie était celle qu'il ne fallait pas suivre.

Quoi qu'il en fût, je me décidai sur-le-champ à partir, bien persuadé qu'en suivant exactement le chemin que je m'étais tracé de l'œil, j'évitais la plupart des dangers que mes guides avaient courus. Je ne me trompais pas : j'avais deviné la route véritable du Mont-Perdu, et je suis arrivé au sommet avec moins de peine que ne m'en avait coûté la reconnaissance de ses bases.

Je partis de Barège le 21 thermidor (9 août 1802), et ayant remonté les vallées de Gèdre et d'Estaubé, je fis ma première station au haut du *port de Pinède*, dont il était intéressant de connaître exactement l'élévation. L'observation du baromètre la porte à 2516 m. ou 1291 toises,

ce qui fait 98 mètres de plus que le col du grand Saint-Bernard. Cependant, il s'en faut encore de beaucoup que le port de Pinède soit le passage le plus élevé et le plus difficile de cette partie des Pyrénées.

Cette détermination me procura l'occasion de fixer avec plus de précision la lisière inférieure des neiges permanentes. Elles s'arrêtent à environ 2440 mètres ou 1250 toises d'élévation absolue.

J'avais un niveau à bulle d'air assez bon. Il me fournit aussi un résultat intéressant. Je reconnus que le col du *Pimené*, dont j'étais séparé par la vallée d'Estaubé, se trouvait précisément à la même hauteur que le port de Pinède, et qu'il en était de même du col de *Fanlo*, dont j'étais alors séparé par la vallée de *Béousse*. Cette conformité d'élévation entre trois points correspondans, et semblablement disposés, n'est point indifférente à l'histoire géologique du Mont-Perdu.

Mais en vain nous étions à la hauteur du col de Fanlo ; il fallait descendre, et descendre beaucoup pour y remonter. Nous nous dirigeâmes obliquement vers les énormes murailles qui soutiennent le lac du Mont-Perdu et sa terrasse, et nous arrivâmes au point d'où le torrent de décharge se précipite en une épouvantable cataracte jusqu'au fond de la vallée de Béousse.

Là se trouve un petit plateau très-herbeux, mais très-incliné. Nous y rencontrâmes un troupeau et son berger, espèce de sauvage qui nous entendait à peine, même dans sa propre langue. Le Mont-Perdu était suspendu sur sa tête,

et il ne le connaissait pas plus que s'il eût fait partie de la chaîne des Andes ; mais il connaissait fort bien le col de Fanlo, qui est désigné ici sous le nom de *col de Niscle*, et il s'engagea à nous y conduire le lendemain. Nous passâmes donc la nuit avec lui, en plein air, environnés de la vapeur des canades, et l'orage grondant de toute part autour de nous.

J'ai pris la hauteur de cette station. La moyenne, entre deux observations du baromètre, m'a donné 1954 mètres ou 1003 toises. Nous venions donc de descendre 362 mètres pour en remonter le lendemain 1480.

Le premier travail de la matinée fut de traverser le torrent de décharge du lac. Sa profondeur, sa rapidité, et sur-tout le froid de l'eau, rendent cette opération assez difficile. L'eau ne faisait monter le thermomètre qu'à 2° au-dessus du terme de la congélation.

De là jusqu'au sommet du col de Niscle, nous n'éprouvâmes d'autre difficulté que celle qui naissait de la forte inclinaison des pentes. Je vérifiai la hauteur du col, et je le trouvai précisément de niveau avec celui de Pinède. Il est également de niveau avec le bord de la terrasse où se trouve le lac du Mont-Perdu. Ce lac est un peu plus haut. J'estime son élévation absolue à 2540 mètres, ou un peu plus de 1300 toises. Nous avons donc ici quatre excavations de forme et de hauteur pareille : le vallon du lac, le col de Niscle, et ceux du Pimené et de Binède. Je les regarde comme les restes d'une ancienne vallée, creusée par les courans après le renversement des couches du Mont-Perdu, et peut-être avant leur émerision, vallée qui

ensuite aura été transversalement coupée par les grands déchiremens qui forment actuellement les vallées de Béoussé, d'Estaubé, et de Gavarnie.

Jusqu'ici, j'avais marché sur un terrain connu, et dont j'ai déjà décrit les singularités, sur ce terrain secondaire à couches irrégulières, et accidentellement redressées, où l'on voit se succéder les marbres, les brèches, les calcaires compactes lardées de silex, et les calcaires grossières plus ou moins mélangées d'argile et de sable, et toutes parsemées de débris de zoophyte et de testacées. Maintenant, je me trouvais sur le prolongement même des bancs qui constituent les sommets du Mont-Perdu, et il était manifeste que ce terrain n'avait changé ni de disposition, ni de nature. Nulle part même je n'ayais été à portée de juger aussi sainement de sa structure. La montagne qui domine le col à l'orient, se trouvant coupée à pic de mon côté, me présentait une coupe transversale aussi nette que bien caractérisée, des couches qui forment les cimes que j'allais gravir.

L'ensemble de ces couches, abstraction faite de leurs sinuosités, est incliné au nord d'une si forte quantité, que la plupart d'entre elles s'écartent à peine de la situation verticale, et leur direction est visiblement parallèle à la direction générale de la chaîne. Ces dispositions ne peuvent guères s'expliquer que par un renversement ; et il est évident que ce renversement a eu lieu sous les eaux mêmes qui venaient de déposer ces couches, car leur tranche supérieure est recouverte de bancs épais de grès coquillier, médiocrement inclinée de l'hor-

zontale au nord, et qui d'ailleurs ne diffèrent en rien du grès que renferment les couches redressées.

