**A propos de ce livre**

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

**Consignes d'utilisation**

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

**À propos du service Google Recherche de Livres**

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

Phys. sp.
166
h

Digitized by Google

Phys. sp. 166 h 4° Martins

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

à Monsieur le Docteur Renevier-Bey
hommage de l'auteur
E. Collomb

# ESSAI

SUR

# L'ANCIEN GLACIER

## DE LA VALLÉE D'ARGELÈS

(HAUTES PYRÉNÉES)

PAR

MM. Charles MARTINS et Édouard COLLOMB

MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE.

---

Extrait des Mémoires de l'Académie des Sciences de Montpellier, tom. VII, pag. 47. — 1867.

MONTPELLIER

BOEHM & FILS IMPRIMEURS DE L'ACADÉMIE

PLACE DE L'OBSERVATOIRE

1868

Digitized by Google

Digitized by Google

# ESSAI

SUR

# L'ANCIEN GLACIER

## DE LA VALLÉE D'ARGELÈS

(HAUTES PYRÉNÉES)

PAR

MM. Charles MARTINS et Édouard COLLOMB

MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE.

---

Extrait des Mémoires de l'Académie des Sciences de Montpellier, tom. VII, pag. 47. — 1867.

MONTPELLIER

BOEHM & FILS IMPRIMEURS DE L'ACADÉMIE

PLACE DE L'OBSERVATOIRE

1868

Digitized by Google

BIBLIOTHECA
REGIA
VINDOBONENSIS

Digitized by Google

# ESSAI

SUR

# L'ANCIEN GLACIER DE LA VALLÉE D'ARGELÈS

(HAUTES-PYRÉNÉES)

Tous les géologues sont d'accord pour admettre que les vallées des Alpes, des Vosges et des Pyrénées ont été occupées pendant l'époque quaternaire par d'immenses glaciers qui descendaient même jusque dans les plaines voisines. La carte de l'ancienne extension des glaciers des Alpes et des Vosges a été faite, celle des glaciers pyrénéens ne l'est point encore.

Dans ce travail, nous commencerons à combler cette lacune en décrivant le plus grand des anciens glaciers du versant français des Pyrénées, celui qui, provenant des sommets les plus élevés de la chaîne centrale, s'est avancé le plus loin dans la plaine. Nous n'insisterons pas sur les traces que les affluents de ce glacier ont laissées dans leurs vallées respectives: ces traces sont partout aussi nombreuses, aussi variées, aussi incontestables que dans la vallée principale. Nous nous occuperons seulement du glacier qui remplissait autrefois la vallée d'Argelès arrosée par le Gave de Pau, et surtout de sa moraine terminale telle qu'on la reconnaît aux environs de Lourdes. En effet, c'est lorsqu'un glacier, sortant de la vallée qui l'enserre, débouche dans la plaine et s'étend librement sur une surface plane ou peu accidentée, qu'il devient intéressant d'étudier la disposition des dépôts morainiques, leurs rap-

Digitized by Google

ports avec les terrains sous-jacents, la distribution des blocs erratiques, la présence des cailloux rayés et des amas de boue glaciaire, la forme des roches moutonnées, polies et striées, la configuration des lacs, l'existence d'une nappe de *loess* et toutes les autres traces que le glacier disparu a laissées après lui.

### ORIGINES DE L'ANCIEN GLACIER DE LA VALLÉE D'ARGELÈS.

C'est autour des pics Long, de Néouvieille, de Vignemale, et dans les cirques de Gavarnie et de Troumouse, qu'on retrouve encore les faibles restes du grand glacier qui occupait jadis la vallée d'Argelès et ses affluents. Il descendait de la crête des Pyrénées, frontières de la France et de l'Espagne, et ses racines s'étendaient de l'est à l'ouest depuis le pic Cuje-la-Palas ou Mourrous jusqu'au cirque d'Héas ou de Troumouse, sur une longueur de 50 kilomètres environ. La vallée principale, celle d'Argelès, aboutissait, en se ramifiant, aux vastes cirques de Gavarnie, des Oulettes, d'Estaubé et de Troumouse. Ces cirques, déjà très-élevés, sont dominés par des sommets tels que le pic Montherrat, ceux de Lourdes, de Crabère, Bernatoire, Blanc, entre les deux Ports, de Gabietou, la Brèche de Roland, le Casque, les tours et le pic de Marboré, celui d'Estaubé, le mont Arrouye, et enfin le pic de Troumouse, sommets dont l'altitude est comprise entre 2500 et 3253 m, hauteurs du pic de Crabères et du pic de Marboré.

L'affluent de la vallée de Cauterets prenait sa source dans les petits cirques au pied du Vignemale, élevé de 3290 mètres, et de quelques autres sommets dont l'altitude moyenne est de 2 940 mètres au-dessus de la mer.

L'affluent de la vallée d'Arrens, plus à l'ouest, est dominé par de nombreux pics, tous compris entre 3140 mètres, hauteur du pic du Cristail, et celui de Courouaou, qui s'élève encore à 2 692 mètres.

Le seul affluent considérable à l'est, celui de Barrèges, aboutit au pied du pic du Midi de Bagnères (altitude 2877 mètres), de Néouvieille, de l'Heurtet, de Listres, de Madamette et du pic d'Aubert qui est elevé de 3 092 mètres. Les autres sommets dépassent tous 2 300 mètres.

On ne saurait imaginer une disposition orographique plus propice à l'établissement d'un grand glacier, en supposant un ensemble de conditions météorologiques différentes de celles qui constituent actuellement le climat

Digitized by Google

des Pyrénées. Sommets élevés entourant de grands cirques de réception dans lesquels les neiges s'accumulent en hiver, se conservent en se transformant en nevé pendant l'été; vallée principale longue de 47 kilomètres, dirigée vers le nord et dominée à l'est et à l'ouest par des sommets rapprochés dont l'altitude absolue est en moyenne de 2800 mètres, et qui s'élèvent de 1500 à 1800 mètres au-dessus du *thalweg* de la vallée, tout semble réuni pour favoriser le développement du glacier de la vallée d'Argelès. De grands affluents venaient en outre renforcer la masse principale dès son origine: sur la rive gauche, celui du Pla de Saussé, descendant du cirque des Oulettes et débouchant au-dessous de Gavarnie; sur la rive droite, les affluents des cirques d'Héas et d'Estaubé réunis, et sur la rive gauche celui d'Aspé rejoignant à Gèdre le glacier principal. Au niveau de Luz, l'affluent de Barrèges ayant 15 kilomètres de long. Plus bas, à Pierrefitte, le puissant glacier de Cauterets, long de 23 kilom., s'ajoutait à la rive gauche, qui plus bas encore recevait les deux affluents du Gave d'Arrens (25 kilom.) et du Gave de Labat (22 kilom.), réunis à Bun avant de déboucher au niveau d'Argelès, dans la vallée du même nom.

Tel est l'ensemble orographique au milieu duquel s'est développé pendant la période de froid le glacier de la vallée d'Argelès, le plus grand du revers septentrional de la chaîne. Sa longueur totale, depuis les tours de Marboré jusqu'au village d'Adé,[1] où se trouvent ses dernières moraines terminales, était de 53 kilomètres (voy. *Pl.* I, *fig.* 1). Cette longueur n'a rien qui doive étonner l'imagination, puisqu'il existe encore actuellement dans l'Himalaya des glaciers mesurés par les capitaines Montgomerie et Godwin-Austen[1], plus longs que l'ancien glacier de la vallée d'Argelès. Calculant la pente générale de la surface, en prenant les altitudes du pied des tours de Marboré ou du sommet de la cascade de Gavarnie, nous arrivons par deux résultats concordants à lui assigner une pente moyenne générale de $0^m,039$ par mètre, pente générale qui concorde avec celles que l'on constate sur un grand nombre de glaciers actuels.

[1] Voyez, sur ce sujet, Ch. Martins; *Revue des Deux-Mondes*, 15 janvier 1867, pag. 410.



Digitized by Google

## DES TRACES QU'UN ANCIEN GLACIER DISPARU LAISSE APRÈS LUI.

Avant de commencer la description de l'ancien glacier de la vallée d'Argelès, le lecteur nous permettra de lui rappeler en peu de mots quelles sont les traces qu'un grand glacier tel que celui que nous allons décrire laisse après lui ; elles sont de deux sortes : les unes résultat de l'action mécanique de la masse de glace descendant sans cesse dans la vallée qui l'enserre, usant, polissant et striant les roches même les plus dures ; les autres consistant en dépôts de matériaux meubles que le glacier transportait à sa surface, matériaux formant les *moraines superficielles*, composées uniquement de blocs et de fragments de toute grosseur, tombés des montagnes voisines. Ces débris, entraînés par le glacier, sont comparables à de véritables convois de fragments de roche de toute grosseur, depuis le grain de sable jusqu'à des blocs mesurant 50 et même 100 mètres cubes de volume [1].

Quelques-uns de ces convois, reposant sur la rive droite et sur la rive gauche, constituent les *moraines latérales*, dont la hauteur au-dessus du *thalweg* coïncide avec celle de la surface du glacier. Quand un glacier est simple, il n'a que des moraines latérales ; mais s'il est composé de plusieurs affluents, comme celui qui nous occupe, on observe des *moraines médianes* plus ou moins rapprochées de l'axe du glacier. En effet, au confluent de deux glaciers, la moraine latérale gauche de l'un s'adosse à la moraine latérale droite de l'autre, et toutes deux constituent une *moraine médiane*. Dans l'espèce, le glacier de la vallée de Barrèges venant rejoindre celui d'Argelès au niveau de Luz, la moraine latérale gauche du premier s'adossait à la moraine latérale droite du second, et les deux traînées de matériaux réunies formaient une moraine médiane partant du promontoire qui sépare la ville de Luz de celle de Saint-Sauveur. De même, plus bas, la moraine latérale droite du glacier de Cauterets rejoignait la moraine latérale gauche du tronc principal, et de leur réunion résultait une moraine médiane dont le point de départ est au pied du pic de Viscos. Les matériaux des moraines superficielles étant transportés dou-

---

[1] Voir, pour plus de détails, le Mémoire et la planche de M. Ed. Collomb sur les glaciers actuels. (*Annales des Mines*, tom. XI, pag. 177 ; 1857.)

Digitized by Google

cement, lentement, sans secousses, à la surface du glacier, ne sont soumis à aucune action mécanique ; leurs angles et leurs arêtes ne sont pas émoussés, ils restent tels qu'ils étaient au moment de leur chute, sauf les dégradations et les morcellements dus aux agents atmosphériques qui modifient le volume et la forme des roches altérables, mais n'ont aucune action sur celles qui ne le sont pas.

