

Les Systèmes Urgoniens et les Paysages du Guipúzcoa (Pays-Basque)

PIERRE RAT*

RESUME

La connaissance des conditions de genèse du Complexe urgonien donne une clé pour comprendre le rôle très caractéristique joué par ses calcaires dans les reliefs du Guipúzcoa. Les calcaires sont nés au Crétacé Inférieur sur des plates-formes à sédimentation carbonatée, en position littorale ou insulaire, dominant des fonds à sédimentation terrigène. Ainsi se sont formées des masses calcaires qui s'indentent latéralement dans des formations argilo-gréseuses. Par la suite, la différence de comportement en face de la tectonique et de l'érosion a accentué les contrastes. Les calcaires, rigides et cassants, ont eu souvent un comportement éjectif; les ensembles argilo-gréseux ont permis des dysharmonies et une tectonique souple. L'érosion a déblayé les argiles et leissé les calcaires en saillie, bien que corrodés par la dissolution karstique.

A JESUS ELOSEGUI

Losqu'en 1949, j'arrivai pour commencer une these sur la géologie du Nord de l'Espagne, les premières personnes à qui je fus présenté ont été d'une part don Joaquín Mendizábal, Comte de Peñafiorida, alors directeur de la circunscripción géologique, et son épouse, d'autre part don Jesús Elósegui et son épouse Pilar. C'est à eux que je dois mon premier accueil en Espagne, mon introduction au Groupe Aranzadi, et bien des facilités pour mes séjours ou mon travail. Grâce à eux j'avais des attaches, comme une parenté, dans ce pays entièrement nouveau pour moi, si différent des plaines du centre de la France où j'avais vécu jusqu'alors.

Jesus et Pilar habitaient alors Pasajes de San Juan, non loin de la barre des «calcaires rosés du Danién», au pied de la crête gréseuse du Jaizquíbel. La dernière fois que je les ai revus ensemble c'était dans le petit village d'Azcarate, logés dans le vieux presbytère de campagne, au bas de la sierra de Aralar. Jesus Elosegui avait souhaité qu'une vue géologique d'ensemble soit donnée de ce chaînon montagneux, bien individualisé, auquel il était très attaché. Et trois étudiants de l'Université de Dijon, campant dans un pré non loin du presbytère, et aidés par la sure connaissance que Jesus Elosegui avait de la montagne, de ses sentiers, de ses usages, de sa toponymie, commençaient une étude monographique dont une vue synthétique a été ensuite publiée dans Munibe. (Floquet M., Duvernois C., Humbel B., 1977).

C'est grâce à lui aussi et à Aranzadi, qu'un autre étudiant dijonnais avait pu séjourner à Santa Agueda pour participer à l'examen géologique de la grotte de Leze-Txiki que fouillait alors l'abbé Barandiaran. (Kornprobst P., 1970).

Pour Jesus Elosegui la géologie apparaissait comme l'un des moyens nécessaires à la connaissance du pays. Certes elle n'explique pas tout. A ce propos il rappelait que, dans Aralar, l'opposition entre la partie orientale, boisée, et la partie ouest, dénudée, avait une cause humaine, historique. Les calcaires portent à l'Est un kart couvert, forestier, où l'on s'égare, perdu sans visibilité dans la répétition sans fin de dolines aux formes émoussées par la couverture d'humus et le tapis de feuilles mortes; au Nord-Ouest un karst vif osseux, avec arêtes, ciselures, plus

agressif mais moins perfide car on y voit. C'est qu'à l'Ouest, en Guipúzcoa, la forêt a été défrichée pour permettre les hautes pâtures des troupeaux de moutons. Tandis que l'autre côté de la limite provinciale, en Navarre, les pâtures étaient plus au Sud, sur le Crétacé supérieur et le Tertiaire d'Urbasa et d'Andia, laissant Aralar à la forêt.

Mais la géologie, dans ce Pays-Basque aux terrains et aux structures très contrastés, permet de comprendre beaucoup de ce que l'on voit. Le sentier de sable jaune qui sinue entre les ajoncs et les fougères aigles, est tracé sur les argiles et les grès qu'effrittent les alternances de pluie et de soleil, et les attaques de la végétation. La crête, blanche et déchiquetée, qui surgit devant nous, apre et fascinante, qu'il va falloir gravir pour atteindre, tout en haut, le «buzon» où déposer sa carte, a été sculptée par l'eau dans des calcaires dont les structures sont ainsi mises en évidence...

C'est pourquoi j'ai retenu, pour écrire à la mémoire de Jesus Elosegui, l'un des aspects de la relation entre géologie et paysage. Un aspect qui l'aurait intéressé et qui tient compte à la fois de résultats d'ordre général récemment acquis par la recherche sédimentologique, et d'observations locales qui ont pu être réalisées, grâce à Jesus Elosegui lui-même.

POURQUOI LES MASSIFS URGONIENS?

Les calcaires dits urgoniens, d'âge aptien-albien, sont parmi les éléments les plus marquants des paysages de Guipúzcoa, comme aussi de la Biscaye et d'une partie de la pro-

vince de Santander. Ils en donnent les reliefs les plus surprenants, les plus hardis, et les sommets parmi les plus élevés (Aitzgorri 1544 m, Txindoki 1341 m, Ernio 1068 m, Udaitz 1092 m, Erlo 1026 m) de véritables forteresses, massives, aux parois déchiquetées et abruptes, où la roche, d'un blanc lumineux sous le soleil, noire sous la pluie, est à nu; qui jaillissent au-dessus des forêts, des prés et des cultures (fig. 1). Comment expliquer ce comportement, si différent de celui des calcaires jurassiques, plus effacés, ou de celui des calcaires du Crétacé supérieur qui, un peu plus au Sud, en Navarre et Alava, donnent par exemple le front rigide de la Sierra de Urbasa?

Deux constats immédiats:

1) Il existe, dans la couverture sédimentaire post-hercynienne du Pays-Basque, des masses calcaires puissantes et compactes mais dont l'extension n'est pas continue: un peu comme d'énormes lentilles dont l'épaisseur se compte en centaines de mètres, qui peuvent même dépasser le millier et dont l'extension latérale se chiffre en dizaines de kilomètres. Elles se terminent rapidement, disparaissant comme par enchantement dans le paysage.

2) Ces «lentilles» sont associées à des formations détritiques, terrigènes (argiles, argiles silteuses ou sableuses, grès) dans lesquelles elles sont comme emballées. Le ruissellement et les cours d'eau ont plus facilement déblayé cet emballage au comportement plus meuble et dans lequel s'est installé un réseau hydrographique dense et ramifié. Ainsi les masses calcaires, pourtant vigoureuse-

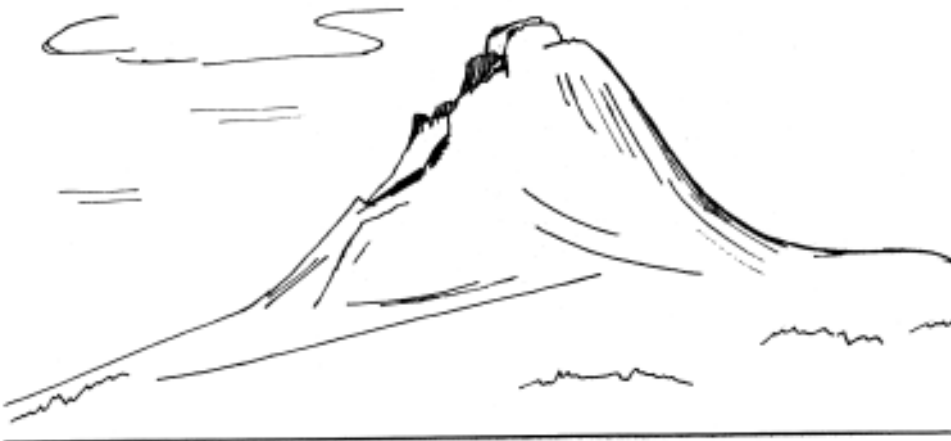


Fig. 1.
Les calcaires urgoniens jaillissent au-dessus des forêts, des prés et des cultures:
Udaitz vu de l'Ouest, depuis les hauts du Duranguesado.

ment corrodées par la dissolution karstique, restent en saillie au-dessus des pentes argilo-sableuses modelées par l'écoulement des eaux.