Ce que je venais de voir dans la montagne de Niscle, j'allais le toucher en montant au sommet du Mont-Perdu, mais par portions, mais en détail, au milieu des neiges et des glaces, au sein du désordre et des ruines, où il est rarement possible de discerner la disposition et la structure de ces bancs si irrégulièrement entrelacés.

C'est à l'occident du col de Niscle que se montrent les premiers étages du Mont-Perdu, et ils s'élèvent tout-à-coup avec une fierté qui annonce dignement les avenues de sa cime. Quatre ou cinq terrasses empilées les unes sur les autres, forment autant de degrés, dont les marches sont comblées en partie ou de neige ou de débris, qui facilitent un peu l'accès de ces murailles autrement inaccessibles. Les premiers de ces débris sont d'assez gros blocs. Ils paraissent appartenir au prolongement de la couche parasite de grès qui couronne la montagne de Niscle. J'observe que je conserve le nom de grès à ces calcaires arénifères, dont le sable constitue la partie la plus apparente. Ces grès renferment des testacés. Avec eux je trouvai des fragmens d'une calcaire schisteuse, fortement souillée d'argile, et toute parsemée des débris d'un petit polypier allongé, médiocrement comprimé, quelquefois rameux, dont la surface est percée de pores simples, mais remarquables par un petit bourrelet saillant qui les entoure.

J'outrépassai ces blocs en peu de tems, et

en continuant à m'élever obliquement du nord-est au sud-ouest, c'est-à-dire, dans une direction qui coupait à-peu-près à angle droit la direction générale des bancs, j'atteignis bientôt les ruines qui appartiennent à la continuation des couches dont le corps même de la montagne de Niscle est formé. Ici je reconnus la pierre compacte du marboré, noire ou grise à l'intérieur, mais qui blanchit promptement à l'air, et se débite spontanément en petits fragmens irrégulièrement anguleux. Partout elle est fétide : nulle part elle ne m'a paru l'être autant que dans cette région-ci. Le froissement qu'elle éprouvait sous nos pas suffisait pour infecter l'air d'une odeur fade et nauséabonde qu'il m'était impossible de rapporter à aucune de celle que la percussion développe dans les pierres hépatiques et bitumineuses ordinaires.

Nous employâmes près d'une heure à traverser ces débris, et cette partie du voyage nous excéda de fatigue, par l'effort qu'il fallait faire, tant pour gravir des pentes fort inclinées, que pour lutter contre la tendance qui entraîne incessamment ce terrain mobile vers le précipice. Enfin, nous parvînmes à la terrasse supérieure, et nous nous trouvâmes sur une bande de rochers qui forme d'abord une étroite arête, mais qui s'élargissant peu-à-peu, conduit commodément et de plain-pied, à une espèce de vallon où commencent les glaçons dont le pic est entouré.

Dans la partie découverte de cette longue arête, je remarquai de grands bancs d'une pierre calcaire compacte, noirâtre, remplie de gros rognons de silex de même couleur. Ils sont

inclinés légèrement de la verticale au sud, et dirigés comme l'arête et comme la chaîne. C'est une répétition des bancs de même nature que j'ai observés dans le port de Pinède, au Piméné et ailleurs. Ici, comme là, ils paraissent au nombre de ceux dont la direction est la plus suivie, et je les reconnaissais dans la montagne de Niscle qui était encore sous mes yeux, et où leur tranche s'étend de la base au sommet de sa coupe occidentale. Les rognons de silex y sont beaucoup plus volumineux qu'au port de Pinède. Ils sont aussi extrêmement difformes. Cependant, j'en trouvai un, très-régulièrement figuré en prisme hexaèdre oblique. J'ai déposé ce singulier morceau dans la collection du Citoyen Haiiy. Si je l'avais rencontré dans le sein même de la roche, j'aurais été tenté d'y voir l'œuvre directe de la cristallisation; mais il était au nombre des débris dont ce terrain est jonché, et comme tous les rognons, dont ces pierres sont remplies, sont fendillés dans tous les sens par des plans droits, effet naturel de la retraite, je suis fondé à regarder ce prisme comme une portion détachée d'un rognon plus considérable, dans lequel les fissures s'étaient accidentellement rencontrées sous les angles que l'arrangement des molécules quartzieuses tend incessamment à former.

Au port Pinède cette pierre renferme beaucoup de coquilles; ici je n'en ai point aperçu; mais il est probable qu'on en trouverait. D'ailleurs, à côté de ses bancs, j'ai rencontré des feuilletts d'une pierre calcaire fort argileuse et très-mêlée de sable, qui contient une si grande quantité de *lenticulaires numismales*, que

souvent elle en semble presque entièrement formée.

Mais bientôt ces diverses couches s'enfoncent sous les glaciers, et on les perd de vue. Nous abordâmes ces glaciers, qui sont là à leur origine, et par conséquent peu inclinés. La traversée, cependant, en fut assez désagréable. Tantôt leur surface était dure et glissante; tantôt nous enfoncions jusqu'aux genoux dans les neiges nouvelles qui étaient tombées sur les cimes vers la fin de messidor. Sous ces neiges nous sentions des crevasses où nous courions à chaque instant risque de nous perdre. D'autres crevasses étaient ouvertes et contrariaient notre marche. Peu s'en fallut même que la dernière ne nous arrêtât à 200 mètres au-dessous de la cime. Celle-là s'étendait transversalement, depuis la naissance du glacier, jusqu'aux escarpemens de la vallée de Béousse. Il n'y avait que quatre jours que mes guides l'avaient passée fort commodément sur un pont de neige. Ce pont s'était effondré. Il fallait franchir l'intervalle en sautant de bas en haut: nous y réussîmes; c'était le dernier obstacle que nous eussions à vaincre. J'ai mesuré la profondeur de cette crevasse; elle avait 13 mètres ou 40 pieds; et comme le lieu où nous la passâmes répondait à la convexité de la montagne, il est clair que c'était aussi le lieu où le glacier avait le moins d'épaisseur.

