

ESTRATIGRAFIA Y DATOS MORFO-ESTRUCTURALES SOBRE EL PERMICO Y TRIASICO DE FOSAS NORTE PIRENAICAS

POR
CLAUDE LUCAS *

RESUMEN

En el borde norte de la Placa Ibérica, la cuenca pérmica de Aure (Alto Pirineo, Francia) es una de las mejor conservadas del Pirineo. Su límite norte es la zona de la Falla Norte Pirenaica y sus límites oeste y este se encuentran en los ríos Adour y Garona.

Los terrenos de la «Arenisca Roja del Pirineo» son poco deformados y tienen aquí una potencia máxima de 1.200 metros. Se presentan según un edificio monoclinal de buzamiento 50° hasta 70° hacia el Norte, en discordancia sobre el Carbonífero plegado, al Sur, en la Zona Axial.

Se observan mejor que en otros sitios el origen proximal de los materiales y la geometría de los edificios sedimentarios continentales: desde glacis laterales (pérmicos) hasta depósitos fluviales del eje principal de la cuenca (triásica) con polaridad ibérica.

Sólo teníamos en 1976 un buen dato estratigráfico, en los carbonatos del techo, merced a conodontos (Ladiniense marino, LUCAS, 1977). En las cuatro formaciones detríticas subyacentes no hubo ningún dato paleontológico después de los de DALLONI (1938, 48, 57) y hasta los de LUCAS y al. (1980). La visión de DALLONI (flora angárica) no correspondía con los datos sedimentológicos y lithoestratigráficos y fue alejada definitivamente: la facies *Buntsandstein* sólo existe alrededor del Mont Las y sus primeros metros contienen una secuencia de *edad ladiniense*.

* Département de Géologie-Pétrologie, Géologie Structurale et Tectonophysique, Université P. Sabatier, 38, Ruedes des Trente-Six-Ponts, 31400 TOULOUSE (France).

Este dato es coherente con otros que notan en todo el Pirineo que el «permo-trías» es más joven, su edad alcanza el *Hettangiense*.

La descubierta de *huellas de un reptil*, vecino del *Rhynchosauroïdes santanderensis*, según G. DEMATHIEU es también de acuerdo con la estratigrafía y los datos ambientales que proponemos.

En la Serie Roja Inferior no tenemos datos paleontológicos como en la vertiente sur (GISBERT y BROUTIN, 1983). Pero las correlaciones se pueden considerar según la columna de LUCAS y GISBERT (1981-82), aunque no existen en la cuenca de Aure los datos volcánicos que se conocen más al Este (Cadi) y más al Oeste (Aragón, Béarn).

Una confrontación sedimentológica y morfo-estructural con la cuenca terciaria del Bierzo (León, España) (HERAIL et LUCAS, 1983) presenta interés de modelo de desarrollo de creación y relleno de cuencas continentales intramontañosas.

ABSTRACT

The Permian Aure trough (Hautes Pyrenées, France), situated on the northern border of the Iberian Plate, is one of the best preserved trough structures of all the Pyrenean chain. It is limited to the north by the North-Pyrenean Fault Zone and to the east and the west by the Garonne and the Adour rivers. The weakly deformed Pyrenean Red Sandstone (1200 m thick in this locality), form a monoclinial structure dipping 50 to 70° northwards and cover unconformably folded Carboniferous rocks in the south (i. e. in the Axial Zone).

In the study area one can observe better than in other troughs the proximal character and the geometry of continental sedimentary bodies: from Permian clastic discharges on a continental slope up to Triassic fluvial deposits with a longitudinal drain pattern of Iberian polarity.

In 1976 we had only one good stratigraphic marker horizon, i. e. the marine carbonatic top of the sequence, which produced conodonts of Ladinian age (LUCAS, 1976-77). In the underlying four clastic formations no paleontologic data have been found since DALLONI's (1938, 48, 57) works until 1980 (LUCAS et al.). DALLONI's point of view, which did not fit with the sedimentologic data, was rejected. The *Buntsandstein facies*, which are exclusively present around the Mont-Las locality, are *Ladinian in age*, even at its very base.

This result is in agreement with a younger age of the Permo-Triassic, which has been established in other parts of the Pyrenees, especially in the west, the east and also in the north of the study area. *This younging can range up to the Hettangian.*

The discovery of *reptile traces* similar to *Rhynchosauroides santanderensis* (DEMATHIEU) is also in good agreement with this stratigraphic age and also with the environmental data.

In the lower red formations paleontologic data are lacking; their lowermost part is better dated (Autunian) on the southern flank of the chain (ccf. BROUTIN and GISBERT, 1983). Nevertheless, a correlation seems to be reasonable, even if one does not observe volcanic episodes in the Aure trough, which are known in the eastern (Cadi) and also in the western (Aragon, Bearn) part of the chain.

Dynamics similarities between tertiary basin of Bierzo (Leon, Spain) and permian basin of Aure (Pyrénées, France) appear through the chronological succession of the clastic sediments that fill them and they are stressed by the geometric relations of each series with the other ones and their global relations with the regional structural environment.