Tous ces matériaux, tombés des montagnes voisines, ne restent pas à la surface du glacier : les uns s'engagent entre la glace et les parois de la vallée, les autres tombent dans les crevasses toujours béantes du glacier; les uns et les autres finissent par gagner le fond, et forment au-dessous de la masse du glacier un dépôt connu sous le nom de *moraine profonde*. Pressés entre le glacier qui se meut et les roches dures qui l'encaissent, ces fragments sont soumis comme elles à l'action mécanique du puissant laminoir qui les entraîne en les broyant ; ces blocs, ces cailloux sont donc frottés, usés, burinés dans tous les sens, ce sont les *cailloux rayés*; les autres, réduits à l'état de sable ou de poudre impalpable, forment la *boue glaciaire*, véritable émeri toujours imbibé d'eau auquel sont dues les stries de la roche en place et les raies des cailloux mobiles qui composent la moraine profonde. Cette boue joue en géologie un rôle qui n'est pas sans importance, elle ne reste pas toujours engagée dans les moraines; mais, entraînée par le torrent qui s'échappe du glacier, elle est souvent transportée au loin et contribue pour une bonne part à la formation du loess des vallées.

A son extrémité inférieure, le glacier lui-même édifie un troisième genre de moraines. Tous les matériaux composant les moraines superficielles arrivés à l'escarpement terminal du glacier, par suite de sa progression incessante, tombent, chacun à leur tour, du haut de cet escarpement de glace, et forment ainsi, en s'accumulant, des digues concentriques qui entourent le talus final du glacier, mais reposent sur le sol qui le porte. Ces moraines se nomment *terminales* ou *frontales* ; et tandis que les moraines superficielles sont sensiblement parallèles à l'axe du glacier, celles-ci lui sont perpendiculaires.

Imaginons maintenant que le glacier disparaisse par la fusion, en reculant lentement ; voyons quelles traces il laissera de son existence antérieure. Nous ne supposons rien que l'observation des glaciers actuels n'ait permis de

Digitized by Google

constater maintes fois, depuis que l'on observe ceux de la Suisse, dans les vallées habitées de Grindelwald, de Zermatt, du haut Valais et de Chamonix en Savoie. Quand le glacier fond, son extrémité inférieure recule, découvre sa moraine profonde et s'éloigne de sa moraine terminale; mais en même temps, la glace disparaissant, les blocs des moraines médianes superficielles rejoignent la nappe formée par la moraine profonde, à laquelle ils se superposent : ceux des moraines latérales restent suspendus sur les contreforts de la vallée, où ils forment de longues traînées dont la hauteur au-dessus du *thalweg* est celle du glacier disparu; ce sont les plus apparentes. Les moraines médianes réunies à la moraine profonde le sont moins : en effet, depuis l'époque glaciaire, les torrents qui ont succédé au glacier entament, coupent, dégradent, démolissent les moraines terminales, sillonnent les moraines profondes et dissolvent ou entraînent au loin les matériaux qui ne résistent pas par leur volume, leur poids et l'inaltérabilité de leurs éléments minéralogiques. Les blocs les plus gros et les plus durs restent en place; mais les alluvions des cours d'eau qui ont remplacé le glacier, les éboulements, les deltas de déjection des torrents éteints ou en activité, en un mot toutes les causes sans cesse agissantes pour combler les vallées, enfouissent peu à peu les blocs et les cailloux rayés, qui ne sont visibles que dans certaines érosions du terrain, ou lorsque des travaux tels que les déblais d'une route, les tranchées d'un chemin de fer ou le creusement des fondations d'un édifice, découvrent la couche glaciaire sous la couche alluviale qui la recouvrait. Il en est de même des roches polies et striées ; invisibles, en général, au fond de la vallée, elles sont parfaitement reconnaissables sur les contreforts latéraux.

Nous savons maintenant quelles traces un glacier disparu laisse après lui ; appliquons ces notions à l'étude de celui de la vallée d'Argelès telles qu'elles se montrent, depuis son origine, dans le cirque de Gavarnie jusqu'aux environs de la ville de Lourdes.

Digitized by Google

## TRACES DE L'ANCIEN GLACIER DANS LA VALLÉE D'ARGELÈS.

Transportons-nous au haut de la vallée, au centre du cirque de Gavarnie. Sur les assises crétacées et tertiaires qui forment les gradins de cet immense amphithéâtre, nous voyons encore les glaciers qui sont les restes de celui que nous allons étudier. Descendus des flancs du Taillon, des escarpements de la Brèche de Roland et du pied des tours de Marboré, ils ne dépassent pas le bord des gradins qui les supportent. Réunis jadis, ils descendaient dans le cirque de Gavarnie, et le remplissaient comme ceux des Alpes remplissent aujourd'hui les cirques qui avoisinent le Montblanc et la Jungfrau. Dans le cirque même de Gavarnie nous voyons la dernière moraine terminale que le glacier a déposée en se retirant: composée de blocs calcaires, de grès nummulitiques et de brèches fossilifères, elle sépare la portion la plus reculée du cirque d'un bassin à fond horizontal et nivelé qui la précède; ce fond est uni comme celui de toutes les hautes vallées de la Suisse, et comme eux il mériterait le nom de *Boden*, ou plancher, qui leur a été donné.

La vallée de Gavarnie, qui succède au cirque, porte sur ses contreforts les traces de l'ancien glacier qui l'a occupée. Deux longues terrasses la dominent dans toute sa longueur, depuis Gavarnie jusqu'à Gèdre. L'une à droite, appelée montagne de Coumely, est le piédestal des pics de Pimené et de Larrue; l'autre à gauche se nomme la montagne de Saugué. Les pâturages à surface inégale et ondulée de la montagne de Coumely, parsemés de granges à foin et d'étables pour les moutons, indiquent déjà aux yeux exercés du géologue glacialiste une ancienne moraine recouverte d'un tapis végétal de graminées et de plantes alpines, dont les matériaux désagrégés du dépôt glaciaire ont favorisé la croissance. De l'autre côté, la montagne de Saugué forme une opposition frappante avec celle de Coumely. Sa surface nue, composée de schistes bruns et de quartzites à formes moutonnées, contraste par sa couleur et sa stérilité avec les verts pâturages de Coumely. Les blocs erratiques des deux montagnes sont peu caractéristiques, et cela pour deux raisons: 1° Les roches du cirque de Gavarnie étant des calcaires et des grès friables, ne résistant pas comme les blocs de granite aux agents atmosphériques, ont dû disparaître

Digitized by Google

avec le temps; 2° Les montagnes qui dominent ces deux terrasses sont composées de roches minéralogiquement très-variées : quartzites; schistes micacés, argileux, ferrugineux ; calcaires divers, marbres, etc., roches se désagrégeant toutes plus ou moins facilement ; aussi est-il difficile de distinguer les blocs erratiques de ceux d'éboulement. Mais les roches moutonnées de la montagne de Saugué, les anciennes moraines ravinées par les eaux des pâturages de Font-Grane à l'extrémité sud de la terrasse de Coumely, et celles de Soula à l'extrémité nord de la montagne de Saugué, au-dessus de Gèdre, dénotent suffisamment l'origine glaciaire de ces deux terrasses. Sans s'élever au-dessus d'elles, le touriste peut se convaincre, même sur la grande route de Gavarnie à Gèdre, que le glacier a poli et usé les escarpements de la gorge où se trouve l'éboulement appelé le *Chaos*. Avant d'y arriver on remarque sur la droite de la route une protubérance composée de roches moutonnées, polies, striées et portant des blocs erratiques. Des roches semblables se remarquent sur la droite de la route, à la descente sur le village de Gèdre.

L'un de nous a mesuré la hauteur des deux terrasses de Coumely et de Saugué à l'aide d'un baromètre de Fortin comparé au grand siphon de M. Maxwell Leyt, à Bagnères de Bigorre, dont les observations correspondantes ont servi de base aux calculs [1]. Les granges de Coumely, situées à l'extrémité nord de la terrasse au-dessus de Gèdre, sont à 1 730 mètres au-dessus de la mer et à 740 mètres au-dessus du confluent des deux Gaves à Gèdre (altitude trigonométrique 990 m). A 30 mètres au-dessus de ces granges, j'ai encore trouvé des cailloux de schiste noir, usés et rayés de la manière la plus manifeste; le glacier, pendant son maximum d'extension, s'élevait donc au-dessus de la terrasse, et le chiffre précédent 740 mètres indique une moindre extension que celui qui correspond à la hauteur où j'ai observé ces cailloux. L'extrémité sud de la terrasse, près des granges de *Font-Grane*, est à 1 690 mètres au-dessus de la mer et à 790 mètres au-dessus du confluent de Gèdre. Muni d'un niveau à bulle d'air et à réflexion de Meyerstein, j'ai pu mesurer la limite des roches moutonnées de la montagne de Saugué située en face de moi, et déterminer ainsi ce que M. Desor et les géologues Suisses après lui ont appelé : *la limite des polis*. Je l'ai trouvée de niveau avec le lambeau morai-

[1] Les calculs eux-mêmes ont été faits par notre ami M. Parès, avec le soin et la sagacité dont il a déjà donné tant de preuves.

Digitized by Google

nique sur lequel j'étais placé à Font-Grane, et les cotes de la Carte de France 1658 mètres (granges de Font-Grane), 1652 et 1649 mètres (montagne de Saugué) démontrent également que les roches moutonnées de cette dernière sont de niveau avec la partie correspondante de la terrasse de Coumely, située au-dessous du pic de Piméné.

Un autre lambeau morainique buttant contre la montagne de Suberpeyre, au-dessus de Gèdre, sur le prolongement de la montagne de Saugué, était également de niveau avec la terrasse morainique de Font-Grane et à 659 mètres au-dessus du confluent des deux Gaves à Gèdre. On peut donc admettre que pendant une longue période de son existence, le glacier d'Argelès avait, dans la vallée comprise entre Gèdre et Gavarnie, une puissance de 750 mètres environ.

A Gèdre même, M. Émilien Frossard a trouvé, dans les déblais entrepris pour le tracé de la nouvelle route, des blocs erratiques de grès crétacé, jaune et friable, avec *Ostrea carinata* du cirque de Gavarnie. C'est à Gèdre que commence le granite en place dans la vallée d'Argelès, et quoiqu'il disparaisse bientôt vers le sud sous les terrains plus modernes, nous ne nous étonnerons pas de trouver en aval de ce village des blocs de granite blanc à l'état erratique.

Entre Gèdre et Luz on aperçoit çà et là ces lambeaux moraniques et ces roches à formes arrondies qui se trouvent dans toutes les vallées pyrénéennes; mais rien ne mérite d'arrêter le géologue, sauf les blocs erratiques de granite qui se montrent sur les deux flancs de la vallée en aval du triple pont de Scia, près du torrent de Lassariou. Un rocher schisteux arrondi, placé entre la dernière cascade et le Gave, est entièrement recouvert de ces blocs.