De là, je voyais la cime qui m'avait été constamment cachée par la disposition des pentes que j'avais parcourues. Elle se montrait sous la forme d'un cône obtus, tout resplendissant de neiges sans tâche. Le soleil brillait de l'éclat le

plus pur, mais son disque était dépourvu de rayons, et le ciel semblait d'un bleu noir si fortement nuancé de vert, que mes guides même furent frappés de son étrange apparence. La première teinte a été observée sur toutes les hautes montagnes; mais il n'y a point d'exemple de la seconde, et je ne sais à quoi attribuer cette singulière illusion d'optique.

A onze heures un quart j'atteignis le sommet, et j'eus le plaisir de voir enfin toutes les Pyrénées sous mes pieds. Je mis aussi-tôt mes instrumens en expérience. Il régnait un vent furieux d'ouest-sud-ouest, qui rendit cette opération assez difficile. Je notai l'état du baromètre et du thermomètre à midi. Le Cit. Dangos faisait à Tarbes l'observation correspondante avec les instrumens qu'il a portés au mont Etna, et qui avaient été soigneusement comparés aux miens. Mon baromètre, placé au sommet de la calotte de neige, était, toute correction faite, à 18 pouces 11 lignes 14. A Tarbes, il se trouvait au même moment à 27 pouces 1 ligne 47. La différence des logarithmes donne donc 1550 toises pour la hauteur verticale de la colonne mesurée. D'un autre côté, le thermomètre à Tarbes était à 20°, 5 de l'échelle de Réaumur; et au sommet du pic à 5°, 5 de la même échelle, ce qui donne, suivant la formule de Trembley, 12 t. 11 à ajouter, et porte la hauteur de cette colonne à 1562 t. 11. Or, les opérations trigonométriques de Violat, placent le Mont-Perdu à 1599 t. au-dessus de Tarbes: il y a donc une différence au moins de près de 37 t. ou de $\frac{1}{4,1}$ de la colonne mesurée. La formule du Cit. Laplace augmente cette différence de plus du double. Il en est de même

de celle de Deluc, mais la correction de Schückburgh ramène très-exactement le résultat de cette dernière, à celui de la formule de Trembley.

J'examinerai de plus près cette observation quand je rendrai compte à la classe de l'ensemble de mes observations barométriques. Je me contente, quant à présent, de remarquer qu'il régnait un vent impétueux; que ce vent soufflait de la région australe, et que le ciel était orageux tout autour de moi. Les observations que j'ai faites dans de pareilles circonstances, m'ont toujours donné des hauteurs trop petites.

Je remarquerai encore que la correction de température, qui déjà est si souvent hasardée, ne méritait ici aucune confiance. Des circonstances locales, infiniment variées, influençaient diversement toutes les parties de la même couche d'air qu'il m'était permis d'examiner. En effet, si le thermomètre placé à côté du baromètre, sur la calotte de neige, et à quatre pieds au-dessus du sol, annonçait 5°, 5 de chaleur, le même thermomètre descendu à la surface de la neige, descendait à - 2°, à raison de la forte absorption de chaleur qu'occasionnait la rapide évaporation de cette surface. En même-tems, un autre thermomètre, placé de même à l'ombre de son bâton et à quatre pieds du sol, mais sur la face méridionale du pic, d'où les neiges avaient disparu, indiquait + 10°, et ce même thermomètre, placé au niveau du sol, et exposé au soleil, montait à + 18,25.

Je remarquerai enfin, comme une circonstance singulière et heureuse, que le Mont-Perdu et le col du Géant, où Saussure a fait une si

belle suite d'observations, se trouvent avoir précisément la même élévation, puisque les opérations trigonométriques donnent également à l'un et à l'autre 1763 t. ou 3436 mètres de hauteur absolue; or, le mercure s'est soutenu exactement au même point sur ces deux hautes stations, et de même le calcul des hauteurs barométriques a donné à Saussure des résultats si inférieurs à ceux des opérations géométriques, que cet illustre physicien a cru devoir les négliger entièrement, quoique ce calcul fût fondé sur 85 observations faites en quinze jours.

Le pic est couvert de neige, depuis le grand glacier jusqu'à sa cime. Mais vers le haut, l'épaisseur des neiges est peu considérable, parce que la forme tranchante du faite de la montagne n'en souffre point l'accumulation. Au sommet, elles ne m'ont pas paru avoir plus de trois mètres de profondeur. Leur consistance est rare et légère, et elles ne recèlent que peu ou point de glace, attendu que les dégels sont ici de trop courte durée pour les imprégner d'eau, et que la petite quantité qui se forme durant les plus beaux jours de l'été, s'écoule promptement le long des deux versans. Mais sur la pente septentrionale, ces mêmes neiges prennent peu-à-peu de la solidité, et se transforment bientôt en un vaste glacier qui descend jusqu'au bord du lac, et dont la hauteur verticale est d'environ 800 mètres.

Au sud, au contraire, le sol du pic était à découvert, ce qui résulte moins de l'action de la chaleur, que de l'extrême roideur de l'escarpement. Les neiges ne peuvent s'y soutenir. Elles tombent continuellement du haut de la

montagne sur un talus situé à six ou sept cents mètres au-dessous, et elles y forment un glacier assez considérable pour résister à la chaleur directe et réverbérée à laquelle cette situation l'expose.

