

LE MODELÉ DES GRÈS DANS LE PAYS DES ALDUDES Pyrénées-Atlantiques, France

Deux régions françaises seulement offrent de beaux exemples de modelés étendus dans les grès: les Vosges du Nord et le Pays basque. Ici, quatre séries gréseuses se développent dans l'échelle stratigraphique aux niveaux de l'Ordovicien, du Coblenzien, du Permo-trias et de l'Albien-Cénomaniens. Les grès paléozoïques sont vraisemblablement le produit de l'érosion du socle précambrien connu en affleurement dans le massif du Labourd. Quant aux grès mésozoïques, ils résultent surtout de la destruction post-hercynienne des matériaux précédents, les grès-quartzites ordoviciens ayant fourni le principal. Nous n'étudierons dans cette note que les grès coblenziens en nous bornant à une rapide évocation des autres séries gréseuses.

Les grès-quartzites ordoviciens sont interstratifiés en bancs d'épaisseur très variable dans une série qui a beaucoup de caractères d'un flysch, notamment les séquences rythmées gréseuses et schisteuses. Localement, les bancs de grès s'épaississent jusqu'à 4-6m, tout en restant nombreux. Au modelé d'érosion différentielle qui laisse en saillie d'étroites lames de grès durs (vallon d'Ispegui, St-Etienne-de-Baigorri) (1) fait place alors un relief de monoclinaux puissants où les strates schisteuses restent peu visibles dans les escarpements (Aitzziaga, même commune; Ondarolle, Arnéguy). Mais, du fait de ces intercalations schisteuses, l'influence de la perméabilité en grand de la formation gréseuse ne peut se faire sentir.

Il en est de même, relativement, des formations crétacées: Grès de Néou au Nord et à l'Ouest de Saint-Palais et Grès d'Ascaïn au Sud de St-Jean-de-Luz qui sont du reste, à tort ou à raison, rattachés à l'ensemble du Flysch nord-pyrénéen. Néanmoins, si l'on s'interroge sur les raisons pour lesquelles ces formations siliceuses, notamment les grès d'Ascaïn, sont restées en saillie au-dessus du plancher des aplanissements villafranchiens du piémont basque, il apparaît que leur résistance à l'altération chimique néogène n'explique pas tout. La perméabilité en grand, l'absence de résidus abondants pouvant colmater les fissures ont dû paralyser quelque peu l'activité des écoulements torrentiels qui arasaient ailleurs les couches du flysch calcaro-schisteux. L'influence de la grosseur des blocs libérés en phase de rhexistasié serait aussi à étudier, ce que nous n'avons pas fait mais qui pourrait faire avancer la solution de

(1) Pour faciliter le repérage des lieux cités, nous donnons, après le toponyme, le nom de la commune.



ce problème d'érosion différentielle dans une phase bio-climatique bien déterminée (au moins dans une chronologie un peu large et pas trop ambitieuse) mais pas très bien caractérisée.

Les grès permio-triassiques au contraire des précédents s'insèrent dans une formation de type molassique, continentale, avec changements rapides de faciès et d'épaisseur. Ils comportent, au-dessus d'un poudingue à galets impressionnés, entre 100 et 300m de grès, de psammites exploitées massivement à cause de leur débitage facile en dalles et vendues dans toute la France sous l'appellation triplement erronée de "grès de la Rhune" (1). En Basse-Navarre, au Nord de la dépression de Cize (Arraduy, Yarra, Larla) et le long de la frontière depuis les Aldudes jusqu'en Labourd au Sud d'Hendaye, ils arment la plupart des sommets formant des monoclinaux, crêtes ou cuestas, dont le front escarpé peut atteindre 350m de hauteur (crête d'Iparla, 1056m, au-dessus de Bidarray). C'est évidemment leur composition chimique mais aussi leur perméabilité en grand qui expliquent leur position culminante dans le relief et la bonne conservation des formes structurales, notamment de grands revers à peine écorcés et sans écoulement superficiel, hachés de longues fissures souvent béantes. L'étude de leurs modèles mériterait à elle seule une note entière (2).

