

Le glacier du massif du Carlit (Pyrénées- Orientales) et ses enseignements

Georges Viers

Résumé

Les glaciers quaternaires du massif du Carlit étaient des appareils courts. Au maximum de leur expansion, ils débouchaient dans les dépressions intra-montagnardes de la Cerdagne et du Capcir. On peut distinguer trois stades principaux de stationnement : stade maximal (moraines externes), stade interne et stade des cirques (moraines tardiglaciaires). L'englacement maximal est postérieur à la dissection des glacis alluviaux périphériques (Puigcerda, Matemale). Les trois stades observés représentent les phases de retrait d'une glaciation unique. L'hypothèse des glaciations multiples est discutée et rejetée après examen des arguments qui la soutiennent.

Citer ce document / Cite this document :

Viers Georges. Le glacier du massif du Carlit (Pyrénées- Orientales) et ses enseignements. In: Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest, tome 32, fascicule 1, 1961. pp. 5-33;

doi : <https://doi.org/10.3406/rgpso.1961.4523>

https://www.persee.fr/doc/rgpso_0035-3221_1961_num_32_1_4523

Fichier pdf généré le 05/04/2018

LE GLACIAIRE DU MASSIF DU CARLIT (Pyrénées-Orientales) et ses enseignements.

par **Georges VIERS.**

Point culminant des Pyrénées-Orientales, le Carlit (2921 m) n'attire pas l'attention comme le Canigou, plus bas (2785 m) mais bien mieux dégagé. Sis à la pointe occidentale du département, le Carlit émerge tout juste d'une mer de sommets qui lui cèdent à peine la prééminence; le Péric, le Pédroux, le Pic de Coume d'Or, les Pies du Col Rouge atteignent tous 2800 m et l'Andorre voisine est ceinte de montagnes qui dépassent les 2900 m (Campeardos, Serrière) (fig. 1).

C'est donc un massif compact que circonscrivent le Val de Mérens (haute Ariège) et la vallée du Carol à l'Ouest, les dépressions de la Cerdagne au Sud et du Capcir à l'Est, et, au Nord, la vallée du ruisseau de Galbe et celle d'Orlu, inscrites sur un même grand accident tectonique qui prolonge celui de la Ballongue. L'angle nord-ouest, drainé par l'Ariège et l'Oriège qui confluent à 700 m d'altitude, est vivement sculpté de profondes vallées dont on ne retrouve l'équivalent au Sud que sur le Carol, encastré, sous le Puymorens, entre les hautes surfaces du Puncho et du Campeardos. La massivité de l'ensemble s'affirme surtout dans la moitié sud-orientale. Là, chaque sommet s'enlève au dessus d'un palier surélevé, de sorte que les dénivelées locales sont modestes. De grandes surfaces comme le plateau de Camporeils (pl. II), des cuvettes raboteuses parsemées de iacs s'étalent en contre-bas de quelques crêtes alpines (arêtes SW du Carlit, Péric) et, plus souvent, de lourdes coupoles bien aplanies (la Palme, Roc d'Aude, la Calm). Mais, qu'on se tourne vers les gorges pleines d'ombre du versant nord ou vers les plateaux encaillés du versant sud, l'empreinte glaciaire reste partout évidente.

Là, elle se marque davantage dans la sculpture tandis que les reliefs d'accumulation, ici, l'emportent en intérêt (1).

Les premières figurations qui nous en aient été données sont déjà bien anciennes. L'une est due à O. Mengel, auteur des feuilles géologiques l'Hospitalet (1912) et Prades (1925) dont on ne peut plus se contenter, à cause de leurs erreurs et de leurs omissions. La thèse de P. Birot, publiée plus tard, apporte quelques précisions et rectifications (2). Mais elle consacre au glaciaire local assez peu de place

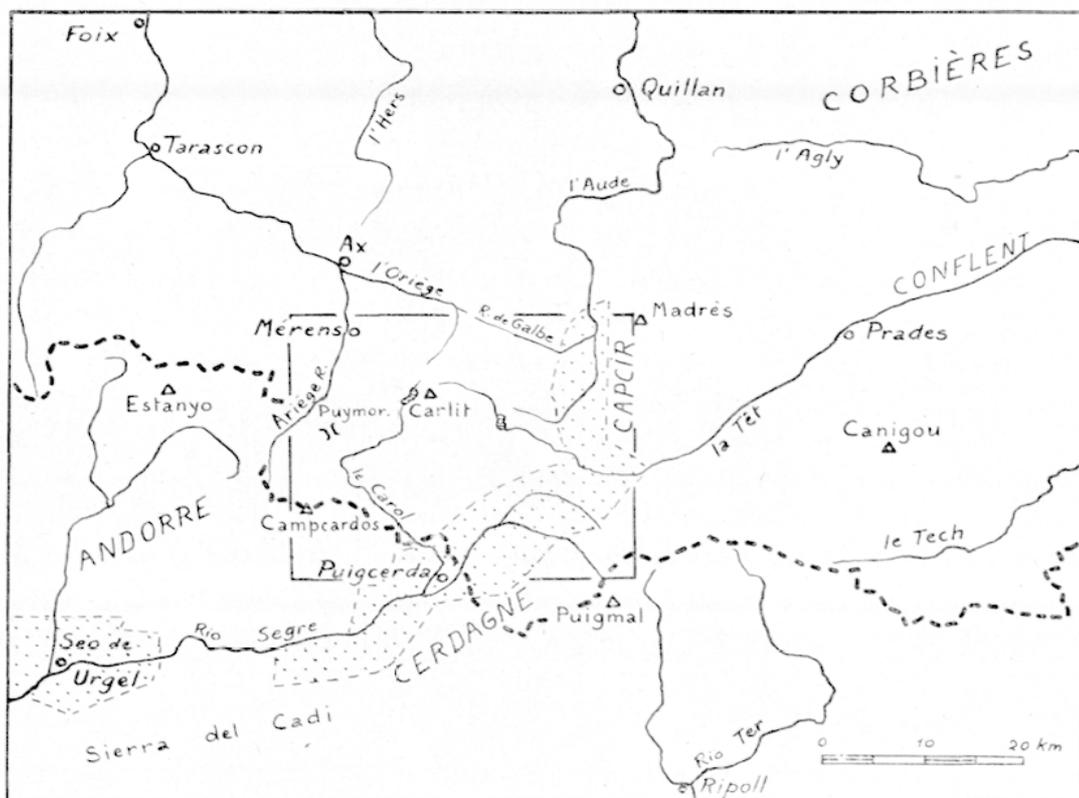


FIG. 1

Situation du massif du Carlit.

Le cadre intérieur correspond à la figure 2; en pointillé : les dépressions tectoniques du Capcir et de la Cerdagne.

(1) Ces recherches ont été menées dans le cadre d'une révision générale du glaciaire pyrénéen due à l'initiative de M. F. Taillefer. Elles ont bénéficié de l'appui du *Centre National de la Recherche Scientifique* qui a pris à sa charge une partie de nos frais de déplacement et de séjour sur le terrain; nous l'en remercions bien vivement. D'autre part, le C. N. R. S. a doté l'Institut de Géographie de Toulouse d'un appareil de restitution planimétrique grâce auquel nous pouvons aujourd'hui établir des croquis non déformés à partir des photographies aériennes de l'I. G. N. Celles-ci ont été systématiquement exploitées tant pour la reconnaissance des faits et la préparation des recherches sur le terrain que pour l'établissement des croquis qui accompagnent cet article.

(2) P. BIROT, *Recherches sur la morphologie des Pyrénées orientales franco-espagnoles*, Paris, Baillières, 1937, 318 p.

et n'étudie pas l'étagement des dépôts sur lequel O. Mengel s'était fondé pour affirmer l'existence de « trois glaciations principales ». Un travail plus détaillé, mais en langue allemande, a été publié voici quinze ans par F. Nussbaum, accompagné d'un croquis du massif du Carlit — meilleur que la carte géologique de O. Mengel, mais avec beaucoup de lacunes — et d'une carte des dépôts alluviaux et morainiques de Latour-de-Carol et Puigcerda dont les contours et l'interprétation doivent être soigneusement révisés (3).

Aujourd'hui, les photographies aériennes de l'I. G. N. facilitent un inventaire exhaustif tandis que de nouvelles routes forestières ou touristiques permettent d'accéder aux régions élevées dans de bonnes conditions. On peut donc reprendre les problèmes glaciaires à leur source même sur un terrain dont le moindre détail peut être maintenant connu, et reléguer au second plan les compilations d'ouvrages et de cartes qui remplacent encore trop souvent l'investigation directe dans ce genre de recherches.

I. LA GLACIATION MAXIMALE ET SES EFFETS MORPHOLOGIQUES

Même au plein de la grande crue glaciaire, les glaciers du Carlit n'ont jamais eu l'ampleur des appareils contemporains du versant de l'Ariège. Certes, ils débouchaient tous dans les dépressions bordières, Capcir et Cerdagne, mais leur fusion s'achevait entre 1200 et 1600 m selon des modalités dont la variété est pleine d'enseignements (fig. 2).

1. **Les grandes moraines externes.** — *Le Capcir* possède deux ensembles morainiques aux abords de Formiguères : l'un au débouché de la rivière de Galbe, l'autre sur le ruisseau de Lladure. Ce sont de longs remblais hauts de 100 à 200 m, aux formes très fraîches, parsemés de blocs granitiques qui hérissent leur crête ou croulent sur leurs versants. L'un et l'autre ont un tracé eodé vers le NNE assez énigmatique. A première vue, on comprend mal pourquoi, au débouché de vallées orientées d'Ouest en Est, les langues glaciaires ont pris cette direction SW-NE dans la dépression du Capcir. L'hypothèse que des reliefs rocheux enfouis sous la moraine aient pu guider l'écoulement de la glace doit être examinée. Aucune observation directe ne nous permet de trancher : les coupes naturelles ne montrent jamais la roche en place dans les talus en question ; la conduite d'eau de la Lladure destinée à renforcer la réserve hydro-

(3) F. NUSSBAUM, *Orographische und morphologische Untersuchungen in den östlichen Pyrenäen*, Jahresbericht des Geogr. Ges. von Bern, XXXV, 1948, pp. 1-118, 60 fig., 4 pl. phot.

électrique de Matemale contourne la moraine orientale au lieu de la traverser en tunnel, ce qui eût été instructif... mais plus coûteux.

Néanmoins, le volume de ces reliefs paraît énorme par comparaison avec celui des moraines de la Cerdagne. Nous attribuons au glacier du Carol un bassin d'alimentation (en matériaux) d'environ 100 km², à celui de la Têt de 53 km², à celui d'Angoustrine de 36 km², alors que les deux langues de Formiguères ne recueillaient les débris que sur 11 et 13 km². Nous pensons donc que le volume visible est loin d'être constitué seulement par de la moraine; celle-ci ne ferait qu'habiller des reliefs rocheux importants. L'examen de la structure locale renforce cette idée. D'une part, l'aval du ruisseau de Galbe et le tronçon médian ruisseau de Balcera-ruisseau de Lladure sont alignés conformément à un système de fractures NE-SW qu'on retrouve inscrites dans le massif granitique de Montlouis soit sur l'Aude en amont de Matemale, soit à l'W de Font-Romeu sur le bloc des Mauroux, voire sur deux tronçons de l'Angoustrine et sur la Sègre (4). D'autre part, tenant compte du style de blocs basculés que la morphologie du Capeir et celle des Mauroux laissent imaginer, nous pensons que les deux langues glaciaires de Formiguères ont été conduites vers le NE dans un angle de faille contraire, les eaux proglaciaires s'écoulant par un ensellement naturel qu'elles auraient agrandi et approfondi (5).