La partie découverte du sommet ne m'a présenté aucun rocher entier, aucune couche en place. Ce n'est qu'un amas de débris appartenans tous à la même espèce de pierre, savoir, à cette calcaire compacte, noirâtre, fétide, qui s'intercale entre les bancs de grès et de pierre coquillière. Je l'ai examinée ici avec une attention proportionnée à l'importance que lui donne sa situation. Sa pâte est très-fine. C'est une espèce de marbre presque entièrement composé de chaux carbonatée, sans mélange d'alumine, mais où j'ai reconnu une quantité notable de sablon quartzeux très-fin, que le microscope rend sensible à la vue dans le résidu que laisse l'acide nitrique après la dissolution de la partie calcaire. Cette pierre est d'un noir assez décidé, sur-tout à l'intérieur. La partie noire se décolore promptement à l'air et au feu, mais elle résiste aux acides. Je croyais y trouver le principe de la fétidité: il s'était tout-à-fait évanoui durant la dissolution, sans que le gaz carbonique qui s'échappait, en eût contracté l'odeur. Le Cit. Vauquelin a bien voulu venir à mon secours pour examiner de plus près les propriétés de cette pierre. Il y a reconnu comme moi une odeur fade, nauséabonde, et même cadavéreuse, qui se développe sur-tout par l'effet de la trituration. Il n'y a point trouvé d'alumine, mais de la silice qui appartient au sablon que j'y ai rencontré. Le résidu noir est un composé

de ce sablon, de charbon et de fer. Les deux dernières substances paraissent être combinées intimément avec le carbonate de chaux, et le charbon ne constituait que la 350^{me} partie de la portion de cette pierre qu'il a soumise à l'essai. Quant à la fétidité, il la croit produite par une substance gazeuse qui s'échappe pendant la pulvérisation et la dissolution. Peut-être existe-t-elle dans l'acide carbonique; mais il en marque les propriétés. Au reste, l'analogie de cette odeur, avec celle qu'il a reconnue dans certains marbres noirs, où il a découvert ensuite un bitume incontestablement animal, le porte à penser qu'elle n'a point ici une autre origine.

Cette dernière conjecture est assurément bien justifiée par l'épouvantable destruction d'animaux marins qui a accompagné la formation de ces montagnes. Aussi cette fétidité cadavéreuse n'est-elle pas exclusivement annexée aux couches de marbre qu'on y rencontre. Elle accompagne partout le carbonate de chaux: on la reconnaît en brisant les grès même dont ce carbonate constitue la moindre partie, de même que l'on rencontre le sable jusque dans les marbres où l'on serait le moins tenté d'en soupçonner la présence. Toutes ces masses sont des mélanges divers de matières semblables. Le sable, la chaux carbonatée fétide, l'argile, les coquilles associées dans toutes les proportions possibles, au gré des accidens particuliers qui modifiaient sur chaque point l'influence des causes générales, tels sont les élémens de toutes ces couches, de toutes ces veines, qui se remplacent avec tant de caprice, et se succèdent avec tant d'irrégularité. Si dans les divers frag-

mens que j'ai recueillis au sommet, je n'ai point observé de débris organiques, la présence de ces cadavres n'y est pas moins attestée par la fétidité qui résulte de la décomposition de leurs parties molles, qu'elle ne l'est dans les couches voisines par la conservation de leurs squelettes. D'ailleurs, il est fort probable que des recherches exactes en découvriraient des vestiges, comme on en découvre çà et là dans les bancs de même nature qui se trouvent au port de Pinède. Cette pierre compacte en renferme ordinairement très-peu, et dans tous les bancs dont ces montagnes se composent, la quantité de débris organiques est assez constamment proportionnelle à la quantité de sable ou d'argile qu'ils contiennent. Mais les couches coquillières ne sont pas loin: elles encadrent de toutes parts les veines de calcaire compacte. Je les ai rencontrées à une bien petite distance de la cime; elles se représentent sur toutes les faces du pic. On en démêle les prolongemens dans toutes les montagnes rangées sur la même parallèle minéralogique; et si, entre tous ces bancs collatéraux et verticalement dressés, la prééminence est demeurée aux couches de calcaire compacte, qui n'en constituent cependant que la moindre partie, c'est que des couches de cet ordre devaient l'emporter en durée sur des grès friables et des marnes délitescentes.

Du haut du Mont-Perdu, l'œil saisit à la fois tout ce système de montagnes semblables, et reconnaît la même constitution dans tout ce qui s'élève au-dessus des hauteurs ordinaires. C'est une longue suite de sommités à couches redressées, qui se rangent sur une seule et même

ligne, dirigée parallèlement à la chaîne, et qui partage l'immense horizon du spectateur en deux parties, aussi différentes de niveau, que distinctes par la forme des montagnes dont elles sont hérissées.

Au nord, s'élèvent les montagnes primitives qui constituent l'axe de la chaîne. Leurs cimes aiguës et déchirées s'enchaînent étroitement, et forment une bande de plus de 4 myriamètres d'épaisseur transversale, dont l'élévation intercepte totalement la vue des plaines de France. Telle est de ce côté, l'insensible progression des abaissements, que cette large bande se compose de sept à huit rangs de hauteurs graduellement décroissantes, et que le pic du midi de Bagnères, qui se trouve au dernier rang visible, n'est encore qu'à 500 mètres au-dessous du Mont-Perdu.

Au midi, le spectacle est bien différent. Tout s'abaisse tout d'un coup et à la fois. C'est un précipice de mille à onze cents mètres, dont le fond est le sommet des plus hautes montagnes de cette partie de l'Espagne. Aucune n'atteint à 2500 mètres d'élévation absolue, et elles dégénèrent bientôt en collines basses et arrondies, au-delà desquelles s'ouvre l'immense perspective des plaines de l'Arragon.

