

CONCLUSION GÉNÉRALE

Même lorsqu'on pense avoir mis de l'ordre dans la moisson faite sur le terrain en quinze années de recherches, un ultime tour d'horizon n'est pas inutile. Il permet de situer à nouveau les grands problèmes, et de mettre encore l'accent sur ceux dont l'intérêt paraît dépasser le cadre local, en raison de leur caractère original. Il est, en effet, toujours difficile de mesurer, dès le départ, l'importance relative des domaines de recherches abordés.

I — LE RÔLE DE LA STRUCTURE

A — UN PREMIER SECTEUR DE STRUCTURE TRÈS SIMPLE AUX FORMES GRANDIOSES

La simplicité apparente de la structure d'une grande partie du secteur étudié pouvait faire illusion. Nous avions affaire, en gros, à une couverture sédimentaire et, qui plus est, toute la partie méridionale, à peine ployée, avait l'allure d'un grand monoclinal. De ce côté, nous eûmes, cependant, vite fait de nous convaincre qu'il ne s'agissait pas de formes banales et, lorsque nous dressons, aujourd'hui, notre bilan, nous n'hésitons pas à soutenir que la grande cuesta du Turonien aurait mérité la description détaillée que nous en avons faite, même si son revers ne nous avait pas apporté de précieux témoignages de l'évolution morphologique, en même temps qu'elle nous livrait des formes aussi curieuses que les «cuillères» du Brazuelo ou les «canales» de Dulla. Avec ses 650 m de commandement au-dessus d'Orduña, et ses 750 m, ou plus, dans le Valle de Mena, la cuesta géante du Turonien dépasse de 2 à 300 m en altitude le Jura Souabe, toujours cité en exemple en Europe. Mais, surtout, l'absence de percées sur une longueur de plus de 40 km donne une impression de mur infranchissable que l'on n'a pas dans le Jura Souabe dont le front est très divisé. Grâce à cette division, accéder aux vieux burgs, perchés au-dessus des abrupts émergeant des sapins est une promenade facile, tandis qu'atteindre le sommet de certains redents de la cuesta d'Orduña représente un exploit «d'alpiniste» ou, pour le moins, de «montañero». Accessible, cependant, par plusieurs routes qui permettent d'en avoir de belles vues en enfilade, cette cuesta mérite de devenir un but d'excursion classique pour les étudiants, d'autant plus que le système de cuestas dont elle n'est que le plus bel élément se poursuit au Sud et que, très près de là, la couverture sédimentaire plus mince, coincée entre l'énorme série des assises du Crétacé et le socle de la Meseta castillane, a donné des spécimens très variés de structure plissée postérieurement démantelée.

En ce qui nous concerne, ce dernier secteur, marginal par rapport au nôtre, ne nous attira que plus tard. Cherchant d'abord à nous rendre compte jusqu'à quel point les autres familles de formes de notre domaine dérivaient d'un dispositif structural aussi simple que ce-

lui de la cuesta, nous constatâmes que la ceinture des buttes de l'avant-cuesta, puis le chaînelet des petits massifs armés de hogbacks qui lui fait suite, constituaient un paysage structural de transition parfaitement ordonné en fonction de l'exploitation du flanc d'un grand pli s'affirmant très progressivement vers le Nord. Nous pûmes croire, un moment, que ce grand anticlinal constituait l'épine dorsale de notre domaine et qu'ainsi notre étude devrait se borner, pour une grande part, à celle d'un relief aux proportions parfois grandioses mais assez peu original provenant du démantèlement d'une couverture sédimentaire aux plis simples.