Mise à part la question du tracé et de l'ampleur, les deux ensembles de *Formiguères* diffèrent beaucoup. La vallée du ruisseau de Galbe est bordée simplement par deux talus parallèles espacés de 800 m au niveau d'Espousouille. Il n'y a pas d'arc frontal (vallum) ni au point où les deux cordons s'achèvent, vers Puyvalador, ni en arrière, du côté d'Espousouille. Au contraire, le système morainique de la Lladure, large de 1500 m, est assez complexe. Il résulte pour une part de la confluence de deux langues, celle du ruisseau de Lladure et celle du ruisseau de Balcera, la première ayant dû s'achever en amont de la confluence assez vite après le début du retrait (6), car on y distingue encore au moins trois vallums (fig. 2). Sur le tronçon principal Balcera-Lladure, on peut dénombrer, outre le haut remblai externe, 7 ou 8 vallums plus faiblement dessinés, chacun

(4) Le réseau de fractures des Pyrénées orientales vient d'être étudié à l'échelle régionale par J.-M. FOSBOTÉ et G. GUITARD, *Aperçus sur la tectonique cassante de la zone axiale des Pyrénées orientales entre les bassins de Cerdagne et de l'Ampurdan-Roussillon*, Bull. Soc. géol. France, VIII (6), 1958, pp. 884-890, 1 fig. (carte).

(5) La comparaison des affleurements géologiques entre les deux marges du Capeir suggère une seconde explication structurale. Les reliefs masqués par les moraines correspondraient à un alignement de roches résistantes (schistes métamorphisés au contact du granite), au moins dans la partie méridionale de chacun des cordons morainiques.

(6) Le vallon de Lladure est suspendu au-dessus du confluent; il présente les traces morphologiques d'une obturation par le glacier de Balcera.

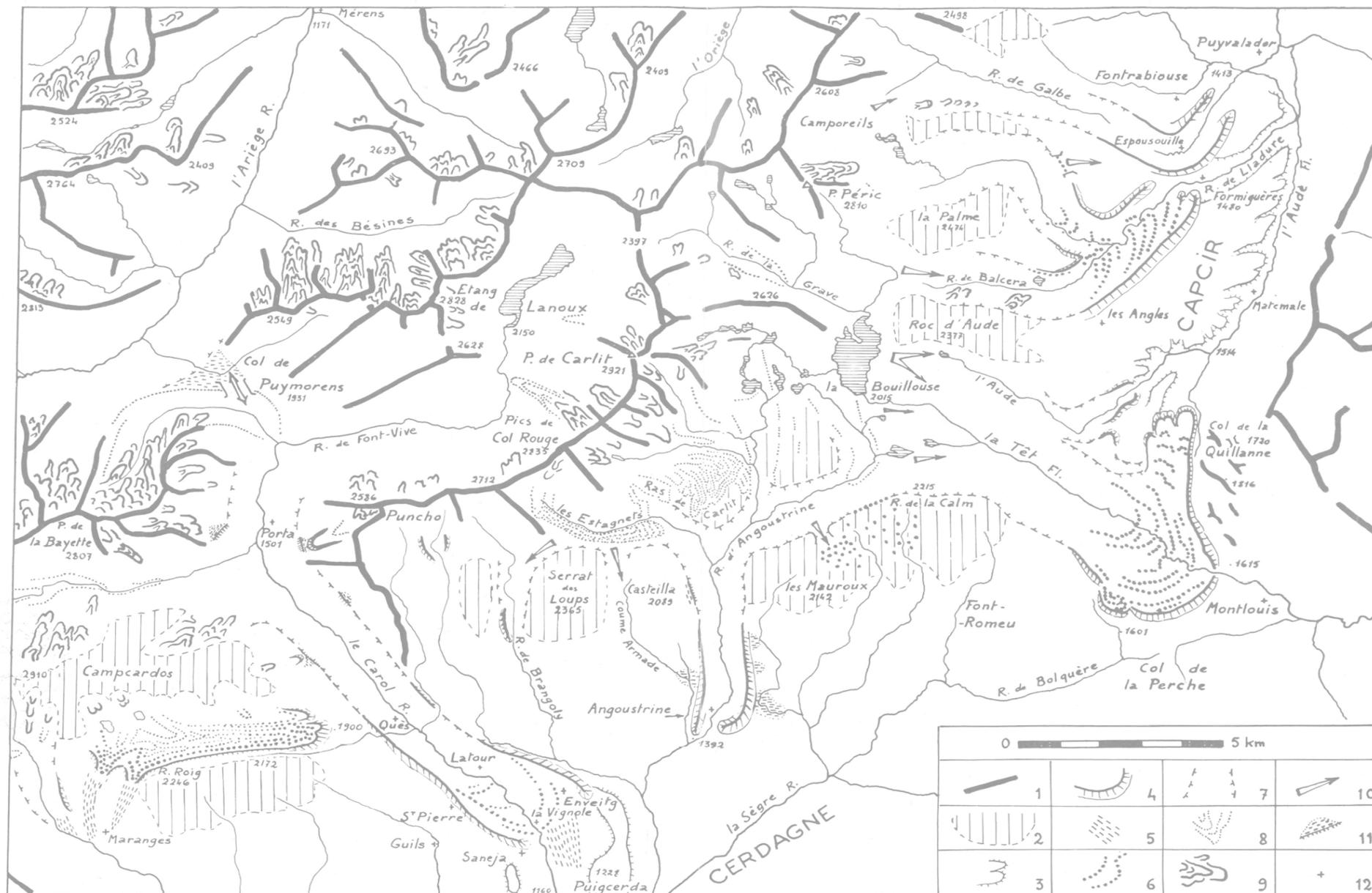


FIG. 2

Les reliefs glaciaires d'accumulation dans le massif du Carlit.

1. Crêtes principales. — 2. Hautes surfaces et plateaux en contrebas. — 3. — Rebords des glaciers préglaciaires. — 4. Vallums externes de la glaciation maximale. — 5. Cônes de transition. — 6. Arcs morainiques internes et dépôts morainiques de la glaciation maximale. — 7. Bords d'auges. — 8. Moraines du stade de retrait interne. — 9. Moraines tardiglaciaires d'altitude. — 10. Diffluences. — 11. Dépôts d'obturation latérale glaciaire. — 12. Villages.

d'eux marquant, après un long stationnement maximal, les étapes d'une régression saccadée voire de légères réavancées de la glace.

Avec le *vallum de Montlouis*, nous sommes en face d'une forme d'accumulation glaciaire très classique; sans nul doute, c'est le plus beau, sinon le seul amphithéâtre morainique bien conservé qui existe en France. Pourtant, en dehors de sa partie centrale, son dessin n'est pas très régulier. Le rebord méridional, très simple à l'Ouest de Montlouis qu'il domine d'environ 100 mètres, bourgeoine au dessus de Bolquère, comme si la glace, contenue par l'accumulation monstrueuse de ses propres débris, avait fait céder leur obstacle en cet endroit pendant quelques décennies ou quelques siècles.

Au Nord, s'étendent deux excroissances plus considérables. Débordant l'auge de la Têt mal enfoncée dans les reliefs bordiers, la glace s'est épanchée d'abord dans un sillon structural suspendu, que l'Aude emprunte aujourd'hui, puis plus à l'aval, par-dessus le rebord peu élevé qui la séparait du Capcir. La diffluence de l'Aude n'a guère dépassé la route des Angles à Montlouis et ses moraines restent confuses, difficiles à distinguer, sous la forêt et les buissons, des chicots et des chaos de roche en place. Par contre, le lobe frontal du Capcir est vigoureusement marqué par plusieurs vallums. Les ares morainiques extérieurs reposent sur la basse plaine de Matemale, en contre-bas des terrasses alluviales de la forêt de la Mata.

Ainsi, grâce à ses trois lobes frontaux, le *glacier de piedmont* de la Têt alimentait alors trois bassins fluviaux : ceux de l'Aude, de la Têt et de l'Ebre (par le rio Sègre).

En arrière du grand amphithéâtre externe dont le diamètre atteint 3 km, et sur une profondeur égale, s'échelonnent huit à dix vallums arqués, parfois bien dessinés, parfois incomplets, mais toujours beaucoup plus bas et bien moins épais que le puissant rempart frontal : 10 à 15 m de hauteur et parfois moins contre 100 m au premier.

Au débouché du *ruisseau d'Angoustrine*, on retrouve des formes moins complexes. D'une auge étroite — 800 à 1000 m — et bien encastrés entre les plateaux de Casteilla (2089 m) et des Mauroux, surgissent deux longs remblais quasi-rectilignes qui s'avancent vers la dépression cerdane (7). De part et d'autre du village d'Angoustrine qui se niche en leur milieu, on voit la moraine tapisser les deux versants, non sans que le substratum apparaisse sur la rive gauche, près de la fontaine de la Part Petite; mais, sur le flanc extérieur de ces cordons latéraux, la roche en place (schistes

(7) R. ROMIER. *La vallée d'Angoustrine. Etude morphologique*. Bull. Soc. languedocienne Géogr., XXX, 1960, pp. 49-70, 7 fig.

maclifères et schistes sériciteux) se retrouve partout à bonne hauteur et l'on voit bien que le volume des débris accumulés est moins considérable qu'un examen rapide, notamment depuis la N. 20 entre Ur et Bourg-Madame, le laisserait croire. Si la moraine de droite est bien fournie, le talus de la rive gauche n'a souvent guère plus de 30 à 50 m de haut, ce qui s'explique par le jeu des diffluences (fig. 2). De ce côté, seul le plateau de la Calm—Pic des Mauroux aurait pu charger la glace de débris, mais celle-ci tantôt s'écoulait au même niveau que son rebord méridional et tantôt débordait un peu sur lui, juste au N du « pic » des Mauroux.

A son extrémité, la moraine latérale de la rive gauche se recourbe en vallum mais il y a peu de traces de stationnement autre que celles de l'expansion maximale. Tout au plus peut-on déceler, au N du village, un court dédoublement des moraines latérales, avec un espace de 70 m d'une crête à l'autre et un sillon profond de quelques mètres dans l'intervalle. Les seules complications d'Angoustrine sont nées à la périphérie du glacier qui obstruait le vallon de la Coume Armade à l'Ouest et celui de la Fontaine del Clot à l'Est. Après colmatage, les deux ruisseaux se sont déversés par dessus les dépôts d'obturation glaciaire soit vers Villeneuve, soit vers Estavar, non sans entraîner le creusement de petites gorges de raccordement (8).

Un peu à l'Ouest d'Angoustrine, au Nord d'Enveitg, *le vallon de Brangoly* abrite un cordon morainique isolé, localisé sur la seule rive droite et qui avait échappé à l'attention des chercheurs. La présence de matériaux allogènes (schistes maclifères) comme la morphologie du port de Maura, montrent qu'une diffluence du glacier des Estagnets a pu renforcer, au plus fort de la crue, les langues glaciaires issues des cirques peu profonds de la crête Puncho-col Rouge.