Mais ce qui attirait sur-tout mon attention, c'était de voir cette bande méridionale des Pyrénées nettement divisée en deux parties distinctes. La plus voisine des plaines offrait à ma vue ces longs dos et ces vallées évasées qui forment ordinairement les côteaux calcaires sur la lisière des grandes chaînes. La bande, au contraire, qui tient au Mont-Perdu, et qui en est évidemment

évidemment une dépendance, conservait l'étrange apparence que revêt tout ce qui appartient à cette singulière montagne. C'est un vaste et long plateau, dont toute la surface, vue de cette hauteur, semble à-peu-près de niveau. Quelques mamelons seulement y figurent autant de monticules peu élevés, que séparent des vallons larges et peu profonds. Mais au milieu de ces inégalités superficielles, s'ouvrent quatre ou cinq crevasses énormes, dont les parois sont rigoureusement verticales. Elles partent en divergeant des bases du pic, et s'étendent jusqu'aux limites du plateau, dont elles partagent indifféremment, et les protubérances, et les yallons, et qu'elles divisent lui-même jusqu'à ses fondemens. Elles en absorbent aussi les eaux, et recèlent d'épaisses forêts que l'on aperçoit dans leur profondeur. Ces crevasses si nettes, qu'on les croirait formées de la veille, ont si bien conservé leurs angles saillans et rentrans, que tout se correspond exactement de part et d'autre, et les saillies, et les enfoncemens, et les sinuosités des parois, et les ondulations des sommités. On croirait que leurs bords n'attendent, pour se rejoindre, qu'un nouvel effort de la puissance qui les a désunis.

Il fallait voir ces crevasses de plus près, mais nous ne pouvions songer à y descendre de la cime : ce précipice n'est pas de ceux que l'on brave impunément. Nous nous décidâmes donc à faire un détour de douze ou quinze lieues pour aller chercher leur embouchure, soit dans le Val-de-Broto, soit dans celui de Fanlo, et nous reprîmes la route des cataractes de Béousse, pour être au moins certains de passer cette nuit

dans un lieu où il fût possible d'allumer du feu.

Je quittai le sommet à une heure , après avoir fait une seconde observation du baromètre , mais celle-ci ne fut point faite à Tarbes. Au reste , mes instrumens n'avaient pas sensiblement variés. J'avais séjourné près de deux heures sur cette cime , et à quelque distance que j'eusse porté mes regards , je n'avais aperçu aucun autre être vivant qu'un aigle qui passa au-dessus de nous , volant directement contre le vent avec une inconcevable rapidité : en moins d'une minute nous le perdîmes de vue.

Nous luttions nous-mêmes avec peine contre ce vent impétueux dont un aigle triomphait si aisément , et il nous faisait éprouver un froid insupportable. Aucun vent ne diminue aussi promptement la chaleur sensible que ne le fait celui du sud , quand on est exposé à son action dans les régions supérieures de l'atmosphère. Il doit cette propriété à sa sécheresse et à sa rapidité , qui sollicitent et hâtent l'évaporation des corps qui en sont susceptibles. Nous étions transis , quoique le thermomètre n'indiquât pas une très-basse température. Cette incommodité , au reste , est la seule que j'aie ressentie. Nous respirions sans peine cet air déjà si léger , et qui ne suffit plus à la respiration de bien d'autres. J'ai vu plus d'une fois des personnes vigoureuses et bien constituées , être forcées de s'arrêter à des hauteurs beaucoup moindres ; et au col du Géant , où l'air n'était qu'au même degré de raréfaction , Saussure éprouvait de l'essoufflement et un commencement de malaise , dès qu'il se livrait à des

mouvemens un peu plus qu'ordinaires. Ici , nous n'avons rien éprouvé de semblable. Seulement l'état du pouls indiquait une altération indépendante de l'agitation du voyage. Le repos ne le calmait point. Pendant tout le tems que nous restâmes au sommet , il demeura petit , sec , tendu , et accéléré dans le rapport de 5 à 4. Cette fièvre annonçait assez le malaise que nous aurions senti à une hauteur plus grande ; mais au point où nous en étions affectés , elle produisait un effet tout opposé à celui qu'un degré de plus aurait produit. Bien loin d'occasionner de l'abattement , il semblait qu'elle soutenait mes forces , et qu'elle excitait mes esprits. Je suis persuadé que nous lui devons souvent cette agilité des membres , cette finesse des sens , cet élan de la pensée qui dissipent tout-à-coup l'accablement de la fatigue et l'appréhension du danger ; et il ne faut peut-être pas chercher ailleurs le secret de l'enthousiasme qui perce dans les récits de tous ceux qu'on a vu s'élever au-dessus des hauteurs ordinaires.

Les végétaux accompagnent le Mont-Perdu presque jusqu'à sa cime. Je me contenterai d'indiquer les stations des plus remarquables.

Les arbres s'arrêtent , même au midi , à la hauteur absolue d'environ 2150 mètres ou 1100 toises. Ce sont des pins de l'espèce de celui d'Écosse. Au-dessus , la végétation des arbrisseaux est très-vigoureuse. Celui qui subsiste à la plus grande hauteur , est le genévrier , qui laisse le rhododendron bien en arrière. Dans les sous-arbrisseaux , j'ai remarqué le *cistus roseus* de Jacquin , peu au-dessous du col de

Niscle, et jusque-là, on rencontre une plante herbacée très-forte, savoir, le *cnicus spinosissimus* de Villars, qui paraît différent de celui de Linné: j'en ai remis des graines au Cit. Cels.

Au col de Niscle, c'est-à-dire, à la hauteur de 2516 mètres ou 1291 toises, le sol est encore tout couvert de verdure. On y trouve en abondance le *potentilla lupinoides* de Willdenow, et le *ranunculus montanus* du même auteur. Ces deux plantes sont constamment alpines dans les Pyrénées, et la première leur est peut-être particulière, si elle est réellement différente du *p. valderia*.

A 150 ou 200 mètres plus haut, paraît le *ranunculus parnassiaefolius*. Cette rare espèce est là très-commune. J'observe que je ne l'ai encore rencontrée que trois fois dans les Hautes-Pyrénées, et toujours à la même élévation précise.