Arrivé à Luz, l'ancien glacier de la vallée d'Argelès recevait le puissant affluent de la vallée de Barrèges. Il était intéressant d'étudier les traces qu'il a laissées de son passage en ce point. Placé sur le pont de Luz à Saint-Sauveur, le voyageur peut apercevoir, à l'œil nu ou armé d'une lorgnette, des blocs erratiques blancs qui entourent les granges d'Abié. Désireux de les examiner de plus près, l'un de nous partit de Luz muni de son baromètre, en traversant le village d'Asté. A 500 mètres environ au-dessus du Gave, il rencontra le premier bloc erratique en face de Saint-Sauveur; à partir de ce point, ils deviennent communs dans les bois de hêtres qui tapissent le flanc de la mon-

Digitized by Google

tagne, et on peut les suivre jusqu'à la plus élevée des granges d'Abié, au pied et sur le chemin du pic de Bergons. La grange elle-même est construite en granite, et les derniers blocs ne s'élèvent pas à plus de 20 mètres au-dessus d'elle. La plupart s'arrêtent au-dessous et forment dans les pâturages situés au sud de cette grange, une ligne horizontale parfaitement tranchée. La montagne elle-même est formée de schistes relevés vers le sud ; les derniers blocs erratiques des granges d'Abié sont à 1610$^{m}$ au-dessus de la mer et à 924$^{m}$ au-dessus du Gave, dont l'altitude trigonométrique sous le pont Napoléon est de 686 mètres. Le niveau à bulle d'air et à réflexion me permit de constater que les blocs erratiques du contrefort opposé s'arrêtent à peu près à la même hauteur au-dessus des villages de Sassis et de Sazos. Suivant le chemin du pic de Bergons et revenant à Luz par la vallée de Lise et les pâturages d'Estibes, le géologue constate que ces pâturages sont des moraines qui descendent jusqu'au village de Villenave, près de Luz ; elles accompagnaient le petit affluent glaciaire de la montagne de Pierrefitte. Le premier bloc de granite que l'on rencontre est à 1 399 mètres au-dessus de la mer.

A Luz comme à Gèdre, M. Émilien Frossard a trouvé près des ruines des tours de Sainte-Marie des blocs erratiques de grès friable, provenant des assises crétacées du cirque de Gavarnie. En descendant la vallée, on observe des moraines à l'entrée de la gorge étroite de Pierrefitte, et dans cette gorge même, plaqués contre la montagne sur la rive gauche du Gave, des lambeaux morainiques formant des terrasses recouvertes de gras pâturages. Au sortir de la gorge, sur la droite et au niveau de la route, les schistes sont polis sur leur tranchant, lustrés et creusés par des marmites de géant (*pot-holes*) à section circulaire. Là, le glacier recevait le plus puissant de ses affluents, celui qui lui apportait les matériaux erratiques les plus nombreux et les plus indestructibles, les granites de la vallée de Cauterets. Le pic de Viscos, si remarquable par sa forme pyramidale, était le promontoire au pied duquel se réunissaient les deux glaciers : il est comparable à l'*Abschwung*, qui sépare les glaciers actuels du Lauter-Aar et du Finster-Aar, dont la réunion forme le glacier inférieur de l'Aar, si bien étudié par MM. Agassiz, Desor, Vogt et Dollfus-Ausset. Une immense moraine latérale gauche, parfaitement dessinée sur la feuille de Luz de la Carte de France, s'étend de l'entrée de la gorge de Cauterets jusqu'au-delà de Saint-Savin. Profondément découpée par les eaux

Digitized by Google

qui l'ont ravinée, ses bords sont festonnés par de larges échancrures : elle porte les cotes de 1233, 1303, 1318 et 1244 mètres, preuve qu'elle est sensiblement horizontale. La surface est en pâturages et serait désignée sous le nom d'*Alp* par les fruitiers de la Suisse. L'un de nous a étudié plus spécialement l'extrémité méridionale de cette moraine, au-dessus du village d'Arcizans, en compagnie de M. Arthur Jones de Taunton, ecclésiastique anglais qui habitait alors Argelès. De la ville même, on reconnaît que les flancs de la montagne désignée sur la Carte de France par le nom de d'Escorne-Crabe sont sillonnés par des ravins creusés dans du terrain meuble. Un œil exercé distingue d'anciennes moraines. Déjà les flancs de la montagne au-dessus d'Arcizans sont couverts d'innombrables blocs erratiques de granite blanc à mica noir. Arrivés aux pâturages de Comés, le baromètre suspendu *au pied* du ravin morainique le plus considérable de tous ceux que l'on aperçoit d'Argelès, nous apprit que ces pâturages sont à 1015 mètres au-dessus de la mer, et 600 mètres au-dessus du Gave de Pau, sous le pont de Filhos près d'Argelès. En nous élevant sur la moraine, nous remarquâmes des cailloux rayés et d'énormes blocs granitiques faisant saillie au milieu des débris qui les retenaient en place.

Arrivés au haut du ravin, nous nous trouvâmes sur une terrasse tournée vers le nord, d'où la vue plongeait sur Argelès et embrassait toute la vallée jusqu'au pic de Jer, près de Lourdes. La terrasse elle-même était en pâturages alpestres où l'on fauchait le foin. Le baromètre, placé près de la grange Laurent, faisant partie des pâturages de Jesia, accusait une élévation de 1207 mètres au-dessus de la mer, et de 792 mètres au-dessus du Gave de Pau. La hauteur du placage morainique était de 192 mètres environ. De ce point, je constatai à l'aide de mon niveau que le pic de Gez (altitude 1097 mètres), qui domine Argelès, est entièrement couvert de blocs erratiques, et M. Arthur Jones s'est assuré depuis qu'ils étaient également granitiques. Nous reconnûmes encore avec la lorgnette que les blocs accumulés sur la montagne située au-dessus des villages d'Ost et de Vidaloz, s'arrêtent à une hauteur très-approchée de celle à laquelle nous étions nous-mêmes. Tous ces chiffres, comparés les uns aux autres, donnent à l'ancien glacier de la vallée d'Argelès une puissance de 790 mètres au niveau de la ville du même nom. Au-dessus de la terrasse où nous étions placés, nous vîmes encore beaucoup de gros blocs épars : c'étaient des quartzites noirs; nous nous assurâmes qu'ils n'étaient point erra-



Digitized by Google

tiques, mais provenaient d'une crête de même nature qui termine le vaste plateau de la montagne d'Escorne-Crabe. Plusieurs en s'éboulant étaient descendus jusque sur la moraine. La ville d'Argelès est elle-même bâtie sur une moraine granitique fort basse, correspondant à l'époque de retrait du glacier: couverte de châtaigniers, elle s'étend sous la forme d'une longue colline en aval d'Argelès jusqu'au village d'Ost, jouant à la fois le rôle de moraine latérale gauche pour le grand glacier d'Argelès, et de moraine terminale pour le glacier affluent par la vallée de Salles. Le monticule portant la tour ruinée de Vidaloz, situé à l'extrémité de la moraine, est manifestement poli et strié, suivant les observations de M. Jones, et les autres monticules qui surgissent du fond de la vallée présentent ces formes arrondies qui trahissent l'action d'un ancien glacier. Dans les environs d'Argelès, MM. Émilien Frossard et Arthur Jones ont trouvé à l'état erratique des fragments de la roche devonienne, avec *Retepora reticularis*, originaire du Port et de la Prade de Gavarnie. La conservation des empreintes délicates de ces polypiers montre que dans ce long trajet ils n'ont été ni roulés par les eaux, ni entraînés entre le glacier et ses parois, mais transportés sans frottement à sa surface depuis le cirque jusqu'au point où la fusion de la glace les a déposés.

Nous voici parvenus à l'extrémité inférieure de la vallée d'Argelès, au point où elle débouche dans la plaine sous-pyrénéenne. (Voyez la Carte *Pl.* I, *fig.* 7, ou la feuille de Tarbes de la Carte de France.) A droite, le pic de Jer s'élève à 950 mètres au-dessus de la mer. Nous voulûmes déterminer sur ses flancs la limite extrême des blocs, et mesurer ainsi l'épaisseur du glacier à la sortie de la vallée d'Argelès.

*Moraine latérale droite.* — Le 24 octobre 1866 au matin, nous allâmes planter notre baromètre au moulin de la Tour (altitude trigonométrique 370$^{m}$), sur les bords du Gave de Pau, et nous nous élevâmes sur le revers occidental du pic de Jer. A mesure que nous montions, les blocs de granite blanc devenaient plus communs, et, arrivés au col qui sépare le grand du petit Jer, à la hauteur de 653 mètres au-dessus de la mer, et de 283 mètres au-dessus du Gave, nous nous trouvâmes dans un véritable champ de blocs. L'un d'eux, situé à 50 mètres au-dessus du col, est visible de la partie de la route d'Argelès qui longe le pied du pic de Jer.

Digitized by Google

Continuant à monter, nous marchions toujours au milieu des blocs ; ils étaient moins nombreux et cessèrent peu à peu (Voy. *Pl.* I, *fig.* 2). Le baromètre suspendu à notre *Alpenstock*, près du dernier, nous donna une altitude de 820 mètres, ou 450 mètres de hauteur au-dessus du Gave. Ces blocs étaient de médiocre grosseur, arrondis, et composés de quartzite très-dur. De ce point au sommet du pic de Jer (altitude trigonométrique 950$^{m}$), et par conséquent sur une hauteur de 130 mètres, nous n'en trouvâmes plus un seul, et cependant ils eussent été très-visibles au milieu des buis, des genèvriers et des noisetiers rabougris qui couvrent le sommet de la montagne.

Nous redescendîmes vers Louzourme, sur le flanc oriental du pic, et rencontrâmes les premiers débris erratiques à 160 mètres au-dessous du sommet, et par conséquent à 420 mètres au-dessus du Gave. Ce chiffre confirme le précédent (450$^{m}$), et nous fournit une seconde limite de l'épaisseur du glacier. Le sommet du pic de Jer formait donc, à l'extrémité du glacier d'Argelès, un îlot découvert analogue au *Jardin* de la mer de glace de Chamonix. Sur le versant oriental, à 40 mètres au-dessous de la cote 420 mètres, les blocs de granite blanc redevinrent très-communs : quelques-uns, véritablement énormes, gisent près du monticule dolomitique situé au sud-sud-ouest du hameau de Louzourme. Nous en notâmes d'autres autour de celui d'Antalos, et depuis ce village jusqu'aux bords de la Nès, affluent du Gave de Pau, dont les ardoisières exploitées permettent de voir la coupe du terrain, on constate que la montagne est couverte d'un revêtement morainique sur lequel reposent de nombreux blocs erratiques.