Avec *la vallée du Carol* les choses se compliquent à nouveau tant sur le plan des faits que sur celui des interprétations. Comme il arrive souvent quand l'accès est facile, plusieurs savants, outre O. Mengel et P. Birot, se sont penchés sur les cailloux de Puigcerda (9). Pourtant, les vallums du Carol sont les moins bien formés de tous ceux que nous étudions dans cet article. Cela tient certainement à l'épaisseur du glacier quaternaire qui, bien contenu par de

(8) Le sanatorium des Escaldes (bâtiment du personnel et jardins) est installé sur la terrasse d'obturation de la Coume Armade; l'obturation de la rive gauche, contournée par la route nationale 618, est en prairies.

(9) W. PANZER, *Die eiszeitlichen Endmoränen von Puigcerda (Ostpyrenäen)*, Zeit. für Gletscherkunde, XVIII, 1932, pp. 411-421 et F. NUSBAUM, *op. cit.* Leurs conclusions ont été reprises dans : INQUA, V^e Congrès international, *Libret-guide de l'excursion N^o Pyrénées*, 1957 (voir carte p. 52).

hauts versants, s'est avancé au plus bas, à 1200 m. A ce niveau, et en plein adret, la langue de glace devait être parcourue par de puissantes bédrières; seuls les blocs qui dépassaient la compétence du torrent proglaciaire sont restés en place, jalonnant l'extrémité de la glace qui les portait. On a donc, accrochés aux versants de l'auge, et à l'aval de Quès, deux moraines latérales, celle de droite mieux formée que celle de gauche qui s'est en partie écroulée. Au niveau de Latour-de-Carol, plusieurs arcs morainiques, assez mal dessinés, viennent se raccorder au remblai latéral de droite. On en discerne six, de façon plus ou moins continue, entre les abords d'Yravals en amont et de ceux de la Vignole en aval. Mais, sur la rive gauche, s'il y a deux vallums bien marqués quoique de faible hauteur (2 à 3 m), dans la plaine alluviale, les formes se perdent dans le versant d'Enveitg.

En dehors de ces moraines indubitables, il faut faire la part d'une arête aux formes avachies qui descend de Saint-Pierre vers Saneja et de laquelle émergent des blocs morainiques épars. Il n'est pas sûr que ce relief soit entièrement glaciaire; la moraine ne fait peut-être que la saupoudrer et l'on aurait là l'extrême avancée de la glace au plein de la crue glaciaire, mais sans qu'un stationnement prolongé ait permis la constitution d'un vallum. Cette hypothèse s'appuie sur la présence de quelques blocs d'origine glaciaire sur le flanc nord du Puig de Saneja, sur d'imperceptibles nuances dans la teinte des sols de la plaine alluviale et sur les placages morainiques qu'on observe facilement au dessus du village d'Enveitg. Depuis les vallums d'Yravals, la nappe alluviale fluvio-glaciaire est entaillée en une terrasse de 10 à 15 m de hauteur, à 60 m en contrebas des restes du glacis alluvial de Puigcerda. Les vallums du Carol sont donc installés dans la même position morphologique que ceux de la basse plaine de Matemale.

2. Les reliefs d'érosion glaciaire. — A. Auges et verrous. — Dès qu'on quitte les marges du massif où les moraines externes soulignent l'extension de la glace, il faut interroger les formes dues à l'érosion pour reconstituer les appareils anciens lors de leur stade maximal.

A l'amont de grandes moraines latérales, et bien que les formes d'auge prédominent dans la plupart des vallées, il est assez difficile de discerner où se trouvait le niveau supérieur de la glace. La plupart du temps, les versants d'érosion glaciaire se prolongent sans épaulement, jusqu'à la rupture de pente des plateaux culminants ou de ce qui en reste. Ainsi, dans la vallée du Carol où, par exception, deux bouchons d'obturation et une *terrasse de kame* indiquent sans ambiguïté la place que tenait le glacier, on ne voit rien d'autre, dans

les pentes rocheuses, qui puisse compléter ce témoignage. Entre Porté et les abords de l'étang de Lanoux, de grands versants rocheux descendent d'un trait depuis la crête Puncho-Col Rouge jusqu'au fond du talweg; il n'y a pourtant pas de doute que la glace n'a jamais rempli cette vallée.

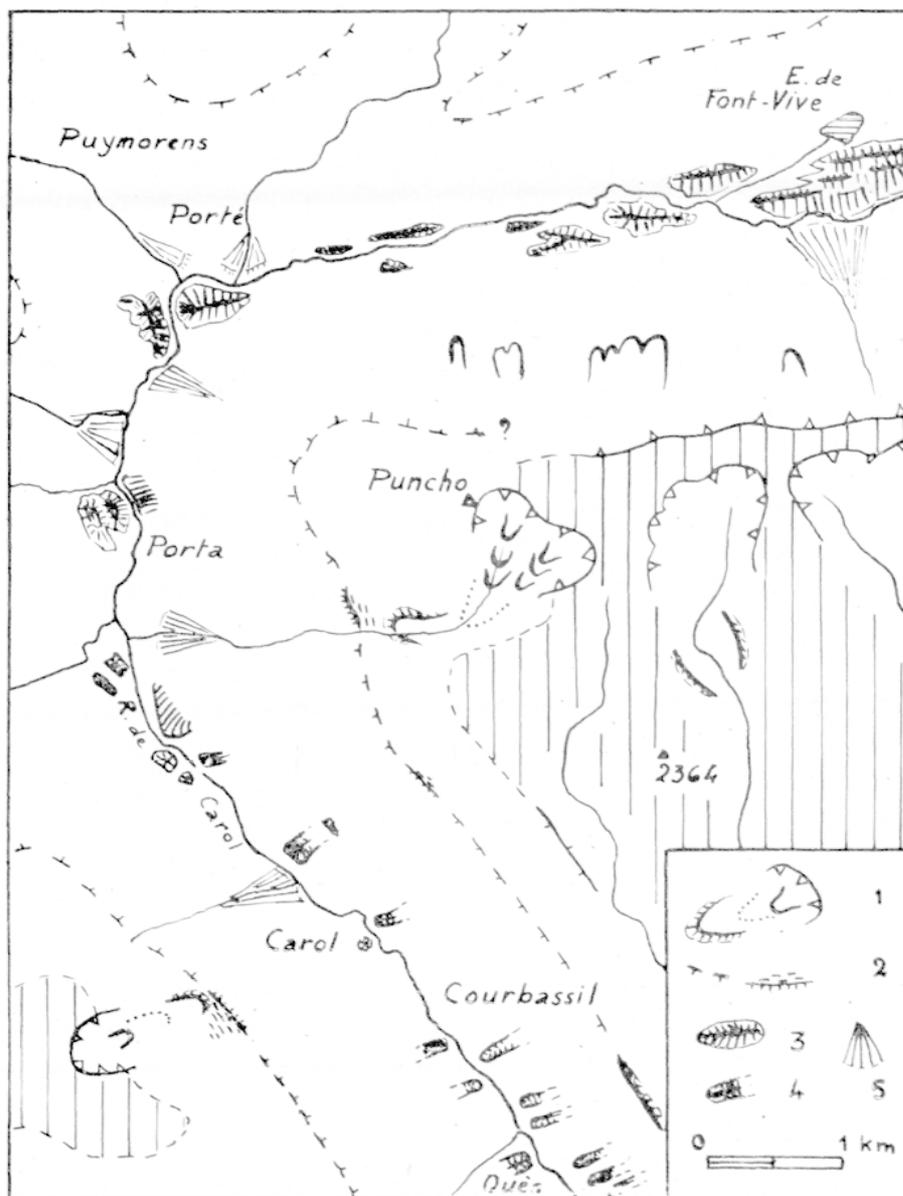


FIG. 3

Les verrous de la vallée du Carol.

1. Cirques et moraines (voir légende de la fig. 2). —
 2. Bords d'auge et dépôts d'obturation latérale glaciaire. —
 3. Reliefs rocheux isolés au fond de l'auge (verrous avec encoche). — 4. Reliefs rocheux engagés dans le versant de l'auge (verrous sans encoche).

Les marques les plus évidentes du travail glaciaire sont donc tout autres. C'est d'abord le calibrage assez constant de ces auges. Si l'on excepte le haut Carol en amont de Porté et la vallée de la Têt entre la Bouillouse et les vallums de Montlouis, il n'est guère de vallées qui ne soient taillées à la même mesure sur de longs tronçons. Citons, entre autres, celles du ruisseau de la Grave en amont de la Bouillouse, des ruisseaux de Galbe et de Balcera, et la très régulière vallée d'Angoustrine à peine dérégulée au confluent du Meselan d'Aygues.

Pourtant, si les parois sont bien régularisées, ce n'est pas toujours vrai du fond. La vallée la plus encombrée est certainement celle du Carol au fond de laquelle saillent de nombreux verrous (fig. 3). Ceux de l'amont s'alignent parallèlement au talweg : sept grosses bosses rocheuses allongées dans le sens des strates schisteuses se succèdent ainsi au-dessus de Porté (10). Plus bas, au contraire, quand le Carol prend un cours NW-SE et recoupe les alignements structuraux, les verrous sont transversaux et relativement moins ménagés par l'érosion que les verrous longitudinaux précédents. Ils sont peu élevés (15 à 20 m en général) et remarquablement polis comme on peut l'observer le long de la R. N. 20 en aval de Courbassil. Si l'on peut noter tout de suite que la structure est le facteur dominant de la mise en valeur de ces types de relief, il conviendra de revenir sur leur position basse et sur le fait que les versants ne sont guère affectés par l'existence des bandes de rochers plus résistantes restées en saillie seulement au fond des auges.

Naturellement, on ne sera pas surpris de constater que la vallée du ruisseau de Galbe, inscrite presque en entier sur un alignement de schistes et de calcaires paléozoïques assez tendres, soit la moins encombrée de toutes, ni que celle de la Têt, démesurément large, modelée dans le granite par une langue de glace moins épaisse que ses voisines, soit au contraire accidentée d'une multitude de bosses implantées en désordre. De telles remarques ne font que souligner à quel point l'étude des verrous, leur classification même, ne sauraient être menées en se bornant à l'examen des conditions d'écoulement de la glace (11). Nous verrons aussi plus loin que s'il est utile de poser la question du relief préglaciaire et de son aménagement, ce ne peut être seulement dans l'optique d'un polycyclisme davisien mais surtout en tenant compte de l'évolution paléoclimatique.

(10) La partie amont du Carol est désignée sur la Carte d'Etat-Major sous le nom de ruisseau de Font-Vive.

(11) H. ONDE, *Les verrous glaciaires : essai de classification*. Pirineos, n° 19-22, 1952, pp. 5-33, 5 fig., 5 pl. phot. Dans l'optique de cet auteur, les verrous longitudinaux sont façonnés quand deux glaciers confluent sous un angle faible et s'écoulent parallèlement. Mais, sur le haut Carol, il n'y a aucune confluence; seule intervient la structure...

B. *Les plateaux lacustres et les diffluences.* — Entre les secteurs périphériques burinés par les auges et les hautes crêtes échanérées par les cirques glaciaires s'étend une large bande de plateaux qui dessine un arc de cercle allant du Campeardos au Sud-Ouest jusqu'à Camporeils au Nord-Est (fig. 2). Ces hautes surfaces dépassant partout 2000 m sont partagées, parallèlement à la ligne de crêtes Pie de Camporeils, Carlit, Col Rouge, Puncho, par un sillon discontinu qui va des lacs de Camporeils à la haute vallée d'Angoustrine en passant par la Bouillouse.

