INSTITUT DE PALÉONTOLOGIE HUMAINE PARIS

Don de Mr H. BREUIL

LES

GLACIERS

ANCIENS ET RÉCENTS

DES PYRÉNÉES

CONFÉRENCE FAITE A BORDEAUX

Sur la demande de la Société philomatique

PAR

LE Dr F. GARRIGOU

TOULOUSE
IMPRIMERIE PRADEL, VIGUIER ET BOÉ
6, RUE DES GESTES, 6.
—
1876

Signature numérique de Millan Brun Anne-Lise
DN : cn=Millan Brun Anne-Lise, o=UMR 7194, ou=Bibliotheque, email=biph@mnhn.fr, c=FR
Date : 2013.03.11 14:58:56 +01'00'

8 67
P. 83.

INSTITUT DE PALÉONTOLOGIE HUMAINE PARIS

Don de Mr H. BREUIL

LES

GLACIERS

ANCIENS ET RÉCENTS

DES PYRÉNÉES

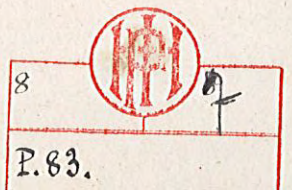
CONFÉRENCE FAITE A BORDEAUX

Sur la demande de la Société philomatique

PAR

LE Dr F. GARRIGOU

TOULOUSE
IMPRIMERIE PRADEL, VIGUIER ET BOÉ
6, RUE DES GESTES, 6.
—
1876



LES GLACIERS

ANCIENS ET RÉCENTS

DES PYRÉNÉES

Mesdames, Messieurs,

Je vais avoir l'honneur de vous parler dans ce nouvel entretien d'une période géologique pendant laquelle la surface du globe, dans les deux hémisphères, a été en partie recouverte d'immenses glaciers aujourd'hui disparus. Nous bornerons notre étude à la recherche et à la constatation des traces que la période glaciaire a laissées dans les Pyrénées.

L'illustre Charpentier a été le premier à constater dans nos belles montagnes du midi de la France les énormes blocs granitiques venus des hauts sommets jusque dans la plaine sur la croupe des glaciers qui descendaient des pics les plus élevés. Après lui quelques très rares géologues refusèrent à ces blocs une origine glaciaire. En 1867, le regretté Collomb et M. Ch. Martins vinrent ouvrir une ère nouvelle dans la géologie des terrains de transport pyrénéens. Leur étude du glacier d'Argelès fut le premier jalon

INSTITUT DE PALÉONTOLOGIE HUMAINE PARIS

planté sur les moraines qu'allaient bientôt parcourir quelques géologues nouveaux. Tour à tour MM. le général de Nansouty, H. Magnan, Frossard, Louis Martin, Genreau, Peslin, Baysselance, Piette, votre concitoyen M. Schnader, etc., et moi-même, avons cherché à démêler les divers problèmes relatifs à cette étude si complexe et si nouvelle des glaciers anciens dont nous avons tous constaté l'existence.

Mais avant d'aborder le sujet de notre causerie, qu'il me soit permis de mettre sous vos yeux un tableau succinct et classique de la succession des terrains, de cette manière l'exposé des faits deviendra plus intelligible.

Terrain
- quaternaire
  - récent.
  - ancien.
- tertiaire
  - pliocène.
  - miocène.
  - éocène.
- secondaire
  - crétacé.
  - jurassique.
- de transition
  - triasique.
  - permien.
  - houiller.
  - dévonien.
  - silurien.
- primitif
  - cambrien.
  - laurentien.

Etudions maintenant un glacier mo-

derne pour pouvoir arriver à nous représenter les immenses glaciers d'autrefois.

Nous nous transporterons pour cela dans les Alpes où les glaciers ont encore conservé un développement énorme, tandis que ceux des Pyrénées n'atteignent plus que des proportions insignifiantes.

En arrivant au front du glacier, nous nous trouvons au milieu d'un amas de roches anguleuses enclavées dans une boue argileuse et humide. Les blocs échoués au point où finit le fleuve de glace semblant fraîchement enlevés à la roche-mère ; leurs angles et leurs arêtes ne présentent les traces d'aucune usure.

C'est là ce que les géologues ont appelé la moraine terminale du glacier ; elle est le témoin irréfutable de la limite la plus éloignée que le fleuve compacte et solide a pu atteindre avant de se résoudre en eau, sous l'influence d'une température à laquelle sa masse n'a pu résister.

En face de nous se dresse le colosse congelé et étincelant. De gros quartiers de granit et de schiste hérissent sur quelques points sa surface terminale, presque à pic et toute déchiquetée. D'une excavation médiane et occupant la base du glacier s'échappe

un torrent d'eau trouble et froide qui roule sur son passage les matériaux de la moraine frontale. Ne nous aventurons pas dans cette caverne dont les stalactites ressemblent à du cristal. Souvent, pendant l'été, la voûte s'écroule avec un fracas horrible, et malheur au téméraire qui s'est avancé trop loin pour satisfaire sa curiosité.

Si nous détachons une mince lame de cette glace transparente et que nous l'approchions d'une bougie allumée, nous allons sentir que la chaleur de ce minime foyer la traverse jusqu'au point de faire monter avec rapidité le thermomètre d'un grand nombre de degrés. Il n'en serait plus de même si, à la place de la lame de glace, nous mettions une plaque de verre; le thermomètre resterait stationnaire.