Au-dessus de cette station, tout est neiges permanentes, ou débris mobiles, jusque sur la terrasse supérieure; là les végétaux repaissent: il y a même beaucoup de graminées et quelques saxifrages communes.

Le grand glacier arrête encore une fois la végétation; mais au pied du pic, quelques rochers solides et découverts présentent du gazon de *saxifrage groënlandica* et *androsacea*, et quelques touffes de l'*artemisia rupestris* de la Marck. Ces plantes sont petites, mais très-vigoureuses.

Enfin, autour du pic même, j'ai recueilli un *cerastium*, que plusieurs auteurs regardent comme l'*alpinum* de Linné, et l'*aretia alpina* à fleurs roses, dessinées par Jacquin. L'une et

l'autre étaient en pleine fleur, et jamais je n'ai vu la dernière espèce aussi forte et aussi belle.

Ces dernières plantes sont si près de la cime, qu'on ne peut douter qu'elles ne s'y fussent établies, si un sol tout formé de débris mouvans, ne les en eût invisiblement repoussées. A peine les lichens même ont le tems de s'attacher à ces débris: je n'y ai reconnu qu'un petit nombre de ceux de la section des crustacés lithophages, qui attaquent partout les pierres de ce genre.

Quoi qu'il en soit, les plantes parfaites que je viens de nommer, sont jusqu'à présent celles que l'on a trouvées à la plus grande hauteur, sous la même latitude.

Il me restait à voir le plateau et ses immenses crevasses. Le 3 fructidor, j'étais à Gavarnie, et le lendemain je passai le port. C'est le passage le moins haut, le plus facile, et le plus fréquenté de cette partie des Pyrénées. Cependant un nivellement fait par les ingénieurs, lui donne 1196 toises d'élévation, et la moyenne de deux observations barométriques assez concordantes, m'a donné 2323 mètres, ce qui ne fait qu'environ 7 mètres de moins. Ce col est donc beaucoup plus élevé que le Saint-Gothard, comme le port de Pinède l'est plus que le Saint-Bernard: et, en effet, la masse des Hautes-Pyrénées est généralement plus élevée que la masse des Hautes-Alpes, quoique la hauteur des pics, dont elle est dominée, soit de beaucoup inférieure.

Je descendis à l'hospice espagnol de Boucharo. Son élévation absolue est exactement la

même que celle de Gavarnie, savoir, 1444 mètres ou 741 toises.

A Boucharo, je reconnus que le plateau, qui s'élevait à ma gauche, était absolument inaccessible; il fallut parcourir la vallée de Broto pour chercher l'ouverture de quelqu'une des crevasses. Cette recherche nous conduisit jusqu'à Torla, gros bourg distant d'environ un myriamètre et demi. Delà, je vis à l'est, l'embouchure d'une grande vallée qui pénétrait dans le plateau. On la connaît sous le nom de *Val d'Ordesa*; elle est entièrement inhabitée. J'y pénétrai, en passant à Gué l'*Ara*, et je m'assurai bientôt que j'étais dans une des crevasses que j'avais vu du haut du Mont-Perdu. Son ouverture est à la hauteur de Torla. L'observation du baromètre me donna 1081 mètres ou 556 toises. Je marchai quatre heures dans cette crevasse, presque toujours à l'ombre d'épaisses et superbes forêts, et toujours enfermé entre des murailles verticales d'une épouvantable hauteur. Le jour baissait, lorsque j'attaignis son terme, ayant encore le plateau au-dessus de ma tête, et tout à l'entour ces mêmes murailles que nous ne savions comment gravir. Nous passâmes la nuit sous une roche tapissée de touffes du *genista lusitânica*, arbrisseau bien rare, que nous coupions pour allumer et entretenir du feu. Cette station se trouva élevée de 1802 m. ou 925 t.

Le lendemain, au point du jour, nous allâmes reconnaître les murailles, et après deux tentatives infructueuses, nous parvîmes enfin à les gravir des pieds et des mains, non sans un péril imminent. Arrivés sur le plateau, tous les

aspects avaient tellement changé, que nous ne pouvions nous y reconnaître. Le Mont-Perdu, le cylindre, ses murailles, ses brèches, étaient devant nous, et nous ne savions comment les démêler dans ce cahos de roches empilées. Il fallut parcourir une partie du plateau, pour raccorder mes observations avec celles que j'avais faites de la cime.

Le baromètre, plus d'une fois consulté sur divers points du plateau, m'a donné 2430 mètres, ou un peu plus de 1200 toises, pour la moyenne de son élévation. Cette hauteur, comparée avec celles que j'avais prises dans le fond de la vallée, est de 536 mètres au-dessus de son extrémité supérieure, et de 1257 au-dessus de son embouchure, ce qui donne 896 mètres ou 459 toises pour la profondeur moyenne de cette crevasse.

Maintenant, j'avais parcouru dans deux directions toute la partie méridionale de la chaîne coquillière. Je vais exposer en peu de mots les principaux résultats de mes observations.

Quant à la disposition générale du terrain, il est constant que les escarpemens sont beaucoup plus brusques au midi qu'au nord, que les montagnes s'abaissent plus promptement, que les vallées sont plus profondes, mais qu'en même-tems ce côté de la chaîne a beaucoup moins de largeur transversale que l'autre, et que le sol de cette partie de l'Espagne, demeure plus élevé que ne l'est la partie correspondante du sol de France.