Les éléments de plateaux qui bordent la Cerdagne ou le Capeir : lambeau entre Galbe et Lladure, la Palme, Roc d'Aude, les Mauroux, Casteilla et Serrat des Loups, n'ont sans doute jamais porté de glace. Le plus haut d'entre eux, le « Pie » de la Palme (2474 m) est une lourde coupole à peine balafrée de sillons de fractures à son sommet, très régulière sur son flanc nord-occidental, échanérée par deux petits cirques au SW. Ces blocs massifs ont contenu la glace qui s'élaborait plus à l'Ouest et qui s'écoulait entre eux. Mais c'est à leur niveau qu'on peut reconstituer le système des courants glaciaires du stade maximal, car leur morcellement a favorisé les déperditions. Le plus souvent, il s'agit de diffluences puissantes qui ont évasé les échanerures préexistantes et les ont assez bien raclées pour qu'on ne doute pas de leur existence.

Le raccord entre le plateau englacé et l'auge d'aval se fait alors par une brusque rupture de pente, un *bout d'auge* de grande vigueur. Le plus spectaculaire est sans nul doute celui de la Lladure. Entre le Roc d'Aude et le Roc de la Calm, le glacier de la Têt n'avait que l'embarras du choix et, par quatre issues principales, il s'écoulait vers l'Est en sculptant les verrous qui isolent des lacs de contre-pente (La Pradeille; Etangs Noir, Long, del Racou); mais les plus hautes bosses rocheuses ne donnent ici que le niveau minimum de la glace.

Par contre, sur le plateau des Mauroux, on peut fixer son niveau supérieur. Un peu à l'Ouest du Roc de la Calm, la langue glaciaire d'Angoustrine a aligné, sur le rebord de cette masse granitique, entre 2140 et 2120 m, ses blocs erratiques et une grenaille de schistes maclifères évidemment allogènes.

Rebord du plateau et limite de la glace coïncidaient sur plus d'un kilomètre de sorte que, s'il y a eu quelque épandage de matériaux morainiques, il n'y a pas eu de déperdition glaciaire notable (12). Cela ne s'est fait qu'un peu plus bas, au N du pic des

(12) Il est évident que si la glace avait débordé sur le plateau, outre la sculpture qu'elle y eût exercée comme celle qu'on voit sur l'autre rive, elle n'aurait pas abandonné sa moraine juste au bord.

Mauroux, dans une large percée calibrée (fig. 2). Mais la langue diffluyente n'avait que peu d'épaisseur et, si l'on retrouve ses débris dans la dépression du plateau, on n'y découvre aucune accumulation bien formée qui permette de circonscrire son avancée.

En examinant plus loin le niveau de l'équilibre glaciaire pendant le stade maximal, nous verrons que cette diffluence mince s'est faite à une altitude proche de la zone de fusion (2068 m au col) et que, par conséquent, les eaux proglaciaires ont contribué à l'étalement des débris autant et plus que la glace elle-même.

Tout à l'Ouest enfin, par dessus le bord méridional du vallon des Estagnets, deux petites diffluences ont alimenté le ravin de Brangoly et la Coume Armade; mais seule la première avait assez d'importance pour qu'une moraine latérale ait été édifiée à son extrémité. L'autre devait s'érouler sur des pentes rapides exposées au Sud et l'on n'en retrouve aucune trace hors la sculpture du col de déperdition, entre Serrat des Loups et Casteilla.

Les plateaux compris entre les hautes crêtes alpines du NW et le sillon Camporeils-Bouillouse-Angoustrine ont été noyés sous un *ice-fjeld* de plus de 100 km². Leur morphologie est donc bien différente de celle des plateaux non englacés. Presque partout la roche apparaît dénudée, en chicots aux contours émoussés. Entre ces saillies, les parties les moins résistantes du substratum granitique ou métamorphique ont été excavées. Elle se parent aujourd'hui de lacs limpides ou, quand les lacs ont été colmatés par les alluvions et la végétation, de prairies frissonnantes et fangeuses qu'égaient les bouppes blanches des Linaigrettes (13). La plupart de ces lacs de plateau sont donc des lacs de surcreusement glaciaire et leurs contours s'inscrivent souvent dans la trame des strates et des lignes de fracture. La rive nord de la Bouillouse et surtout les lacs de Camporeils sont très typiques à cet égard. D'autres, moins nombreux, sont en partie retenus par des dépôts morainiques : c'est le cas de l'ancien marais de la Bouillouse et de l'Etang Llat. A l'Ouest de la Bouillouse, grand marécage redevenu lac depuis l'édification d'un barrage, on n'a pas de peine à constater que les lacs les plus éloignés des cirques où s'élaborait la glace ont été presque tous colmatés alors qu'un peu au-dessus les nappes d'eau libre sont plus fréquentes que les fonds tourbeux. On évoque ainsi un recul des fronts glaciaires relativement proche de notre époque, car si le désenglacement était très ancien, on ne relèverait pas de tels contrastes dans l'évolution de nappes d'eau aussi voisines.

A l'Ouest de la crête du Carlit, la cuvette du Lanoux est égale-

(13) *Eriophorum polystachyon* L.

ment constellée de ces petites étendues lacustres : une soixantaine en comptant les « flaques d'eau » qui dépassent un are de superficie. De ce côté aussi, le récurage glaciaire paraît d'une fraîcheur étonnante et les creux colmatés sont rares. On est ainsi conduit à rechercher selon quelles étapes le désenglacement s'est opéré.

II. LES MORAINES DE RETRAIT

Deux stades de stationnement marquent les étapes majeures de la retraite des fronts glaciaires (14). Le premier est attesté par des moraines encore basses mais situées à l'intérieur du massif et non plus à sa périphérie; des moraines hautes, logées dans les cirques en contre-bas des crêtes, signalent le second stade (fig. 2).

1. **Le stade interne.** — Le retrait des glaciers a été coupé d'une pause suffisamment longue pour que, d'une façon générale, on puisse observer les traces de leur stationnement à bonne distance des moraines externes du stade maximal.

A. *Les cordons morainiques des vallées.* — Dans quelques cas, au Puymorens et au Pla de Bones Aures — en aval de la Bouillouse, la langue de glace nettement canalisée a laissé des moraines latérales encore bien modelées, voire un petit vallum bouchant en partie la vallée. C'est l'un de ces remblais qui, jeté en travers de l'auge Bouillouse-Angoustrine, est sans nul doute responsable, à ce stade de l'évolution, de la décapitation du réseau de l'Angoustrine au profit de la Têt, phénomène connu de longue date (15). Au Puymorens, des perturbations de ce genre ont dû se produire aussi. Il est probable que le glacier de la haute Ariège, très épais, après avoir d'abord transflué vers la vallée du Carol, était encore assez puissant, lors du stade des moraines internes, pour rejeter de ce côté la langue glaciaire issue du cirque de Fontfrède et de Bayette.

Cependant, dans beaucoup de secteurs où ce stade aurait pu laisser quelques traces, on n'observe rien de bien convaincant. On en devine souvent la raison en comparant la superficie des appareils bien définis (Puymorens, Bouillouse-Bones Aures) avec celle des bassins glaciaires où l'on n'a plus de restes. Sur les ruisseaux de Galbe et de la Grave, par exemple, les glaciers de ce stade devaient s'achever au fond d'une auge étroite et leurs moraines latérales n'ont pu que

(14) On dit souvent, et nous l'avons écrit nous-même : « le recul des glaciers ». De là à penser à une sorte de « marche arrière », il n'y a qu'un pas... malheureusement franchi par des esprits peu formés (et peu sensés).

(15) P. BIROT, *op. cit.*

LE GLACIAIRE DU CARLIT



A. -- Les moraines de la rivière de Galbe, vues de l'amont. Au fond, le Capcir et le massif du Madrès.



(Clichés G. Viers.)

B. - Le Touzal Colomé et le Puig Pèrie vus du Carlit. Haute surface d'érosion taillée dans les schistes métamorphiques, échancrures des cirques glaciaires. Au pied de la muraille, moraines tardiglaciaires; plaques de neige à la fin d'un été frais (31 août 1960).

LE GLACIAIRE DU CARLIT



A. — Le Puig Péric (2 810) et le plateau de Camporeils vus de l'Est. Cuvette pré-glaciaire récurée par le glacier; les crêtes boisées du premier plan correspondent à des bandes de roches dures restées en saillies. Moraines tardiglaciaires au pied du Péric; écoulis actuels.



(Clichés G. Viers.)

B.— Moraines tardiglaciaires au pied du Carlit dans le vallon sud-est. Bourrelets très frais; les langues de glace courtes épousaient les formes des saillies rocheuses (31 août 1960).

s'écrouler après le retrait. Ce qui en reste en quelques points, celle qui retient l'Étang de Recou notamment, sur la rive droite du ruisseau de la Grave ou les lambeaux accrochés au fond de l'auge de Galbe, n'ont pas un dessin assez ferme pour qu'on trace avec certitude les limites de ce stade en ces lieux. Ailleurs, c'est au gradin brutal qui sépare auges et plateaux qu'il faut attribuer la disparition des moraines. Tout laisse supposer que le glacier oriental du Péric, par exemple, venait mourir sur le bout d'auge de la Lladure, au stade interne.

Pour le Carol supérieur, alimenté par la cuvette de Lanoux, le problème reste entier. Les cirques orientaux et sud-orientaux du Carlit ont nourri au moins quatre appareils longs de 4 à 6 km. On voit mal pourquoi il n'en aurait pas été de même des cirques du Nord-Ouest. Dans cette optique, la confluence de quelques glaciers aurait donné un émissaire capable de s'allonger sur le ruisseau de Fontvive jusqu'à 3 km du déversoir actuel du Lanoux. Il n'y a pourtant pas de reliefs d'accumulation susceptibles de soutenir cette reconstitution théorique. Hors deux cônes torrentiels de déjections postglaciaires, la roche en place apparaît partout. Il faut donc envisager d'autres hypothèses.

Il en est deux qui se complètent. La première, tenant compte de la position très abritée de la cuvette du Lanoux, envisagerait un enneigement ancien plus faible qu'aux alentours. La seconde, considérant l'évasement de cette cuvette, permettrait d'imaginer que les appareils glaciaires de ce stade, plus réduits qu'ailleurs à cause de la faiblesse des précipitations, se seraient avancés vers son centre sans confluer. De fait, entre 2200 et 2000 m les glaciers voisins contemporains, plus vastes, subissaient déjà une forte ablation : les moraines du Puymorens s'enracinent à 2135 m et, sur le plateau de la Bouillouse, cette altitude est dépassée. Nous pensons, finalement, que c'est l'hypothèse la plus vraisemblable et nous voyons, dans les moraines d'un appareil étroit descendu depuis les pics de Col Rouge (2806-2835 m) jusqu'au ruisseau de Fontvive, les traces d'un de ces glaciers individualisés du stade interne. De même, une forte accumulation détritique observable au NW du Carlit sur le ruisseau de las Encantades, à 2350 m, pourrait se rapporter à ce même stade.