B — UN SECOND DOMAINE DE STRUCTURE VARIÉE, DANS LEQUEL S'AFFIRME LE RÔLE DU SOCLE

Un second trait, mis en évidence par Adan de Yarza: la présence, un peu partout, des ophites du Trias, aurait cependant suffi à nous faire deviner que, les remontées diapiriques n'ayant pu se produire sans que la couverture soit brisée, celle-ci devait être plus mince en certains endroits, et les accidents qui l'affectent assez compliqués. Lorsque nous pûmes entrer dans le détail, d'abord grâce aux travaux de J. M. Rios sur le diapirisme, et plus tard grâce à ceux de P. Rat, nous nous rendîmes compte que ces accidents étaient de trois sortes: les uns, en effet, constituaient de simples cassures d'une couverture fortement plissée, d'autres comme les diapirs d'Orduña et du Valle de Mena provenaient d'une véritable perforation dans des couches non plissées, d'autres enfin, comme le coin soulevé de Ramales, reflétaient les cassures profondes du socle.

Ainsi nous était révélée l'influence, dans notre domaine, d'une structure qui ne résulte pas seulement, comme on pourrait le croire au premier abord, du plissement du manteau sédimentaire. Celui-ci, «s'il a joué pour son propre compte dans les détails, a épousé, dans l'ensemble, les déformations du socle» (1). On a affaire à ce que M. Casteras appelle une «tectonique de revêtement» (2) pour la distinguer d'une tectonique de couverture.

En dehors des cas bien précis que nous avons cités, de celui par exemple du grand coin soulevé de Ramales situé dans une zone à peine ondulée, il n'est cependant pas toujours facile de faire la part de ce qui, dans les formes structurales, provient de la mise en valeur de déformations superficielles et de ce qui est le reflet de déformations profondes. Grâce aux travaux de P. Rat nous avons su que la bande plissée éocène, dans laquelle nous avons observé des formes de type assez nettement jurassien, est affectée d'un grand accident longitudinal d'origine profonde. Une étude précise du même auteur nous a aussi permis de faire, dans les formes du chaînon de calcaires urgoniens cassants du Duranguesado, la part du plissement superficiel et celle des accidents profonds.

C'est dire que, en dehors du secteur monoclinal dans lequel les très puissantes formations du Crétacé ont réagi en bloc aux sollicitations tectoniques, nous avons eu affaire à des formes structurales d'interprétation beaucoup plus délicate, en raison des interférences orogéniques en rapport avec les mouvements du socle. Ces traits ont, certes, rendu notre enquête plus difficile, mais, en nous montrant l'importance de ces déformations, ils nous ont amené à supposer qu'il n'y avait pas de raison pour que ces dernières aient été limitées à des époques de paroxysme orogénique. C'est pourquoi nous nous sommes cru autorisé à fonder une explication de la grande reprise d'érosion, à laquelle nous devons toutes les grandes formes actuelles, sur l'hypothèse d'un soulèvement dû à une déformation assez récente de ce socle.

L'examen des grandes artères du réseau hydrographique nous ayant permis de juger du nouveau système des pentes, nous avons été conduit à supposer que, si le soulèvement a été assez uniforme au Sud, selon une ligne de flexion orientée à peu près dans le même sens que les plis formés antérieurement, la partie de la couverture située au Nord-Est n'a pas dû être solidaire. Ceci nous a valu ta conservation dans ce secteur de restes de «surface» à une

(1) P. RAT. Thèse p. 505.

(2) CASTERAS M. (1933). Recherches sur la structure du versant nord des Pyrénées centrales et orientales.

altitude très inférieure à celle du sommet de la cuesta. Mais, nous avons également constaté que ce décrochage est moins sensible à l'Est où il a dû être en partie compensé par le rejet d'une flexure Nord-Sud, accident transversal en rapport avec le pli-diapir éventré de la ria de Guernica. Ce rejet a d'ailleurs pu provoquer une nouvelle expansion du Trias ayant collaboré à la surélévation de la couverture de ce côté. Nous sommes, d'ailleurs, porté à admettre cette idée, proposée par plusieurs auteurs espagnols, en ce qui concerne diverses parties de notre domaine (3). Une lente tectonique continue y était favorable à une expansion du Trias, soit simplement parce que les blessures continuaient à s'ouvrir, soit parce que, là où l'érosion amincissait la couverture, celle-ci se bousculait, préparant d'autres accidents.