*Moraine médiane.* — Nous connaissons la moraine latérale droite du glacier. Une disposition orographique spéciale nous permettra d'étudier la moraine médiane enfouie dans les parties supérieures de la vallée sous les alluvions modernes du Gave qui la parcourt. En approchant de Lourdes, on voit à l'ouest une croupe de montagne couverte de blocs erratiques dont quelques-uns se profilent sur le ciel : c'est le Béout, dont le sommet est à 792 mètres au-dessus de la mer et à 422 mètres au-dessus du Gave de Pau au moulin de la Tour. Semblable à une borne gigantesque, le Béout s'élève au milieu de la vallée dont le pic de Jer et la montagne d'Exh

Digitized by Google

(prononcez *Esch*) sont les contreforts. C'est donc le fond même du glacier que nous allons étudier; son action sur la roche sous-jacente se montre avec la dernière évidence. Tous les monticules calcaires qui bordent la route entre Lourdes et le pied du pic de Jer sont moutonnés ; mais les actions atmosphériques ont détruit les surfaces polies et effacé les stries ; il y a eu ablation de cette surface, comme nous en aurons la preuve tout à l'heure. Si, traversant le Gave de Pau, on se dirige par Aspin-les-Angles vers le contrefort méridional du Béout, on rencontre de nombreux blocs erratiques de granite blanc et de schistes. La vallée d'Ossen, que l'on traverse, est le siége de nombreuses carrières de beau calcaire jurassique noir que les ouvriers façonnent sur place. A mesure qu'on s'élève sur le revers méridional du Béout, les blocs deviennent plus nombreux, et à 500 mètres au-dessous du sommet ils recouvrent entièrement le sol et présentent ces positions bizarres, ces entassements, ces états d'équilibre instable qu'on admire dans les grandes moraines des glaciers actuels. La pente calcaire sur laquelle ils reposent a été sillonnée et creusée par les eaux; c'est un véritable *Karrenfeld*. L'un de ces monolithes, reposant sur deux autres beaucoup plus petits (*Pl.* I, *fig.* 8), avait $4^m,45$ de longueur. Circulant au milieu des blocs, on arrive à la crête, et l'on se trouve près de ceux qui se profilent sur le ciel, quand on regarde le Béout en arrivant à la ville de Lourdes : le plus méridional de tous a $4^m,50$ de long, $3^m,70$ de large, $3^m,00$ de haut, et repose sur du gravier erratique. Un second, situé plus haut et formant une voûte servant de refuge aux bergers, nous parut le plus gros : il a $6^m,60$ de long, $3^m,30$ de large, et $2^m,50$ de haut. Devant lui à l'est, sur la pente qui regarde Lourdes, s'en trouve un autre dont l'aspect est plein d'enseignements (*Pl.* I, *fig.* 9). Incliné de 30° à l'horizon dans le sens de la pente du versant, il repose sur un piédestal calcaire de $1^m,50$ de haut sur $1^m,00$ de large, qu'il surplombe des deux côtés, savoir : de $1^m,55$ vers le haut de la montagne et de $0^m,75$ vers le bas. Le bloc protégeant le calcaire situé au-dessous de lui contre l'action destructive des agents atmosphériques, est resté *perché* sur un piédestal dont la hauteur nous permet d'estimer l'épaisseur de la couche calcaire qu'ils ont enlevée. Quand on songe au nombre de siècles nécessaire pour produire une telle abrasion, on ne comprend pas que le bloc soit demeuré si longtemps dans la position où il se trouve et n'ait pas été précipité dans la

Digitized by Google

vallée. Au-dessus de ce monolithe, leur nombre ne diminue pas, on en aperçoit d'autres qui sont perchés; enfin le sommet lui-même est un champ de blocs élevé de 792 mètres au-dessus de la mer et de 422 mètres au-dessus du Gave: tous les flancs de la montagne en sont couverts. Nous savons donc maintenant que le glacier passait par-dessus le sommet du Béout, et que l'épaisseur de sa partie moyenne a atteint 450 mètres au-dessus du Gave de Pau au moulin de la Tour. En redescendant sur la crête septentrionale du Béout, nous circulâmes encore longtemps au milieu de blocs granitiques semblables à ceux que nous avons décrits, les uns entiers, les autres brisés dans leur chute; puis ils devinrent plus rares, et cessèrent à 200 mètres environ au-dessus du torrent.

La croupe du Béout, près de Lourdes, correspond exactement à celle du pic de Gez, près d'Argelès. Tous deux sont couverts jusqu'à leur sommet d'innombrables blocs erratiques de granite blanc, et tous deux nous donnent pour l'épaisseur du glacier un chiffre moyen qui ne laisse prise à aucune objection, savoir: une épaisseur de 682 mètres à Argelès, et de 422 mètres à Lourdes.

*Moraine latérale gauche* (Voy. *Pl.* I, *fig.* 2 et la Carte *fig.* 7). — Déjà, du sommet du Béout nous avions remarqué une ligne de blocs au pied du cône dénudé que les habitants désignent sous le nom de Soum d'Exh, et qui s'élève à 914 mètres au-dessus de la mer, d'après les mesures trigonométriques de la Carte de l'état-major. Pour y arriver, on traverse les villages d'Aspin-les-Angles, d'Ossen et d'Omex. Ce dernier est bâti sur une ancienne moraine et entouré d'innombrables blocs erratiques. Arrivés sur le bord du plateau qui porte le cône terminal appelé le Soum d'Exh, nous en avisâmes un qui avait $9^m,50$ de long et $4^m,50$ de large; il s'était brisé dans sa chute. Les derniers forment une ligne sensiblement horizontale et dont le point le plus élevé est à 777 mètres au-dessus de la mer, et à 407 mètres au-dessus du Gave de Pau au moulin de la Tour. Nous avions trouvé 422 mètres pour les blocs au sommet du Béout, et 450 mètres pour la limite extrême des blocs sur le pic de Jer. Les trois nombres concordent donc parfaitement. Toutefois le Béout, dont l'altitude est de 792 mètres (422 mètres au-dessus du Gave), étant couvert de blocs erratiques jusqu'à son sommet, il en résulte que la moraine latérale de la montagne d'Exh ne correspond pas

Digitized by Google

à la puissance *maximum* du glacier, puisqu'à une certaine époque le Béout a été entièrement enseveli sous la glace, qui y a déposé les blocs de la moraine médiane. Cette moraine correspond à une épaisseur moyenne du glacier : de même les blocs si abondants du col de Jer (altitude 660 mètres et 283 mètres au-dessus du Gave) et des pentes au-dessus du village d'Omex situées à la même hauteur, correspondent aussi à une longue période pendant laquelle l'épaisseur du glacier était encore moindre et ne dépassait pas 300 mètres environ.

Le profil (*Pl.* I, *fig.* 1) qui accompagne ce mémoire nous donne pour l'épaisseur de notre glacier les chiffres suivants : à Gèdre 850 mètres ; à Saint-Sauveur 800 mètres ; à Pierrefitte 675 mètres ; à Argelès 600 mètres ; au pic de Jer 412 mètres. Ces chiffres ne sont pas d'accord avec ceux que nous avons obtenus par des mesures barométriques directes. Ainsi, à Gèdre nous avons trouvé 659 mètres (montagne de Saugué) au lieu de 850 mètres ; à Saint-Sauveur 924 mètres au lieu de 800 mètres ; à Argelès 792 mètres au lieu de 600 ; au pic de Jer 450 mètres au lieu de 412 mètres. Voici la cause de ces différences : Pendant sa longue existence, un glacier ne conserve ni la même longueur ni la même épaisseur, et ne dépose pas toujours des moraines également puissantes sur ses contreforts : en effet, la puissance de ces moraines dépend de la quantité de matériaux qui tombent sur les glaciers, ou en d'autres termes des éboulements qui ont lieu dans les montagnes. Or rien de plus capricieux et de plus variable que le nombre et le volume de ces éboulements. Nous en avons été témoins pendant les étés où nous habitions le glacier de l'Aar avec MM. Agassiz, Desor et Dollfus-Ausset. Ce que le géologue mesure avec le baromètre, c'est la hauteur de la moraine la plus apparente : celle-ci peut correspondre à l'épaisseur maximum, minimum ou moyenne du glacier. Ne voyons-nous pas à Argelès une moraine élevée de 792 mètres au-dessus du Gave, et une autre élevée à peine de 100 mètres ! au débouché de la vallée, l'une à 320, l'autre à 450 mètres ! Ces moraines correspondent évidemment à des épaisseurs maxima et minima. La terrasse morainique de Coumely est inférieure à l'état maximum ; aussi ai-je trouvé des cailloux rayés au-dessus de cette terrasse. Aux granges d'Abié en face de Saint-Sauveur (924 mètres), c'est au contraire une rangée de blocs correspondant au maximum d'épaisseur dont l'altitude a été déterminée. Le lambeau

Digitized by Google

morainique lui-même qui porte les granges d'Abié n'était qu'à 880 mètres au-dessus du Gave. Cette hauteur est sensiblement égale à l'épaisseur moyenne du profil (*Pl.* I, *fig.* 1). Ainsi donc, ces différences altitudinales prouvent seulement que le glacier dépose ses moraines latérales les plus apparentes, tantôt sur un point, tantôt sur un autre; tantôt à une hauteur, tantôt à une autre. Quand il a disparu, nous constatons la présence de ces moraines qui correspondent aux différentes périodes d'extension et de retrait dont elles sont les témoins.

Nous ne dirons rien des traces que les affluents de l'ancien glacier d'Argelès ont laissées de leur existence antérieure dans les vallées qui débouchaient dans celle du Gave de Pau ( Voy. *Pl.* 1, *fig.* 3 ), espérant que quelque jeune géologue pyrénéen complétera un jour ce travail et achèvera le tableau que nous avons ébauché. Nous lui signalerons seulement les immenses moraines qui entourent de tout côté la station thermale de Barrèges : elles se prolongent presque jusqu'à Luz, car la plus inférieure supporte le village de Serts, et les blocs erratiques descendent jusqu'au bord de la route. Dans l'affluent de Cauterets, les roches granitiques moutonnées qui entourent le pont d'Espagne, n'ont de comparables que celles de la Handeck, dans le canton de Berne en Suisse. Parmi le nombre immense de petits lacs qui sont étagés dans les hautes vallées des Pyrénées, il en est certainement beaucoup qui doivent leur existence à d'anciennes moraines, comme ceux d'Oo et de Lourdes. Il serait intéressant de les signaler, car l'intime relation qui lie la présence des lacs aux terrains glaciaires est une des questions qui fixent en ce moment l'attention des géologues quaternaires, et l'une de celles qui doit jeter le plus grand jour sur les modifications profondes que les glaciers ont amenées dans le système hydrographique des rivières qui traversent leur ancien domaine. Nous en avons la preuve dans cette monographie: un seul glacier pyrénéen s'est étendu dans la plaine sous-pyrénéenne, et un seul lac existe au pied des Pyrénées, celui de Lourdes; tandis que les Alpes sont entourées de lacs nombreux et étendus, situés tous dans le périmètre de l'ancienne extension des glaciers.

Digitized by Google

GRANDE MORAINE TERMINALE DU GLACIER DE LA VALLÉE D'ARGELÈS.