Pourquoi? L'explication demande de reprendre l'histoire des calcaires et de leur environnement géographique et géologique depuis leur origine, c'est-à-dire depuis le Crétacé inférieur (120 à 100 millions d'années environ). Nous en retiendrons les points suivants:

a - Les calcaires urgoniens se sont formés en milieu marin sur des **plates-formes** situées à faible profondeur et **discontinues**.

b - En Pays-Basque, comme dans l'Ouest des Pyrénées et jusqu'aux Asturies, ces plates-formes à sédimentation calcaire étaient installées dans une ambiance d'arrivées terrigènes qui concurrençaient la sédimentation calcaire.

c - **Le soubassement était très mobile**, ce qui explique leur répartition apparemment capricieuse, le compartimentage entre plates-formes et bassins, l'érosion sur le continent voisin et aussi les épaisseurs considérables des accumulations calcaires ou terrigènes (enfouissement du tréfonds, ou subsidence, compensant la sédimentation). Ce qui explique encore les différences dans les épaisseurs suivant les lieux et les époques (subsidence différentielle).

d - Des déformations postérieures (tectonique), essentiellement à l'Ere tertiaire, ont perturbé ce dispositif. Le jeu différent des masses calcaires cassantes et de leur emballage «schisto-gréseux» plus souple a souvent encore accentué les contrastes. Plus proche du système pyrénéen que la Biscaye et surtout que Santander, le Guipúzcoa a connu une tectonique plus dure: d'où des structures plus complexes et plus variées. Par exemple seul le Guipúzcoa connaît les vigoureux synclinaux perchés (Ernio, Ertxina, Uzturre), ou les fronts de chevauchement (Aitzgorri, Pagoeta, Nappe des Marbres qui se continue vers l'Est et Navarre), armés par les calcaires urgoniens.

Nous allons examiner ces différents points, mais sans les séparer aussi nettement car les trois premiers sont nettement intriqués et pour une part interdépendants. La structu-

ration et la mobilité du soubassement ont en effet commandé la distribution des plates-formes et des types de sédiments. En contrepartie, l'intensité plus ou moins grande des accumulations sédimentaires pesant de tout leur poids sur le fond, a eu une incidence sur l'importance et les variations de la subsidence. Quant à la tectonique, elle a parfois tellement perturbé le dispositif sédimentaire initial, que nous avons besoin de la connaître pour remonter jusqu'à lui.

ORIGINE DES CALCAIRES: LES PLATES-FORMES URGONIENNES

On sait aujourd'hui que les calcaires urgoniens se sont déposés, à l'abri des contaminations terrigènes, sur de vastes fonds sous-marins assez plats, peu profonds, mais en légère surélévation par rapport au voisinage, qui rentrent dans la catégorie de ce qu'on appelle les plates-formes carbonatées. En terme de marine on peut parler de «bancs» dont une idée peut-être-donnée, malgré beaucoup de différences, par les bancs actuels des Bahamas. Ces bancs dominaient des fonds légèrement plus bas (bassins) dans lesquels la vie et la sédimentation étaient différentes. Entre les deux, des pentes de raccordement (pentes ou talus de transition, pentes externes des plates-formes), d'inclinaison variable, portaient une vie benthique différente et étaient souvent le siège des glissements à cause de leur pente même (fig. 2).

Sur la plate-forme elle-même la sédimentation était essentiellement biologique et biochimique, à partir de peuplements vigoureux d'organismes benthiques dont les Rudistes (Toucasia, Polyconites) et les Orbitolinidés étaient les plus caractéristiques. Pour plus d'informations se reporter aux travaux de A. et H. Arnaud, J. P. Masse, A. Pascal, P. Rat... et à ceux qu'ils indiquent dans leur bibliographie.

Les calcaires résultants sont disposés en bancs épais, homogènes, compacts, du fait de la bioturbation et d'une diagenèse rapide. Cette structure sédimentaire à une importance vis à vis de la tectonique et de l'érosion.

Ces plates-formes, installées sans doute initialement sur des pentes relativement hautes de la morphologie sous-marine, semblent avoir été de deux sortes:

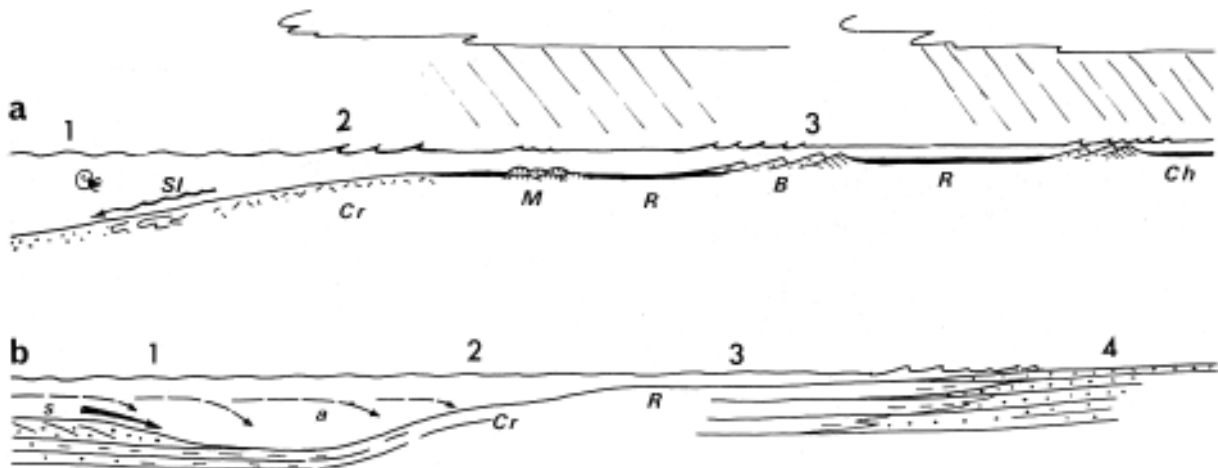


Fig. 2. Exemples d'organisation d'une plate-forme urgonienne (d'après A. Pascal et P. Rat, 1979). Voir aussi fig. 3.

a) **Les divers éléments de la plate-forme et les milieux de vie:**

1. Bassin externe (milieu en relation avec la mer ouverte: Ammonites, Foraminifères planctoniques...).
2. Pente externe (Sl. glissements = slumpings; Cr. Biotopes à Crinoïdes, Bryozoaires, Orbitolinidés).
3. Plate-forme proprement dite (R. Biotope à Rudistes et Orbitolinidés et Miliolidés; M. Biotopes à Madreporaires; B. Accumulations bioclastiques. - Ch. Milieux dessalés à Charophytes...).