Les déformations de ce socle, qui ne se laissa jamais oublier au cours de l'orogénése, ont aussi joué, avant le paroxysme, un rôle de premier plan lors des épisodes de construction des édifices urgoniens. Nous devons à ces déformations, les traits fondamentaux de notre zone médiane. Il n'y aurait pas actuellement d'amphithéâtre calcaire autour de Ramales, pas de bastion karstifié au pied du Gorbea ou de chaînon d'allure alpine dans le Duranguesado, si le socle déformé n'avait, au cours de l'Aptien, porté, dans ces secteurs, le fond du golfe basco-cantabrique à une altitude à laquelle les organismes constructeurs pouvaient vivre.

C — UN PAYSAGE URGONIEN TRÈS ORIGINAL

Après la cuesta géante du Turonien, il est bien certain que les formes les plus caractéristiques de la région que nous avons étudiée sont celles où apparaissent les calcaires urgoniens. Dégagés de leur contexte schisto-gréseux, ou marneux, par l'érosion différentielle, ils présentent une très grande variété. Celle-ci est due, d'une part, aux faciès changeants de la sédimentation, mais aussi aux accidents qui les affectent. Nous avons pu trouver, à l'Ouest, des dalles à peine déplacées aux grandes fractures simples, tandis qu'à l'Est la violence des mouvements tectoniques a presque broyé les calcaires du Duranguesado. Sur des formes si diverses, les processus de la désagrégation ont parfois travaillé si énergiquement qu'ils ont abouti à de curieuses convergences, au point que les bancs subhorizontaux décharnés de l'amphithéâtre de Ramales aient pu nous paraître subverticaux comme ceux du chaînon de l'Aitlluitz dans le Duranguesado. Il s'est plutôt passé le contraire en ce qui concerne la dissolution karstique; les formes du karst sont très spectaculaires là où elles ont pu se développer dans des masses peu affectées par des accidents brisants; elles sont cachées dans les profondeurs là où la division du matériau a permis l'enfoncement immédiat des eaux.

II — LES SYSTEMES D'ÉROSION

De l'énorme masse de matériaux enlevée lors du dégagement des profondes formes en creux qui constituent tout le modèle du versant atlantique, nous n'avons retrouvé qu'une partie très réduite, celle des étapes finales. On ne saurait s'en étonner, en raison de l'ampleur du soulèvement récent, soulèvement dont témoigne l'altitude actuelle des restes de formes mûres du sommet de la cuesta. Sur des pentes très accentuées, les matériaux enlevés furent facilement entraînés vers le niveau de base océanique qui était très rapproché.

(3) RIOS J. M. dans son article «Diapirismo» et les auteurs des cartes géologiques de Bermeo et d'Espinosa de los Monteros.

A — UNE ZONE-CLEF DE L'ÉVOLUTION MORPHOLOGIQUE SUR LE VERSANT MÉDITERRANÉEN: JUXTAPOSITION DES TÉMOINS D'UN PRÉGLACIAIRE SEMI-ARIDE ET D'UN GLACIAIRE TRÈS NET

La quasi-absence, sur le versant atlantique, de dépôts corrélatifs des étapes de la morphogénèse auxquelles on doit les formes les plus vigoureuses, nous a incité à chercher des secteurs de comparaison sur le versant méditerranéen. La découverte du très remarquable ensemble alluvial de la percée du Trueba nous a fourni une zone-clef de tout premier ordre pour l'interprétation, non seulement d'une étape importante de l'évolution des formes du terrain, mais, également, des étapes qui suivirent. Les dimensions remarquables de l'appareil torrentiel ancien construit par le Trueba à son arrivée dans la dépression monoclinale d'Espinosa et le faciès grossier des matériaux qui le constituent nous ont confirmé la puissance des systèmes d'érosion qui ont dégagé les grandes formes, et nous ont incité à supposer qu'ils ont dû s'exercer sous un climat semi-aride chaud, ou, tout au moins, à très grands contrastes thermiques.