I. DONNEES GENERALES

Jusque vers 1980 on ne disposait, pour le Grès Rouge des Pyrénées, que d'un repérage chronologique très lâche et de données cartographiques, sédimentologiques et magmatiques locales. Cela ne permettait guère d'interpréter la position de ces formations terrigènes dans l'histoire pré-alpine de la Chaîne et, à fortiori, d'interpréter leur signification géodynamique à l'échelle de l'Europe et de l'Ibérie.

Les rapports géométriques des épandages de grès Rouge avec leur substratum, et entre eux, avaient déjà permis à DALLONI (1930) en Catalogne et à LAMARE (1934), en Pays Basque, de séparer dépôts permien et dépôts triasiques. Dans la Haute Chaîne d'Aragon et Béarn, MIROUSE (1958) avait, de plus, observé une discordance correspondant à la phase saalienne entre deux séries rouges permiennes de cette région.

Comparant nos observations dans les bassins des deux versants pyrénéens et disposant maintenant grâce à BIXEL (1984), d'informations nouvelles sur le volcanisme nous avons proposé des corrélations enrichies de données sur les paléoenvironnements et sur les mécanismes moteurs (LUCAS et GISBERT, 1981-82).

Des critères sédimentologiques ont permis d'identifier des polarités amont-aval et une logique des évolutions verticales de dépôts avec l'appui de données tectoniques et paléontologiques.

Ainsi l'analyse des lithofaciès permet-elle de les interpréter aussi dans leurs rapports chronologiques.

Chacune des grandes unités sédimentaires (séries noire, grise, séries rouges) correspond à autant de paysages différents:

Pour ce qui est de *l'ensemble noir et gris* la richesse paléobotanique des couches sédimentaires permit à BROUTIN une reconstitution bien argumentée pour un paléoenvironnement palustre et limnique (GISBERT, 1983).

Dans les *ensembles rutilants* l'intervention de l'eau fut généralement éphémère, avec différents degrés:

Dans les lithofaciès proximaux à coulées de débris et coulées boueuses ainsi que sur certains dépôts de playas le réseau hydrographique est peu apparent, sans doute mal hiérarchisé et endoréique. Cela paraît être une caractéristique de bien des dépôts continentaux permien de nos régions, accumulés sous basses latitudes (ce que confirme le paléomagnétisme: IRVING, 1983; SCHOTT, 1985).

Dans les lithofaciès plus distaux on a pu identifier l'empreinte de réseaux fluviaux polygonaux, à grands éléments longitudinaux peu sinueux (LUCAS, 1977). C'est là aussi un élément de paysage connu dans le Trias de bien des régions (de l'Allemagne, MADER et TEYSSEN, 1984; à l'Espagne, RAMOS et SOPENA, 1983; au Maroc, BEAUCHAMP et PETIT, 1983; et jusqu'au Colorado, BLAKEY et GUBITOSA, 1984).

II. DONNEES PALEONTOLOGIQUES

Les seuls repères stratigraphiques connus jusqu'à ces dernières années étaient seulement paléobotaniques pour les séries noires du Stéphanien moyen des deux extrémités de la Chaîne. On disposait, à l'Est, dans les Corbières orientales, du travail de ROUTHIER (1939) sur le petit bassin houiller de Ségure. L'étude en fut reprise récemment par CAZETIEN (1983). A l'Ouest, à Ibantelli et à La Rhune, DOUBINGER et MOULINE (1961) actualisaient l'identification du Stéphanien moyen par la flore découverte cent ans plus tôt par LARTET et dont le rapport avec le Grès Rouge fut décrit par HEBERT (1886).

Dans le toit des séries rouges, carbonaté, marin (dit «Muschelkalk») identifié à l'Est, à Durban, par un très petit nombre de *Coenothyrus* (BARRABE, 1943) des conodontes à peine plus abondants ont permis une datation cependant précise, ladinienne (dans les Hautes Pyrénées, grâce à CYGAN, in LUCAS, 1976-1977; et confirmée ensuite par BOUQUET et STOPPEL, 1980-81, qui en découvrirent aussi en Pays Basque).

Trois datations d'horizons du Grès rouge étaient proposées par DALLONI. En 1938 ce fut avec une flore permienne à affinités angariques (au Sud du Mont Las dans les Hautes Pyrénées). En 1957 il imagina un permien marin à partir de la découverte de coraux dans le Grès Rouge de la Vallée d'Aure et dans celui de la Vallée d'Aspe. Ces