- b) **Incidences des apports terrigènes:** 1. Terrigène distal (a. Argiles; s. Sables et silts). 2. De gauche à droite, c'est-à-dire en approchant de la plate-forme, on passe de séries à dominante gréseuse ou argilo-gréseuse à des séries calcareo-gréseuses ou marno-sableuses par mélange entre matériel calcaire de la zone externe de la plate-forme et matériel terrigène. 3. Sur la plate-forme elle-même: Sédimentation urgonienne franche (R) donnant des formations massives. Vers le littoral, contamination par des apports terrigènes donnant un urgonien stratifié à alternances de bancs calcaires et de couches argilo-sableuses (u/t sur fig. 3). 4. Terrigène proximal (plaine d'épandage), littoral par exemple.

a) **Les plates-formes littorales** appuyées sur une bordure continentale et un littoral.

b) **Les plates-formes insulaires**, cernées de tous côtés par des fonds plus bas. Il semble que la plupart des plates-formes guipuzcoanes, sinon toutes, rentrent dans cette catégorie (plate-forme de l'Udalaitz, plate-forme de l'Aitzgorri, plate-forme de l'Ernio-Gazume, plate-forme d'Izarraitz-Erlo...). De beaux exemples de plate-formes littorales sont connues vers Santander (A. Pascal), Peut-être que déjà le tréfonds du Guipúzcoa, plus «pyrénéen» que celui de Santander, était plus découpé et favorisait davantage l'établissement de plates-formes séparées. Mais il faut reconnaître que la tectonique ultérieure a beaucoup brouillé les choses et qu'il faudrait encore beaucoup d'études monographiques détaillées des différents massifs urgoniens du Guipúzcoa (en particulier de ceux qui coupent les gorges du Deva) pour rétablir de façon précise l'organisation primitive.

**FORMATIONS TERRIGÈNES
CONTEMPORAINES DES CALCAIRES:
LE COMPLEXE URGONIEN**

Les formations terrigènes contemporaines de la sédimentation urgonienne sont-elles aussi de deux sortes si l'on considère leur position par rapport aux plates-formes:

a) **Terrigène proximal.** C'est celui qui, sur les plates-formes littorales, vient directement du continent et pénètre par moments sur la plate-forme. Il crée des alternances de sédimentation calcaire et de sédimentation argilo-sableuse, une disposition bien stratifiée en bancs (A. Pascal, 1976).

b) **Terrigène distal.** C'est celui qui touche la plate-forme par son extrémité extérieure. Il occupe les bassins où il se manifeste de façons diverses (A. Pascal et P. Rat, 1979). Ses rapports avec la plate-forme se manifestent aussi deux manières. D'une part sous forme d'indentations de formations te-

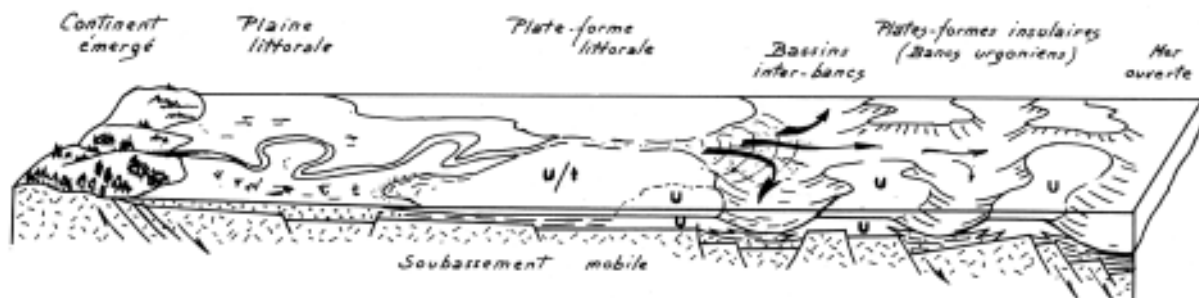


Fig. 3. Les plates-formes urgoniennes Cantabriques et leur environnement.

t: Matériaux terrigènes. Les flèches pleines indiquent la diffusion des terrigènes dans les bassins péri ou inter-urgoniens. u: Formations calcaires urgoniennes. u/t: Contamination terrigène proximale d'une plate-forme urgonienne littorale. Les demi-flèches suggèrent les mouvements relatifs du soubassement.

rigènes (marnes, argiles, grès...) avec les formations calcaires. De l'autre par une contamination des formations calcaires qui se chargent en détritiques et dont, en même temps, la faune se modifie. C'est ainsi que, par exemple, les calcaires urgoniens francs, très purs (plus de 95% de Ca CO₃, à Rudistes, passent à des calcaires chargés d'argiles et de quartz, où les Rudistes ont disparu mais où les débris de crinoïdes sont fréquents; ceux-ci à leur tour passant à des grès à ciment calcaire.

Il n'est pas toujours facile, dans les séries bien tectonisées, de distinguer ce qui est terrigène proximal ou terrigène distal. L'un des critères pour l'identification de formations distales est l'observation des figures de glissements (slumpings, brèches) qui démontrent l'existence d'un talus en contrebas d'une plate-forme.

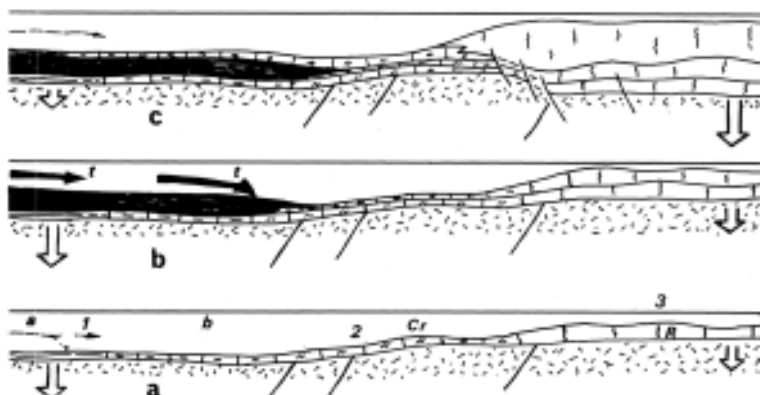
Inversement des indices de dessalure associés aux formations terrigènes témoignent d'apports directs par les eaux continentales, donc d'une disposition proximale. Les exem-

Fig. 4. Genèse d'une «lentille» urgonienne et son effiloquement dans les formations argilo-gréseuses. Rôle des arrivées terrigènes et des déformations du soubassement.

La longueur des flèches blanches indique l'importance relative de l'enfoncement (subsidence) selon les endroits et selon les époques.

a) Premier stade. L'enfoncement, plus important à gauche, qu'à droite, différencie un bassin d'une plate-forme moins profonde sur laquelle s'installe la sédimentation urgonienne (R). Les arrivées terrigènes sont faibles. 1. Bassin péri-urgonien a sédimentation argilo-calcaire (1a. Marnes; 1b. Calcaires plus moins argileux). 2. Pente externe à sédimentation calcaire, crinoïdique par exemple (Cr), légèrement contaminée de terrigènes (calcaire sombre). 3. Plate-forme donnant naissance à des calcaires à Rudistes massifs.

b) Second stade. Des arrivées terrigènes importantes (déclenchées éventuellement par des mouvements de surélévation des régions émergées) s'accumulent dans les bassins (t) qui, sous la surcharge, peuvent s'enfoncer. La sédimentation calcaire conserve ses caractères, mais recule vers la plate-forme.



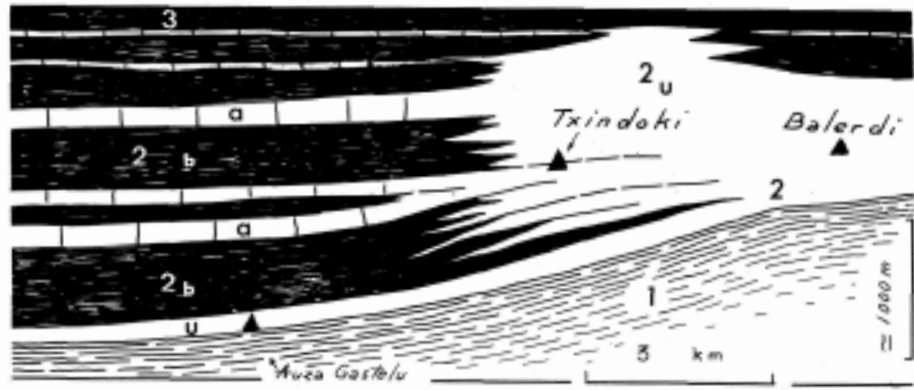
c) Retour à des conditions analogues à celle du premier stade. En l'absence de perturbation terrigène, la sédimentation calcaire urgonienne peut être très active. La surcharge sédimentaire se manifeste surtout sur la plate-forme qui tend alors à s'enfoncer: naissance d'une épaisse masse calcaire.