Nous avons constaté, ensuite, que la haute vallée du Trueba avait dû être englacée après son creusement par les systèmes d'érosion antérieurs; nous y avons retrouvé les traces incontestables d'un beau glacier d'environ 12 km. de long. Bien que les travaux de G. Viers aient mis en évidence l'importance de l'engelacement quaternaire à une altitude relativement basse dans les Pyrénées occidentales, importance due à l'humidité du climat, on est étonné par la longueur d'une langue glaciaire provenant d'une zone d'alimentation dont le point le plus élevé, le Castro de Valnera, n'a que 1707 m d'altitude. A la vérité, le glacier fut alimenté par la neige recueillie dans un vaste bassin intramontagnard creusé par le Trueba préglaciaire, qui était alors un torrent, et par ses affluents. Il n'empêche que l'existence des traces de ce glacier de basse altitude, en particulier celles des restes, très bien conservés, des valloons d'obturation latérale que nous avons étudiés nous paraît un des traits les plus remarquables de notre domaine.

B — L'INTÉRÊT DES EMBÔITEMENTS DE FORMES DU VERSANT ATLANTIQUE

Les solides repères trouvés sur le versant méditerranéen nous ont permis de reprendre plus facilement la recherche et l'étude des rares formations corrélatives du creusement conservées sur le versant atlantique. Cependant, en dehors du secteur-clef, des cônes de déjection étagés préglaciaire et glaciaire que nous avons providentiellement découverts à Mendiola-Abadiano, ce sont les emboîtements de formes plus encore que les dépôts qui nous ont permis de reconstituer, sur ce versant, les épisodes de la morphogénèse définis sur l'autre. Nous avons signalé qu'en de très nombreux endroits, l'auge alluviale dégagée à l'époque glaciaire l'a été dans des vallées modelées antérieurement en *fond de berceau*, ou dans des *cuvettes* aux bords aplatis en *glacis* là où la lithologie permettait un dégagement plus facile. Ces dernières formes, en liaison avec le modelé local des versants, c'est à dire un modelé de type aréolaire, nous ont paru être un des résultats de l'action des systèmes d'érosion semi-aride chauds qui, sur le versant méditerranéen, ont construit les grands cônes alluviaux, après avoir aussi dégagé les formes en creux en roche tendre.

C — L'ATTRIBUTION DES ÉPISODES DE TYPE SUB-ARIDE AU QUATERNaire ANCIEN

Les restes des formes attribuées à un système d'érosion préglaciaire ne sont perchés qu'à quelques dizaines de mètres au-dessus de l'auge alluviale creusée manifestement par

l'écoulement des eaux de fonte des neiges de l'époque glaciaire; elles ne peuvent donc être très anciennes, ce qui nous a conduit à supposer qu'elles datent du Quaternaire ancien. Cette hypothèse aura pu surprendre quelques lecteurs, cette époque, dans d'autres régions, étant considérée comme celle des vieilles glaciations. Il y a cependant déjà vingt ans qu'H. Enjalbert, attribuant une large place à l'explication paléoclimatique dans la morphogénèse, sans négliger, pour autant, la part des données structurales, a montré dans une série d'articles, puis dans sa thèse, qu'on dispose, dans le Bassin Aquitain, de beaucoup d'arguments pour supposer que le Quaternaire ancien y a été caractérisé par l'existence de climats à forts contrastes, à dominante semi-aride chaude. G. Viers a aussi décrit, dans sa thèse concernant le Pays Basque français, de très nombreuses formes et formations, cuvettes, glacis, cônes torrentiels, dont il attribue la genèse à des systèmes d'érosion du même type. Dans les secteurs adjacents de la Bidasoa et de l'Urumea. R. Santana a conclu, aussi, de l'existence de glacis et de leur revêtement grossier, à celle de systèmes d'érosion de type semi-aride chaud à la même époque. Enfin, tout récemment, H. Nonn, étudiant les régions côtières de la Galice, situées à la même latitude que la Biscaye, dans une ambiance océanique plus marquée encore, aboutit à des conclusions comparables; il écrit: «nous détenons la preuve que des épandages torrentiels ont eu lieu lors des phases «glaciaires» qui, au Quaternaire ancien et moyen, mériteraient plutôt le nom de «pluviales», que, d'autre part, la Galice connut au moins une fois alors des conditions climatiques de sécheresse accusée. Il est certain que la morphologie habituellement rencontrée dans les pays franchement méditerranéens a affecté notre région dans la première moitié du Quaternaire. (4). Cette dernière confirmation est d'autant plus remarquable, et G. Viers le signale avec raison (5) qu'H. Nonn ne semble pas avoir été influencé, dans ses conclusions, par les travaux des auteurs dont nous avons parlé précédemment, chez lesquels il n'a pas cherché de points de comparaison. Par contre, les formations torrentielles qu'il a étudiées lui paraissent analogues à celles que R. Raynal a décrites en Basse Moulouya, il les a fait examiner par ce dernier auteur dont les avis corroborent ses hypothèses (6). Précisons, d'ailleurs, que les conclusions d'H. Nonn, qui pourraient être, à peu de chose près, les nôtres, et qui ont été publiée en 1966, ne nous étaient pas connues lorsque, nous avons exprimé, après les avoir dégagées de l'étude de notre domaine, des propositions analogues (7).