LES GRÈS COBLENCIENS

Le système dévonien est bien représenté en Soule et en Basse Navarre, c'est à dire dans la montagne basque ; il comporte des ensembles lithologiques contrastés : des schistes, des calcaires assez épais pour que les phénomènes karstiques y soient très apparents (Banca, Aldudes), des grès enfin, d'âge coblencien.



Butte dans les grès-quartzites coblenciens à Urepel : ravine au centre droit, bancs rocheux à gauche de la butte ; versants régularisés couverts de lande basse et claire.



- (1) La Rhune : transcription fantaisiste ancienne et perpétuée par un mauvais usage centenaire ; le toponyme exact est Larruuna = La bonne Lande. Ces grès viennent de Larruuna mais encore de Larla, de Yarra et d'ailleurs ; enfin ce sont des grès lités très micacés, des psammites.
- (2) VIERS G. (1960) : *Le relief des Pyrénées occidentales et de leur piémont*. Toulouse, Privat, 604 p., 85 fig., 28 pl. phot. h.t.

Il s'agit de grès-quartzites à ciment dolomitique, particularité qui explique leur modelé très original. Localement, le ciment est plus siliceux et l'on a des grès-quartzites dont les réactions à la morphogenèse sont très différentes (Mondarrain, Espelette). Dans leurs bancs épais et très résistants se sont façonnés des blocs énormes et des reliefs ruiniformes.



Fig. 1 - Croquis de localisation. 1. Grès d'Ascain. - 2. Grès permotriassiques. - 3. Gneiss. - 4. Crêtes ou cuestas de grès permotriassiques. (La position de la figure 3 est encadrée au Sud) B1 = Bidarray ; Ba = Saint-Etienne-de-Baigorroy.

Pierre Lamare qui a étudié en détail avec une grande minutie toute la région les a décrit ainsi : "puissance réelle : environ 200m : quartzites tous plus ou moins dolomitiques, tantôt massifs et fendillés, tantôt en bancs et parfois schisteux. La teneur en dolomite par rapport à la silice est peu constante et l'on rencontre toutes les transitions entre un quartzite pauvre en dolomite et une roche où la dolomite l'emporte sur la silice"... "La répartition de la dolomite au sein du quartzite apparaît non moins variable : la dolomite remplit les interstices des grains de quartz, interstices plus ou moins étendus suivant l'importance du nourrissage secondaire en silice : ce nourrissage ne va jamais jusqu'à éliminer totalement le ciment... Ainsi la roche prend-elle, par altération et départ de la dolomite, un aspect spongieux, vacuolaire". Et il ajoutait en note : "Un fait curieux est que les quartzites en question se montrent presque



aussi perméables à l'eau que des calcaires : les sommets formés par eux, ainsi que les pentes, sont absolument dépourvus de sources : l'eau infiltrée ne reparaît qu'au niveau de base, par des exurgences d'un débit parfois important" (1). Nonobstant les passages latéraux et verticaux rapides d'un type à l'autre de grès-quartzites, deux grandes catégories de modelé s'imposent à l'attention : les paysages ruiniformes du Mondarrain où les problèmes de perméabilité ne peuvent retenir l'attention du fait de la moindre épaisseur de la série gréseuse et ceux de la haute vallée de la Nive des Aldudes.

LE MODELÉ DANS LES GRES DU MASSIF DES ALDODES

Les grès-quartzites coblenciens affleurent sur une bande d'orientation NW-SE depuis les Aldudes au N jusqu'à la frontière espagnole au Sud sur une longueur de 11 km et une largeur de 2 à 3 km. Ici prédomine le faciès à ciment dolomitique abondant ce qu'on peut rapprocher de la présence d'importants gisements de magnésite (giobertite) dans la même série dévonienne non loin de là (Eugui, Navarre). La roche est donc fragile, la mise en solution de la dolomite faisant disparaître une partie du ciment des grès. Les affleurements montrent une roche extrêmement fissurée, à l'échelle décimétrique ou centimétrique ce qui explique la très grande porosité du niveau gréseux mais aussi son manque de résistance à l'érosion. Cette particularité a été exploitée différemment au cours des crises morphogéniques plio-pléistocènes.