Fig. 5.

L'emballage de l'urgonien dans les formations argilo-gréseuses (exemple du Txindoki).

1. Série terrigène infra-urgonienne: formations argilo-sableuses noires (Wealdien) puis «schistes à **Parahoplites**» (Aptien inférieur). 2. Complexe urgonien (Aptien-Albien): Calcaires urgoniens en grosse masse lenticulaire (ensemble Balerdi - Txindoki),

ou en barres inter-stratifiées dans la série détritique (barre d'Auza-Gastelu); a: Barres calcaires contaminées de terrigènes (calcaire gréseux, calcaire argileux); b: Argilites silteuses, grès, contemporains de la sédimentation urgonienne. 3. Argilites, marnes et grès supra-urgoniens (Albien-Cénomaniens).



ples que nous allons examiner en Guipúzcoa sont tous apparemment en position distale.

Ajoutons que pour comprendre les séries sédimentaires, il faut, non seulement se représenter le dispositif paléogéographique à un moment donné, mais aussi considérer ses variations au cours du temps. La figure 4 donne une idée de telles variations et de leurs conséquences. Le résultat est une association compliquée, mais non disposée au hasard, de formations terrigènes argilo-gréseuses, de calcaires très purs, de marnes, de calcaires gréseux... que l'on a maintenant l'habitude de désigner du nom global de **Complexe urgonien**.

TERRIGÈNE ANTE ET POST-URGONIEN

Aux formations terrigènes du Complexe urgonien il faut ajouter celles qui les ont précédées et celle qui les ont suivies et qui, elles-aussi; participent à cet «emballage» des calcaires urgoniens.

Avant que ne s'installe la paléogéographie et le style de sédimentation urgoniens, avec leurs plates-formes carbonatées, la mer occupait déjà le Guipúzcoa (transgression aptienne): les formations les plus caractéristiques qui ont précédé les calcaires urgoniens ont été ce qu'on a appelé les «schistes à **Parahoplites**» dépôts argilo-sableux à faune d'Ammonites (**Parahoplites** gr. **deshayesi**), d'Echinides (**Pliotoxaster**), de Lamellibranches... le tout compacté par la surcharge sédimentaire et éventuellement par la tectonique, rendu plus ou moins feuilleté («schistes» argileux, shales) avec fossiles écrasés (fig. 11). Ces

formations infra-urgoniennes, de couleur sombre, brun, bleu-noir, ne sont pas toujours aisément distinguables des formations terrigènes du Complexe urgonien, surtout lorsque les fossiles manquent et que la tectonique a perturbé l'ordre de superposition. Elles ne sont pas de nature essentiellement différente, et les variations latérales dans une même formation peuvent être plus importantes que les variations verticales (variations au cours du temps) d'une formation à la suivante.

D'autre part, les couches à **Parahoplites** font suite à d'autres couches argileuses ou argilo-gréseuses souvent très noires en Guipúzcoa et à ses abords (Vallée de Aramayona) par fois rouges (coeur de l'anticlinal de l'Aitzgorri, sous l'écaille du Burunza...). Leurs milieux de sédimentation n'ont pas été tous franchement marins et, par analogie avec les formations contemporaines de Santander, fluviales, palustres, lacustres, elles-mêmes comparées aux formations britanniques analogues, ces argiles noires ou rouges sont désignées du nom de Wealdien. Leurs épaisseurs sont aussi très variables d'une région à l'autre et souvent difficiles à apprécier à cause des bourrages tectoniques.

Les formations terrigènes supra-urgoniennes sont elles-aussi très variables, mais le plus souvent dans une telle continuité avec les argiles du Complexe urgonien qu'en l'absence des calcaires placer une limite est très artificiel (fig. 13).

En conclusion, ce qui nous importe ici c'est que les calcaires urgoniens se trouvent:

- superposés à des formations terrigènes argilo-gréseuses
- en position latérale par rapport à des formations analogues
- éventuellement divisées par la pénétration de ces formations détritiques latérales
- recouverts encore par des formations détritiques comparables.

Par la suite, nous le verrons, chacun de ces ensembles a joué un rôle très «personnel» dans la structuration tectonique et vis-à-vis de l'érosion.

LE COMPORTEMENT TECTONIQUE DES DIVERS ÉLÉMENTS DES SYSTEMES URGONIENS

La mobilité tectonique du tréfonds dont il a été question, pour l'installation et pendant le fonctionnement des plates-formes urgoniennes, provenait d'un jeu en distension, conséquence de cet ensemble de phénomènes qu'on groupe sous le nom d'ouverture du golfe de Gascogne (version française), del Golfo de Vizcaya ou del Mar Cantábrico (version espagnole).

inversement, avec l'orogénèse pyrénéenne au Tertiaire, la région a connu une ou plusieurs phases de compression dont les effets ont été de plusieurs sortes:

1) Le tréfonds, c'est-à-dire le socle hercynien, a été affecté. On le voit en affleurement dans les massifs paléozoïques basques, le Massif des Cinco Villas pour le Guipúzcoa: fractures, plis, chevauchements de blocs. Il en a été de même pour la partie du socle restée recouverte par les formations post-hercyniennes; mais ici il est beaucoup plus difficile de connaître les structures résultantes car la couverture post-hercynienne est épaisse (plusieurs milliers de mètres) et ses réactions ont été différentes de celles du socle.

2) Nous retiendrons que cette couverture s'est plus ou moins désolidarisée du socle, parfois totalement, grâce à plusieurs formations qui ont fonctionné comme couches plastiques:

— En premier lieu les argiles gypsifères du Keuper sur les quelles toute la série post-hercynienne a pu se décoller: par exemple à la base de l'écaïlle du Burunza, de l'écaïlle du Pagoeta.

— Ensuite les argiles wealdiennes qui ont permis au Complexe urgonien, là où elles étaient épaisses, de se désolidariser de la série jurassique sous-jacente, plus calcaire et moins plastique: citons en particulier le «bourrage» wealdien de l'anticlinal d'Aramayona qui a beaucoup surpris les pétroliers lorsqu'ils l'ont foré. C'est ainsi que toute la structure du système Udalaiz-Sta Agueda (fig. 12) est une combinaison de plis et de déchirures dans laquelle le Complexe urgonien intervient seul avec ses variations de plasticité. Dans la Sierra de Aralar on a même pu démontrer (M. Floquet et P. Rat, 1975) que les structures tertiaires, sensiblement W-E de la Sierra, affectant la série mésozoïque, étaient indépendantes des fractures du socle qui ont contrôlé la bordure de la plate-forme urgonienne au Crétacé inférieur et dont l'orientation devait être NW-SE.

— Enfin, à l'intérieur même du Complexe urgonien, des couches argileuses interstratifiées ont pu permettre un certain jeu différentiel de couches ou masses calcaires superposées. Ces phénomènes interviennent à une échelle plus localisée que les précédents, parfois même simplement à l'échelle de l'affleurement (fig. 6).

3) A l'intérieur du Complexe urgonien un autre facteur de discontinuité est intervenu: l'opposition entre les parties où dominaient les calcaires avec leur manque de souplesse,

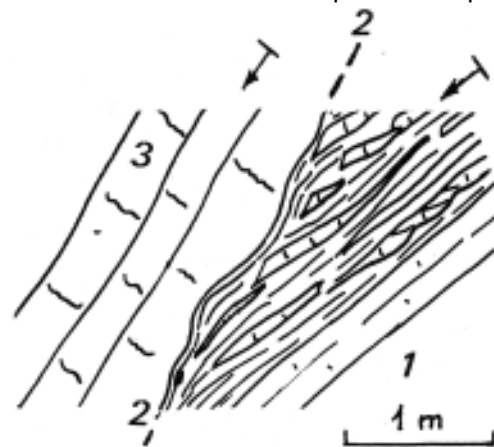


Fig. 6. **Dysharmonie de détail dans la série urgonienne** (Sierra de Aralar: route d'Irurzun à Madoz).