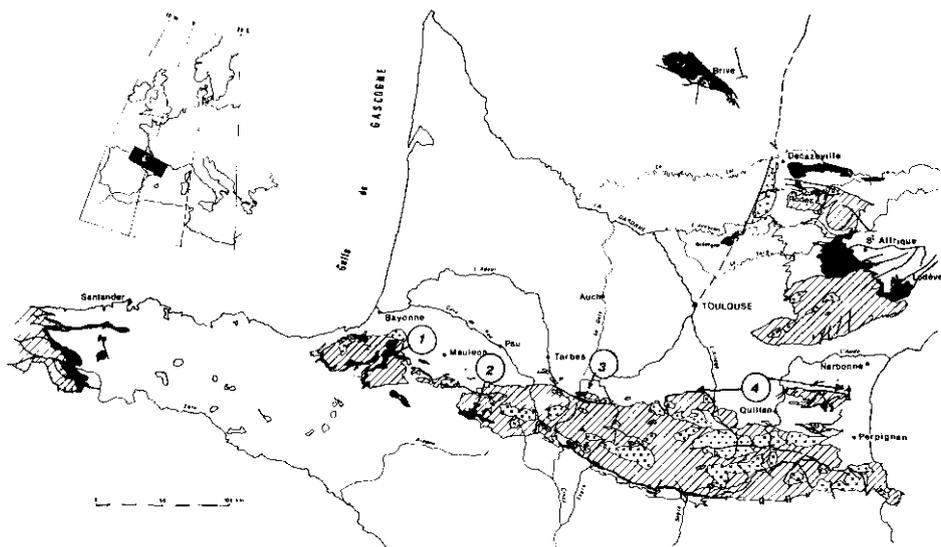


FIG. 1.—Zonas principales de los afloramientos del Pérmico y Triásico en los Pirineos del Norte: 1. Región vasca, cuenca de Bidarray.—2. Región de Aragón y Béarn.—3. Región central, cuenca de Aure.—4. Región oriental del río Garona.

datations nous sont apparues plus tard contradictoires avec nos propres données (MIROUSE, 1959; LUCAS, 1968, 1980). Les coraux d'abord provenaient de fragments de calcaires viséens remaniés dans des brèches (base des Formations du Baralet et de la Coume Vieille, appartenant toutes deux à la Série Rouge Inférieure). La «flore permienne» ensuite se trouvait dans la Série d'Escalère, Série Rouge Supérieure, dont les caractères sédimentologiques et géométriques suggéraient plutôt un âge triasique. Celui-ci fut précisé d'ailleurs par la palynologie.

Il reste, des datations de DALLONI, celles du versant sud de la Chaîne, cohérentes avec les découvertes de GISBERT et BROUTIN.

Plusieurs datations palynologiques et paléobotaniques ont récemment contribué à mieux jalonner ces séries post-varisques. De nouveaux résultats concernant l'âge des premiers dépôts discordants sur le bâti varisque (stéphanien et autunien dans les Unités Grise et de Transition selon GISBERT, 1980, 1984) ont été obtenus par BROUTIN et GISBERT (1983, 1984) dans les bassins des Pyrénées catalanes. Dans les bassins de Camprodon, du Haut Urgell et de la région de Pont de Suert ces auteurs ont pu préciser, surtout par les flores, l'âge stéphanien B de l'Unité Grise à charbon et l'âge stéphanien C — autunien de l'Unité de Transition. D'intéressantes données sur les paléoenvironnements complètent cette révision.

Au versant nord des Pyrénées les dépôts stéphanien ne sont bien représentés qu'à l'Est, dans les Corbières. L'âge stéphanien moyen déjà annoncé par ROUTHIER (1939), par OVTRACHT (1963), fut récemment confirmé par VETTER sur les macroflores et par FOURNIER-VINAS en palynologie (in CAZETIEN, 1982).

Au Sud de Pau le cauldron volcanique d'Ossau (BIXEL, 1984) fut actif au Stéphanien. Des dépôts charbonneux et détritiques intra-caldera ont livré notamment une florule à *Alethopteris pensylvanica* var. *pyrenaica*, *Sphenophyllum costae* etc. comparées par BROUTIN à celle du Stéphanien supérieur de Surroca-Ogasa en Catalogne, et n'excluant pas un âge autunien. Entre le volcanisme d'Ossau ou le Stéphanien de Campo de Troya d'une part et la première série rouge permienne d'autre part (Série du Somport, MIROUSE, 1959) existe une Série grise que je situais (LUCAS, 1977) entre Stéphanien et Autunien. Elle paraît bien correspondre à ce qui a été défini comme Stéphanien C-Autunien (Unité de Transition) en Catalogne; mais aucun des débris de faune (Ostracodes) remaniés ici, en particulier dans les calcaires pisolithiques d'Astu, n'a pu être déterminé.

Les séries rouges du versant nord des Pyrénées n'ont pas jusqu'à ce jour livré de macroflores significatives. Les rares restes d'*Equisetum connus* (DALLONI, 1911; LAMARE, 1936; LUCAS, 1968) ne permettent pas une attribution stratigraphique. Si je n'ai jamais retrouvé de macroflore autour du Mont Las comme DALLONI, j'ai pu par contre y recueillir des débris charbonneux qui ont livré des pollens et des spores ladiniens, étudiés par BROUTIN et DOUBINGER. Il résulta notamment de cette identification une démonstration du manque de fondement de la paléogéographie que donnait DALLONI (1948) entre Angaride et Europe.

II.1. PALYNOSTRATIGRAPHIE

La seule information de cet ordre concernait, avant 1980, le Trias bien particulier des Corbières.

Dans cette région orientale, près de Dernacueillette, TAUGOURDEAU et MAGLOIRE avaient identifié dans des échantillons dûs à TEFIANI (1966) un niveau *anisien*. Cette identification fut à nouveau confirmée par J. TAUGOURDEAU sur de nouveaux échantillons du même site et discutée dans la cadre régional (LUCAS *et al.*, 1982).