Cette propriété spéciale de la glace nous servira bientôt pour expliquer le mécanisme de la progression incessante du glacier.

Gravissant maintenant le front glissant de cette masse taillée en forme de pics et d'aiguilles, nous arrivons sur un plancher sensiblement convexe et raboteux, qui remonte au loin la vallée en se perdant vers des cimes blanchies par la neige. Le contraste de cette blancheur avec la couleur vert-bleu de la mer glacée sur laquelle nous chemi-

nons, ne saurait échapper à personne. A gauche et à droite, des rochers détachés des montagnes qui limitent la vallée ont roulé sur le glacier et sont destinés, après leur dépôt, lorsque la masse congelée sera fondue, à devenir la preuve de sa marche descendante. Ce sont les blocs erratiques.

Ici, de grandes encoches nous apparaissent, creusées sur les bords du glacier fondu par la chaleur que rayonnent les parois rocheuses de la vallée, sous le dard d'un soleil brûlant. D'immenses éboulis les remplissent et forment les moraines latérales.

Là, une longue traînée de matériaux pierreux, occupant l'axe du glacier, nous fait prévoir que plus haut la vallée se bifurque. En se rencontrant, les deux plaines glacées réunissent leurs bords opposés ; puis, cheminant ensemble, les deux moraines latérales ont formé comme un ruban noir médian, sorte de prolongement de l'angle de bifurcation des deux fleuves : c'est la moraine médiane.

En montant vers les cimes, la glace, très dure d'abord, devient ensuite plus molle. Le névé celluleux craque sous les pieds. Plus haut encore la marche devient pénible et lente ; une neige fraîche et sans résistance nous permet, grâce aux leçons du célèbre Tyndall,

de voir que ce duvet cotonneux est la source de l'immense nappe glacée que nous venons de gravir.

En effet, la neige fraîche qui s'accumule chaque jour dans les sommets dont la hauteur dépasse 3 et 4,000 mètres, dans les régions alpestres, est formée par la juxtaposition de cristaux microscopiques de glace. Ces cristaux englobent dans leurs interstices des bulles d'air innombrables et imperceptibles qui donnent à la neige son éblouissante blancheur. En partie fondue pendant le jour, cette neige est transformée en eau qui pénètre les espaces vides où le froid de la nuit la congèle. Ce changement d'état plusieurs fois répété amène la formation du névé ou neige durcie et celluleuse. La continuation de ce même travail d'une manière non interrompue produit la glace au moyen du névé, d'où la congélation finit bientôt par chasser complétement les bulles d'air en fournissant finalement une masse dure, limpide, et d'un bleu pur, lorsqu'on l'examine sous une forte épaisseur.

Tel est un glacier.

Mais pendant que nous le dominons encore dans toute son étendue, rendons-nous compte de ces grandes lignes noires dessinées surtout sur les points où deux vallées se rencontrent et dans

les circonvolutions les plus accentuées du fleuve de glace Vous avez tous entendu parler des crevasses, si redoutables et si redoutées des voyageurs. Ce sont elles que nous venons d'apercevoir. Elles sont là, béantes, souvent recouvertes d'une mince couche de neige et alors surtout dangereuses. Leur profondeur est immense, car elles traversent souvent le glacier dans toute son épaisseur. Tout ce qui tombe dans ces gouffres est à peu près perdu pour toujours. Le guide prudent ne laisse jamais traverser les régions où elles abondent sans attacher les touristes entre eux au moyen de cordes solides et longues. Faute de précautions ou par suite du déplacement des crevasses, quelques voyageurs ont trouvé la mort dans les glaciers des Alpes et dans ceux des Pyrénées.

La marche inégale de ce cours d'eau solide vers les plaines où il vient mourir entraîne, soit la production de crevasses nouvelles, soit le déplacement des anciennes. Ce n'est pas sans rompre le silence de ces froids déserts que ces changements se produisent. L'ouverture d'une crevasse se fait avec un bruit souvent comparable à l'explosion d'un coup de canon. Ces fissures inégales sont une voie ouverte aux blocs erratiques de la surface.

Quelques-uns trop volumineux s'incrustent entre les parois de la crevasse et cheminent ainsi avec la masse mouvante. D'autres, en gagnant le fond, s'engagent sous le glacier qui les entraîne également dans sa marche, en formant une dernière espèce de moraine : la moraine inférieure.

Puisque nous connaissons le glacier, étudions maintenant le mécanisme et les résultats de sa marche.

Vous avez tous entendu parler de cette propriété spéciale de l'eau d'avoir un maximum de densité à la température de 4 degrés au-dessus de zéro. Si la température augmente ou si elle diminue, l'eau se dilate, et sa congélation n'altère pas cette propriété, comme on serait tout disposé à le penser *à priori*, puisque le froid resserre et contracte ordinairement les corps qu'il pénètre. C'est sur ce pouvoir que l'eau possède de se dilater en se congelant que repose la véritable application de la marche du glacier.