B. Les moraines de plateaux. — Sur les plateaux, les possibilités de conservation des talus morainiques étaient meilleures et les restes ne manquent pas, là du moins où des sommets élevés (plus de 2700 m) dominaient les cirques glaciaires. On a deux types de formes selon le degré de canalisation de la glace au lieu où l'ablation commençait à l'emporter et les moraines à se déposer. Le plateau lacustre de la

Bouillouse supporte ainsi des cordons détritiques bien repérables au milieu des chicots granitiques qui séparent les laes. La plus longue

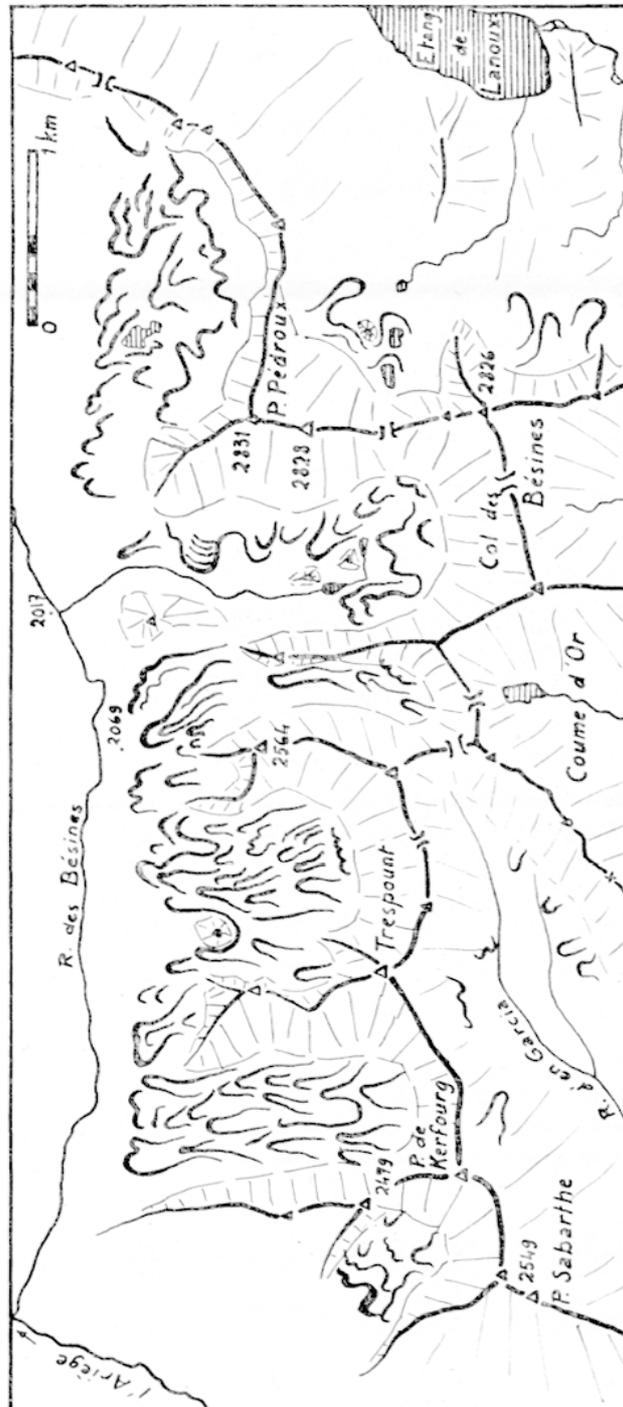


FIG. 4

Les moraines tardiglaciaires du versant nord (vallon des Béssines.)

Des langues de glace longues de 1 000 à 1 500 m se sont élaborées sous des crêtes à 2 500 m d'altitude. Noter leur raccourcissement vers l'amont du vallon plus abrité et moins neigeux en dépit de l'altitude plus grande (2 831 m).

moraine semble avoir bordé la rive gauche d'un glacier issu du Carlit (cirque oriental), mais on en observe d'autres aux alentours,

bien alignées et qu'il est difficile de rattacher à telle ou telle langue de glace. La figure 2 ne fait que suggérer les solutions possibles. Peut-être quelques courtes trainées morainiques ne sont-elles que des

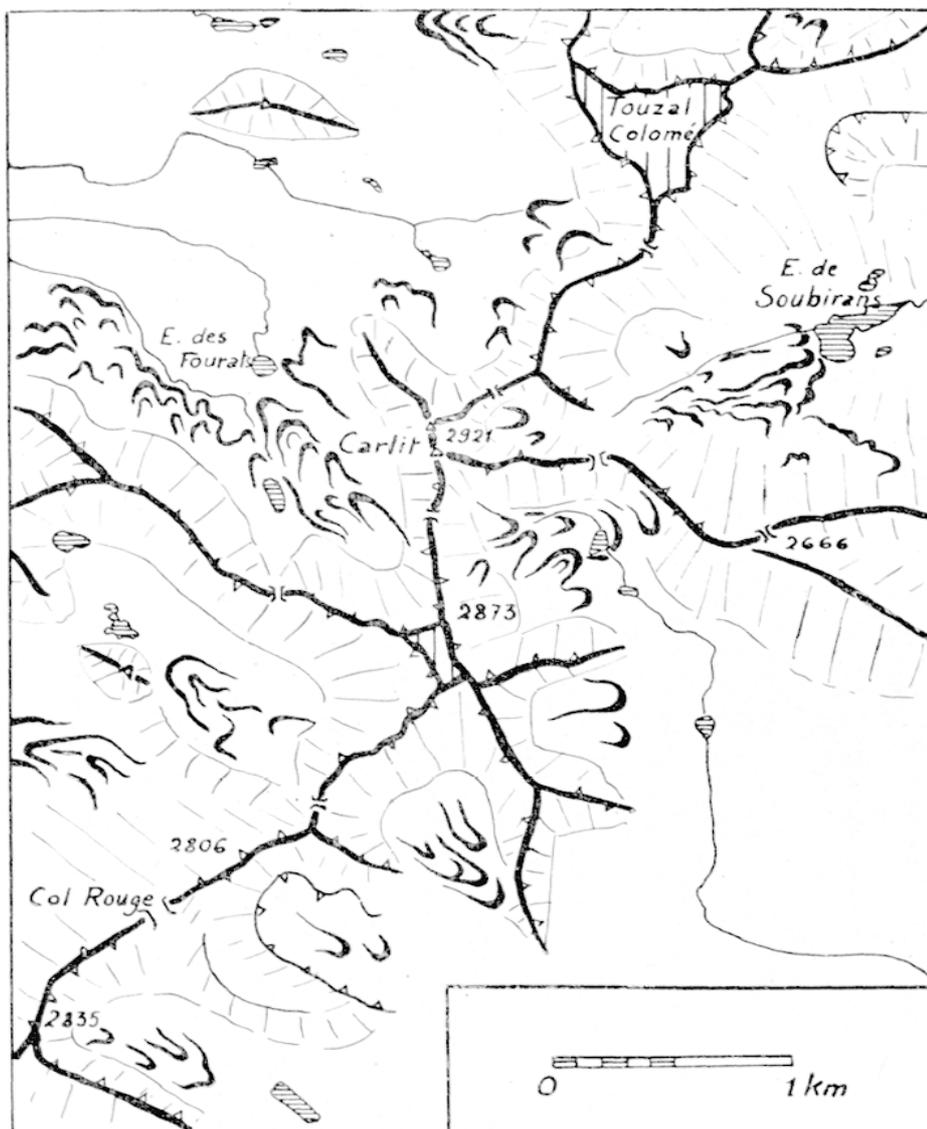


FIG. 4 bis

**Les moraines tardiglaciaires du versant sud
(alentours du Carlit).**

Seule la langue descendant vers l'Étang de Soubirans dépasse le kilomètre de longueur; ailleurs on n'a que des appareils très courts en dépit de la forte altitude des crêtes (2 900-2 800 m).

drumlins édifiés pendant le retrait entre les stade externe et interne?

Les accumulations les plus étonnantes et les moins sujettes à interrogations sont un peu plus au Sud, dans le « Désert » du Carlit. Des

lobes de piedmont très étalés se sont rétractés peu à peu, encombrant le plateau qui les supportait d'une multitude de festons morainiques emboîtés les uns dans les autres. Vu de près, le chaos est indescriptible et la traversée du « désert » exige une demi-heure d'activité sans rapports avec la marche. Les blocs anguleux de granite de 2 à 3 m dans leur plus grande dimension sont entassés en traînées chaotiques entre lesquelles les débris de schistes créent des allées reposantes. Le cordon externe n'est pas plus haut que les autres (4 à 6 m seulement) mais la netteté avec laquelle il ceinture les festons internes laisse penser que ce stade a succédé à une rapide débâcle et qu'il a comporté d'abord une légère reprise de la progression glaciaire.

Le versant sud du vallon des Estagnets a circonscrit le plus méridional de ces lobes et le ruisseau longe maintenant le rebord interne d'une sorte d'amphithéâtre morainique très plat, arqué sur près de 3 km. Ici, et peut-être uniquement pour des raisons topographiques, c'est le beurrelet le plus interne — donc le plus tardif de ceux qu'on observe — qui est le plus marqué. Cette diversité de puissance, sur deux appareils glaciaires contigus et contemporains, nous ramène aux observations analogues faites sur les moraines du stade maximal. Il conviendra sans doute d'en tirer quelques principes généraux.

2. Le stade ultime des cirques. — Un nouveau hiatus de 2 à 300 m de dénivellation sépare les vastes ensembles morainiques du stade interne et les beurrelets tardifs blottis sous les hautes crêtes. Ceux-ci, très puissants et parfaitement modelés, permettent de reconstituer des langues de glace individualisées dans chaque cirque et qui ne se sont allongées au-delà de ces enceintes que sous les sommets les plus élevés : Carlit (2921 m), Puig Périe (2810 m) (pl. II) et, surtout, sous les crêtes du versant ariégeois franchement plus humide. Avant tout autre développement, il faut d'abord souligner le contraste saisissant qui oppose les accumulations du versant atlantique et celles du versant méditerranéen. Si les crêtes qui bordent l'Oriège ont été relativement peu englacées à ce stade, en revanche, soit dans le vallon de Bésines (fig. 4), soit immédiatement à l'W du Puymorens, des appareils longs de 1 à 2 km bordaient sans discontinuité toutes les arêtes faisant face au Nord.

Dans le reste du massif, côté méditerranéen, il n'y eut que des langues glaciaires isolées et plus courtes (fig. 4 bis). Installés immédiatement en contre-bas de crêtes alpines aux parois raides, ces petits glaciers recueillaient les produits surabondants de la gélifraction. Mais ils n'avaient plus la puissance de leurs devanciers et les écoulements proglaciaires qui en surgissaient n'avaient ni les débits

ni parfois la compétence nécessaires à l'évacuation des débris. La glace devait disparaître sous leur manteau et les formes d'accumulation qui nous ont été léguées permettent d'employer le terme de *glaciers rocheux* pour de tels appareils.

Leurs conditions d'installation sont assez différentes et méritent un court examen. Alors qu'aux stades précédents l'exposition des cirques ne semble pas avoir joué un rôle primordial, sans doute parce que l'enneigement restait considérable, lors du stade des cirques, les glaciers se sont « réfugiés » à l'ombre des crêtes (Péric, vallon des Bésines) ou des rebords de hauts plateaux (Campeardos), ce qui laisse supposer une forte insolation. De nombreuses anomalies semblent bien attester la faiblesse des précipitations, car des crêtes étroites dépassant 2500 m n'ont parfois abrité aucun glacier à ce stade, alors que leur présence est certaine en contre-bas de plateaux plus bas : rebord oriental du Campeardos à 2500 m (vallon de Malfoural), Roc d'Aude à 2377 m (vallon de Balcera). Le balayage par le vent de ces hautes surfaces devait fournir aux parois qui les bordaient assez de neige pour que s'élabore de la glace. En revanche, une crête étroite ne fournissait à ses névés aucun surcroît de cette sorte.