A partir d'échantillons confiés à J. BROUTIN de 1978 à 1980, deux sites ont aussi produit des microflores significatives dans les séries du Grès Rouge (LUCAS, DOUBINGER, BROUTIN, 1980): l'un en Pays Basque et l'autre dans les Pyrénées centrales.

Un *âge ladinien* fut obtenu dans les Pyrénées centrales à proximité du Mont Las (haute vallée de la Barousse) où DALLONI avait identifié du Permien.

Un *âge carnien-norien*, donc triasique supérieur antérhétien, fut obtenu en Pays Basque, dans le Fossé de Bidarray.

Un *âge hettangien* fut obtenu dans les Pyrénées catalanes (LUCAS et FOURNIER-VINAS, données inédites obtenues en 1983 au Sud de Castellar d'en Hug dans le cadre d'un projet d'action intégrée franco-espagnole avec GISBERT, de l'Université de Zaragoza).

Ceci s'ajoute aux résultats enregistrés depuis peu de temps concernant l'âge des dépôts détritiques de la base du Mésozoïque dans le Sud de la France, au Maroc, dans des bassins de l'Est des Etats-Unis et dans bien d'autres régions encore.

Etablir la présence de Trias supérieur dans la série gréseuse du Trias basque pose, cependant, quelques problèmes d'interprétation stratigraphique et paléogéographique compte tenu de la proximité des calcaires sus-jacents classiquement attribués au Muschelkalk. Là, près de Bidarray, comme à La Rhune et en Vallée d'Aure, la superposition stratigraphique de ces calcaires à une centaine de mètres de pélites, grès et argilites qui succèdent eux-mêmes aux grès fossilifères semble normale.

On remarque que *la datation palynologique paraît en avance par rapport aux autres datations paléontologiques* (reptiles et faune marine).

Un certain nombre de constatations du même ordre ont été faites en d'autres lieux. Par exemple dans le Mésozoïque du Portugal, une microflore du Lias a été identifiée sous un niveau repère à faune hettangienne (ADLOFF, DOUBINGER, PALAIN, 1974). On peut trouver à cette apparente anomalie une explication d'ordre géographique: la palynoflore, évidemment très mobile, enregistre plus tôt que les faunes les modifications de l'environnement. Une explication structurale sera présentée dans l'étude géodynamique (BIXEL et LUCAS ci-après).

Nous verrons, dans l'analyse géomorphologique, que la datation de ce Ladinien, dans les matériaux d'un paléosystème fluvial, est logique par rapport à la répartition des lithofaciès et à la paléomorphologie du bassin: matériaux proximaux, permien, avec l'amont à l'Ouest; matériaux les plus récents, triasiques, d'origine septentrionale dans la moitié orientale du bassin (figure 4).

II.2. REPTILES DU TRIAS, ICHNOLOGIE DANS LE GRÈS ROUGE DES PYRÉNÉES

De la périphérie du Massif Central à celle de la Meseta ibérique, en Bavière comme à l'Est de la Hollande, stratigraphie et environne-

ments triasiques ont souvent été précisés grâce à l'observation de nombreuses empreintes de reptiles (DEMATHIEU, 1966-83).

Dans les Pyrénées le premier reptile triasique décrit fut récemment découvert dans la formation carbonatée qui surmonte le Grès Rouge à Amélie-les-Bains (Pyrénées Orientales, MAZIN et PAPA, 1982). Ce *Pachypleurosaurus* à affinités alpines étend vers l'Est l'identification du Ladinien carbonaté établie précédemment par les conodontes.

Au sein même du Grès Rouge la Série du Somport (Unité Rouge Inférieure du Permien d'Aragon et Béarn), a récemment livré quelques traces à GAND (com. person., 1982).

A la même époque j'ai découvert en Couserans, au Sud de Toulouse, de modestes traces dans la série rouge de faciès Buntsandstein qui marque la base du Mésozoïque :

Ce premier *Rhynchosauroïde* pyrénéen provient d'un affleurement situé à l'Ouest du Massif de Castillon, dans la Forêt d'Orgibet et de la Ballongue Sud (Feuille Aspét, 1073, x=488,65; y=68,8). Il y a deux empreintes dont G. DEMATHIEU m'a fourni une description que je rapporte ici très partiellement :

«Une seule des deux traces semble complète. Celle-ci est très probablement une trace de l'ichnogène *Rhynchosauroïdes*, MAIDWELL, 1911; un pied sans doute... A côté de ce pied est une autre empreinte formée de deux doigts. Est-ce la main? Si oui, il s'agirait d'un type assez particulier, car dans les traces de ce genre, la main est située à côté ou à l'arrière du pied. Si non, on peut rapprocher très prudemment cette trace de *Rhynchosauroïdes schochardti* (RHULE v. Lilienstern, 1939) du *Buntsandstein germanique* (Sollin Folge).

Il est difficile à partir de deux empreintes distinctes seulement de faire des rapprochements intéressants et, surtout, des rapprochements sûrs et d'établir des liaisons. Cependant les empreintes de pas de Vertébrés sont des *indicateurs d'émersion* sûrs et de frange littorale. La ressemblance que je ressens (c'est intuitif donc non rationnel) avec le Trias de Santander (DEMATHIEU et SAIZ DE OMENACA, 1976, 1977) fait penser à un *environnement fluvial* (petites anses à l'abri des grands courants) ou *lacustre*.»