Quant à la nature de ces montagnes, elles sont toutes secondaires. C'est dans le port de Gavarnie que j'ai observé les dernières matières

primitives. On y trouve le granite à une fort grande élévation ; ensuite on laisse au nord les calcaires de transition , et de grands bancs fort inclinés de *grauwakke* , alternant avec des feuillets de *gralwacken-schieffer*. Ceux-ci sont remplis de débris de plantes monocotyledones aquatiques , dont les empreintes sont souvent enduites d'un vernis pyriteux. On sait que c'est dans cette espèce de roche que se rencontrent les plus anciens restes d'êtres organiques. Au-delà tout est formé , en quelque sorte , de deux élémens , le gravier plus ou moins grossier , et le calcaire fétide plus ou moins souillé d'argile , l'un et l'autre mélangés dans toutes les proportions , depuis les poudingues et les grès , où l'on aperçoit à peine le ciment , jusques aux calcaires compactes , où l'on a peine à démêler le sable ; mais avec cette différence que les bancs où les cailloux et le sable dominent , forment la plus grande portion des montagnes , et que le calcaire compacte n'y est presque jamais qu'en couches minces , irrégulières et peu suivies. Enfin , les corps marins accompagnent principalement les bancs où le sable est de finesse médiocre et en proportion moyenne. Il y en a peu dans les grès grossiers , encore moins dans les marbres , et dans le nombre de ces fossiles , le genre qui l'emporte sur tous les autres , est celui des *lenticulaires numismales* , que l'on rencontre partout , dans une si prodigieuse abondance , qu'elle épouvante l'esprit le plus accoutumé à l'idée des grandes distinctions de la nature.

J'en ai reconnu de trois dimensions , et elles paraissent constituer autant d'espèces distinctes.

Le diamètre de la plus petite excède rarement 2 millimètres , et souvent elle est beaucoup moindre : c'est celle des sommets du Mont-Perdu ; elle paraît avoir beaucoup souffert du transport , et ses formes extérieures sont très-oblitérées. La seconde se trouve le long du Val-de-Broto , et jusqu'au fond du Val-d'Ordésa ; elle occupe les couches inférieures , et l'on y reconnaît très-bien les tubercules de la surface et les spires internes : son diamètre atteint à 5 et 6 millimètres. La troisième enfin a jusqu'à un centimètre et demi ; elle est très-bien conservée : on la trouve dans les couches les plus basses , au-dessous de Torla , et vers la plaine.

Quant à la disposition de toutes ces matières , enfin , elle est trop extraordinaire dans l'histoire des montagnes secondaires , pour n'être pas remarquée. Sur toute la ligne du marboré et du Mont-Perdu , les bancs sont redressés de manière à prendre souvent la situation verticale , et les sommets les plus élevés de cette parallèle minéralogique , sont formés de couches ainsi disposées. Mais à peine on est descendu dans le Val-de-Broto , que les couches deviennent horizontales , sans que j'aie pu saisir le passage de l'une de ses positions à l'autre. Il est même difficile de reconnaître le changement. Les couches horizontales sont escarpées à pic comme celles qui sont debout ; et de même , elles sont partagées verticalement par des fissures qui la traversent de part en part. Il serait aisé d'y être trompé dans plus d'un lieu , et de prendre ces tranches pour des couches , si l'on n'observait l'ordre de la superposition des

matières. C'est cette disposition à se couper verticalement, quel que soit le sens des couches, qui caractérise éminemment la chaîne du Mont-Perdu et toutes ses dépendances. Elle résulte de la division spontanée de ses bancs en petits solides, dont la forme approche plus ou moins du parallépipède rectangle, et cette division paraît tenir au sable qui entre dans leur composition, car elle a été souvent observée dans les grès des autres parties de l'Europe. Mais ce qui n'est ailleurs qu'un petit phénomène, dont un coup-d'œil pénètre la cause, prend un si grand caractère dans des masses aussi prodigieuses, que les procédés connus de la nature paraissent d'abord insuffisans pour expliquer des formes aussi extraordinaires.

Nulle part, au reste, ces formes ne sont plus imposantes que dans la grande crevasse que j'avais parcourue. Le sol est une suite de degrés parfaitement horizontaux, et formés par des bancs de grès entre lesquels on remarque le grès rouge, que les géologues regardent comme l'un des plus anciens du globe. Le torrent y tombe en cascades si régulières, que la longue rampe qu'il parcourt, semble façonnée de main d'homme. De part et d'autre, s'élèvent à perte de vue les parois de cette vaste fissure, disposés en étages d'une hauteur prodigieuse, et dont l'aplomb, la matière, la couleur et les joints, rappellent à tel point les structures humaines, qu'on croirait voir un immense édifice en ruines.

Les poudingues et les grès constituent la majeure partie de ces murailles. Mais le calcaire compacte en sépare çà et là les larges assises.

On en voit sur-tout vers les étages supérieurs, quelques couches minces, mais assez bien suivies, et toujours horizontales.

Les premiers bancs que j'observai sur le plateau étaient encore horizontaux : ce sont des poudingues où les cailloux et le sable forment dans le sable calcaire des veines ondées fort irrégulières.

Mais aux approches des pics, la position des couches change tout-à-coup. Dans les bases de celui du Mont-Perdu, je trouvai les bancs coquilliers se redressant au sud, et plongeant au nord sous un angle d'environ 45°, inclinaison exactement contraire à celle des bancs semblables qui constituent la base septentrionale du même pic. Il est donc certain que les couches de cette montagne forment un éventail ouvert, dont les rayons verticaux constituent ses cimes, disposition tout-à-fait singulière et précisément inverse de celle qu'un soulèvement aurait pu produire.

Il est certain encore que les couches redressées des pics, sont précisément les plus courtes, les plus irrégulières, les plus enchevêtrées, et que les mêmes couches ont d'autant plus de suite et de régularité, qu'elles approchent davantage de la position horizontale.

On ne saurait douter que ces dernières ne soient dans leur position naturelle et originnaire, et qu'elles ne doivent leur régularité à celle du terrain sur lequel elles ont été déposées.