Et, en effet, nous avons appris que la glace se laisse facilement traverser par la chaleur. Sous l'influence des rayons solaires, les blocs de rochers qu'elle renferme dans son épaisseur s'échauffent suffisamment pour fondre la glace qui les entoure. Des cavités plus ou moins étendues se produisent

ainsi en grand nombre au-dessous de la surface. Mais bientôt l'eau de la pluie et plus régulièrement encore celle qui provient des points supérieurs fondant sous l'influence de la température élevée de l'atmosphère, pénètre dans les interstices vides, les remplit et s'y congèle pendant le refroidissement nocturne. En devenant solide cette eau se dilate ; et sous l'influence de mille poussées incessantes, la masse entière se meut dans la seule direction possible, c'est-à-dire dans le sens descendant de la vallée.

Les expériences faites par Hugi, Agassiz, Forbes, Tyndall, Escher de la Linth et tant d'autres naturalistes suisses plus illustres les uns que les autres, Desor, Vogt, etc., nous ont appris que le glacier ne marchait pas d'une manière irrégulière et sans loi, bien au contraire.

Des poteaux plantés sur un glacier dans le sens d'une ligne transversale rectiligne, et attentivement surveillés au moyen d'un instrument appelé *théodolite*, se déplacent d'une manière continue et sensible même d'heure en heure. Les poteaux médians avancent plus rapidement que ceux des extrémités, et ceux-ci se meuvent inégalement vite, surtout dans les points où les vallées présentent des contours très sensi-

bles. Dans ce cas, le bord convexe avance toujours plus vite que le bord concave.

C'est donc à la façon dont marche un cours d'eau ordinaire que les glaciers descendent également dans les plaines. Le centre de vitesse ne coïncide pas avec l'axe du glacier. Il recoupe celui-ci chaque fois qu'une sinuosité de la vallée se présente, et passe du côté convexe de la sinuosité.

En suivant ainsi la marche de poteaux solidement fixés à 3 mètres de profondeur dans le glacier, on a pu calculer que la progression du fleuve solide était de 80 à 83 mètres par an.

Dans sa marche descendante, le glacier produit sur les roches qui lui servent de lit des phénomènes physiques sur lesquels nous devons nous arrêter quelques instants.

Nous avons vu que le glacier entraînait avec lui une partie de sa moraine inférieure. Ces éléments rocheux empâtés solidement dans la glace peuvent être comparés au burin que le graveur fixe dans ses doigts pour attaquer le métal ou la pierre. Dans ces conditions le glissement de cette masse pesante sur le sol sous-jacent fait pénétrer les roches les plus dures dans la pâte des roches les plus tendres, et les parties anguleuses et pointues des premières

burinent et strient les secondes. Ces coups de burin deviennent une preuve irrécusable du passage du glacier en ce point, car nulle autre cause que celle que nous venons d'indiquer ne peut produire de semblables effets, en même temps les fragments les plus petits des roches entraînées rencontrant sur leur passage des sables quartzeux et durs se laissent rayer et strier par ceux-ci, et vont se perdre dans les moraines où nous les retrouvons comme de vrais fossiles caractéristiques de l'époque glaciaire.

L'illustre et courageux Agassiz a pu pénétrer au loin sous les glaciers des Alpes pour aller, au péril de sa vie, étudier sur place tous les phénomènes que nous venons de décrire. C'est à lui que nous devons leur connaissance.

En outre des roches burinées et des cailloux striés, les glaciers usent encore les roches d'une façon toute spéciale qui permet de reconnaître, même de fort loin, l'emplacement d'un ancien glacier. Partout où en cheminant le fleuve solide a trouvé de la résistance, partout il a exercé son action destructive. Les roches les plus dures sont polies, arrondies, mamelonnées, et ressemblent plus ou moins, en certains points, à une mer agitée et couverte de vagues. Les premières sont

appelées roches mamelonnées, les secondes roches moutonnées. Les Pyrénées possèdent de beaux exemples de ces anciennes traces glaciaires.

La vallée d'Aure, vers le niveau de Sarrancolin, présente le phénomène des roches mamelonnées. C'est le vieux grès rouge dévonien qui est ainsi usé. La vallée de Luchon, au nord de Cierp et au sud de Saint-Mamet, la vallée d'Ax à la separation des ruisseaux d'Orlu et d'Ascou, la vallée de Carol dans sa partie supérieure, etc., présentent encore dans les granits de beaux exemples de ce même genre d'usure des roches. Les calcaires secondaires des environs et surtout du sud de Lourdes fournissent les plus beaux spécimens de roches moutonnées qui existent dans les Pyrénées.

C'est en usant ainsi les roches les moins résistantes et en les transformant en véritable boue que les glaciers produisent, de nos jours encore, les éléments de ces dépôts argilo-sableux que nous appelons le *lœss*. Les cours d'eau s'échappant des glaciers entraînent avec eux ces argiles qui troublent constamment leur limpidité ; ils les déposent ensuite le long de leurs berges après que leur impétuosité torrentielle s'est calmée, à mesure qu'ils ga-

gnent les plaines dont ils fertilisent le sol.

Lorsqu'en suivant son cours vers le fond d'une vallée un glacier rencontre des gorges étroites, il semblerait au premier abord que l'obstacle ainsi opposé à son passage sera difficilement franchi. Il n'en est rien cependant. Le glacier, toujours poussé en avant, se moule sur les parois de l'étroit couloir ; il gagne en hauteur ce qu'il perd en largeur, et différent en cela d'un cours d'eau ordinaire, il franchit cependant comme celui-ci le défilé dont il semblait destiné à ne jamais sortir.