Ainsi, par ses informations ichnologiques, DEMATHIEU apporte un élément nouveau dans les paysages de lithofaciès D, et une forte probabilité pour un *âge au moins ladinien*, âge conforme aux données palynologiques précédemment établies.

III. DONNEES RADIOCHRONOLOGIQUES

Très peu de roches, appartenant aux ensembles qui nous intéressent, présentent dans les Pyrénées un état minéralogique favorable

aux datations radiométriques. En effet, parmi les roches magmatiques les transformations (spilitisation) n'ont guère laissé de minéraux en bon état.

Le seul calage radiochronologique à peu près satisfaisant est, au toit, celui du *magmatisme ophitique* (tholéitique), associé aux bassins triasiques qu'il scelle (ce magmatisme n'est pas qu'un jalon chronologique, il a aussi pour nous le grand intérêt d'étayer le modèle structural auquel nous avons abouti (SOULA, LUCAS, BESSIERE, 1979).

WALGENWITZ a fourni en 1976 une première datation K/Ar, à 193 M.A. (plus ou moins 7) soit au Rhétien, ce qui est cohérent avec les données de chronologie relative. Plus récemment, BEZIAT (1983) annonça pour les ophites des âges K/Ar voisins, 187 ± 10 M.A. comparables donc à ceux donnés par MANSPEIZER *et al.* (1978) au Maroc.

Considérant ce magmatisme tholéitique pyrénéen conjointement à celui du Maroc et de la côte est des Etats-Unis, le phénomène correspondrait à des manifestations échelonnées dans le temps entre -200 et -180 M.A.

Une seule datation cohérente de diagenèse fut à ma connaissance obtenue, par ESQUEVIN (rapport interne inédit S.N.E.A.), à -220 M.A., pour des illites de grès d'un forage ouest-aquitain. Cet âge *carnien* s'accorde parfaitement avec la datation palynologique des grès homologues du Larla, près de Bidarray.

IV. DONNEES PALEOMAGNETIQUES

Si l'on ne peut attendre de l'outil paléomagnétique une résolution comparable à celle des jalons stratigraphiques obtenus entre le Stéphaniens et l'Hettangien, son application dans les séries rouges des Pyrénées (SCHOTT, 1985) a pu contribuer cependant à lever l'indétermination entre Permien et Trias lorsqu'existe une seule série rouge. L'argumentation sédimentologique et structurale de la définition d'une limite entre ces deux systèmes se trouve confortée en quelques secteurs par le paléomagnétisme.

L'échelle des inversions (figure 2) proposée pour le Permo-Trias par Mc ELHINY et BUREK place en effet à la limite Permien-Trias la fin de la longue période inverse du Kiaman. *Le Permien se caractérise par une polarité uniquement inverse et le Trias présente deux polarités, normale puis inverse.*

Ainsi dans les Pyrénées centrales un premier résultat fut-il acquis, résultat conforme aux données sédimentologiques concernant des terrains situés de part et d'autre de la Faille Nord Pyrénéenne (SCHOTT, 1980). Il est le premier d'une nouvelle série de résultats obtenus dans le Grès Rouge, résultats qui font suite à ceux de GIRDLER (1968) sur

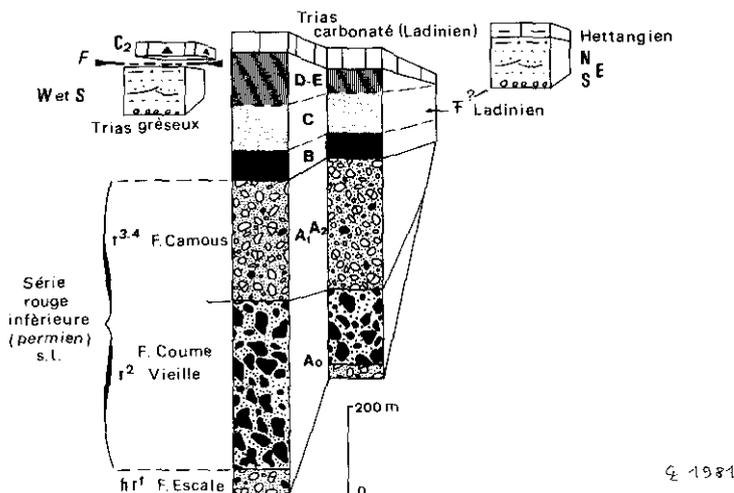


FIG. 3.—Estratigrafía y correlaciones de los cortes principales de la Fosa de Aure (Pirineo central norte) y sus alrededores. Lithofacies A0=depósitos «debris cones», A1, A2 depósitos de altiplanos; B=depósitos de torrentes; C y D=depósitos fluviales (C=tipo «braided river» hacia Sur; D=depósitos de zonas distales de abanicos, o fluviales laterales); E=depósitos de playas en cuencas intramontano en el Pérmico, cerca del mar en el Trias.

l'ophite et les tufs hettangiens de la bordure nord du Massif de l'Arize et de VAN DER VOO et BOESSENKOL (1973) sur les basaltes permien des Massifs basques (volcanisme du cinquième épisode selon BIXEL, 1984).