Au reste, les eaux qui les amassaient n'étaient pas tranquilles : elles ont tour-à-tour soulevé des limons calcaires, des sables, des cailloux.

fort lourds , et elles ont mélangé ces diverses matières avec un effort dont les signes sont très-perceptibles.

J'ai déjà établi ailleurs que ces eaux étaient entraînées avec rapidité dans la direction du sud-ouest au nord-est. Tout concourt à le prouver ici , et la position des amas , et la situation des escarpemens. Ces courans frappaient donc avec force la face méridionale de la chaîne primitive , et les matières qu'ils accumulaient sur ses flancs , devaient s'y déposer fort irrégulièrement , tant à raison de l'inclinaison et de l'aspérité du sol qui les recevaient , qu'à cause de l'agitation , des tournoiemens , et des remous des ondes qui les apportaient.

Les couches irrégulières que produisaient ces mouvemens tumultueux , déjà mal assises sur des plans fort obliques , ont pu cesser d'y être retenues quand leur volume et leurs poids eurent reçu un accroissement considérable. Il est tout simple que les plus inclinées aient glissé sur les sédimens réguliers qui se formaient plus bas , et que plusieurs d'entre elles s'y soient appuyées par leur tranche inférieure. Ce mouvement est bien plus aisé à concevoir qu'un soulèvement dont il faudrait rechercher les causes dans le vague des hypothèses , et dont l'effet naturel aurait été de relever les couches les unes vers les autres en chevrons , au lieu de les éparpiller en éventail.

Cependant , l'une des plus grandes difficultés demeure encore toute entière , puisqu'on ne saurait comprendre comment des masses évidemment bouleversées , dominant de plusieurs centaines de mètres le sommet des montagnes

d'où on pourrait les croire descendues. Serait-il survenu un affaissement qui eût abaissé les montagnes septentrionales , comme plusieurs faits tendraient à le persuader ? Leurs cimes auraient-elles été exposées à une dégradation plus rapide , comme d'autres faits portent à le penser ? . . . Avouons-le ; rien de bien clair ici , hormis le changement de position qu'un événement quelconque a fait subir aux couches supérieures du Mont-Perdu.

Ce qui est clair encore , c'est que cet événement a eu lieu sous les eaux , puisque nous avons vu des bancs de superposition au sommet des couches redressées ; et ces mêmes superpositions auront comblé beaucoup de lacunes , rempli beaucoup de filons , et soudé intimément les masses trébuchées avec les masses en place.

Les eaux venant ensuite à se retirer , ont tracé sur ces montagnes les premières vallées dont nous avons reconnu les vestiges. Mais ces eaux , une fois ramenées à leur niveau actuel , ont abandonné ces amas au dessèchement et à toute leur pesanteur ; et des affaissemens généraux ou partiels ont formé les grandes crevasses méridionales , et tracé peut-être aussi toutes les vallées creusées au nord et à l'ouest , et qui partent en divergeant , ayant toujours le Mont-Perdu pour centre.

Sans doute , ces crevasses n'ont été d'abord que d'étroites fissures. Elles se sont peu-à-peu élargies par la chute de leurs parois. Au nord du Mont-Perdu , la disposition variée des couches , et la diversité des matières superposées , a déterminé irrégulièrement cet élargissement , et les vallées se sont évasées de bas en haut sous

une multitude d'angles différens. Au sud, au contraire, la tendance des couches à se couper verticalement dans tous les sens, a constamment représenté des escarpemens perpendiculaires derrière les faces qui s'étaient écroulées, et la destruction agissant toujours de la même manière sur des matières toujours semblables, a sans cesse agrandi les fissures par des sections parallèles à leur premier trait, ensorte que les angles saillans et rentrans, ont conservé par-tout leur correspondance originaire.

Je ne pousserai pas plus loin ces considérations. C'est assez entretenir la classe des singularités d'une montagne. Mais cette montagne est non-seulement la plus haute des Pyrénées; elle est encore le point le plus élevé de notre hémisphère, où l'on ait trouvé des débris organiques; elle est, en un mot, de tous les monumens connus des derniers travaux de la mer, le plus considérable par son volume, et le plus extraordinaire par sa structure. Un pareil terrain est classique pour l'étude des montagnes secondaires, et pour l'histoire des dernières révolutions du globe: il exercera plus d'une fois désormais la sagacité des interprètes de la nature, et quelque chose que j'en aie dite, on voit que je suis bien loin d'avoir dit à son sujet le dernier mot de la géologie.

SUITE DU MÉMOIRE

Sur les Machines à Pilon.

Par le Cit. LEFROY, ingénieur des mines.

§. V. *Des moyens de diminuer le frottement contre les manchons, en changeant la disposition et la forme des mentonnets.*

29. LE frottement contre les prisons étant d'autant plus grand que la direction de la force qui élève le mentonnet, est plus éloignée de l'axe du pilon, pour le diminuer, on pourrait réduire cette distance à la moitié de l'épaisseur du pilon, en supprimant le mentonnet, et en faisant agir la came contre le point *E*.

Premier
moyen.

Fig. 16.

Pl. XVI.

Pour cela, comme la came, dans son mouvement, serait obligée de traverser le pilon, il faudrait, au-dessous de la ligne horizontale *ME*, évider le milieu du pilon, sur une largeur qui surpasserait l'épaisseur de la came, et sur une hauteur *ET* double de *Ne*, sinus de l'arc, décrit par l'extrémité de la came, et qui aurait pour cosinus *ON*, distance du pilon au centre de l'arbre; ou, ce qui est la même chose, double de la levée du pilon. Nous le démontrerons plus bas.

La plus courte distance *ON* de l'axe de l'arbre au pilon, ne serait plus égale qu'au