Les belles expériences d'un célèbre naturaliste anglais, le professeur Tyndall, ont prouvé que sous l'influence de fortes pressions on peut donner à la glace la plus dure la forme que l'on veut. Par suite de ces pressions excessives, la glace se brise en petits fragments qui pénètrent les anfractuosités les plus tortueuses du moule où on la renferme. Ces fragments se soudent promptement entre eux et fournissent une glace limpide reproduisant exactement le moule dans lequel on presse.

Nous devons cependant arrêter ici ce que nous avions à dire des glaciers actuels, et malgré les lacunes inévitables dans un aussi court entretien, nous

allons passer à l'étude des glaciers qui ont depuis longtemps disparu, mais en laissant des traces incontestables de leur existence.

Les moraines, les roches mamelonnées, moutonnées, burinées et polies, les cailloux striés, tels sont les faits qui vont nous servir pour arriver à constater l'étendue des glaciers d'autrefois.

Dans toutes les Pyrénées sans exception, dès que l'on arrive à l'entrée d'une grande vallée dans la plaine, des dépôts de cailloux très-volumineux roulés et souvent anguleux viennent frapper l'œil du voyageur. Ces cailloux sont surmontés, ainsi qu'on peut le voir aisément dans plusieurs localités, par un dépôt franchement stratifié argilo-sableux avec lits de cailloux quartzeux roulés, d'autant plus volumineux qu'on se rapproche des premiers contreforts pyrénéens, et d'autant plus fins que l'on descend dans la plaine. Le passage de ces diverses couches de dépôt a lieu des unes aux autres, dans certaines localités, par la superposition d'éléments roulés de plus en plus fins vers la surface et de plus en plus gros dans les profondeurs. Sur d'autres points, vers Bénagues par exemple, entre Foix et Pamiers, la superposition des couches

argileuses se fait directement et sans transgression sur les éléments granitiques roulés les plus volumineux, parmi lesquels apparaissent de loin en loin quelques blocs anguleux sur les bords même de l'Ariége.

Dans les vallées de la Garonne, de la Neste, de l'Adour, de Lourdes, etc., les mêmes faits stratigraphiques sont développés d'une manière frappante pour tout œil exercé et habitué à observer sans parti pris.

En franchissant ces dépôts pour entrer dans les vallées même, on les voit de plus en plus privés d'éléments roulés et bientôt une moraine parfaitement reconnaissable se dégage et se développe en même temps en hauteur et en étendue. Le passage des éléments roulés aux éléments morainiques se fait d'une manière transgressive. Il est impossible de ne pas voir que les éléments roulés proviennent de la moraine. Or, cet ensemble de cailloux arrondis et anguleux passe sous le terrain argilo-sableux stratifié. Il s'ensuit donc que ce terrain est constitué par un dépôt plus récent que celui des éléments granitiques et quartzeux, soit roulés, soit anguleux, de la base. Plusieurs gisements de fossiles permettent d'affirmer que le dépôt argilo-sableux fait partie du terrain tertiaire

moyen (miocène); il en résulte que le dépôt morainique inférieur a été formé à une date antérieure à l'époque miocène.

Je n'hésite donc pas à dire aujourd'hui encore, comme je l'ai déjà dit à plusieurs reprises, que le dépôt morainique le plus avancé vers le nord de la chaîne pyrénéenne passant sous les dépôts stratifiés du terrain miocène, est antérieur à ces dépôts. L'époque glaciaire la plus reculée que nous connaissions jusqu'à ce jour, est donc postérieure au terrain tertiaire inférieur (éocène), et a précédé la formation du tertiaire moyen (miocène), pendant laquelle elle s'est aussi continuée.

Les gisements fossiles les plus rapprochés des abords des moraines sont surtout : Orignac, à l'entrée de la vallée de Bigorre, vers l'est, où j'ai retrouvé le dinotherium, le mastodonte, de nombreux ruminants, des carnassiers et un ours (le plus ancien de tous); Valentine, près de St-Gaudens, où M. Alfred Fontan (le premier explorateur des grottes de Massat) a découvert la première espèce de singe fossile, accompagnant la faune miocène ; Bonac, à quelques kilomètres de Pamiers, où j'ai également découvert quelques

spécimens de ruminants et de carnassiers miocènes.

Les argiles rouges surmontant le dépôt morianique, soit intact, soit roulé, sont donc caractérisées paléontologiquement et stratigraphiquement. Elles constituent les assises miocènes les plus rapprochées de la montagne. Peu à peu, en avançant au nord, dans les plaines, ces assises se transforment en couches marneuses, calcaires et souvent argilo-sableuses. Leur aspect change complétement.

Mais lorsqu'on a étudié à l'entrée des plaines la composition de ces alternances superposées dans les points où les cours d'eau actuels ont profondément raviné ces dépôts rouges miocènes, on retrouve dans les profondeurs des ravins les gros éléments remaniés de la moraine, et quelquefois, les blocs anguleux eux-mêmes. Les argiles rouges miocènes surmontent constamment cet ensemble.