1. Calcaires et marnes à Orbitolines. 2. Surface de discontinuité avec un certain broyage. 3. Calcaires compacts.

et celles où dominaient les terrigènes, plus plastiques. Il semble bien que des ruptures se soient plus facilement produites à ces endroits marquant un changement dans les propriétés mécaniques: d'où le point de départ de grandes écailles chevauchantes. L'exemple le plus typique est celui de l'Aitzgorri (fig. 7, 13, 15).

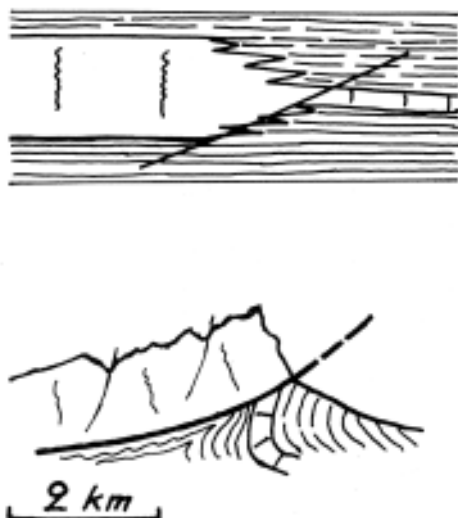


Fig. 7. Interprétation de la genèse d'une écaille dans le Complexe urgonien (Exemple de l'Aitzgorri: voir fig. 13 et 15).

LE COMPLEXE URGONIEN ET L'ÉROSION

Il y aurait là un long chapitre à ouvrir car les conditions de l'érosion ont varié depuis que les diverses formations du Crétacé inférieur ont été mises à jour avec les différentes phases de l'orogénèse pyrénéenne. En particulier celles dues au climat; périodes chaudes du Tertiaire, période froides ou tempérées du Quaternaire. Et aussi celles dues à la tectonique et aux variations du niveau de la mer dont l'importance a été grande du fait de la proximité même du littoral et de rapidité de la pente.

Cependant, ainsi qu'il a été écrit plus haut, on peut distinguer deux grands types de comportements: celui des ensembles argilo-gréseux, celui des calcaires.

Aujourd'hui, **les formations argilo-gréseuses**, sous le climat humide du Pays Basque, sont très sensibles à l'altération bio-chimique qui donne naissance en surface à une couche

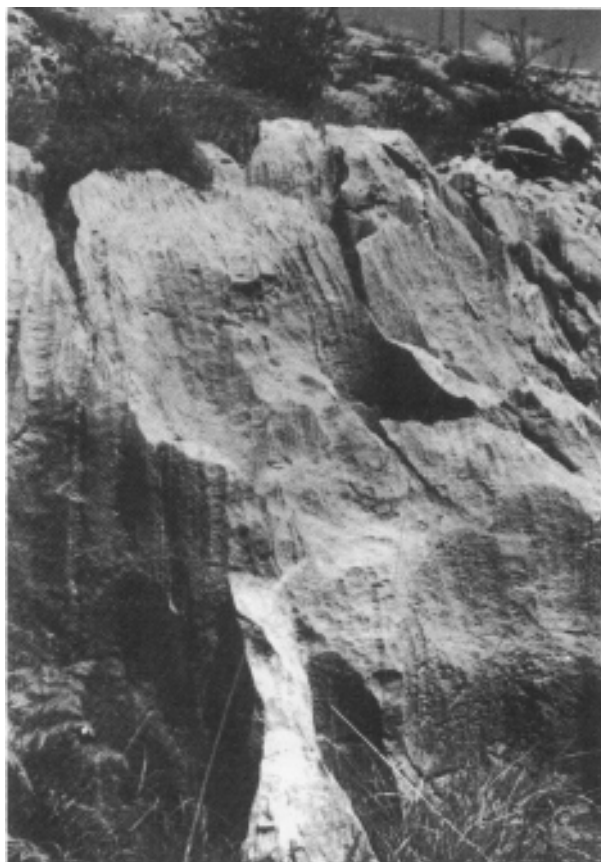
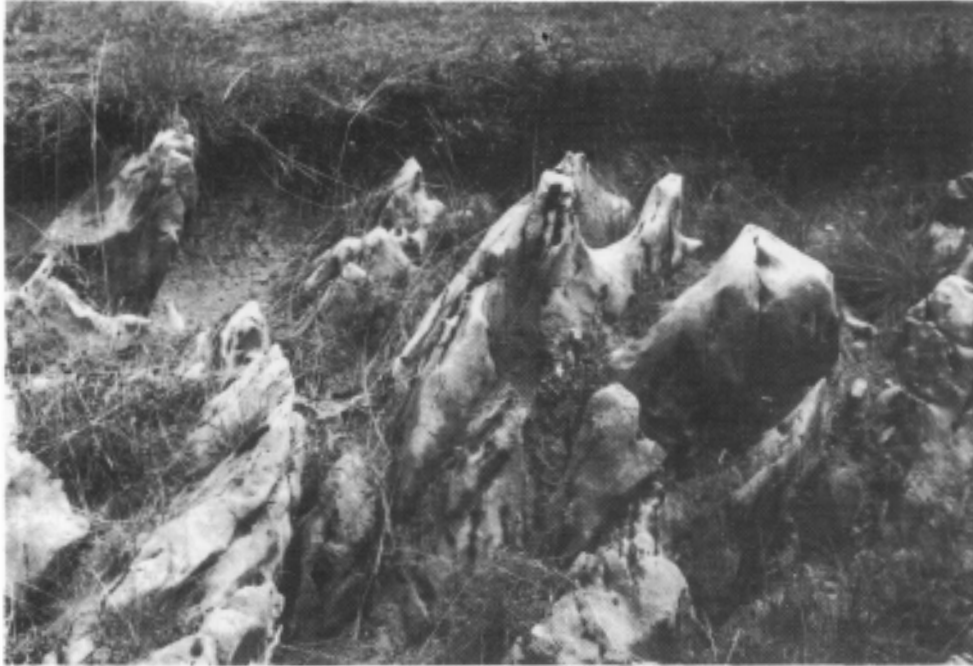


Fig. 8. La corrosion superficielle des calcaires (Karst nu). Calcaires du Monte Ertxina typiquement urgoniens (section noires de Rudistes visibles: *Pseudotoucasia santanderensis*), massifs, compacts, sans stratification visible et, ici, peu fracturés.

Arêtes, cannelures de dissolution coupées de rides transversales (ripples).

meuble assez épaisse. Malgré la végétation, cette couche tend à glisser sur les pentes et ses éléments fins sont entraînés par l'eau. Dans l'ensemble ces terrains se comportent comme imperméables, même si la couverture est capable d'absorber une réserve d'eau notable; ils se sont donc prêtés à l'installation d'un réseau hydrographique dense et permanent étant donné la pluviosité du pays; sur les versants à un acheminement de l'eau vers les rivières suivant la pente, soit dans la couverture d'altération, soit par des ruisseaux.

Globalement l'érosion se traduit par un enlèvement de matériel rendu meuble par altération, enlèvement qui se fait entraînement le long des surfaces topographiques. D'où un



Ile-ci donne des lapiés aux formes emoussées et non a âretes vives comme le karst nu de la figure précédente.

modélé «d'érosion normale», hiérarchisé. Interviennent cependant les différences de résistance à l'altération. En particulier les bancs de grès, surtout ceux dont la cimentation par de la silice est suffisamment poussée, restent en saillie: voir tout particulièrement la crête du Tellamendi, donnée par une épaisse lame gréseuse sub-verticale, à la limite provinciale entre Guipúzcoa et Alava; voir aussi les ressauts gréseux dans le Complexe supra-urgonien (fig. 13).