En Zone Nord Pyrénéenne, sur le Massif de la Barousse, SCHOTT confirme mon attribution du Grès Rouge de ce secteur à la base du Mésozoïque, avec une aimantation d'orientation européenne.

Sur la Zone Primaire Axiale, le Grès Rouge qui repose directement sur le granite de Bordères-Louron, comme celui qui plus au Sud repose sur les migmatites et granites de Bielsa et Gavarnie a fossilisé un champ magnétique triasique d'orientation ibérique.

En lisière nord de la Zone Axiale, en revêtement de celle-ci, les puissantes formations du Fossé d'Aure sont caractérisées on l'a vu par une grande discontinuité sédimentologique et structurale: la Série d'Escalère, ou *Série Rouge Supérieure*, présente une aimantation triasique d'orientation ibérique; elle seule s'étale vers l'Ouest au-delà du Horst du Haut Adour (secteur du Col d'Aspin et du Col de Beyrède). La Série de Coume Vieille, *Série Rouge Inférieure*, a une aimantation permienne.

Cette dernière aimantation a, en outre, l'intérêt de restituer le pendage sédimentaire des cônes de débris, ces cônes sont en effet

étalés vers l'Est, avec une inclinaison comprise entre 10 et 20°, à partir de la zone haute d'Aspin.

Les orientations paléomagnétiques enregistrées dans les divers sites échantillonnés dans cette région ont également permis de placer entre le Sud du Massif de la Barousse (village d'Ilhet) et la Zone Primaire Axiale (Hameau d'Escalère), soit sur 2 kilomètres, la zone limite entre la plaque Europe et la plaque Ibérique.

Replaçant le secteur catalan (Castellar d'En Hug) où nous avons obtenu une datation d'Hettangien (la première dans les Pyrénées) dans sa position supposée initiale à l'aube du Mésozoïque, on aurait une *distribution des âges du Buntsandstein de plus en plus récents vers l'Ouest*. On verra cependant que cette image est illusoire et schématique car elle est dépendante de la géométrie polygonale des paysages sur lesquels s'est effectuée la transgression.

V. COMPARAISONS, DISCUSSION

De l'Autunien à l'Hettangien divers repères paraissent dans des coupes décrites au NE de la Meseta par HERNANDO (1977), DOUBINGER *et al.* (1978), SOPENA (1979), PALAIN (1975) à l'Ouest, au PORTUGAL, et DEMATHIEU et SAIZ DE OMENACA (1977) au NW de la Péninsule.

Du côté aquitain CURNELLE (1983) fait remarquer la «*disposition tout à fait cohérente des lignes palynologiques avec les lignes de faciès*». Cette donnée, intéressant tout spécialement notre rubrique géodynamique sera traitée avec F. BIXEL.

A partir de la bordure Nord-Est à Sud-Est du MASSIF CENTRAL FRANÇAIS, les modalités de transgression triasique furent ainsi exprimées par COUREL (1982): «*les limites du Buntsandstein et du Trias supérieur semblent locales et d'origine tectonique tandis que la limite du Ladinien supérieur paraît plus générale et correspond à la période où le caractère marin de la transgression sur les massifs hercyniens était le plus franc*». La remarque est valable aussi pour la SARDAIGNE où l'on peut voir un morcellement structural et une grande variabilité des lithofaciés terrigènes de part et d'autre du Ladinien marin (GANDIN, 1978). Une similitude existe entre la stratigraphie de cette province à Verrucano et la stratigraphie du Trias et du Permien des Pyrénées.

Le Verrucano a, en Sardaigne, les lithofaciés «Bunt» que nous avons décrits; son âge est anisien à ladinien aussi et il surmonte un Permien (Autunien à la base, FAZZINI *et al.*, 1974), encadré par deux épisodes volcaniques datés de — 250 — 265 A.M. et de — 220 — 230 M.A. Dans la coupe de Cala Viola par exemple (GANDIN, 1978), la forma-

tion sédimentaire comprise entre ces deux épisodes volcaniques est tout à fait comparable à la formation pyrénéenne de Baralet-Camous. Il y a là un paraconglomérat riche en débris calcaires assez bien calibrés hérités du Dévonien.

Les deux épisodes volcaniques pyrénéens d'Anayet —à la limite entre Unité Rouge Inférieure (Somport) et Unité Rouge Supérieure (Baralet)— et de La Rhune, au toit des paraconglomérats de Baralet (Bidarray) et toujours sous les conglomérats et grès triasiques (figure 2), sont assimilables respectivement aux volcanismes autuno-saxonien et thuringien-scythien de Sardaigne. Ils doivent aussi être d'âges comparables à ceux du *SUD-EST DE LA FRANCE* (AREVIAN, TOUTIN *et al.*, 1979; TOUTIN, 1980).

Ces épisodes jalonnent les événements connus en divers sites européens comme *phases tectoniques saaliennes et palatines*. Cette dernière est traduite dans les grands fossés pyrénéens à dépôts permien et triasiques par la discordance de la Série Rouge Supérieure et par les changements de dynamique sédimentaire et de paysage. Ceci nous fait douter de la possibilité d'existence de dépôts thuringiens dans le Grès Rouge des Pyrénées:

Mouvement tectonique, érosion, réorganisation du réseau hydrographique (qui reflète aussi le changement de climat, l'eau devenant moins rare dans tous ses rôles), n'ont sans doute pas été de courte durée, vu le contraste avec la dynamique permienne, et ont pu occuper la fin de cette période et le début du Trias.