Allons plus loin. Dans les fonds obscurs, malgré la faible altitude, la glace est allée très bas (Balcera : 1900 m), ce qui laisse penser que les moyennes thermiques étaient encore médiocres. On arrive ainsi à supposer un climat rigoureux, à fortes gelées, mais sec et par conséquent bien ensoleillé, ces trois caractères expliquant la répartition, de prime abord capricieuse, des ultimes glaciers du Carlit.

III. LES PROBLÈMES GÉNÉRAUX

L'étude détaillée des reliefs glaciaires du Carlit n'a d'intérêt que si elle peut apporter quelque contribution aux problèmes généraux du Quaternaire récent. Outre les comparaisons toujours nécessaires à l'échelle régionale, les faits que nous avons observés permettent d'examiner la question de l'érosion glaciaire et de ses rapports avec le relief préglaciaire, sujet classique depuis les publications d'E. de Martonne. Mais, surtout, la disposition des moraines des divers stades nous amènera à discuter, sur ces bases, quelques arguments polyglacialistes.

1. **L'englacement quaternaire d'un massif méditerranéen.** — La position du massif du Carlit, position méridionale vis-à-vis de la ligne de partage des eaux, et orientale par rapport à l'ensemble de la chaîne des Pyrénées, lui a donné des caractères qu'on ne retrouve

habituellement que sur le territoire espagnol, exception faite du Canigou.

A chacun des stades observés, les appareils glaciaires de ce versant méridional ont été beaucoup plus courts que ceux du versant atlantique. Certes, ils sortaient de la montagne, tout comme les glaciers du gave d'Ossau, du gave de Pau et de la Garonne; mais ils s'achevaient dans les dépressions haut perchées de la Cerdagne et du Capcir — c'est-à-dire entre 1200 et 1600 m, alors que les glaciers atlantiques venaient mourir avec une surprenante régularité, entre 400 et 450 m (16). La comparaison des glaciers de l'Ariège (50 km) et du Carol (27 km) est très suggestive à cet égard. Naturellement, il faut faire la part des topographies notamment pour le glacier de Montlouis arrêté plus haut que tous les autres, à 1600 m. Le débouché en position d'adret et l'étalement d'un *lobc de piedmont* joignaient leurs effets pour favoriser une fusion rapide. Les langues étroites du ruisseau de Galbe et d'Angoustrine ont pu pousser jusqu'à 1400 m et le glacier du Carol, bien nourri par la transfluence du Puymorens, a progressé jusqu'à 1200 m. C'est cependant très haut. Même si l'on tient compte d'un ensoleillement meilleur que du côté aquitain, il faut évoquer, à l'instar du contraste climatique actuel, de plus faibles précipitations sur le versant méditerranéen.

Faute de cartes topographiques précises, il nous est difficile de fixer sans quelque erreur le niveau de l'équilibre glaciaire correspondant aux trois stades observés. Les chiffres que nous proposons aujourd'hui aurent à être vérifiés quand la nouvelle carte au 50 000^e sera achevée. Au stade maximal, les cordons morainiques latéraux s'enracinent entre 1750 et 1850 m d'altitude. La ligne d'équilibre ainsi définie paraît basse et il faut la corriger en tenant compte des cirques glaciaires isolés dans le massif ou au voisinage. D'une façon générale, et conformément à ce qu'on observe sur le massif voisin du Madrès (englacement en contre-bas de crêtes allant de 2471 à 2010 m), les blocs de la couronne extérieure du Carlit portent souvent des traces évidentes de la glaciation maximale. La plupart des cirques qu'on peut y observer sont dominés par des reberds de plateaux allant de 2200 à 2400 m et leur plancher est façonné entre 2200 (Est du Roc d'Aude) et 2100 (Roc de la Calm) dans des positions d'adret assez peu favorables. On peut donc estimer, grâce à la

(16) L'allongement plus ou moins grand des émissaires dans les basses vallées à faible pente devait compenser la très grande diversité des bassins d'alimentation. Sinon, on s'expliquerait mal comment des appareils longs de 50 à 70 km (Ariège, Gave de Pau, Garonne) aient pu se terminer dans les mêmes conditions que ceux des vallées d'Ossau (32 km), d'Aspe (24 km) et surtout ceux de la Haute Soule (6 à 8 km). Les deux grandes exceptions à cette belle régularité concernent le glacier de l'Adour (fin vers 600 m) et celui de la Neste (fin vers 700-750 m).

variété des situations qui compense les erreurs inévitables, que l'équilibre glaciaire se réalisait vers 2000 m. Si l'on compare ce niveau à celui qu'on connaît dans les Pyrénées centrales depuis les recherches de P. Barrère (17) : 1700-1800 m. entre Adour et vallée d'Aure, on voit que la différence est faible : 200 m de plus pour les Pyrénées Orientales. Le facteur de contraste semble donc résider, ici, dans une sécheresse plus grande. Plus mal alimentés que leurs congénères du versant nord, les grands appareils glaciaires du versant sud avaient une fusion rapide qui les faisait disparaître assez vite au-dessous du niveau d'équilibre.

Pour les stades de retrait, les moyens précis de mesure sont un peu meilleurs. Le stade interne est caractérisé par un niveau d'équilibre plus élevé de 200 m et assez constant : les moraines latérales apparaissent entre 2250 et 2150 m (Plateau lacustre, étang del Recou, Puymorens). Enfin, les arcs des cirques se retrouvent, selon les expositions et les versants, à des altitudes variées : 2200 à 2300 m d'une façon régulière du côté de l'Ariège (Vallon des Bésines, Ouest du col de Puymorens, etc), plutôt vers 2600 m autour du Carlit et au Périe, mais, sous des rebords de plateaux moins élevés, quelques langues tardives se sont conservées très bas (à peine 2000 m dans l'auge profonde de Baleera), nous avons déjà dit pourquoi.

En résumé, entre le stade maximal et le stade ultime des cirques, on observe une différence dans le niveau d'équilibre d'environ 600 m, qu'on peut rapprocher de la différence de 400 à 500 m calculée dans les Pyrénées centrales (18). De plus, si l'on compare l'altitude d'équilibre des glaciers tardifs sur les deux versants atlantique et méditerranéen, on notera que la différence est considérable : environ 400 m. Si l'on envisage un tel contraste lors de la phase maximale, cela conduit à fixer théoriquement le niveau d'équilibre sur la haute Ariège vers 1600 m d'altitude. Des recherches indépendantes des nôtres, actuellement en cours, confronteront ce calcul sommaire avec la réalité.

2. Le rôle de l'érosion glaciaire. — Le degré d'aménagement du relief préglaciaire dépend de la puissance de l'érosion glaciaire et des phénomènes qui ont immédiatement précédé celle-ci. D'où l'utilité d'apprécier d'abord l'importance du travail accompli par les glaciers.

A. *La faiblesse relative à l'érosion glaciaire.* — Nous avons sou-

(17) P. BARRÈRE, *Equilibre glaciaire actuel et quaternaire dans l'Ouest des Pyrénées centrales*, Rev. géogr. Pyrénées, XXIV, 1953, pp. 116-134, 6 fig., 2 pl. phot.

(18) P. BARRÈRE, *op. cit.*

ligné au passage l'encombrement de certaines vallées par des reliefs rocheux ou verrous. D'une façon générale, seules les auges étroites (Angoustrine) ou installée dans un matériau tendre (ruisseau de Galbe) sont bien nettoyées. Plus la largeur du glacier était grande, plus les chicots résiduels sont nombreux : les auges de Balcera, du Carol et surtout celle de la Têt sont très caractéristiques à cet égard. D'autre part, plus le nettoyage est poussé, plus la roche apparaît saine comme on peut le constater en comparant les verrous de la Têt et ceux du Carol. L'hypothèse la plus vraisemblable est que le travail glaciaire a consisté surtout à décaper un épais manteau d'altération préglaciaire. Les choses n'ont pas dû aller beaucoup plus loin.

C'est du moins ce qu'on peut en induire en examinant le travail effectué pendant la retraite saccadée des fronts externes. Contrairement à ce qui a été écrit pour Puigcerda et Latour-de-Carol rien ne montre avec certitude que les arcs morainiques les plus anciens se soient achevés plus haut que les suivants. Là où l'observation est sûre (Montlouis, la Lladure), on voit la série des vallums successifs posée sur le même plancher et non pas les plus anciens suspendus au-dessus d'un plancher alluvial plus récent. Lorsqu'il y a une légère incision, elle est fluviale et ne concerne que des matériaux meubles. Tout cela s'explique assez bien si l'on tient compte des observations qui précèdent. Une fois la roche saine atteinte, le creusement par des glaciers *en voie d'amincissement* était de plus en plus difficile; il s'est donc arrêté là où l'avait conduit la phase d'expansion maximale. Or, celle-ci correspond à un moment où, sans nul doute, l'essentiel du *creusement* des vallées était achevé (19), mais non pas leur modelé.

Le lobe glaciaire de la plaine de Matemale a posé ses vallums en contre-bas du glacis alluvial du Capcir, glacis que nous considérons comme une formation préglaciaire, nous y reviendrons. Mais, passé cet épisode, aucun nouveau creusement n'a eu lieu en cet endroit, faute d'eau il est vrai car l'Aude elle-même n'est ici qu'un méchant ruisseau. Ce qu'il est important de noter toutefois, c'est que *le glacis de Matemale était déjà disséqué quand la glace a cessé sa progression* (20). On n'a d'autres témoignages de ce genre que sur

(19) Nous décrivons le massif du Carlit... Il va de soi que l'érosion glaciaire est à la mesure des débits et surtout de l'épaisseur de la glace. Le surcreusement du Graisivaudan, par exemple, montre que la glace peut aussi aller plus loin que les eaux courantes. Mais, dans les Alpes, il y en avait 1800 m d'épaisseur et non 150 à 300 m comme sur le pourtour du Carlit.

(20) Voir photographies aériennes I. G. N., Mission L'Hospitalet-Argelès, clichés 187-188. Les moraines de l'Aragon à Sabiñanigo sont installées dans une position semblable; voir P. BARRÈRE, *Corrélation des fronts glaciaires et des terrasses fluviales au Nord et au Sud des Pyrénées centrales*, INQUA, V^e Congr. intern., 1957, Résumé des communications, p. 17.

le Carol, à Enveitg. Là aussi, les vallums de la Vignole viennent mourir en contre-bas d'une nappe alluviale ancienne à galets altérés (Puig de Saneja) et dont la dissection, lors de la mise en place de ces moraines, ne fait pas de doute pour qui interroge le paysage et non pas seulement la carte géologique de O. Mengel (21).