Sortons de la vallée d'Argelès, et étudions la moraine terminale telle qu'elle se développe au nord de Lourdes : elle forme (Voy. *Pl.* I, *fig.* 7, ou la feuille de Tarbes de la Carte de France) un grand arc de cercle passant par les villages de Peyrouse, Loubajac, Adé, Juloz et Arcizac-ès-Angles. Rendons-nous d'abord, avec la foule des pèlerins crédules, à la grotte miraculeuse, théâtre d'une apparition de la Vierge à la jeune Bernadette Soubiron, le 14 février 1858. Arrivés près d'un ruisseau au bord duquel se trouve une scierie, il suffit de le remonter de 200 mètres pour trouver les deux magnifiques sources qui lui donnent naissance; les rochers qui les dominent offrent de grandes surfaces polies et striées. En revenant à la route et marchant vers la grotte, on rencontre des exploitations du calcaire jurassique. Partout où la roche a été mise à nu, elle est polie et striée, et les stries sont dirigées du sud-sud-est au nord-nord-ouest. Le rocher calcaire qui surplombe la grotte miraculeuse était lui-même une roche moutonnée, comme nous l'avons constaté avant que l'on commençât la construction de l'église actuelle. Derrière l'église, la montagne est revêtue d'une couche de boue glaciaire renfermant des cailloux rayés, mais masquée maintenant par un mur de soutènement. L'amas se continue plus loin, et la route présente la coupe d'une moraine avec boue glaciaire et blocs de granite, de schistes, de calcaires et d'ophite. La moraine est surmontée d'une terrasse assez régulière, couverte de prairies et semée de blocs, les uns calcaires, éboulés de la montagne, les autres erratiques. La grotte elle-même et la cavité dans laquelle la jeune Bernadette a cru voir la Vierge, sont un effet des érosions aqueuses du Gave de Pau et des actions atmosphériques subséquentes. La coupe (*Pl.* I, *fig.* 4) dirigée du sud-est au nord-ouest, de la grotte miraculeuse au lac de Lourdes, montre très-bien comment les collines crétacées succèdent aux montagnes jurassiques, et la distribution des matériaux erratiques sur les unes et les autres.

Nous ne quitterons pas ce point sans parler de l'angle droit que fait le Gave de Pau en sortant de la vallée d'Argelès : c'est le rocher jurassique qui porte le château de Lourdes, ce sont les schistes crétacés plongeant vers le

Digitized by Google

sud qui le détournent bruquement vers l'occident et le forcent à couler de l'est à l'ouest, au lieu de continuer son cours dans la direction du sud au nord. On s'en assure en descendant dans la ville de Lourdes vers les tanneries qui sont au bord du torrent, et en longeant pendant quelque temps sa rive droite. On voit les schistes crétacés qui font saillie dans le lit même du Gave, et on constate que les dépôts de transport sont complètement étrangers à ce changement de direction, comme ils le sont près de Martigny en Valais à celui du Rhône, qui tourne également à angle droit pour se jeter dans le lac de Genève.

*Portion occidentale de la moraine terminale du grand glacier de la vallée d'Argelès.* — Examinons maintenant la partie occidentale de la grande moraine terminale de l'ancien glacier d'Argelès. La route de Lourdes à Saint-Pé et le chemin de fer de Lourdes à Pau, nous offrent deux coupes superposées du terrain morainique (*Pl.* I, *fig.* 4). Près de la gare de Lourdes, une profonde excavation faite pour obtenir des matériaux de remblai a mis à nu des blocs anguleux de 1 à 2 mètres de granite blanc, et de schistes ferrugineux, anguleux ou arrondis par le frottement. C'est là que M. Émilien Frossard a trouvé des grès crétacés friables du cirque de Gavarnie, avec Oursins, *Pecten*, *Ostrea vesicularis*, *O. larva* et Polypiers. Plus loin, sur le passage à niveau de la route de Poueyferré, on voit déjà une coupe de la moraine avec blocs et cailloux granitiques décomposés, sable et boue glaciaire. Mais plus loin, une grande surface d'emprunt, pour laquelle on a profondément entamé la moraine, montre un escarpement composé des matériaux les plus disparates : granites, calcaires noirs, marbres blancs, schistes, boue et sable glaciaire, contenant des blocs rayés de 3 mètres de long. Les blocs de calcaire noir présentent des raies aussi distinctes que celles que portent les cailloux analogues qu'on recueille sous le glacier de Grindelwald. Après le passage à niveau sur la route de Saint-Pé, le chemin de fer est tracé sur les alluvions du Gave. La route est au-dessus, et l'on se trouve en face des bois de Supercarrière. Si, traversant la route, on monte sur les collines situées entre le Gave et le lac de Lourdes, on observe un grand nombre de blocs granitiques, à partir du Gave jusqu'en haut. Quelques-uns de ces blocs seraient remarqués même dans les Alpes. L'un d'eux, visible



Digitized by Google

de la route, et portant un buisson de ronce et un chêne, est fendu par le milieu ; sa longueur est de 7 mètres sur 4m,30 de large. L'autre, au sommet de la colline, à 180 mètres environ au-dessus du Gave, repose par ses extrémités (*Pl.* I, *fig.* 10) sur trois autres plus petits ; sa longueur est de 5m,60, la largeur de 2 mètres, et la hauteur de la voûte au-dessus du sol de 0m,93. Toutes les collines environnantes sont couvertes de fougères, leurs pentes stériles sont restées sans culture à cause du nombre prodigieux de blocs qui les remplissent. Du point culminant on découvre le petit lac de Lourdes, long de 1 600 mètres, et élevé de 421 mètres au-dessus de la mer ; il n'est pas profond, car nulle part on ne trouve plus de 14 mètres d'eau. C'est un lac morainique (*Pl.* I, *fig.* 4 et *fig.* 13) barré en aval par une moraine, au pied de laquelle il finit à l'état de tourbière fangeuse. La longueur de cette tourbière est de 150 mètres environ. La moraine le barrant complètement en aval, il se déverse en amont dans la Gave de Pau, qui coule à 70 mètres au-dessous de lui. L'existence de ce lac, le seul qui soit en dehors de la chaîne des Pyrénées, est un fait notable. Comme la plupart des lacs qui entourent les Alpes, il est lié à la configuration du terrain glaciaire, et présente le caractère le plus frappant de beaucoup de ces lacs, son écoulement en amont, qui le range dans la même catégorie que les lacs d'Orta, de Varèse, de Côme, au pied méridional des Alpes, et de Gérardmer dans les Vosges. Tous les alentours de ce lac sont couverts de blocs erratiques, ils sont surtout abondants vers son extrémité septentrionale, sur les collines de l'une et l'autre rive. En continuant à se diriger vers Peyrouse, ils deviennent plus rares, quoiqu'ils soient encore abondants dans les bois de châtaigniers qui dominent la chapelle ruinée de Sainte-Marguerite.

Arrivés à Peyrouse, nous avons marché vers le nord-est, en cotoyant la limite de la moraine. Çà et là un gros bloc se montre près de la route cantonale ; les murs de clôture ont été construits avec des matériaux erratiques ; les bois de chênes et de châtaigniers que traverse le chemin à un kilomètre de Peyrouse sont remplis de gros blocs. L'un d'eux, situé à droite et sur le bord même de la route, n'a pas moins de 6m,50 de long sur 4 mètres de haut et autant de large. Nous sommes en pleine moraine : arrivés au haut de la colline qui porte la villa Mourles appartenant à M. Fould, les blocs sont plus rares, quoique le sol soit toujours morainique. Marchant au

Digitized by Google

nord sur le plateau, nous les voyons diminuer de nombre et de volume, et cesser à un kilomètre environ de la villa, au-dessus du village de Loubajac. Le terrain du plateau est du loess argileux jaunâtre; les clôtures des pacages d'ajoncs et de fougères sont en terre; c'est la limite extrême de la moraine éparpillée qui va se raccorder par Loubajac et Bartrès avec les belles moraines terminales du village d'Adé. Entre Loubajac et Poueyferré, les blocs sont encore disséminés; mais entre ce village et le lac de Lourdes, ils sont accumulés en nombre immense dans les champs incultes et dans les bois: un grand nombre ont été extraits des champs cultivés détruits, enterrés ou employés pour faire des murs de clôture. C'est ce district que nous recommandons à l'attention des géologues qui ne pourraient pas disposer de beaucoup de temps. Après avoir compté, sur le chemin de fer de Tarbes à Lourdes, les sept moraines échelonnées entre Lourdes et Adé, ils prendront la route de Lourdes à Poueyferré. A $2^{k},450^{m}$ de la ville, un bloc pyramidal de lumachelle (*Pl.* I, *fig.* 11), haut de $4^{m},50$ et fiché dans le sol, marque pour ainsi dire le commencement de la région des blocs. La route passant près du château ruiné de Saint-Germès est tracée dans le terrain erratique; les blocs sont nombreux et variés (quartzite, granites blancs, schistes maclifères); les plus gros sont autour de la grange appelée *la Bouchède*, dans les bois de châtaigniers. Le plus volumineux que nous ayons mesuré, placé entre trois chênes (*Pl.* I, *fig.* 12), avait $9^{m},50$ de long, $7^{m},40$ de large et $2^{m},60$ de haut; c'est du granite blanc avec mica noir. Un autre couché à la lisière du bois sur le chemin parallèle au lac, au lieu dit *la Canzia*, est brisé à son quart méridional; il a $6^{m},60$ de long et $3^{m},30$ de large; nous le dédions à notre ami M. Émilien Frossard, de Bagnères de Bigorre, qui nous a fait connaître cette localité dès 1864. En allant de ce point vers la villa Mourles, on marche toujours au milieu des blocs, et l'on acquiert la conviction que les moraines de l'ancien glacier de la vallée d'Argelès s'étendaient en éventail depuis Peyrouse jusqu'à Loubajac.

Considérant la vallée de Lourdes à Adé, que le chemin de fer de Lourdes à Tarbes parcourt dans toute sa longueur, comme l'axe de la moraine de notre ancien glacier, il nous reste à raccorder les blocs de Loubajac et de Poueyferré avec la dernière moraine d'Adé. Entre Loubajac et Bartrès, on ne trouve que des blocs éparpillés; mais entre ce village et Adé, les col-

Digitized by Google

lines sont couvertes de quartzites très-gros, de granites, de schistes maclifères et de quelques blocs de marbre blanc du Vignemale.

*Moraines frontales d'Adé.* — Les tranchées du chemin de fer de Lourdes à Peyrouse nous ont permis de voir la section du terrain erratique appartenant à la moraine latérale gauche du glacier disparu dont nous étudions les dépôts; celui de Lourdes à Tarbes a coupé une série de moraines terminales, indiquant les points où le glacier, dans sa période de retrait, a stationné le plus longtemps. Nous allons les étudier successivement en partant de la gare de Lourdes, et nous raccorderons ensuite la dernière de ces moraines terminales, situées au bout du village d'Adé, avec la partie orientale de la moraine qu'il nous reste à délimiter.

Les deux premières moraines terminales en partant de Lourdes (*Pl.* I, coupe 5) se trouvent au contour du chemin de fer lorsqu'il s'infléchit vers le nord; elles se composent de cailloux arrondis, mais portent à leur surface des blocs anguleux. Les deux suivantes sont moins marquées, mais les trois dernières, situées près du village d'Adé, présentent l'ensemble des caractères qui distinguent les moraines terminales les mieux accusées. Il ne faut pas s'en étonner : la vallée de Lourdes à Adé est précisement dans le prolongement de celle d'Argelès, et dans sa période de retrait le glacier a probablement abandonné cette vallée après celles de Peyrouse, de Loubajac, et de Lézignan qui convergent obliquement vers la ville de Lourdes. La cinquième moraine se trouve après la station du chemin de fer entre les villages de Saux et d'Adé. La coupe de la moraine a 10 mètres de hauteur au-dessus des rails; on y remarque de gros blocs granitiques, des schistes, des calcaires noirs en fragments anguleux ou arrondis, et des lentilles de sable argileux très-fin, véritable boue de glacier : elle se continue vers l'ouest jusqu'aux contreforts de la vallée, qui sont couverts de blocs éparpillés.