En *ANGLETERRE* existent aussi bien des similitudes faciologiques et géométriques (SMITH *et al.*, 1974; WARRINGTON *et al.*, 1980), notamment dans le Sud-Ouest gallois (tableau 5) où j'ai eu l'occasion d'examiner en particulier les brèches, paraconglomérats, de Silverton.

Ces mêmes formations sont aussi dans la même position géomorphologique et stratigraphique en *ALLEMAGNE*, dans la vallée de la Nahe, où FALKE et V. LORENZ nous les ont présentées en 1975 dans un cadre géodynamique qui a visiblement une parenté avec les phénomènes pyrénéens: édifices volcaniques avec rhyolites, comme en Ossau et Sierra del Cadi.

Au *MAROC*, les dépôts du «Permo-Trias» sont essentiellement triasiques, ce que l'on sait grâce aux datations qui se succèdent depuis 1976 (COUSMINER et MANSPEIZER, 1976; LORENZ, 1976; VAN HOUTEN, 1977) et les récents travaux de BIRON et COURTINAT (1982), LE MARREC et TAUGOURDEAU-LANTZ (1982). Il s'agit surtout du Trias supérieur, *Carnien-Norien*, comme dans l'Ouest des Pyrénées, comme dans l'Est des U. S. A.

Aux *ETATS-UNIS*, où d'épaisses formations sédimentaires sont jalonnées d'importantes masses de volcanites les datations biostratigraphiques et radiochronologiques se complètent bien. Les âges obtenus

vont du *Carnien jusqu'au début du Jurassique* (CORNET et TRAVERSE, 1975). DE BOER et SNIDER (1979) indiquent une migration du volcanisme tholeitique vers le NE, de -210 M.A. en Caroline jusqu'à -180 M.A. en Connecticut et Massachusetts. L'argumentation de cette migration est surtout paléomagnétique et géochimique; elle touche évidemment la démarche géodynamique qui sera abordée avec Bixel. Notons enfin qu'aux corrélations envisagées entre Maroc et U. S. A. (VAN HOUTEN, 1977; MANSPEIZER *et al.*, 1978) et à leurs débouchés géodynamiques, s'ajoutent les informations obtenues dans le même domaine pour les Pyrénées, compliquant inévitablement les reconstitutions palinspastiques.

VI. LE MODELE MORPHO-STRUCTURAL DU FOSSE D'AURE

Par rapport aux régions voisines —basque, béarnaise et du Sud-Est languedocien—, le secteur du pays des Nestes est dépourvu de volcanisme (à l'exception d'ophite au toit) et l'on n'y trouve pas non plus de bassin stéphanien.

La stratigraphie dans le fossé d'Aure n'est plus seulement à base de rapports géométriques et de contrastes lithologiques entre les corps sédimentaires rutilants, mais elle est étayée par les données nouvelles qui viennent d'être exposées.

Sur le plan tectonique la région bigourdane paraît plus simple —est en fait mieux connue, mieux lisible—, que les trois régions voisi-

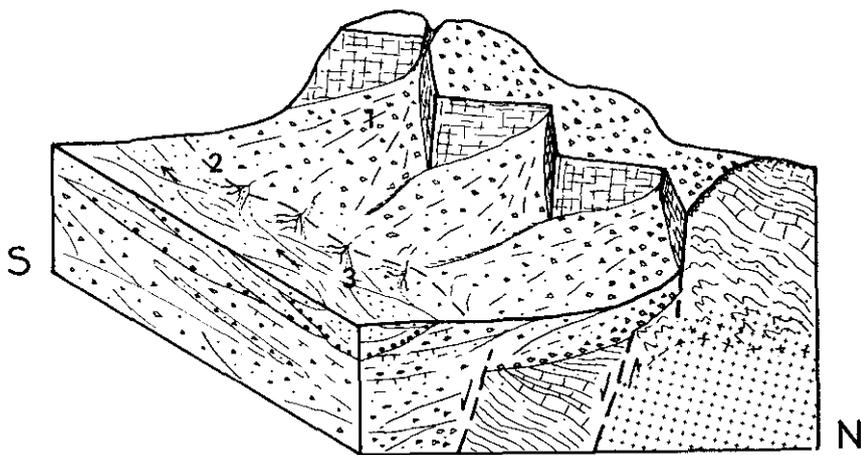


FIG. 4.—Modelo morfo-estructural de las cuencas pérmicas y triásicas en los Pirineos. Ejemplo de la Fosa de Aure (Pirineo central): 1. Lithofacies A y B, principalmente pérmicas.—2. Lithofacies D y E.—3. Lithofacies C, de «braided river» en el eje principal de drenaje, según orientación tectónica del Pérmico medio o final y trias.

nes étudiées ici. Cela facilita la *définition géomorphologique* du modèle de bassin continental qui est rappelée au paragraphe suivant.

Dans la *fracturation* apparente, à jeu évidemment alpin, peuvent être établies des orientations héritées du cycle hercynien, orientations responsables de limites, d'axes d'épandages et de drainages.