Dans le cadre local de la haute vallée de la Nive, le point de départ de l'évolution tangible (2) est le plancher de ce que nous avons appelé la "cuvette des Aldudes". Un système de glacis aujourd'hui très dégradés, sauf sur la marge occidentale où ils avaient été sculptés dans des calcaires dévoniens bien karstifiés, recoupe l'ensemble de la série dévonienne peu résistante mécaniquement (schistes tendres) ou bien préparée dans les phases biostatiques antérieures par l'altération chimique (calcaires solubles, grès à ciment dolomitique soluble également). La dissection post-villafranchienne ou post-mindelienne (3) s'est faite dans un plancher incliné vers la gouttière centrale où coulait l'ancêtre de la Nive, plancher dont l'altitude est comprise entre 700 et 550m avec une pente transversale de l'ordre de 5%. Dans les grès, toute trace d'aplanissement a disparu, hors l'équivalent d'un *gipfelsturz*, et, par conséquent, le modelé est relativement jeune. Il comporte deux éléments originaux liés génétiquement : les buttes coniques et les vallons secs en berceau. (fig. 2)

Les buttes forment l'essentiel des reliefs saillants. Il en est de coniques, de pyramidales, à contour ovoïde ou polygonal. Leurs sommets sont parfois pointus mais plus souvent émoussés

(1) LAMARE P. (1938) : Structure de La Basse-Navarre aux environs de Bédarroux, de Saint-Etienne-de-Beygorry et des Aldudes. Bull. Serv. Carte géol. France, n° 96, t. XXXIX, p. 133-164, 4 fig., 1 carte h.t.

(2) Nous laissons de côté les aplanissements miocènes ("hautes surfaces") dont les témoins à 1100-1300m ne sont conservés que sur des roches bien plus résistantes : la série ordovicienne ou les grès triasiques dans ce secteur.

(3) Le modelé de glacis le plus visible, le mieux conservé sur les deux versants dévoniens s'inscrit en contre-bas des aplanissements villafranchiens du piémont. Il est facile de reconnaître les deux séries de formes emboîtées, à Saint-Palais notamment. Ce n'est pas le cas aux Aldudes. Dans notre thèse (op.cit, note 3), nous donnons aux glacis des Aldudes un âge villafranchien mais cette hypothèse nous paraît aujourd'hui peu sûre et, malgré l'absence d'arguments péremptoires, nous pensons qu'ils seraient plus récents, d'âge préglaciaire (mindélien ?)



sur quelques mètres de largeur. En revanche, leurs versants sont remarquablement semblables, avec des pentes rectilignes, raides, d'environ 33°. On peut parler à leur sujet de versants de Richter car pour partie ce sont des versants d'ablation où la roche en place est encore visible avec de menus chicots qui soulignent la direction des couches (fig. 3) tandis qu'ailleurs un voile de débris localement épais masque le substratum. Dans l'ensemble, on constate que l'évolution est allée à son terme ; les nappes d'éboulis ne donnant plus prise à la gélification et n'étant plus alimentées se sont trouvées figées. En paraphrasant H. Enjalbert (1), on pourrait parler ici de "reliefs achevés" ou même d'un modèle "parachevé".

C'est seulement vers le Sud, déjà en territoire espagnol, que s'allongent des crêtes et que le réseau de ravins et de vallons esquisse un dispositif appalachien. Dans la partie nord, l'organisation des ravins, des petits cols qui en séparent les têtes, l'alignement des buttes et, dans quelques cas, à l'Est même d'Urepel, l'apparition de bancs rocheux saillant quelque peu dans les versants suggèrent deux hypothèses : soit celle d'un relief appalachien défiguré dans une phase postérieure à son façonnement, soit celle d'une simple ébauche liée à la discontinuité des bancs résistants et à la vigoureuse fracturation transverse qui a joué un rôle au moins égal à celui des contrastes d'origine stratigraphique.