Les calcaires sont attaqués par la dissolution bio-chimique. Le départ de substance se fait en solution. Il affecte non seulement la surface de la formation, mais aussi l'intérieur. Aussi les pentes ne sont-elles pas les pentes régulières du ruissellement, et, d'une manière générale, l'évolution des surfaces des calcaires paraît en retard par rapport à celle des surfaces de l'érosion normale: ainsi les calcaires sont dégagés de leur emballage terrigène et restent facilement en relief.

Il n'est pas dit pour cela que l'érosion des calcaires, sous le climat pluvieux du Guipúzcoa, apparaîtrait moindre que celle des ensembles argilo-gréseux si on parvenait à une évaluation par la quantité de matière enlevée. Mais ce départ affecte ici à la fois la surface et la partie souterraine des mas-

Fig. 9.

Corrosion des calcaires urgoniens et structures.

Cas d'un karst couvert mis en évidence par le talus de la route d'Aizarna vers l'ermita de Santa Engracia.

Calcaires urgoniens cristallins tectonisés et légèrement marmorisés: Une fracturation parallèle coupe obliquement la stratification. Surfaces de friction suivant les fractures ou les joints de stratification. La dissolution a utilisé ces deux sortes de structures.

Effectuée sous couverture pédologique ce-



Fig. 10. **Les calcaires urgoniens dégagés de leur emballage argilo-gréseux, restent en relief: Le Txindoki vu de l'Ouest.**

Lui-aussi, bien que correspondant à une structure plus simple, jaillit comme Udalaitz au-dessus de la verdure de paysage. Il s'agit simplement de l'extrémité d'une grosse lentille urgonienne qui s'effiloche dans les formations terrigènes (fig. 5) et qui a été redressée à la verticale sur le flanc nord de l'anticlinal de la Sierra d'Aralar (fig. 11). La disparition de la crête vers l'Ouest, en direction de l'observateur, est dû à l'aminçissement rapide de la lentille calcaire.

sifs, et il reste une ossature suffisante pour qu'un relief demeure en saillie: les massifs urgoniens perchés ne sont en somme que des ruines, mais de très solides ruines.

Bien sûr il faut ajouter, surtout pour les karst d'altitude, les effets du gel des périodes glaciaires du Quaternaire. Voir par exemple les nappes ou coulées d'éboulis anguleux sur les flancs des crêtes comme le Txindoki. Cela ne suffit pas à modifier la tendance générale: affouillement des séries argileuses, dégagement des calcaires.

Cette tendance semble avoir été encore favorisée par la surélévation de la région, récente sans doute et vraisemblablement encore active: d'où un enfoncement important de tout le réseau hydrographique, favorisé encore par l'abaissement du niveau marin pendant les périodes glaciaires.

LE SYSTÈME D'UDALAITZ

Les reliefs et les structures de la région de Mondragón dominés par l'étrange silhouette d'Udalaitz étonnamment changeante selon le côté par lequel on l'aborde, donnent un très bel exemple des différences de comportement des divers éléments du Complexe urgonien. Comparez la figure 12 qui traduit la structure et la morphologie actuelles, avec la

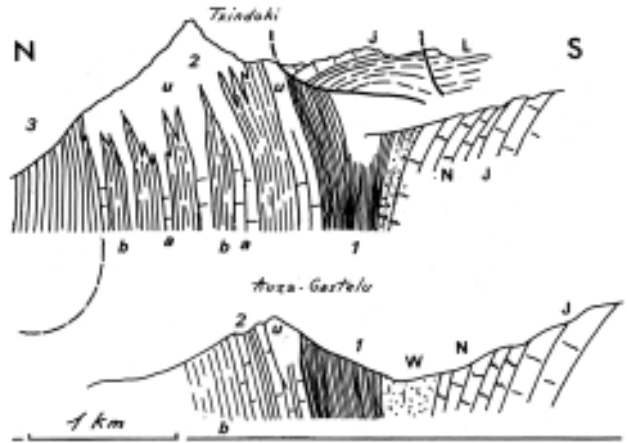


Fig. 11. **Interprétation schématique de la crête du Txindoki (coupe du haut) et de son prolongement vers l'Ouest (coupe du bas): expression structurale et morphologique du Complexe urgonien.**

L: Marno-calcaires liasiques. J: Calcaires du Jurassique moyen et supérieur. N: Calcaires (dont calcaires fétides et de milieux saumâtres) du Jurassique terminal et du Crétacé inférieur. W: Formations argilo-gréseuses non marines (Wealdien). 1. Argilites et grès à Parahoplites. 2. Complexe urgonien (u. Calcaires urgoniens; a: Barres de calcaires argileux ou gréseux; b: Détritiques, marnes, argilites, grès). 3. Terrigène supra-urgonien.

La représentation, simplifiée, néglige la fracturation (responsable par exemple de la forme de la pointe de Txindoki sur la fig. 10) et les nombreuses dysharmonies tectoniques qui affectent l'intérieur du Complexe urgonien.

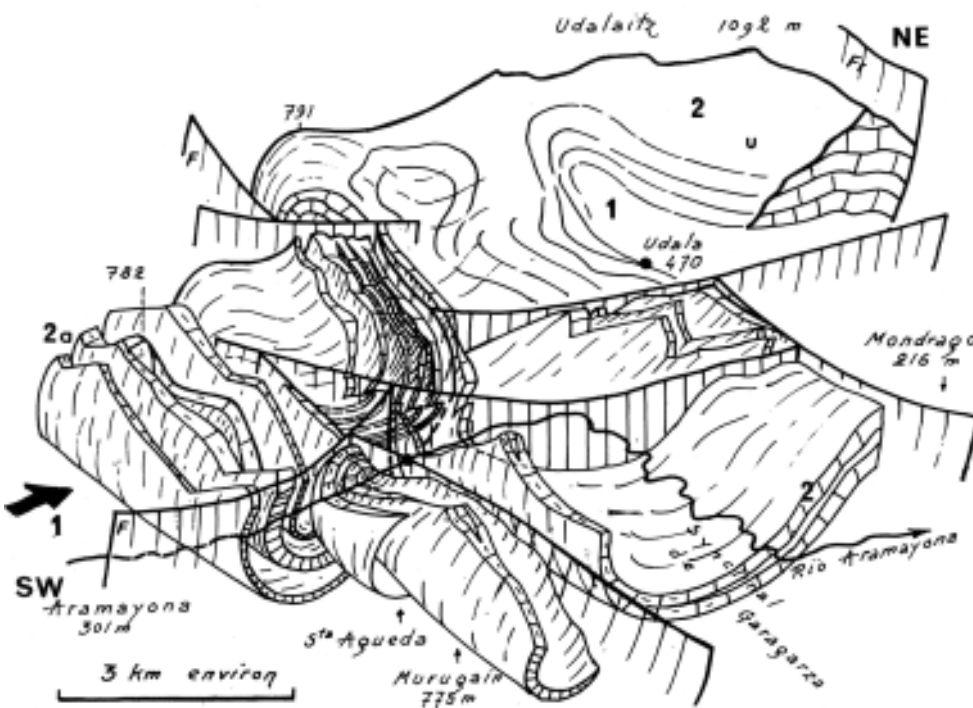


Fig. 12. **Représentation schématique de la déformation du Complexe Urganien au Sud d'Udalaitz (d'après P. Rat, 1959; P. Kornprobst, 1970 et observations complémentaires).**

Seules sont représentées les masses et les barres calcaires résistantes: 1. Position du terrigène infra-urgonien (anticlinaux d'Udala, d'Aramayona). 2. Complexe urgonien (u: Calcaires urgoniens; a: Calcaires contaminés de terrigènes, argileux ou gréseux). F: Principales surfaces de fracture (failles, décrochements). Fr: Chevauchement frontal.