A Juillan, dans la plaine de Tarbes, les mamelons laissés par les grandes érosions post-miocènes nous montrent, au milieu de la plaine, des lambeaux de la moraine tertiaire. Dans ce point, lorsqu'on creuse des puits, les gros blocs se trouvent dans le sous-sol. Ce n'est donc pas à Adé que s'arrêtait la moraine du grand glacier d'Ar-

gelès. Elle venait beaucoup plus loin vers le nord, à partir du village d'Adé, ainsi qu'il est aisé de le constater sur la grande coupe que je mets sous vos yeux. On ne voit plus, il est vrai, à la surface que la partie remaniée de la moraine dont les blocs anguleux se cachent eux-mêmes dans les profondeurs du sol.

Ce que je viens de dire pour la vallée de Lourdes peut être textuellement répété pour les autres vallées descendant des Pyrénées.

Si je me suis attaché à faire ma démonstration dans ce point des Pyrénées, c'est que les recherches de Collomb et du savant professeur Ch. Martins l'ont rendu classique pour les géologues. Mais en décrivant les moraines du glacier d'Argelès, ces deux naturalistes ont confondu en une seule moraine, qu'ils ont classée comme quaternaire, les deux moraines tertiaires (miocène et pliocène). Cette erreur était parfaitement permise au moment où les premières recherches consciencieuses étaient faites sur les glaciers anciens des Pyrénées. Aujourd'hui, on serait inexcusable de la laisser encore se produire. Du reste, le regretté Collomb, avec la sincérité qui le caractérisait, m'a déclaré plusieurs fois qu'il pensait que j'avais raison de pousser le glacier

d'Argelès jusques aux portes de Tarbes. Il considérait avec moi les dépôts de Juillan comme les restes d'une moraine *tertiaire*.

En étudiant la moraine miocène dans la partie visible entre les villages de Peyrouse et de Pouts, au nord de Lourdes, nous lui trouvons une largeur de 11 kilomètres environ. Si nous traversons cette moraine de l'ouest à l'est, depuis le village de Peyrouse jusqu'à celui de Pouts, nous la voyons coupée, dans la ligne nord-sud qui relie les deux localités de Lourdes et d'Adé, par un étroit couloir de 1000 à 1500 mètres de large que suit la voie ferrée du Midi. De chaque côté les dépôts moraniques s'élèvent jusqu'à 560 et même 602 mètres d'altitude. Le bas-fond du couloir se trouve au contraire à une altitude de 432 mètres. Or ce bas-fond est formé par sept moraines successives de 1000 mètres d'étendue environ entre Lourdes et Adé. Collomb et M. Martins les ont signalées.

Puisque ces sept moraines sont déposées dans un couloir de 5 à 6 kilomètres de long sur 1,000 à 1,500 mètres de large, et creusé dans la grande moraine de 11 kilomètres de large, à une altitude inférieure de 200 mètres environ à celle de cette grande moraine, il s'ensuit que ces deux dépôts

glaciaires ne sont pas du même âge. La grande moraine ayant été déposée la première, puisque les sept plus petites moraines reposent dessus, il s'ensuit donc que celles-ci sont moins anciennes. Or, la grande moraine datant de l'époque miocène, il en résulte que les petites moraines sont d'une date postérieure, c'est-à-dire qu'elles appartiennent soit à l'époque *pliocène*, soit à l'époque quaternaire.

La même étude faite dans la vallée de la Garonne nous conduit exactement au même résultat. La grande moraine tertiaire située à la base du plateau miocène de Lannemezan, ayant une altitude de 600 mètres, a été également creusée après son dépôt, et de nouvelles moraines, telles que celles de Saint-Laurent, Saint-Paul, et de Labroquère, au sortir des vallées de la Neste et de la Garonne, ont été déposées par des glaciers bien moins étendus que les premiers.

Il en est de même encore dans la vallée d'Ossau, où les faits que j'ai signalés, ainsi que les idées qui s'y rattachent, ont été confirmés par les travaux et les recherches de MM. Genreau, Thore, etc.

La vallée de l'Ariége nous donne encore un résultat semblable, la grande

coupe que je mets sous vos yeux permet de le constater.

Et lorsqu'en 1862 j'ai séjourné dans les Pyrénées-Orientales pour en étudier la géologie, j'ai pu rapporter de nombreuses coupes confirmant les belles recherches de M. Martins sur les glaciers des vallées de la Tet et de la Tech, et prouvant aussi l'existence de diverses époques glaciaires dans cette extrémité orientale de la chaîne pyrénéenne.

Si nous remontons maintenant les vallées jusque dans les hauts sommets, nous retrouvons encore des moraines terminales de glaciers, à mesure que nous avançons dans notre exploration de la montagne. Ces moraines nous montrent les étapes faites par les glaciers, à mesure qu'ils se sont fondus, pour se retirer aujourd'hui dans les hauts sommets, où ils ne présentent plus que des dimensions insignifiantes.

J'ai cherché à rendre frappante cette marche rétrograde des glaciers, en la représentant sur les trois coupes des vallées d'Argelès, de la Garonne et de l'Ariége.

Les grandes bandes bleues qui partent des pics de Gavarnie, de la tour de Maupas et du pic de Milleroques, pour s'avancer jusques à Adé, Montréjeau et Varilhes, simulent, *grosso modo*,

INSTITUT DE PALÉONTOLOGIE HUMAINE PARIS

les glaciers miocènes dont les moraines, représentées en rouge, s'enfoncent sous le terrain miocène au-dessous duquel nous pouvons les suivre encore à Juillan, à Montréjeau et à Bénagues.