Entre les buttes, comme l'avait bien vu P. Lamarre, prédominent les vallons secs. Beaucoup d'entre eux sont en berceau, sans le moindre chenal de drainage malgré l'importance relative du bassin-versant d'amont. D'autres sont en V mais n'ont pas plus d'écoulement superficiel. On passe, au fil d'un talweg, d'une forme à l'autre, et ceci à plusieurs reprises (fig. 2).

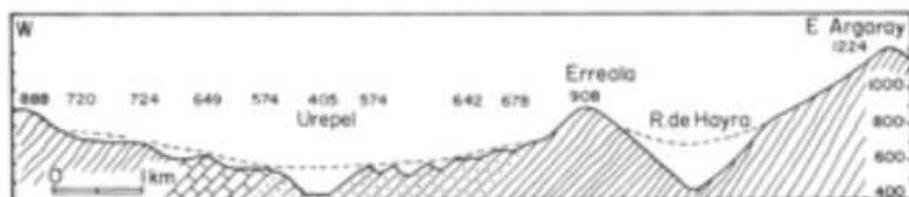
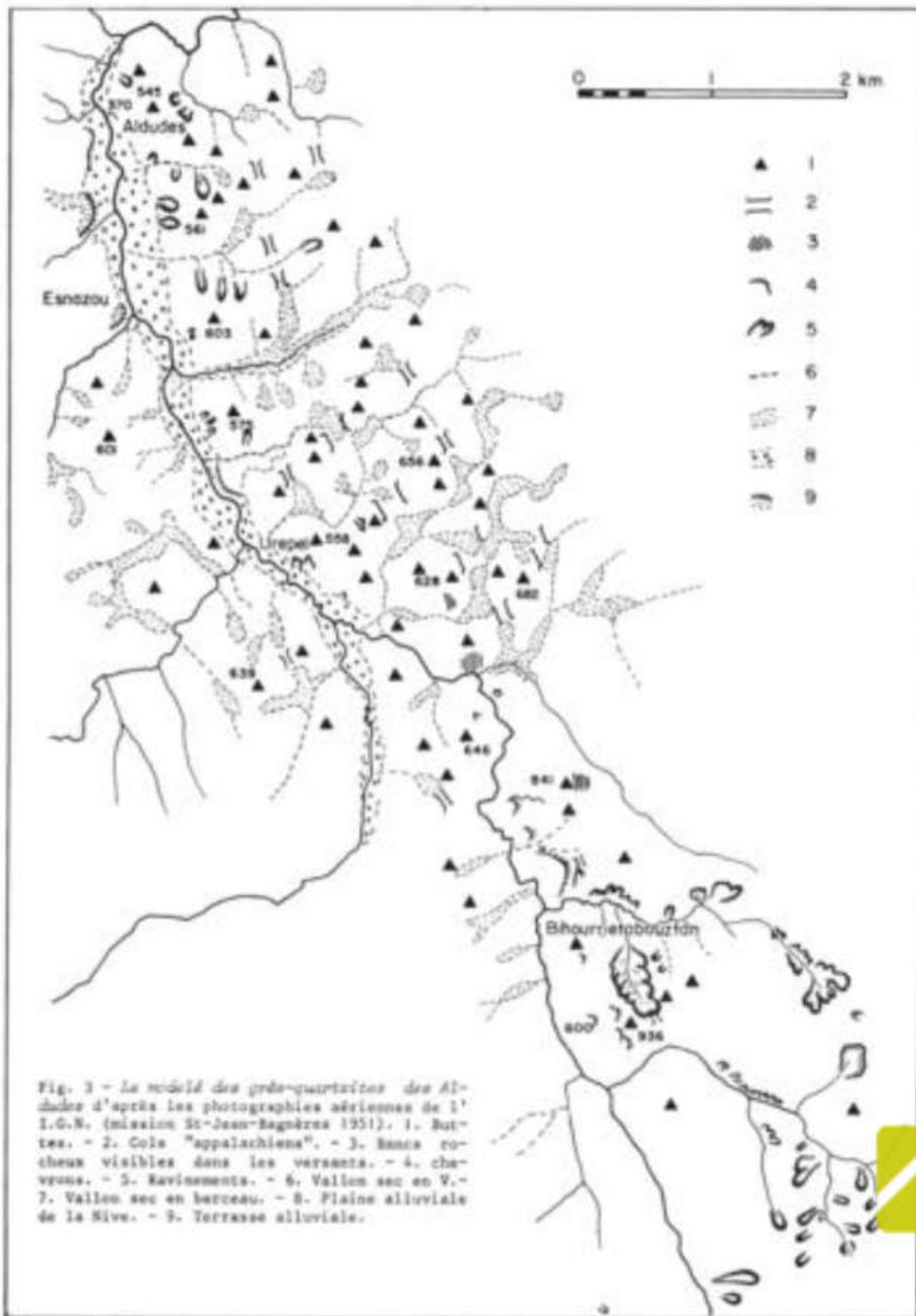