Des édifices varisques de la Zone Axiale, armés de corps plutoniques, comme à Lesponne (POUGET, 1984), à Bordères-Louron et dans le substratum de la Nappe de Gavarnie, sont traversés par deux réseaux principaux de failles, l'un à peu près méridien et l'autre presque orthogonal. Il en est de même dans le Massif Nord Pyrénéen de la Barousse (DE VILLECHENOUS, 1980; CAPDEPONT, 1982) où apparaît en plus une direction ENE-WSW qui, selon DELFAUD (1970), a aussi joué un rôle paléogéographique notable. Ce massif, séparé par la Faille Nord Pyrénéenne de la frange nord de la Plaque Ibérique où se trouve l'essentiel du Grès Rouge de la région, n'est considéré ici que pour le rapport géométrique entre fracturation et épandages sédimentaires.

Dans la Zone Axiale la fracturation NNE-SSW observée dans le haut bassin de l'Adour, marquée notamment dans le ravins du Hourc et du Ouelhassat au SW du Col de Beyrède, doit être considérée comme varisque. J. J. DEVOLVE (com. orale) y a en effet observé une discontinuité dans les séries carbonifères situées de part et d'autre de ces ravins et, pour ma part, j'ai considéré ce secteur du haut-Adour près du Col de Beyrède comme un *horst permien*. C'est à partir d'un escarpement situé là que furent mis en place les cônes de débris de la Formation de Coume Vieille et c'est seulement la Série Rouge Supérieure, faite elle de dépôts de plaine alluviale, qui franchit ce seuil.

Les cônes de débris évoqués ci-dessus, formation syntectonique, ont des axes situés dans l'angle formé par la fracturation sub-méridienne et par la direction de la faille de l'Adour, NW-SE. On remarque aussi que le grand axe du Massif de Bordères-Louron est dans le prolongement de cette faille et qu'à l'intersection, dans le Massif de Bordères, d'une faille NNE-SSW existent aussi des dépôts de pente dans le Grès Rouge.

Pour la Formation rouge de Camous, comme dans les premiers épandages de la Série Rouge Supérieure, l'écoulement et l'origine pédrographique des matériaux étaient à l'Ouest et au Nord-Ouest du méridien de la Neste où se trouve l'épaisseur maximum de ces dépôts. On a aussi observé, en allant vers l'Est, une dégradation de la cristallinité des argiles et le développement des lithofaciès fluviales dans les séquences supérieures du Grès Rouge qui révèlent un drainage axial vers le Sud à Sud-Ouest. Cette direction de drainage, triasique, observée depuis le Pays Basque, s'observait aussi au faite de la Chaîne à Baroude et au Plan de Larri. Une telle permanence associée aux

types de matériaux répandus, aux brutales variations d'épaisseur (figure 3) ne s'explique que dans un cadre tectonique actif. Parmi les directions privilégiées, évoquées ci-dessus, du jeu de la fracturation, celles qui paraissent les plus responsables de la morphologie du fossé principal sont dans le quadrant NW (faille de l'Adour), les failles NNE-SSW et celles de direction NE-SW.

Ayant, dans ce cadre, pratiqué des cisaillements E-W dans un modèle réduit bi-couches (SOULA, LUCAS et BESSIERE, 1979), on obtint une image de fossé très semblable à la paléomorphologie obtenue par la sédimentologie, avec notamment les cônes de débris de type Coume Vieille (1, figure 4 et figure 2 BIXEL et LUCAS ci-dessous). Ceci se passait avec un cisaillement senestre de faible taux; en l'augmentant s'est alors ouvert un bassin de direction N 60° E et c'est entre cette direction et celle du Sud que sont effectivement répandus les terrigènes triasiques. Il devient dès lors apparent que la direction E-W, Nord-Pyrénéenne, fonctionnait avant le Trias. La localisation d'une appréciable masse d'ophite au Col de Beyrède s'inscrit aussi dans ce modèle dynamique, évoqué déjà pour le fossé de Bidarray et pour le bassin de Bedous qui sont aussi des secteurs d'intersection de failles.

La dissymétrie du demi-graben d'Aure offrant un escarpement tourné vers l'Est, contrairement à celui du haut Béarn et à celui de la région de Pont de Suert, dans les Pyrénées de Lérida, nous fait établir une autre similitude avec les résultats d'expériences. Il se trouve en effet que de part et d'autre de la direction NW-SE, celle de l'Adour montagnarde, il y a inversion du regard des escarpements.

D'autre part, cette direction NW-SE n'ayant du s'ouvrir que dans un cisaillement E-W dextre, établi pour le Sthépanien à volcanisme d'Ossau (BIXEL, 1984), l'inversion du sens du cisaillement avant le dépôt de la Formation de Coume Vieille expliquerait aussi l'absence de volcanisme dans le permien d'Aure. Ce fossé pouvait donc être alors à un noeud plutôt qu'à une intersection comme ce fut le cas lors de la mise en place des ophites.

BIBLIOGRAFIA

La bibliografía de este trabajo se encuentra al final del artículo: *Aproche Geodynamique du Permien et du Trias des Pyrénées dans le cadre du Sud-Ouest Europeen*, de F. BIXEL et C. LUCAS, que se encuentra en este volumen.