Cette moraine est suivie d'une surface plane, nivelée, comme on les observe si souvent devant les glaciers actuels. La sixième moraine (*Pl.* I, *fig.* 6), est sous le pont du chemin de fer, et porte le village d'Adé; elle est dirigée de l'ENE au SSO. Sa largeur est égale à la longueur du village, et sa hauteur varie de 6 à 8 mètres; elle se compose des mêmes éléments que la précédente. La septième et dernière moraine frontale a été

Digitized by Google

coupée par le chemin de fer à son extrémité orientale; la coupe a 15 mètres de haut. Sur le versant sud de cette moraine, on aperçoit du chemin de fer un certain nombre de blocs de grès avec des veines de quartz. L'un d'eux, présentant des traces d'exploitation, a $4^m,30$ de long sur $4^m,10$ de haut. Sur la moraine même, dans le bois de châtaigniers qui la recouvre, gisent de nombreux blocs erratiques granitiques. La moraine se prolonge vers l'ouest, où elle se raccorde, nous l'avons déjà dit, avec l'erratique de Bartrès et de Loubajac. Au-delà d'Adé commence la plaine nivelée au milieu de laquelle est située la ville de Tarbes; cette plaine est couverte d'un sable fin argileux jaunâtre, d'une grande épaisseur, correspondant parfaitement au *lehm* ou *loess* de la vallée du Rhin; comme lui, il représente la boue glaciaire entraînée par les eaux pendant et après la période d'extension. Au-delà d'Adé, la première colline coupée par le chemin de fer, au lieu dit Cazalerès, n'est plus morainique; ce sont des schistes métamorphiques traversés par un dyke d'ophite dont les parties exposées à l'air se décomposent en boules. Près de la surface du lehm, on observe souvent une nappe de cailloux roulés, et çà et là quelques petits blocs arrondis d'origine pyrénéenne. Ce lehm se prolonge dans la direction de Bordeaux par Tarbes et Caussade, jusqu'à Aire dans les Landes, sur une longueur de 72 kilomètres. Le sable des Landes, accompagné d'un sol noir et tourbeux, succède au lehm sous-pyrénéen, après Cazères et Grenade sur l'Adour : c'est donc une teinte à changer dans la Carte géologique de France de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, qui prolongent les sables des Landes jusqu'au pied des Pyrénées centrales.

*Portion orientale de la grande moraine terminale de l'ancien glacier de la vallée d'Argelès.* — La série des moraines terminales comprises entre Lourdes et Adé forme un axe qui divise la moraine terminale de notre ancien glacier en deux portions : l'une occidentale plus grande, c'est celle que nous venons de décrire; l'autre orientale plus petite, que nous allons étudier. Revenons donc à Lourdes, notre centre d'opération, et dirigeons-nous vers l'est, dans la vallée de Lézignan, sur la route qui mène dans la vallée de Bagnères. En partant de la ville, on remarque des blocs sur le versant septentrional du Calvaire de Lourdes, puis on aperçoit ceux du versant oriental du pic de Jer. De l'autre côté de la vallée, les blocs granitiques et ophitiques sont

Digitized by Google

communs sur la montagne qui domine Lézignan ; ils en atteignent la crête, et descendent sur ses deux versants, qui sont en outre couverts d'un revêtement morainique. Avant d'arriver à Arcizac-les-Angles, la route longe une colline jurassique terminée par une arête tranchante et portant les cotes 497 et 502, qui indiquent son altitude au-dessus de la mer. De nombreux blocs erratiques placés sur cette arête se profilent sur le ciel ; ce sont des blocs de granite blanc avec mica noir, de quartzite et de schistes noirs; quelques-uns descendent dans le fond de la vallée. Après avoir dépassé Arcizac-les-Angles, on remarque également des blocs dans les prairies séparées par des rideaux d'arbres qui s'élèvent sur la droite de la route. La roche en place est du calcaire schisteux crétacé ; les blocs sont des quartzites rouges, des calcaires, des quartz. Un des blocs de quartzite visible de la route a $2^m,50$ de long Ces blocs sont les derniers dans cette direction ; on n'en voit plus à l'est d'Escoubès ou d'Orincles. La vallée qui sépare ces deux villages a, comme celle de Lézignan, un fond parfaitement nivelé, c'est un *Boden* comme on dit en Suisse, et pour M. Hogard ces *Boden* sont un des caractères des vallées jadis occupées par des glaciers. Il n'y a point de blocs autour d'Escoubès, et en revenant vers l'ouest, les premiers se rencontrent à la sortie du hameau de Pouts, à la cote 544 mètres; ils redeviennent plus communs dans la petite vallée au nord-ouest de Pouts, près de la ferme de la Pale, et se multiplient à mesure que l'on monte sur le plateau qui porte la cote 602. Ce sont des granites et des quartzites gris ayant quelquefois jusqu'à 2 mètres de long et gisant autour de la croix plantée sur le point qui porte la cote préditée. Ces blocs continuent jusqu'à Juloz, village placé sur une petite protubérance de granite en décomposition : on les retrouve dans l'est autour du signal de Miramont, qui porte la cote 647 et sépare le village d'Orincles de celui de Juloz. Quittant ce dernier village, nous marchâmes vers Adé, afin de raccorder la partie orientale de la moraine avec la partie occidentale. Nous revîmes les blocs sur le contrefort de la vallée d'Adé au-dessus du village de Saux. Les plus remarquables sont situés au-dessous des trois grandes croix du Calvaire d'Adé : l'un, visible de la route et couché dans les ajoncs, est de quartzite gris, il a $4^m,80$ de long; d'autres sont dans le bois de châtaigniers. Un revêtement morainique visible dans les déchirures du sol recouvre toutes ces pentes. Ici se termine notre topographie de la moraine terminale de l'ancien glacier de la vallée

Digitized by Google

d'Argelès; car nous venons de relier sa portion orientale à l'axe formé par les sept moraines du val d'Adé, auxquelles (pag. 23) la portion occidentale se rattache par les erratiques de Loubajac et de Bartrès.

### DISTRIBUTION DES MATÉRIAUX ERRATIQUES DANS LA MORAINE TERMINALE DE L'ANCIEN GLACIER DE LA VALLÉE D'ARGELÈS.

Quoique nous ayons indiqué la nature des roches erratiques que nous avons observées sur les différents points de la moraine, nous croyons devoir résumer ce que nous avons vu, afin de montrer combien cette distribution est d'accord avec les faits que l'on constate sur les glaciers actuels. Nous avons déjà fait observer que l'existence de ces matériaux, sans discontinuité sur toute la surface limitée par une demi-circonférence depuis Peyrouse jusqu'à Arcizac-les-Angles, passant par Loubajac, Adé et Juloz, prouve que les moraines latérales et médianes, étalées comme elles le sont sur le glacier actuel de l'Aar [1], se rattachent aux moraines terminales si bien caractérisées du village d'Adé. D'une manière générale, la moraine s'est beaucoup plus étendue vers l'occident que vers l'orient; cela devait être, puisque les affluents du glacier sont plus nombreux et plus puissants sur la rive gauche que sur la droite. Les matériaux des vallées de l'une et de l'autre rive se trouvent à l'orient comme à l'occident de l'axe formé par la vallée de Lourdes à Adé. Néanmoins on peut dire d'une manière générale que les granites blancs à cristaux de tourmaline, originaires de la vallée de Cauterets, dominent dans la partie occidentale, tandis que les ophites et les quartzites caractérisent plus spécialement la partie orientale, quoique chacune de ces roches soit éparpillée sur toute la surface de la moraine. Il doit en être ainsi, puisque l'axe granitique des Pyrénées les traverse de l'est à l'ouest, et constitue de puissants massifs, non-seulement dans la vallée principale, mais dans celles de *tous* les affluents du glacier. La composition minéralogique de ces granites est si uniforme, qu'il sera bien difficile de remonter à leur gisement originaire. Les ophites ne forment pas des massifs; elles se montrent sous forme de boutons épars, par exemple au château de Geu, en aval d'Ar-

[1] Voyez Agassiz; Nouvelles études sur les glaciers, pl. III.

Digitized by Google

gelès; sur la rive droite de la vallée au village de Cheust, dans le vallon de Juncalas, affluent de la rive droite du glacier, et surtout au pied du Calvaire de la ville de Lourdes, également sur la rive droite de la vallée. D'après cette distribution, on comprend que les ophites dominent dans la partie orientale de la moraine terminale, principalement sur les collines qui dominent Lézignau. Les schistes et les quartzites sont si communs dans les Hautes-Pyrénées, et ils présentent dans une même localité de si grandes variétés de texture et de couleur, qu'on conçoit facilement qu'ils se rencontrent sur tous les points de la moraine terminale. Les schistes maclifères avec andalousite, communs à l'état erratique autour de Saint-Germès, dans la vallée qui se termine à Adé, proviennent, suivant M. Frossard, de la vallée de Pragnères. Les marbres blancs qu'on trouve çà et là dans la partie occidentale de la moraine, se retrouvent autour du glacier actuel de Vignemale. Mais les erratiques les plus remarquables sont les schistes devoniens, avec *Retepora reticularis*, originaires du port et de la Prade de Gavarnie ou du voisinage de Gèdre, et trouvés épars près d'Argelès, par M. Arthur Jones, et dans le déblai de la gare de Lourdes, par M. Émilien Frossard. Le même géologue a observé à Gèdre, dans les tranchées de la nouvelle route et à Lourdes, associés aux erratiques devoniens, les grès crétacés de l'entrée du cirque de Gavarnie, avec *Ostrea carinata*. Les fragments de ces roches sont anguleux et les grès tellement friables qu'on ne saurait un instant supposer un transport par les eaux torrentielles. Nous ne doutons pas qu'une étude plus approfondie des roches erratiques, comparées aux roches en place, ne conduise à des rapprochements intéressants, qui montreront que le grand glacier de la vallée d'Argelès se comportait exactement comme les grands glaciers actuels. Nous souhaitons que ce travail tente le zèle de quelque jeune géologue habitant les Pyrénées ou la plaine qui les avoisine. En choisissant des roches caractéristiques et après avoir reconnu leur gisement dans les hautes vallées du bassin glaciaire, il arrivera à délimiter l'espace qu'elles occupent dans la plaine et à dresser une carte pétrographique des roches erratiques disséminées sur toute la surface de l'ancienne moraine terminale du glacier d'Argelès.

Digitized by Google

## CONCLUSIONS.

En résumé, nous constatons dans une des principales vallées des Pyrénées, la vallée d'Argelès, l'existence d'un ancien glacier d'une longueur de 53 kilom. Sortant de la région montagneuse, il venait étaler ses moraines terminales dans la plaine ondulée sous-pyrénéenne, et s'avançait jusqu'à 15 kilomètres de Tarbes, à une hauteur absolue de 400 mètres au-dessus de la mer. Son point de départ sur les hautes sommités qui séparent la France de l'Espagne étant à l'altitude moyenne de 3000 mètres environ, la pente moyenne de sa surface ne dépassait pas 0,039.