D — LA MÉDIOCITÉ RELATIVE DE L'ÉVIDEMENT A L'ÉPOQUE GLACIAIRE

L'hypothèse de l'existence, au Quaternaire, d'une période pendant laquelle l'aridité a prédominé, nous a été pleinement confirmée par la relative médiocrité de l'incision de type linéaire que nous attribuons à l'écoulement des eaux de fonte des neiges au cours de la période froide. Cette médiocrité, et le fait que nous n'avons trouvé qu'une seule nappe alluviale bien conservée, le reste des formations corrélatives étant constitué par de minces placages sur les bords de l'auge alluviale, indique, en effet, que le froid et l'humidité ne se sont manifestés de façon efficace, dans nos régions, que pendant une partie relativement courte du Quaternaire.

En ce qui concerne cette période, nos observations et nos interprétations se rapprochent ainsi de celles des auteurs qui ont étudié les régions adjacentes aux nôtres. H. Enjalbert souligne dans sa thèse que, dans la mesure où l'on est amené à faire la part très grande à l'héritage morphologique préglaciaire, par rapport au modelé que nous a légué l'époque gla-

(4) NONN H. Thèse p. 223.

(5) VERS G. Une thèse sur le pays des rias...

(6) H. NONN. Ibid. Note 2 p. 117.

(7) HAZERA J. 1958. Les cailloutis anciens en Biscaye..

claire, celui-ci «paraît plus discret. (8). G. Viers, de son côté, évoquant l'évolution préglaciaire qui a modelé les montagnes de la Basse Navarre, insiste sur la «profonde coupure morphogénétique entre la période où les cours d'eau ont aménagé les plaines alluviales fluvio-glaciaires, larges de 500 à 700 m au maximum... et la période... où des écoulements torrentiels façonnaient les glaciis» (9).

H. Nonn pense aussi que «le froid ne semble vraiment s'être manifesté avec ses incidences morphologiques qu'à partir du Riss», avec cette restriction: «du moins dans la région méridionale» (10). Lorsqu'il étudie la partie orientale de son domaine qui touche aux Asturias, il souligne la place qu'y ont pris les phénomènes de type périglaciaire, ce qui le conduit à penser que la nuance climatique entre la Galice et la zone cantabrique «devait être considérablement plus accusée lors des périodes froides. (11) que lors du Quaternaire ancien défini par lui comme d'ambiance de type semi-aride ou méditerranéenne très accusée (12).

E — LES RETOUCHES FINALES-AMBIGUITÉ, DANS CERTAINS SECTEURS, EN CE QUI CONCERNE LA PART RELATIVE DES PROCESSUS

Les remarques d'H. Nonn concernant la place prise par les phénomènes périglaciaires, dans la partie orientale de la région cantabrique concordent aussi avec les nôtres et avec celles qu'H. Enjalbert et G. Viers ont faites dans des domaines adjacents. Sur nos glaciis anciens du Valle de Mena, par exemple, la cryoclastie a alimenté des coulées de type en partie périglaciaire dès la fin des étapes de façonnement par des processus de type subaride. S'il est difficile d'apprécier son rôle à l'époque des fortes nivations, cela est plus facile en ce qui concerne les derniers épisodes froids, surtout dans les secteurs d'altitude élevée et de lithologie bien contrastée comme ceux de la grande cuesta; versants réglés et longs éboulis, ainsi que certains colmatages de vallons, là où les matériaux plus tendres furent réduits en bouillie, autant de traces de ces derniers épisodes de climat sec et froid.