Fig. 2 - La cuvette des Aldudes. De gauche à droite : schistes dévoniens, calcaires dévoniens puis grès-quartzites coblenciens ; série ordovicienne résistante (schistes et quartzites). Comparer l'étroitesse de la vallée de Hoyra à la largeur de la cuvette des Aldudes.

La datation de ce modèle repose sur des comparaisons et quelques coupes de la vallée de la Nive ou de la Soule. Les versants rectilignes des buttes du Nord comme des crêtes du Sud sont des versants réglés d'âge tardiglaciaire ou würmien, en tous cas élaborés au cours de la grande phase froide et sèche de la fin de la glaciation, pendant le *Subglacial* des auteurs allemands. Partout se sont mis en place à ce moment des grèzes ou de gros éboulis. Alors jouent à plein, et dans le même sens, deux phénomènes convergents : la perméabilité des grès et de leur manteau de gélification d'une part, la sécheresse du climat d'autre part. La médiocrité du ruissellement sur les versants est responsable, comme dans toute la région, de leurs formes planes ou, au moins, sans incisions rapprochées. Elle explique aussi l'engorgement des talwegs

(1) ENJALBERT H. (1972) : Les reliefs inachevés. in *La Pensée géographique française contemporaine*, Rennes, Presses universitaires de Bretagne, p. 463-476.





qui atteint ici le degré qu'on ne lui connaît habituellement que dans les pays de calcaires gélifs. Comme les calcaires dévonien qui affleurent à l'Ouest de la Nive dans le quartier d'Ésnazou sont aussi le siège d'un phénomène semblable, la majeure partie de la cuvette des Aldudes comporte des vallons secs. Ce qui revient incontestablement à la perméabilité des grès, c'est l'existence des vallons en berceau sur de grandes longueurs et sous un climat dont le moins qu'on puisse dire est qu'il est pluvieux : sans doute plus de 1 500mm de précipitations sur les crêtes dominant des talwegs sans écoulement. Ailleurs, sauf dans les calcaires répétons-le, on observe bien le modèle de versants rectilignes mais les vallons et ravins sont toujours en V, pourvus d'un chenal de drainage avec ruissellement pérenne.