Ce glacier, y compris ses affluents et ses névés supérieurs, en un mot son bassin hydrographique, couvrait une surface d'environ 1 400 kilom. carrés, ou 140 000 hectares.

En étudiant les traces qu'il a laissées sur le sol, nous avons vu qu'il se comportait comme tous les glaciers actuels connus : il transportait des matériaux d'un fort volume et en même temps de menus débris, que nous trouvons sous forme de moraines, exactement à la place qui leur est assignée par les lois constatées du mouvement de translation des glaciers, et en affectant une disposition qui exclut tous les autres modes de transport naturels. En même temps ce glacier a usé, buriné les roches résistantes avec lesquelles il s'est trouvé en contact ; puis, en troisième lieu, les boues produites par ce frottement continu de la glace contre la roche, entraînées par les eaux de fonte et les torrents glaciaires, ont contribué à former la matière première de ce *loess* qui couvre au loin la plaine bien au-delà du périmètre occupé par l'ancien glacier.

Ainsi, transport des blocs, usure des roches, et formation du *loess*, sont trois phénomènes contemporains, synchroniques, provenant d'une seule et même cause.

Il est à remarquer que ce glacier n'est pas une exception dans les Pyrénées ; déjà en 1841, de Charpentier annonçait que ses études sur cette chaîne de montagnes l'avaient amené à conclure qu'elle avait fourni des matériaux erratiques tout aussi bien que les Alpes, mais dans des proportions



Digitized by Google

moins gigantesques[1] ; il signale des dépôts glaciaires dans les vallées de Lavedan, d'Aspe, d'Ossau, de Campan, d'Aure, de Luchon, d'Arran, de l'Aude, de la Têta et du Tech. Les glaciers, étant le résultat d'un phénomène météorologique dépendant de l'enveloppe gazeuse de la terre, n'ont pu être confinés dans une vallée unique ; toutes les vallées des Pyrénées centrales ont dû, à la même époque, être plus ou moins encombrées par les glaces.

Notre travail montre que la plupart des auteurs qui ont décrit le diluvium et les blocs erratiques sous-pyrénéens, ont été dans l'erreur lorsqu'ils en ont attribué l'origine, soit, à des courants violents, soit à des masses boueuses chargées de blocs gigantesques, courants provenant de la fonte subite des neiges occasionnée par des gaz qui se seraient fait jour lors de l'apparition des ophites[2]. Il est au contraire démontré que le transport de tous ces matériaux s'est effectué avec une extrême lenteur ; il suffit de jeter un coup d'œil sur la coupe d'une moraine fraîchement mise à nu par une tranchée de chemin de fer, comme celle d'Adé (*Pl.* I, *fig.* 6), pour voir que cet ensemble de débris n'est point le résultat d'un cataclysme; il n'y a rien eu de violent dans son mode de translation et de dépôt ; il en est de même des blocs semés à profusion sur les collines qui entourent le lac de Lourdes, la plupart ont leurs arêtes vives et leurs angles aigus. Un glacier, sans l'intervention de courants d'eau ou de boue, peut seul expliquer leur transport et leur position actuelle.

Il y a plus ; si l'on veut remonter à l'origine du phénomène des anciens glaciers, à la cause de leur grande extension, il n'est pas nécessaire de faire intervenir les mots de révolution ou de cataclysme. On peut très-bien concevoir qu'à la fin des dépôts tertiaires ou au commencement de l'époque quaternaire, époques qui, soit dit en passant, ne sont que les précurseurs de l'ère actuelle, la distribution des terres et des mers de notre hémisphère était bien différente de ce qu'elle est aujourd'hui.

Les observations les plus récentes ont démontré que le Sahara avec sa fournaise ardente[3] n'existait pas ; l'Angleterre presque tout entière, pendant

---

[1] De Charpentier; Essai sur les glaciers. Lausanne, 1841, pag. 210.

[2] H. de Collegno ; *Annal. des sc. natur.*, V. II, pag. 191 ; 1842. — *Bull. Soc. géol.*, V. XIV, pag. 402 ; 1843.

[3] Cfr. Martins; Du Spitzberg au Sahara, pag. 552.

Digitized by Google

cette période, a été plusieurs fois, suivant M. Lyell, soumise à des oscillations qui l'ont submergée et émergée à plusieurs reprises. A cette époque, la Baltique était en communication avec la mer Blanche ; le nord de l'Allemagne et une grande partie de la Russie d'Europe étaient plongés sous les eaux froides de la mer du Nord. Cet envahissement prolongé des mers sur les terres, ce changement de proportion relative de la portion émergée et de la portion immergée de la surface terrestre, a dû apporter avec lui un changement correspondant dans le climat ; l'air était probablement plus humide, les hivers longs et relativement tempérés, les étés courts et frais, quoique la moyenne de l'année ne fût peut-être pas très-inférieure à ce qu'elle est aujourd'hui.

L'Europe avait peut-être un climat maritime comme celui de la Nouvelle-Zélande à la latitude de 40 à 45° Sud [1], où certains glaciers, tels que celui de Tasman, descendent maintenant jusqu'à 210 mètres au-dessus du niveau de la mer, au milieu de forêts de fougères en arbres, de *Dracæna*, de *Metrosideros*, de *Podocarpus*, de *Dammara*, etc., qui ne prospèrent chez nous que dans les serres humides et tempérées, où elles sont également garanties contre les froids de l'hiver et des chaleurs de l'été.

Dans de pareilles conditions géographiques et atmosphériques, il devait tomber beaucoup de neige en hiver : elle s'amassait sur les sommets et dans les cirques des montagnes ; les étés brumeux n'étaient pas suffisants pour la faire fondre en totalité ; l'alimentation l'emportait sur la fusion ; le reste, le *stock* des neiges de chaque année, s'ajoutant à lui-même, accumulé pendant des siècles, devait finir par donner lieu à une très-grande extension des glaciers.

Cet état de choses n'a rien qui éveille l'idée de révolutions géologiques violentes, c'est la suite naturelle et normale du mouvement séculaire de l'écorce terrestre, de la pellicule flexible que nous habitons.

Si les anciens grands glaciers ont disparu, ne laissant que quelques témoins dans les hautes régions et dans les hautes latitudes, n'est-il pas naturel d'en chercher la cause dans la suite lente, non interrompue, de ces mêmes oscillations de la surface terrestre, dans un sens inverse, par exemple

---

[1] Hochstetter ; *Neu Seeland*, pag. 340 et 349.

Digitized by Google

de celui qui a déterminé le desséchement de la mer saharienne, de l'Égypte, de l'Arabie, la naissance du *gulf-stream*, le retrait de la mer froide du Nord, changements qui ont dû amener à leur suite un réchauffement de cette portion des continents suffisant pour faire reculer les glaciers.

Ce qui paraîtra peut-être paradoxal, c'est que nous soyons amenés à dire que l'Europe, à la suite de ces changements, est maintenant dans une période exceptionnelle de réchauffement. Si les grands glaciers ont disparu, c'est parce que les conditions physiques et météorologiques de l'Europe ont changé. L'existence de nouvelles terres, de nouveaux continents ont diminué dans une proportion sensible la surface d'évaporation des mers, et desséché l'atmosphère ; mais rien ne nous assure que cet état de choses doive durer éternellement : les modifications incessantes de la surface terrestre la ramèneront peut-être, dans les siècles futurs, au point où elle en était au commencement de l'époque quaternaire.

## APPENDICE

### FAUNE CORRESPONDANTE A L'ÉPOQUE GLACIAIRE DANS LA PLAINE SOUS-PYRÉNÉENNE.

Nous ne croyons pas pouvoir terminer ce mémoire par un document plus intéressant que la liste des mammifères vivants, éteints ou émigrés de la plaine sous-pyrénéenne, que nous devons à l'obligeance de notre ami M. Édouard Lartet : elle comprend vingt espèces principales dont les restes ont été trouvés dans les alluvions quaternaires, les cavernes et autres gisements du sud-ouest de la France en général et des départements qui touchent aux Pyrénées en particulier. M. Alphonse Milne-Edwards y a joint celle des oiseaux enfouis dans les cavernes de la même région. Quelques-uns de ces animaux ont vécu dans les plaines pendant que les montagnes étaient couvertes de grands glaciers ; ils y trouvaient des retraites assurées et une nourriture abondante, car l'humidité de l'air devait être favorable à une végétation luxuriante. Le régime des rivières était également bien différent de ce qu'il est aujourd'hui ; la fonte annuelle des glaciers donnait aux torrents et aux cours d'eau une puissance dont les grandes inondations peuvent seules nous donner une idée :

Digitized by Google

l'Éléphant velu, l'Hippopotame, le Rhinocéros, le Renne, paissaient dans les prairies marécageuses, en même temps que le Narval et le Morse vivaient dans les eaux froides de la Manche.

FAUNE DU SUD-OUEST DE LA FRANCE PENDANT L'ÉPOQUE QUATERNAIRE.

1° ANIMAUX DISPARUS. — *Elephas antiquus*, Falc.; *E. primigenius*, Blum.; *Rhinoceros Merkii*, Kaup.; *R. tichorhinus*, Cuv.; *Bos primigenius*, Boj.; *Cervus megaceros*, Hartm.; *Ursus spelæus*, Rosenm.; *Felis spelæa*, Goldf.; *Hyæna spelæa*, Goldf.; *H. striata*, Zimmerm. — *Grus primigenia*, Alph. M.-Edw.

2° ANIMAUX ÉMIGRÉS. — *Bison europæus*, Cuv.; *Ovibos moschatus*, de Blainv.; *Cervus Tarandus*, L.; *Capra hispanica*, Schimp.; *Antilope rupicapra* Erxl.; *A. Saiga*, Pall.; *Arctomys Marmotta*, L.; *Spermophilus*, voisin du *S. Parryi*, Richards; *Felis lynx*, L. — *Castor europæus*, Brandt; *Stryx lapponica*, Gm.; *Tetrao lagopus*, L.; *T. albus*, *T. urogallus*, L.; *Pyrrhocorax alpinus*, Vieill.

3° ANIMAUX EXISTANT ENCORE DANS LA CONTRÉE. — *Gypaetes barbatus*, Temm.; *Milvus regalis*, Vieill.; *Falco tinnunculus*, Vieill.; *Buteo cinereus*, Gm.; *Hirundo rupestris*, Temm.; *Corvus corax*, Vieill.; *C. pica*, Temm.