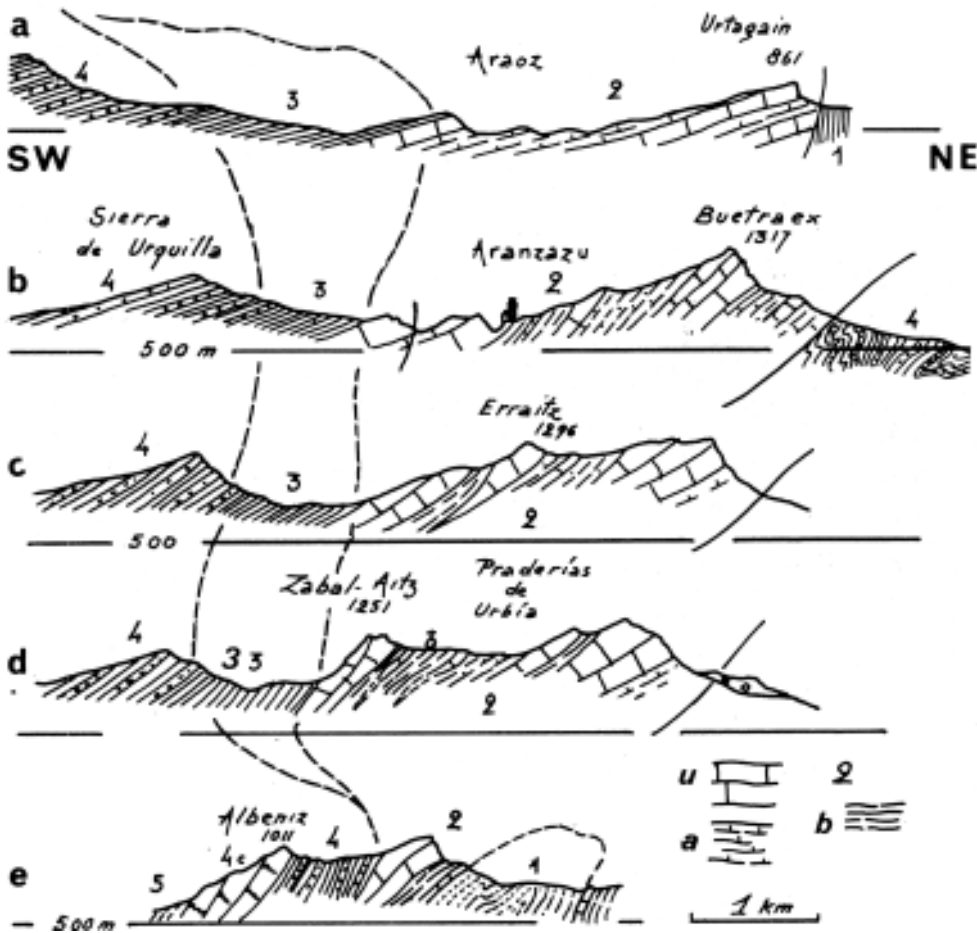


Fig. 13.

Coupes schématiques sériées à travers le massif de l'Aitzgorri (la fracturation et les dysharmonies à intérieur du Complexe urgonien sont négligées).

1. Terrigène infra-urgonien. 2. Complexe urgonien (u: Calcaires urgoniens compacts; a: Calcaires argileux ou gréseux, stratifiés; m: marnes sableuses). 3. Marnes sableuses noires d'Araoz. 4. Complexe gréseux supra-urgonien.

figure 4 qui exprime ce qu'étaient la géométrie et les relations des diverses formations géologiques avant l'intervention de la tectonique tertiaire. La masse d'Udalaitz, avec ses trois sommets, correspond à la plate-forme urgonienne; la région de Santa Agueda à la partie périphérique et à la pente externe de la plate-forme, fortement alimentées en sables et argiles et dans laquelle se sont formées diverses lames de calcaires ou calcaireo-gréseuses (se traduisant par des barres dans la morphologie) interstratifiées dans une épaisse série argilo-gréseuse.

La tectonique tertiaire a désolidarisé l'ensemble urgonien des structures profondes grâce à la plasticité du terrigène infra-urgonien. Dans l'anticlinal d'Aramayona (extrémité SW de la fig. 12) le Jurassique n'apparaît pas, à la différence de ce qui est dans l'anticlinal ouest d'Aralar (fig. 11): cet anticlinal d'Aramayona a un caractère diapirique. Par-

mi les conséquences de ce jeu différentiel:

— La masse calcaire d'Udalaitz s'est fracturée et déformée seulement en plis lourds. Elle a chevauché légèrement vers le NE (Peutêtre suivant le mécanisme de la fig. 7. Dans ce cas, nous toucherions là le bord nord-est de la plate-forme).

— Au Sud-Ouest, autour de Santa Agueda et du Murugain, les lames calcaires ou gréseuses interstratifiées dans les terrigènes du Complexe urgonien se sont pliées plus souplesment en fonction de la pousée orientée vers le NE: plis dysharmoniques, étirements et ruptures de flancs, décrochements. Le tout suivant une tectonique souple, indépendante de celle du socle hercynien sous-jacent et même de la série jurassique plus proche.

DANS L'AITZGORRI

L'ensemble de l'Aitzgorri, bien individualisé dans le relief, correspond à une plate-forme urgonienne voisine, mais distincte de celle

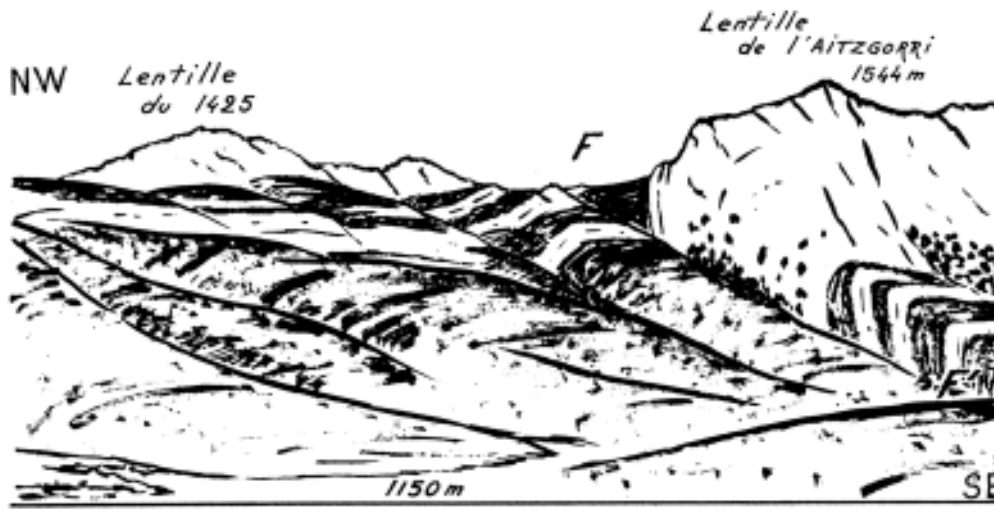


Fig. 14.

Passage latéral de faciès et changement de paysage dans la masse chevauchante de l'Aitzgorri.

A droite (à l'Est) la masse urgonienne principale (lentille de l'Aitzgorri) passe vers la gauche aux langues calcaires intercalées dans les calcaires argileux des Praderías de Urbía: d'où un adoucissement notable du relief. Une faille de décrochement FF' se situe sur la zone de changement de faciès (voir fig. 15).