Moins explicable est le modèle en buttes. Il faut d'abord faire des comparaisons pour esquisser une solution. Dans deux types de modèles on retrouve l'association de buttes isolées, de larges vallons en berceau, de creux en alvéoles : sur certains plateaux granitiques (environs de Guéret par exemple) et dans des pays calcaires. Dans les deux cas s'opère (ou s'est opéré) un soutirage de matériaux en solution et le drainage est partiellement, ou totalement, ou sporadiquement souterrain, d'où une certaine impuissance de l'érosion linéaire et un modèle où manque la rigoureuse hiérarchisation des réseaux dendritiques habituels en d'autres roches. On peut supposer qu'aux Aldudes un tel réseau, dont la trame subsiste intégralement, a fonctionné dans la phase modérément froide et très humide du Maximum glaciaire (= Riss). Celle-ci a sans doute aussi fragilisé davantage les grès-quartzites en accélérant la dissolution du ciment. Il en est résulté une fragmentation très poussée donnant un cailloutis emballé dans une proportion de sable fin qui peut aller jusqu'à plus des 2/3 de la masse. Dans la période sèche, les chicots rocheux ont été habillés du manteau qu'on leur voit et les matériaux en surplus, glissant sur la pente d'équilibre à 33° et peut-être aussi sur un voile de neige en hiver, se sont accumulés sans plus dans les talwegs.

Il faut maintenant revenir sur le manteau des versants et des vallons secs pour expliquer une autre anomalie du secteur : la multiplication des *ravinements* isolés ou groupés en roubines. Ces écorchures vives sont en petit nombre au Nord, près du village des Aldudes mais absentes au centre là où le modèle en buttes est prédominant. Elles prennent un grand développement dans le quartier pastoral de Bihourrietabouztan, à cheval sur la frontière. Qu'il s'agisse d'une reprise d'érosion anthropique due au pacage d'ovins nombreux et à la pratique toujours vivace des incendies de landes n'explique pas le phénomène car il devrait se manifester encore plus souvent ailleurs dans les manteaux limoneux jaunâtres qui tapissent tous les versants en Pays basque français. Or il n'en est rien et, malgré une période de surcharge pastorale à laquelle on doit un intense déboisement, les versants ne sont nulle part attaqués par le ruissellement concentré et l'on n'observe que dans la cuvette des Aldudes des phénomènes de ravinement.

Il y a là un paradoxe et un problème qu'on ne peut esquiver : pourquoi ces ravines, ces roubines dans un matériau sableux très poreux et non pas là où celui-ci est argilo-limoneux ? Probablement d'abord pour des raisons édaphiques. Sur les grès, la lande est appauvrie ; manquent notamment les fougères-aigles (*Pteris aquilina*) omniprésentes en Pays basque et dont les rhizomes profonds forment un "grillage" qui ancre solidement le sol et le manteau superficiel. Ici prédomine la lande à Ericacées (*Calluna* surtout, *Erica* diverses) qui brûle même verte. D'autre part, le manteau est très épais et doit continuer de s'épaissir en raison de la perméa-



bilité de la roche en place et de la solubilité du ciment. L'amenuisement facile des débris, qui s'écrasent sous les pieds et même entre les doigts, comme du sucre, fait que l'érosion pelliculaire, banale sous les landes claires, ne fait pas apparaître un pavage de blocs protecteurs comme c'est le cas, par exemple, sur les pentes à débris de grès-quartzites ordoviciens. Faut-il de ce dépérissement spontané de l'érosion sous les effets du ruissellement diffus, la rigole devient ravine, les ravines deviennent roubines et le quartier de Bihourrietaboustan rappelle plutôt la Navarre sèche que la Basse-Navarre humide.

CONCLUSION

Des vallons secs en berceau dans la montagne la plus humide de France, des versants réglés périglaciaires dans un pays tout à fait tempéré où croissent en pleine terre palmiers et bananiers, des ravinements localisés dans le manteau le plus poreux qui se puisse trouver dans la région, voilà bien des paradoxes accumulés sur un petit espace. Nous avons tenté de montrer que ces anomalies apparentes avaient leur source dans la nature des grès-quartzites coblenziens. La perméabilité de la roche et celle de son manteau expliquent l'essentiel d'un modèle très original au moins parmi les paysages français.

- *Georges VIERS, Professeur honoraire de l'Institut de Géographie de Toulouse, 84540 Espelette.*