Dans le bas-pays, la recherche des témoins de ces mêmes processus est beaucoup plus délicate. L'absence de roches dures gélives en formations puissantes ne permet pas d'identifier facilement, parmi les formations superficielles, celles qui seraient dues aux dernières manifestations du froid. Mais, surtout, la solifluction de type banal y a régné en maîtresse depuis la fin de l'époque froide, sans qu'on puisse faire la part entre les manifestations anciennes et les actions récentes, voire historiques de ce processus. Quoi qu'il en soit, les *versants bosselés* de ce bas pays sont aussi un des traits caractéristiques de notre domaine.

III — LES RÉSULTATS OBTENUS EXAMINÉS EN FONCTION DU BUT POURSUIVI

Nous avons mis l'accent, à la fin de notre bilan, sur les certitudes acquises au sujet des systèmes d'érosion qui se sont succédés en Biscaye. On aura cependant remarqué qu'avant de les étudier en détail et avant de formuler des hypothèses quant à leurs enchaînements, nous avons toujours décrit les formes avec soin. Nous voulions essayer de donner au lecteur l'impression qu'il avait vu lui-même le paysage, tout en lui fournissant un canevas lui permettant, soit de poursuivre nos propres recherches, soit d'en entreprendre d'autres sans difficulté

(8) ENJALBERT H. Thèse p. 122.

(9) VIERS G. Thèse p. 335.

(10) NONN H. Thèse p. 223.

(11) NONN H. Ibid. p. 440.

(12) NONN H. Ibid. p. 476.

au départ. Dans cet esprit, nous n'avons pas hésité à employer un vocabulaire descriptif courant, a avoir recours à des comparaisons de type simple, voire banal, si elles nous paraissent expressives, avant d'utiliser les termes techniques et les expressions scientifiques. La multiplication des dessins perspectifs va dans le même sens et permet de remédier aux grandes difficultés que l'on éprouve à obtenir des photographies parfaites des paysages atlantiques. Dans le même but, enfin, nous avons attaché un soin particulier à l'expression cartographique. La multiplication des croquis morphologiques nous a paru, en effet, d'autant plus nécessaire que la représentation du relief est indiscutablement le point faible des cartes espagnoles.

Mais, si le souci de fournir un instrument de travail à des successeurs, même non spécialisés, nous a amené à établir une trame presque continue couvrant le domaine étudié, nous avons pris soin de nous attarder dans quelques secteurs privilégiés qui nous paraissent livrer les clefs de l'évolution morphologique. L'ampleur de la tâche entreprise et notre isolement ne nous ont cependant pas permis de bénéficier des collaborations qui eussent pu nous conduire à préciser notre chronologie. Nous pensons, en particulier, à la palynologie des formations fines du Valle de Mena et de celles qui sont situées en arrière des moraines d'obturation dans la vallée du Trueba. Notre regret, sur ce point, se trouve atténué par la certitude d'avoir laissé du travail préparé à d'éventuels successeurs. Nous espérons qu'ils n'auront pas ainsi l'impression décourageante qui fut parfois la nôtre, de s'attaquer à l'étude d'une région dans laquelle la chape continue des sols et de la végétation limite l'enquête à la seule reconnaissance des grandes formes du terrain. En «s'accrochant» à ce terrain, comme nous avons essayé de le faire, peut-être auront-ils la joie de découvrir des éléments d'interprétation qui nous ont échappé et de compléter ainsi l'étude de cette région de Bilbao à laquelle nous n'avons cessé, pendant de nombreuses années, de porter le plus vif intérêt.