L'ensemble de cette Faune est celle d'un pays froid, et la zoologie confirme ainsi complètement les données de la géologie. Parmi ces animaux, quelques-uns sont complètement éteints et disparus : tels sont les Éléphants, les Rhinocéros, l'Aurochs fossile, le Cerf d'Irlande, l'Ours, la Hyène et la Panthère des cavernes, la Hyène striée, et un oiseau, la Grue fossile. D'autres espèces ont émigré, la plupart vers le Nord; tels sont : le Bison, le Bœuf musqué, le Renne, l'Antilope Saïga, le Spermophile et la Chouette de Laponie. Le Castor ne se trouve plus que dans le delta du Rhône. Quelques animaux se sont réfugiés dans les montagnes, soit que le climat de la plaine soit devenu trop chaud pour eux, soit que la présence de l'homme les ait chassés; tels sont : le Chamois, le Bouquetin d'Espagne, la Marmotte, le Lynx, les Tétras et le Chouca. Pour compléter cette liste, il faudrait, suivant M. Lartet, y ajouter toutes les espèces sauvages vivant encore dans la contrée, excepté peut-être la Genette (*Viverra Genetta* L.), qu'il croit d'introduction récente;

Digitized by Google

mais, suivant lui, tous les autres animaux sauvages ont vécu pendant l'époque glaciaire et traversé celles qui lui ont succédé.

Nous ferons remarquer, en terminant, qu'à cette liste de Mammifères éteints il faut ajouter l'homme; ses ossements fossiles ou les restes de son industrie ont été trouvés dans les mêmes gisements ou dans des gisements identiques de la même époque, avec des restes d'Éléphants, de Rhinocéros, de Renne, du grand Ours des cavernes, etc.; c'est la première période de l'âge de la pierre [1]. Il y a plus; d'après les découvertes les plus récentes, l'homme remonterait beaucoup plus haut dans la série des temps : M. l'abbé Bourgeois aurait trouvé des traces de son existence à la fin de l'époque tertiaire miocène, et M. Desnoyers pendant l'époque pliocène, longtemps avant le grand développement des glaciers.

Cette liste répond en même temps aux objections de quelques personnes qui supposent que les anciens glaciers, par suite du grand froid, ont tué la faune qui vivait dans la contrée avant leur extension; mais nous avons vu que les glaciers pouvaient très-bien prospérer sans qu'il soit nécessaire d'appeler un grand froid à leur aide. Les animaux n'ont point disparu en totalité, quelques-uns se sont éteints, d'autres ont émigré; mais ils ont été remplacés, la vie n'a pas été suspendue. Les faits paléontologiques, comme les faits physiques, se sont succédé avec une extrême lenteur, sans changements brusques, sans révolution violente. M. Lartet a démontré qu'entre la faune de l'époque pliocène et la faune quaternaire qui l'a suivie, il n'y a pas de différence tranchée; puis, entre la faune quaternaire et les animaux actuels, il est impossible d'apercevoir une limite saisissable : la série est continue et non interrompue. L'homme de l'âge de la pierre a donc pu, comme les animaux qui figurent sur notre liste, assister à la naissance, au développement et à la retraite des anciens glaciers.

---

[1] On trouvera des détails à ce sujet dans le Compte-rendu des travaux du Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques, tenu à Paris en août 1867. — Voir les mémoires, notes et communications de MM. E. Lartet, C. Vogt, de Mortillet, abbé Bourgeois et autres.

Digitized by Google

Digitized by Google

…ier principal du Gave de Pau, avec le figuré
…nue de la surface était de o$^{m}$.038

…aut$^{rs}$.
8 9 10 Kil.

…tie jurassique entre le Gave de Pau et le Gave de Lauz…

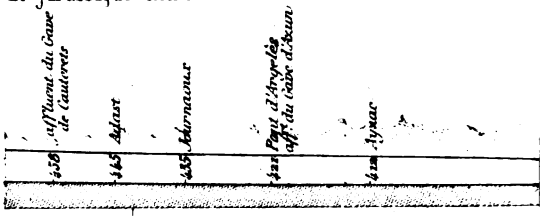



Fig. 4 _ Co…

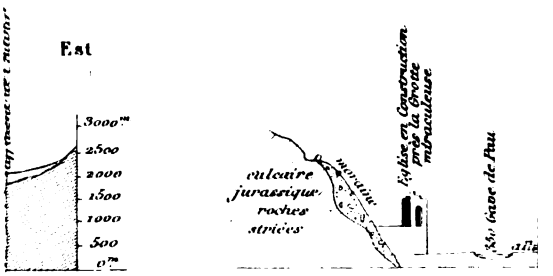
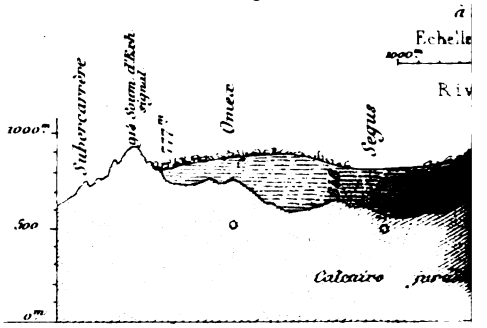


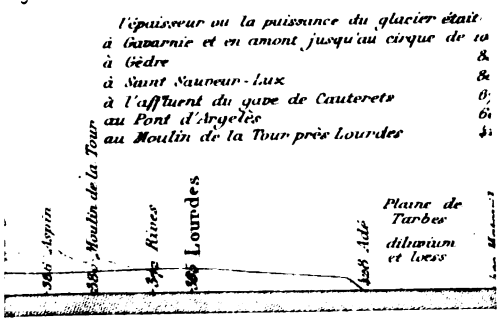

Fig. 2 _ Coupe trans…



…ptique de 8 tonnes reposant sur la roche jurassique
…teur 6$^{m}$.60 largeur 3$^{m}$.30, hauteur 2$^{m}$.50
sur la même montagne.

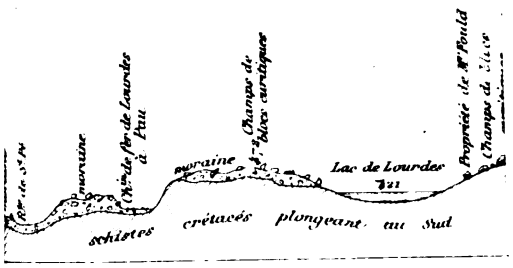
Digitized by Google

dagnes de la rive gauche.




versale de la vallée du Gave de Pau

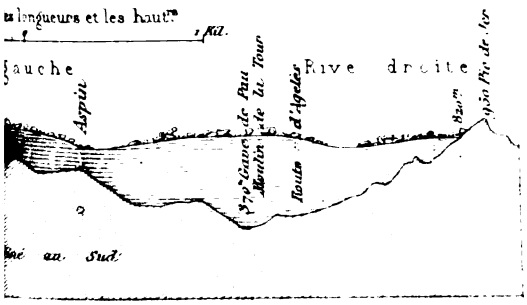
*lques Kil. en aval de Lourdes*




de l'ancien glacier d'Argelès

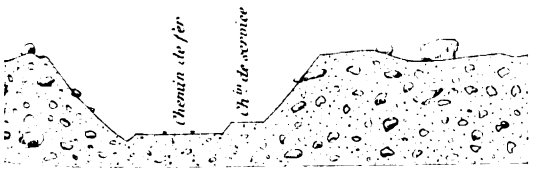
*mont de Lourdes*

*s longueurs et les hauteurs*




Coupe en travers de la sixième moraine d'Adé

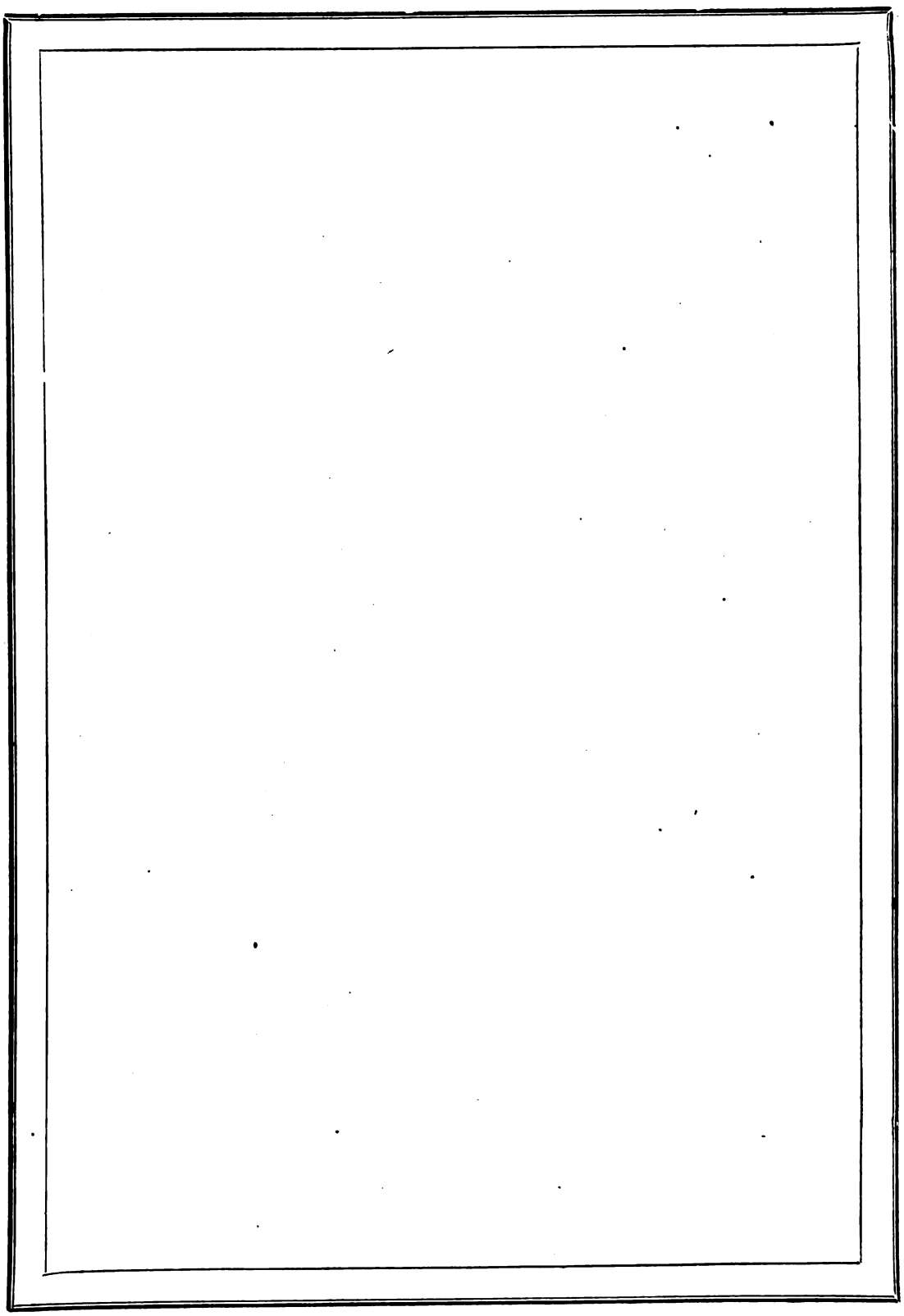
*le Chemin de fer de Tarbes à Lourdes, hauteur 6 à 8 m*



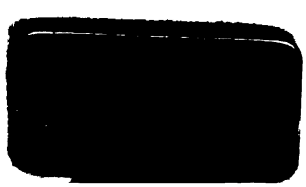

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google