B) *Le relief préglaciaire.* — En partant des constatations précédentes, on peut esquisser quelques hypothèses touchant le relief antérieur à la glaciation. Il faut d'abord admettre que deux épisodes distincts la précèdent d'assez près. Le plus ancien correspond à l'épandage des matériaux roulés du Capeir et de Puigcerda. Il postule évidemment une sécheresse accentuée, tout au moins saisonnière, puisque ces matériaux torrentiels sont restés prisonniers dans les dépressions jouxtant le Carlit. Si l'en examine l'altitude relative des nappes alluviales susnommées (environ 100 m à Puigcerda, beaucoup moins au Capeir), on est fondé à affirmer que l'essentiel du creusement des vallées était réalisé quand s'achève cette phase torrentielle. Le calibre réduit des alluvions de Matemale (22) (diamètre maximum moyen : 20 cm), la présence des nombreuses lentilles de limons orangés et de sable fin, la kaolinisation générale des galets de granite et l'altération fréquente des schistes métamorphiques, tout parle en faveur d'un climat où les phénomènes d'altération chimique favorisaient à plein le travail des eaux sauvages dans leur déchainement intermittent. On peut ainsi imaginer une période d'érosion extrêmement efficace, pendant laquelle le creusement et l'ouverture des vallées, *dans la montagne au moins*, ont été considérables, sous un climat plus chaud que celui de maintenant (et par conséquent beaucoup plus chaud que celui de la période glaciaire), avec des précipitations violentes mais espacées. Un second épisode voit la dissection des glaciers précédents; il s'achève par l'arrivée des fronts glaciaires sur les *picdmonts intérieurs* que constituent Cerdagne et Carlit. Il est donc naturel de considérer comme contemporaines, liées à l'accroissement du froid et surtout de l'humidité, la période dernière de creusement des vallées et celle de la progression glaciaire.

C'est dans les reliefs légués par la phase morphogénétique semi-aride et relativement chaude que les glaciers ont progressé jusqu'à leur expansion maximale. Ils ont donc travaillé, au départ, sur des versants où les roches altérées tenaient encore une grande place.

(21) A cet égard, on comparera la feuille géologique de l'Hospitalet au 80 000^e et le croquis publié p. 52 dans le *Livret-guide de l'excursion N^o-Pyrénées*, INQUA, V^e Congr. intern., 1957, 109 p., 41 fig.

(22) Le barrage « en terre » de Matemale (Electricité de France) a été édifié grâce à un emprunt dans cette nappe qu'on peut étudier sur un front large de plusieurs centaines de mètres et sur une tranche d'environ 8 m de hauteur.

Dans les vallées les plus favorisées (Carol), le récurage du fond est allé assez loin pour faire apparaître les saillies de roche saine mais, sur les flanes des auges et à l'aval, le décapage a été naturellement moins poussé, d'où le calibrage observé. Si le nettoyage s'était fait sur les versants comme dans le fond, ceux-là seraient aussi bosselés que celui-ci et les barres résistantes des verrous ne seraient pas cantonnées à la partie inférieure des auges mais sailliraient sur toute la hauteur, ce qui n'est pas souvent le cas.

L'ensemble de ces considérations va nous permettre, maintenant, de poser plus clairement les problèmes particuliers à la période froide.

3. **Glaciations autonomes ou stades glaciaires ?** — On sait que les vues classiques touchant le Quaternaire font état de quatre glaciations distinctes et que, dans ces dernières années, on n'a pas manqué d'en reconnaître quelques autres; un *Donau* et même un *Biber* auraient précédé le *Gunz* (23). Sur le versant nord, les géographes français ont été quasi-unanimes (24), contre l'avis des géologues, à repousser ces vues polyglacialistes. Sur le versant sud, des chercheurs appartenant à diverses écoles ont réaffirmé l'existence de plusieurs glaciations, deux au minimum : le *Riss* et le *Würm*. Mais, quand on reprend les écrits qui soutiennent cette idée, on voit bien qu'il y a plus de témoins que de témoignages (cf. note 2). D'où la nécessité de s'appuyer plutôt sur le terrain que sur les publications, et sur les formes de relief tout autant que sur les carrières et les coupes qui ne disent pas tout.

A. *Les contradictions de la carte géologique.* — Le fait que les publications les plus récentes aient partiellement utilisé les contours géologiques tracés par O. Mengel (25) nous amène à reprendre ceux-ci. La notice de la feuille de Prades fait état de trois glaciations principales dûment notées a^{1c}, a^{1b} et a^{1a}. La plus récente (a^{1c}) correspond aux moraines hautes et, bien que la carte ne les figure que sous le Puig Péric, il n'y a pas lieu de critiquer cette datation relative. En revanche, la confusion est totale en ce qui concerne les deux autres, plus anciennes. O. Mengel a réuni sous le signe a^{1a} des formations très différentes les unes des autres et les a décrites comme des moraines de la première glaciation. Tantôt, il s'agit de

(23) Voir le Congrès INQUA Rome-Pise (1953) : article de I. SCHAEFER, et H. ALIMEN, *Formations glaciaires et fluvioglaciaires de l'Adour*. C. r. Acad. Sc., t. 249, 1959, pp. 2354-2356.

(24) A l'exception de L. GORON.

(25) Feuille de l'Hospitalet (1912) et de Prades (1925).

chaos granitiques du type *compayré* qui n'ont rien à voir avec le travail glaciaire (Pic de la Tausse et col de la Quillanne à l'ENE de Montleuis, flanc sud des Mauroux) ; tantôt il s'agit des moraines du stade de retrait interne (plateau lacustre), qu'il faudrait donc noter a^{1b} , tandis que la notation a^{1a} pour les dépôts de la diffluence des Mauroux, est au contraire acceptable.

Enfin, le même signe a^{1a} s'applique aux moraines les plus externes du stade maximal, mais sans aucune règle; seules les exeroissances de Bolquère et de Matemale ont reçu cet indice, alors que le vallum principal de Montleuis, de même âge, est noté a^{1b} , tout comme les moraines de Formiguères et celles de l'Aude (fig. 2). La confusion est inextricable si l'on fait le panorama de la plaine de Matemale. On a ici trois unités morphologiques dont la datation relative est incontestable : le glaciais alluvial préglaciaire, disséqué avec un lambeau-témoin conservé au Sud; la basse plaine alluviale; les ares morainiques externes du stade maximal posés sur cette plaine. Or, le glaciais est noté a^{1b} , mais le témoin isolé a^{1c} ; les vallums de l'Aude deviennent a^{1b} et ceux de la Têt a^{1a} . A y regarder de près, on voit que la notation a dépendu de l'*altitude moyenne* des formations mais qu'à aucun moment leurs rapports morphologiques n'ont été examinés. L'étagement a — b — c (Aude — Têt — lambeau du glaciais) n'a aucune valeur chronologique et ne traduit en rien la réalité puisque les vallums (a^{1b} ou a^{1a}) sont tous deux postérieurs à la dissection du glaciais (a^{1b} et a^{1c}).

La même contradiction se relève d'une carte à l'autre. Sur la feuille de l'Hospitalet, les cailloutis roulés de Saneja sont mis en rapport avec le vallum le plus externe de Saint-Pierre et ont été tous deux notés a^1 (= a^{1a}), alors que le vallum ultérieur de la Vignole est noté a^{1b} (et son cône de transition a^{1c} !). Or, en Capcir, la moraine la plus externe de Formiguères, mise en rapport avec les cailloutis de Matemale, devient, comme eux, a^{1b} et non plus a^{1a} . Nous verrons du reste, pour finir, que dans les deux cas cailloutis alluviaux et moraines externes n'ont pas de rapports génétiques. Ce qu'il fallait pourtant souligner c'est que, devant l'amoncellement des contradictions relevées, la meilleure méthode consiste à reprendre l'investigation sur le terrain *ab nihilo* et non à tenter une impossible conciliation de l'interprétation et des faits.

B. *La faiblesse des arguments polyglacialistes à l'échelle locale.* — Naturellement le polyglacialisme a trouvé sur le terrain lui-même des arguments dont il nous faut examiner la valeur probatoire.

a. *La multiplicité des bourrelets externes* n'a pas manqué d'être présentée comme le témoignage irréfutable de périodes glaciaires

distinctes et les vallums, successifs et rapprochés, de ce que nous appelons le stade maximal ont été rapportés selon la nomenclature alpine de A. Penck au Mindel, au Riss et au Würm (26). Quand on n'a pas osé aller si loin, on a distingué le Riss puis un Würm I et un Würm II, étant entendu que ces deux dernières subdivisions ont une valeur climatique générale, pour l'Europe entière au moins (27).

Or, si l'on veut utiliser de tels critères pour dater les glaciers du Carlit, on n'aura que l'embarras du choix puisque, selon les émissaires, il n'y a qu'une moraine (ruisseau de Galbe et Brangoly), ou deux à la rigueur mais à peine distinctes (Angoustrine), ou cinq (Carol, sur la rive droite), ou beaucoup plus (Montlouis et ruisseau de Lladure à Formiguères). Comme cinq de ces langues glaciaires étaient alimentées *par le même ice-field*, on ne peut pas expliquer ces différences de comportement par des nuances climatiques mais uniquement par la variété des topographies. Quand le glacier était large (3 km sur la Têt, 1 500 m à la Lladure) les vallums se sont multipliés et se sont conservés. Quand il sortait d'une auge étroite (Galbe, Angoustrine 800 m), la langue de glace est restée prisonnière des premières moraines latérales; celles qui furent mises en place à chaque moment de la dérive se sont écroulées sur un versant qui ne pouvait avoir une pente supérieure à 30-35°; on n'a donc, dans ces cas, qu'un remblai unique.

Par conséquent, nous pensons qu'il est plus sage d'attribuer tous les vallums externes aux petites oscillations du même stade, oscillations qui sont loin d'être synchrones comme on peut le constater en étudiant les glaciers actuels. Au surplus, la distance qui sépare le vallum frontal du vallum le plus reculé de ce stade (2 500 à 3 000 m) a pu être parcourue en un temps très court. Les mouvements des grands glaciers ont une ampleur considérable: le glacier du Morterasteh dans la Bernina (Suisse) menaçait la voie ferrée au début du XX^e siècle mais la gare est aujourd'hui à trois quarts d'heure de marche de la glace. Convient-il pour autant d'évoquer des phases climatiques distinctes, des stades glaciaires, voire même des épistades, alors que l'oscillation d'un front glaciaire est un phénomène des plus banaux, attribuable à l'irrégularité interannuelle de l'insolation, des températures et des précipitations? Le souci des « chronologies fines » et le besoin de retenir sur les travaux antérieurs

(26) A titre d'exemple, on méditera sur la fig. 29 du *Livret-guide de l'excursion N^o-Pyrénées*, INQUA, op. cit.

(27) Voir *Livret-guide de l'excursion N^o-Pyrénées*, op. cit., fig. 6 hors-texte, p. 80 et H. ALMEX, *Grandes lignes de l'histoire glaciaire de la Bigorre*, Actes du IV^e Congr. intern. Quatern., Rome-Pise, 1953, pp. 1032-1042, 2 fig.

ont conduit à des exagérations dont on pourrait se garder avec un peu de bon sens.

b. L'altération des matériaux morainiques dans les moraines externes est souvent rapprochée de la fraîcheur générale des roches dans les bourrelets plus récents. Ainsi, à Latour-de-Carol, les auteurs ont opposé la moraine de Saint-Pierre et celle de la Vignole (28). Que faut-il en penser? D'abord, l'argument aurait plus de poids si *tous* les granites, qui servent de test, étaient altérés dans le vallum le plus ancien, ce qui n'est pas le cas (29). Du reste, à Montlouis, à Font-Romeu, à Formiguères, ces moraines sont exploitées et fournissent d'excellentes pierres à bâtir. D'où provient donc ce mélange de blocs frais et de blocs altérés qu'on ne retrouve guère ensuite? Il est sans doute originel. La grande crue glaciaire s'est étendue sur un massif où l'altération avait exercé son action profondément. Les premières moraines, qui sont en partie des *moraines de poussée*, contiennent les granites pourris que les glaciers ont arrachés dans leur progression et des matériaux plus fragiles que ceux des moraines suivantes. Par la suite, ce récurage accompli, la glace ne dévora que de la chair fraîche et, sur celle-ci, elle ne mordit guère, du moins jusqu'aux très grands froids du Tardi-glaciaire (moraines internes et moraines hautes à gros blocs anguleux). De là vient que les cordons extérieurs peuvent être plus riches en matériaux friables, plus avachis et couverts d'un sol qui n'a pu se former sur les cordons mis en place un peu plus tard.