En enlevant cette première bande bleue, vous en voyez une seconde représentant un glacier sensiblement moins développé qui a déposé les sept moraines d'Adé et les moraines de Labroquère.

L'ablation successive des bandes de plus en plus petites vous montre les glaciers les plus récents. Leurs moraines restant représentées en rouge à l'extrémité de chacun d'eux, nous permettent, maintenant que toutes ces bandes sont enlevées, de constater sur la coupe, de même qu'on peut le constater sur le terrain, quels sont les points où chaque glacier a séjourné. Ces taches rouges, de plus en plus restreintes et de plus en plus rapprochées du haut des vallées, vous les indiquent.

A mesure que ces glaciers ont disparu par la fusion, ils ont fourni une masse d'eau considérable qui a servi à l'alimentation des grands fleuves de cette époque glaciaire.

Nous savons que pendant la période miocène le bassin sous-pyrénéen, ouvert dans la direction du sud-ouest, était rempli par une immense nappe d'eau

douce communiquant avec l'Océan. Cet estuaire recevant la majeure partie des eaux du glacier qui régnait d'une extrémité des Pyrénées à l'autre, et sans doute aussi celles de certains glaciers du plateau central de la France, s'est insensiblement et en partie rempli de détritus rocheux variés. Nous trouvons son ancien lit formé depuis la côte actuelle jusqu'aux environs d'Agen par des dépôts marins alternant parfois avec des dépôts d'eau douce. Les dépôts marins dominent de plus en plus vers l'ouest, mais à partir d'Agen, en remontant vers les bords orientaux du bassin, on ne retrouve plus que des dépôts d'eau douce. Les persévérantes et belles recherches de votre savant compatriote le professeur Raulin, celles de Boué, de MM. Tournouer, Noulet, etc., ont démontré ce fait important. Le fond de cet estuaire soulevé au-dessus des eaux, puisqu'il se trouve aujourd'hui à plus de 600^{m} au-dessus de la mer, est venu, par son émersion, due à quelque mouvement de l'écorce terrestre, transformer l'aspect et le climat du bassin sous-pyrénéen.

A partir de ce moment les glaciers, en continuant à fondre, ont désormais formé des cours d'eau qui, en prenant leur écoulement vers l'Océan, ont rongé le terrain miocène fraîchement soulevé

et par suite facile à entamer. Les éléments rocheux pyrénéens et ceux du plateau central entraînés au loin par l'impétuosité de ces fleuves, dont l'origine expliquait la vigueur, sont venus former les dépôts alluviens les plus anciens et les plus élevés de nos vallées sous-pyrénéennes. Dans ces alluvions nous ne retrouvons sur les terrasses et sur les plateaux dont les altitudes sont les plus grandes que les roches quartzeuses et quelques granits enlevés à la moraine tertiaire. Les calcaires secondaires généralement recouverts par le glacier ne pouvaient qu'être usés par le frottement perpétuel de la masse glacée, mais ne fournissaient que de rares blocs morainiques, tout en étant l'une des origines des boues glaciaires.

Bientôt, les glaciers diminuant encore de volume n'ont plus formé que des cours d'eau plus restreints. Ceux-ci, dont les proportions se limitaient tous les jours davantage, ont vu leur lit se rétrécir. Leurs berges creusées dans les terrains déjà déposés ont enclavé dans leurs bords des alluvions composées de toutes les roches pyrénéennes, empruntées tantôt aux éléments morainiques eux-mêmes, intacts ou remaniés, tantôt aux pics calcaires que les glaciers laissaient insensiblement à découvert.

Des terrasses de plus en plus basses descendant jusques au niveau de nos rivières actuelles sont restées comme les témoins de ces grands fleuves pyrénéens dont l'Amazone, le Saint-Laurent ou le Nil peuvent seuls nous donner une idée.

Les squelettes des animaux fossilisés dans ces dépôts alluviens permettent de constater les changements successifs de la faune sous-pyrénéenne, depuis l'époque miocène jusqu'à nos jours. Ces débris fossiles nous permettent également de caractériser paléontologiquement chacun de ces terrains alluviens.

Il est tout naturel de se poser maintenant une question :

A quel phénomène faut-il attribuer la formation des immenses glaciers dont je viens de faire l'histoire ?

Nous trouverons la réponse à cette question dans les résultats des observations météorologiques faites au pied du glacier des Alpes, ainsi que dans l'étude géologique de la distribution des mers et des grands lacs au pied des Pyrénées, dès le début de la période tertiaire.

M. Ch. Martins, aux études duquel il faut toujours en appeler lorsqu'il s'agit des glaciers, M. de Billy, et récemment M. Gruner, ont constaté d'une manière

bien nette que les plus grands reculs des glaciers des Alpes avaient coïncidé avec des années relativement sèches et chaudes. D'après M. Plantamour et d'après les relations météorologiques du mont Saint-Bernard, on peut dire que la période de 1861 à 1874, comparativement à une période antérieure de 20 ans, a donné dans la région une augmentation de température de 0°92 et une diminution d'eau pluviale de 0m204. Ce qui est surtout remarquable, c'est une diminution de moitié dans les quantités de neige : 4m846 au lieu de 10 mètres par an.

Aussi les glaciers des Alpes sont en voie de retrait d'une manière très notable.

Il est donc permis de penser que la grande abondance des neiges dans les hauts sommets pyrénéens pendant la période miocène, accompagnée d'un climat régional assez chaud et fort humide, a dû causer l'extension considérable des glaciers dont nous avons étudié les moraines.

Et, en effet, nous voyons à la fin de l'époque miocène un immense lac se continuant avec l'Océan occuper le bassin sous-pyrénéen tout entier, jusques aux pieds des Pyrénées, pendant que l'Espagne elle-même était couverte de grands lacs tertiaires. La chaîne qui

sépare aujourd'hui les deux grands Etats formait donc une sorte d'île aux montagnes fort élevées. Ces hauts sommets, ainsi que le pensent les météorologistes, servaient de condensateurs aux masses de vapeurs qu'un climat chaud (la faune et la flore tertiaires nous donnent cette dernière indication) devait produire au nord et au sud de cette île. Par suite de ces conditions climatologiques, la neige devait constamment couvrir les hauts sommets, s'y congeler pendant les froides nuits de l'hiver et descendre sous forme de glace jusque sur les bords des nappes lacustres qu'elle servait à son tour à alimenter. Cependant, l'émersion du terrain miocène et l'écoulement des grands lacs tertiaires amenèrent un changement de climat dans nos régions. La température moyenne devint plus basse, ainsi que l'indiquent les espèces qui composent la faune quaternaire, mais l'humidité et par suite les accumulations de neige allèrent en diminuant. Et que l'on n'invoque pas l'existence d'un climat chaud avec une faune et une flore tropicales pour nier l'existence du glacier miocène dont j'ai fait connaître la présence. A cela il est facile de répondre que, dans la Nouvelle-Zélande, le glacier du Tasman descend jusqu'à 210

mètres au-dessus du niveau de la mer, au milieu des Dracœna, des Metrosideros, etc., et de forêts de fougères en arbre.

D'ailleurs la constatation de dépôts morainiques dans les terrains tertiaires ne forme plus un fait isolé pour les Pyrénées. Le savant professeur de géologie de Turin, M. Gastaldi, a constaté pour le Piémont l'existence de faits semblables à ceux que je viens de décrire. De gros blocs morainiques passeraient, d'après lui, sous le terrain miocène de l'Italie. Sa communication sur ce sujet fut faite à la Société géologique de France au mois de mai 1867, et ce fut sur sa demande que je communiquai, dans la même séance, les faits semblables que j'avais observés dans les Pyrénées.

En 1871 M. Tardy annonça également au Congrès préhistorique de Bologne que, pour lui, les dépôts glaciaires se retrouvaient dans le centre et le nord de la France jusqu'à la base du miocène.

En 1874 MM. Chantre et Falsan retrouvant une moraine méconnue aux portes de Lyon, la placèrent stratigraphiquement dans le terrain tertiaire.

En 1875 M. Charles Martins, visitant en Italie quelques emplacements morainiques signalés par Gastaldi, découvrit dans l'un d'eux des coquilles fossiles pliocènes. Ce dépôt glaciaire était donc de date tertiaire.

Enfin, mon savant ami J.-B. Rames, cet émule de Lecocq et qu'on pourrait surnommer le Charpentier de l'Auvergne, retrouve les dépôts glaciaires étudiés également par M. le professeur Jullien, de Clermont, jusqu'à la base des terrains tertiaires du plateau central de la France.

Le fait de l'existence des glaciers de l'époque tertiaire est donc aujourd'hui acquis à la science. Et il est permis de penser que l'étude détaillée de ces immenses dépôts morainiques, dont l'illustre Agassiz a suivi les traces depuis les Montagnes Rocheuses jusques dans les plaines tropicales du Brésil, montrera peut-être quelque jour un synchronisme remarquable entre les époques glaciaires de l'Europe et celles de l'Amérique.

Avant de terminer notre entretien, posons-nous une dernière question dont l'intérêt est tout aussi grand au point de vue de la philosophie générale qu'à celui de l'histoire de l'humanité.

Où donc était reléguée l'espèce humaine pendant que s'accomplissaient dans nos régions ces grands phénomènes géologiques dont nous venons de

suivre la réalisation ? Les Pyrénées avaient-elles déjà des habitants ?

Les traces de la présence de l'homme pendant l'époque miocène, dans nos régions méridionales, sont encore trop douteuses pour que l'on puisse dire sans réserve que des peuplades plus ou moins sauvages ont vécu dans les parties du sol qui se trouvaient émergées au-dessus du lac miocène. En étudiant le mode de cassure et les entailles que portent un grand nombre d'ossements d'animaux fossiles recueillis dans le célèbre gisement miocène de Sansan, par mon illustre et regretté maître Edouard Lartet, je n'ai pas hésité à attribuer ces cassures à des coups portés, pendant que les ossements étaient encore frais, par une main armée d'un outil de pierre fort grossier. J'ai tiré de là la conclusion que l'homme avait vécu suivant toute probabilité dans nos régions méridionales pendant l'époque miocène. Cette opinion a été combattue par d'autres observateurs, et je comprends qu'il en ait été ainsi, sans que pourtant ma manière de voir ait pu encore changer à ce sujet. La découverte des instruments qui ont servi à briser ces os pourra quelque jour lever les doutes et les scrupules des observateurs timorés qui redoutent d'attribuer une aussi grande ancienneté à l'homme.