En contre-épreuve, on peut utiliser (conjointement à d'autres méthodes) la limite des versants récurés pour savoir où s'est arrêtée l'expansion glaciaire. On a la certitude que les glaciers du Capcir n'ont pas atteint ni dépassé Puyvalador car, de ce côté, gneiss et granites à enclaves métamorphiques sont profondément arénisés. La moindre langue de glace eût promptement balayé ce manteau inconsistant. Il faut encore lever une dernière objection. Comment peut-on admettre que, dans la phase de progression glaciaire, les eaux courantes n'aient pas réalisé le nettoyage avant l'arrivée de la glace? Évidemment, le principal des roches altérées a disparu dans

(28) H. ALIMEN, L. SOLÉ-SABARÍS, C. VIRGILI, *Comparaison des formations glaciaires des versants méridionaux et septentrionaux des Pyrénées*. INQUA, V^e Congr. intern., 1957, résumé des communications, pp. 9-10.

(29) Cette remarque a été faite ailleurs à propos des moraines du versant sud des Pyrénées. R. GERMAN (*V^e Internationaler Quartärkongress in Madrid und Barcelona*, Naturw. Rund., 1958, pp. 31-32) souligne que dans les dépôts du « Riss » comme dans ceux du « Würm », les granites décomposés « se rencontrent côte à côte, invariablement, avec des blocs complètement inaltérés » et qu'il est assez contradictoire d'observer, « à plusieurs mètres de profondeur, dans la masse visiblement inaltérée de la moraine... » des granites altérés. (Citations d'après K.-W. BUTZLER et A. FRANZ, in *Zeit. für Geomorph.*, III, 1959, pp. 85-97.) Notre explication permet de résoudre l'apparente contradiction relevée par R. German.

ce moment où les vallées s'approfondissaient encore, ce qui est le signe d'une rapide évolution et d'une évacuation facile. Mais il restait — et il reste encore — de gros témoins des topographies antérieures à la période froide : hautes surfaces culminantes du Campcardos, du Touzal Colomé (N du Carlit) (pl. II), des blocs périphériques (la Palme, Roc d'Aude, Mauroux, crête Puncho-Col Rouge) et hautes cuvettes (Lanou, Camporelis, Bouillouse) (pl. II), sans doute un peu plus récentes et peut-être contemporaines des glacis alluviaux de Puigcerda et du Capcir. Il n'est donc pas étonnant qu'il soit resté des matériaux pourris dans la montagne puisque les eaux courantes n'avaient pas tout disséqué.

c. Le creusement interstadiaire ou interglaciaire est un troisième argument que nous devons repousser. Il n'y a, en effet, aucune preuve que « entre la constitution des deux (ares morainiques du Carol) la vallée fut soumise à l'érosion et se trouva approfondie » (30). Ce qui est vrai, c'est que la nappe alluviale ancienne de Puigcerda-Saneja a été entaillée, mais elle est bien antérieure au dépôt de la moraine extérieure. Le complexe glaciaire de Puigcerda ne peut rien démontrer à ce sujet car la convexité frontale des premières moraines (s'il a existé quelque chose de semblable) a été balayée par le Carol proglaciaire, ce que la largeur de la terrasse fluvio-glaciaire issue du second cordon vient affirmer. Personne ne peut donc dire jusqu'où allaient et descendaient les ailes extrêmes des moraines extérieures. Mais le Carlit a des émissaires plus instructifs : ceux de Montlouis et de Formiguères où, répétons-le, il n'y a pas trace d'un quelconque creusement entre la mise en place des différentes moraines du stade maximal (31).

Il y a mieux. Au-dessus de Porta et en contrebas du Puncho (2 586 m) (fig. 2), un glacier s'est installé et a laissé trois séries de moraines. Les plus hautes, par leur altitude et par leur morphologie, sont attribuables sans nulle hésitation au stade ultime des cirques. Elles apportent donc la preuve d'un englacement antérieur, quand le niveau d'équilibre glaciaire était plus bas. Or, le ravin qui dévale du Puncho (Coma Prégona) s'achève par une belle terrasse d'obturation qui correspond à la hauteur du glacier maximal; cette hauteur décroît lentement vers l'aval, attestée par la *terrasse de kame* de Courbassil et, bientôt, par les moraines latérales. L'obturation de la Coma Prégona est donc contemporaine de la glaciation maximale. Elle montre qu'à ce stade, l'appareil du Puncho ne confluaient pas avec celui du Carol. Si donc il y avait eu notable évolution des

(30) *Lioret-guide de l'excursion N¹-Pyrénées...*, op. cit., p. 21.

(31) Cf. p. 29.

versants et des talwegs, passé ce stade, l'obturation aurait disparu. Sa conservation en ce site très exposé montre que l'intervalle de temps qui sépare la mise en place des premiers vallums externes de la période actuelle est assez court et qu'il est bien difficile d'imaginer dans cet entr'acte un cycle complet (au moins) avec un long interglaciaire et toutes les séquences morphogénétiques que cela implique.

d. Les rapports des vallums et des terrasses alluviales ont été, comme ailleurs, la pièce de choix de l'argumentation polyglacialiste et nous n'avons pas manqué de nous pencher sur elle avec ferveur. La nappe alluviale de Puigcerda-Saneja est bien individualisée; elle se poursuit à l'aval sans se confondre avec la terrasse fluvioglaciale de la Vignole; il était donc tentant de la mettre « dans le jeu » et de la rapporter à la moraine extérieure de Saint-Pierre. Mais les faits sont plus résistants que les théories. En premier lieu, les cartes publiées (32) méconnaissent les vrais contours des affleurements et négligent de signaler l'apparition de la roche en place (schistes gris foncés sérieiteux) entre le village de Saneja et le Puig du même nom. Comme il n'y a pas là de ruisseau notable, on ne voit pas quel est l'agent d'érosion qui aurait séparé la moraine (au N du village) de « sa nappe alluviale » (au SSW). En revanche, si l'on admet que la nappe est antérieure et distincte, on comprend que l'érosion préglaciaire l'ait disséquée sans que l'on puisse reconstituer la trace des vallons oblitérés par la suite, et l'on peut même penser que la mise à nu de la roche en place est l'œuvre des eaux proglaciaires au moment où la moraine de Saint-Pierre s'accumulait. Ces eaux n'ayant pas pu éroder et alluvionner au même endroit et au même moment, il faut renoncer à voir dans les alluvions du Puig de Saneja une nappe fluvioglaciale issue de la moraine de Saint-Pierre. Et c'est d'autant plus facile que les matériaux de l'une ne sont visiblement pas issus de l'autre. Les cailloux du Puig de Saneja sont des alluvions *très roulés* (galets de quartzites compris). Le diamètre des plus gros blocs ne dépasse guère 40 cm. Ils n'auraient pas acquis ces formes fluviales et cette taille réduite s'ils émanaient d'un vallum distant de 300 m. Les schistes maclifères y prédominent alors que dans le vallum ce sont les granites, ce qui renforce l'observation précédente. L'examen de la topographie indique que ces alluvions ont une origine locale. Elles sont issues des ravins qui dissèquent le contact de la montagne et de la Cerdagne, et non du Carol, d'où leur composition pétrographique particulière.

(32) Feuille géologique de l'Hospitalet (1912) et *Libret-guide...*, op. cit., p. 52.

Enfin, elles sont très altérées : cette fois, *tous les granites sont pourris*, les schistes maclifères sont décomposés en surface; le fer de ces roches a commencé à migrer : il y a des taches de rouille et même, cimentant les galets, de petites croûtes ferrugineuses. Aucun de ces détails n'est visible ni dans la moraine de Saint-Pierre ni dans aucune des moraines externes du Carlit.

Les mêmes faits sont observables avec quelques nuances dans les alluvions anciennes du Capeir (glacis de la forêt de la Mata et ses annexes). La contiguïté des moraines de la Têt nous a montré non seulement que les alluvions étaient préglaciaires, mais qu'entre leur dépôt et l'arrivée du glacier, il y avait eu une phase de dissection du glacis. Là encore, il n'y a pas de rapports entre ces alluvions torrentielles et les grandes moraines de Formiguères *qui sont posées dessus*. Comme à Saneja, la granulométrie dément l'origine fluvio-glaciaire (diamètre moyen maximum des galets : 20 cm), le tri aussi. Il n'y a pas de rubéfaction, mais tous les granites sont altérés : kaolinisés ou pourris. C'est un matériau torrentiel d'âge bien différent de celui des moraines et, par sa position comme par sa nature, on peut le rapporter à la même phase préglaciaire que celui de Saneja et de Puigcerda. C'est donc aux basses terrasses qu'il faut rattacher les moraines du stade maximal et cela sans tenir compte, évidemment, du nombre des cordons morainiques. Si l'on voulait distinguer un « Riss » et un « Würm » dans ces complexes, on ne voit pas où l'on pourrait le faire à Angoustrine, tandis qu'à Montlouis et à la Lladure les dénominations trop nombreuses porteraient tort à la démonstration. Mieux vaut y renoncer.

CONCLUSION

Nous avons déjà soutenu, dans cette *Revue* et ailleurs, la thèse monoglaciale, nous appuyant, le cas échéant, sur des arguments extérieurs aux reliefs glaciaires. Avec le Carlit, le problème est débattu sur son vrai terrain et la solution locale n'infirme en rien les idées de beaucoup de chercheurs pyrénéens qui nous ont précédé. Comme M. P. Birot l'avait fait dans sa thèse, nous rapportons toutes les moraines à « une seule glaciation » (33) et nous attribuons les moraines internes et hautes à des stades de retrait, les dernières pouvant représenter le Tardiglaciaire froid et très sec dont l'existence en tant que phase climatique n'est guère discutée.

Les trois stades bien reconnaissables dans le Carlit n'ont pas qu'une valeur locale. P. Barrère les a décrits bien avant nous dans

(33) P. BIROT, *op. cit.*, p. 33.

les Pyrénées centrales (34) et même dans les Pyrénées occidentales, plus basses, nous en avons retrouvé les traces. La généralisation d'un phénomène est donc possible, à condition toutefois qu'on adopte une échelle suffisante et que les travaux anciens ne prennent pas la valeur d'un dogme. En la matière, deux postulats paraissent manquer de fondement : celui qui consiste à donner le nom d'une époque glaciaire (Günz, Mindel...) ou celui d'un stade (Würm I, Würm II) à des oscillations mineures observées au front de grands glaciers, et celui qui tend à raccorder (fût-ce au mépris des faits...) chaque nappe alluviale à une glaciation, même quand il n'existe nulle part de moraines de cet âge.

Le monoglacialisme a des défenseurs ailleurs que dans les Pyrénées et plus de tenants sérieux que le nombre de leurs publications le laisserait croire. Les quelques encouragements qu'ils ont bien voulu nous donner récemment nous incitent à penser que des révisions objectives menées sur le terrain plutôt que dans les bibliothèques et dans lesquelles on ne confondrait pas *moraine* et *alluvions* fluviales, feraient avancer la question d'un grand pas.

(34) Voir notamment P. BARRÈRE, *op. cit.* (1957).