D'ailleurs les abbés Bourgeois et Delaunay, ayant retrouvé dans le terrain miocène voisin du plateau central des silex incontestablement taillés, il est permis de supposer que l'homme a pu tailler également à la même époque tertiaire des outils en pierre sur quelque point émergé du bassin sous-pyrénéen.

Quoi qu'il en soit, les preuves de la présence de l'homme dans nos régions pyrénéennes pendant les époques glaciaires ne deviennent irrécusables qu'à partir du moment où les glaciers ont été suffisamment diminués dans leur masse pour laisser à découvert l'entrée des cavernes où nous trouvons aujourd'hui les débris d'une industrie tout à fait primitive et sauvage.

Les cavernes les plus élevées dans les montagnes calcaires, furent les premières que la diminution des glaciers rendit accessible à l'homme. Ce sont ces cavernes, lieu d'habitation bien naturel pour des hordes sauvages, qui contiennent en même temps que l'industrie la plus primitive, la faune quaternaire la plus ancienne. Tous ces débris sont englobés dans un lœss argileux dont on reconnaît bien vite l'origine glaciaire Les restes du grand ours des cavernes y abondent avec des

outils de pierre et d'os tout à fait grossiers.

Diminuant toujours d'épaisseur et d'étendue les glaciers laissèrent libres l'entrée des grottes qu'ils obstruaient naguère. L'homme put alors habiter indistinctement celles du fond des vallées et celles qai avaient servi d'habitation dans les points élevés de la montagne aux populations antérieures. Une faune dans laquelle domine le Renne, marque, avec des outils plus parfaits, la seconde étape d'une civilisation encore au berceau, et à laquelle succèda l'ère des animaux domestiques et de la pierre polie. Chaque caverne renferme donc sa faune et ses débris d'industrie confirmant l'âge géologique que lui donne son niveau au-dessus du fond des vallées.

La montagne de Soudour, dans la vallée de Tarascon, dont je mets sous vos yeux une coupe agrandie, présente l'un des exemples frappants de cette loi de superposition que toutes mes recherches dans les Pyrénées ont permis d'établir, et que mon savant ami Dupont, le célèbre géologue belge, vient récemment de confirmer par ses observations dans les vallées de la Belgique.

En même temps qu'il habitait les cavernes, l'homme vivait aussi en plein

air le long des fleuves. Les découvertes faites par notre savant confrère, M. le docteur Noulet, sur les rives de quelques affluents de la Garonne, en ont donné la preuve.

Si vous voulez bien le permettre, je résumerai maintenant tout ce qui précède en quelques mots. A l'époque miocène, d'énormes glaciers descendant des Pyrénées ont formé des dépôts morainiques que recouvrirent insensiblement, d'abord une couche de lœss argileux émanant des roches qu'usaient les glaciers; puis se produisirent les dépôts aréneux et calcaires formés au sein du grand estuaire sous-pyrénéen. Sous l'influence d'un exhaussement du sol, qui porta les dépôts miocènes à une altitude de 600 mètres environ au-dessus du niveau de la mer, les eaux de cet estuaire immense s'écoulèrent vers l'Océan. L'homme fut peut-être le témoin de ce spectacle dont la grandeur dut lui imposer une terreur profonde.

Mais les glaciers continuant à déverser dans les plaines de formation récente une masse d'eau en rapport avec leurs dimensions encore peu altérées, devinrent la source des premiers fleuves qui creusèrent les larges vallées de la Garonne et de l'Adour. Le climat étant humide d'abord, devint plus sec par suite de la disparition de la nappe

d'eau sous-pyrénéenne, les glaciers diminuèrent insensiblement, et les cours d'eau réduits peu à peu au volume que nous leur connaissons aujourd'hui déposèrent, en creusant des berges de plus en plus restreintes, ces immenses terrasses de cailloux roulés dont M. le professeur Leymerie a décrit les gradins dans chacune des grandes vallées de nos régions méridionales.

Vous le voyez, notre globe est passé depuis le commencement de son existence par une série de transformations bien différentes les unes des autres. L'année dernière, en vous parlant des eaux minérales des Pyrénées, je vous rappelai les temps où toutes les substances qui composent notre planète se trouvaient sous l'influence de cette température excessive qui maintient encore la plus grande partie des corps célestes à l'état de vapeurs. Vous venez de voir aujourd'hui ce même globe terrestre enfermé sous une enveloppe de glace. N'est-ce pas là un admirable contraste qui nous donne une idée des forces que possède la nature pour maintenir l'harmonie de tout ce qu'elle sait produire, et dont la connaissance complète exercera toujours l'esprit des philosophes et l'ardeur des savants ?

Mais il est temps de terminer notre entretien. J'avais voulu esquisser simplement sous vos yeux les phénomènes géologiques de l'époque glaciaire pyrénéenne, et j'ai pu atteindre mon but grâce à l'attention soutenue que vous avez bien voulu me prêter et dont je vous remercie.

Toulouse, imp. Pradel, Viguier et Boé, rue des Gestes, 6.

INSTITUT DE PALÉONTOLOGIE HUMAINE PARIS