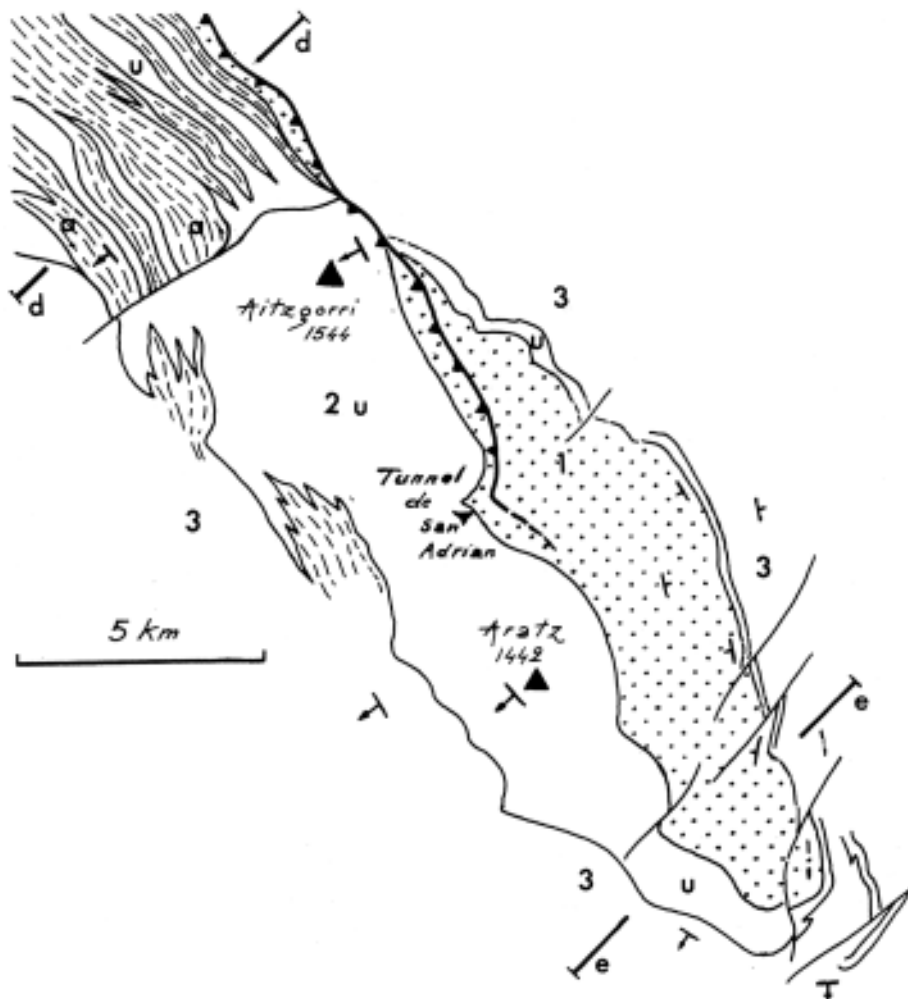


Fig. 15.

Schéma cartographique de la terminaison SE de l'écaillage de l'Aitzgorri.

1. Terrigène infra-urgonien.
2. Complexe urgonien (u: Calcaires urgoniens: a: Calcaires argilo-gréseux et marnes).
3. Terrigène supra-urgonien.

d: et e: emplacement des coupes de la fig. 13.



Fig. 16.

La **Sierra de Aloña**, prolongement NW de la crête de l'Aitzgorri, vue du col au N d'Urtagain: une topographie adoucie par la réduction, des calcaires urgoniens au profit de calcaires argileux et d'argillites noires.

d'Udalaitz au NW comme de celle d'Aralar au NE. La route de San Sebastián et Tolosa à Alsasua et Vitoria passe très exactement entre les deux systèmes urgoniens d'Aitzgorri et d'Aralar, sans couper une seule barre calcaire. Les talus de la route près du col d'Echegarate montrent bien la nature de la formation géologique traversée: des argillites bleu-noir, silto-sableuses, légèrement calcaires, qui se défont sous l'action de la météorisation. Elle «pourissent» dirait-on en français et tendent alors dangeureusement à glisser sur les pentes. Ce sont des formations «de bassins» comprenant un matériel autochtone (la phase calcaire avec des débris spongiaires, des Foraminifères. Voir F. Magniez et P. Rat, 1972) et un matériel terrigène allochtone.

Le sommet même de Aitzgorri appartient à une partie franche de la plate-forme où la sédimentation urgonienne a été extrêmement épaisse (partie est de la fig. 14). L'avancée sous forme d'une lourde écaille à front NE (fig. 13 et 15) correspond au processus de rupture de la fig. 7.

On voit très nettement que le style tectonique change quand la puissance des calcaires diminue à l'intérieur du Complexe urgonien. L'écaille chevauchante passe vers le SE à un anticlinal dissymétrique et à une fermeture périclinale légèrement déjetée (fig. 15). Cette fermeture et l'ennoyage de l'anticlinal vers le SE sous le Crétacé moyen d'Alsasua sont rapides, tout comme l'est la terminaison périclinale ouest d'Aralar: ce qui, joint à l'écaillage et à la montée frontale de l'écaille, donne à l'ensemble urgonien un aspect éjectif, extrusif, comme s'il était chassé vers le haut de son emballage plastique.

Dans la partie NW de la crête, le cheveu-

chement de l'Aitzgorri se continue mais la morphologie s'adoucit (fig. 16). Cela tient à un nouveau passage latéral de faciès (fig. 14 et 15) vers une autre marge de la plate-forme urgonienne. Mais de ce côté le changement est moins radical, plus progressif qu'au SE: les formations externes restent plus calcaires, donc plus consistantes, et des barres, voire des lentilles urgoniennes (Zabalaitz par exemple) y prennent place: elles correspondent à des moments d'avancée et de colonisation de la plate-forme sur la pente externe, sans doute très douce à ce moment là.

Le passage latéral de faciès se voit très bien dans las praderías de Urbía au-dessus d'Arantzazu (fig. 11). Et la sortie du rio de Arantzazu né sur les arrières SE de l'écaille, se fait engorge en profitant à la fois d'un abaissement topographique de l'écaille et d'un changement dans la nature de son matériel, moins franchement calcaire (fig. 16).

* * *

La connaissance des conditions de genèse du Complexe urgonien nous donne donc une clé pour en comprendre l'organisation ainsi que les structures et les reliefs qui en résultent. Mais il ne faudrait pas l'utiliser sans discernement. En effet, chaque plate-forme, chaque bassin, a eu sa morphologie et sa dynamique propres. Pendant les millions d'années qu'a fonctionné en Pays Basque la sédimentation urgonienne, ces plates-formes se sont modifiées sous l'action, en particulier, des déformations du tréfonds hercynien. Il en a été de même de la sédimentation terrigène: dans sa nature, son intensité, sa distribution. Il faut donc analyser chaque cas, et d'une manière plus précise que nous ne l'avons fait ici (thèse d'André Pascal en cours

d'achèvement).

Cependant, je pense que pour l'aficionado de la montagne comme Jesus Elosegui, comme Pedro Rodriguez de Ondarra qui m'a guidé vers tous les sommets autour de Tolosa,

pour le naturaliste d'Aranzadi, le spéléologue, le géographe, cette géologie peut offrir une approche qui enrichit le paysage et le rend plus parlant.



Fig. 17. Et pourtant ces forteresses urgoniennes ne sont que des ruines! En arrière du front de l'Aitzgorri, le débouché Ouest de la grotte-tunnel de San Adrian (situation sur fig. 15).

L'abrupt irrégulier du front du chaînon vers la NW est dû à des éboulements facilités par la fracturation et la dissolution des calcaires, le glissement sur les formations argilo-gréseuses sous-jacentes.

Noter la corrosion karstique et les lapiés superficiels orientés par la fracturation du calcaire. La grotte-tunnel est un témoin perché d'un réseau karstique abandonné par suite de l'enfoncement du réseau hydrographique superficiel. L'orifice du conduit a été colmaté par des résidus de décalcification puis dégagé par soutirage vers l'aval: d'où l'aspect en entonnoir.

Ce tunnel était autrefois une voie de passage entre Guipúzcoa et Alava. De Verneuil, Collomb et Triger qui l'empruntèrent au cours des reconnaissances géologiques qu'ils firent en Espagne le décrivent ainsi (1860, p. 358): Le Puerto de San Adrián. ou ce qu'on appelle ainsi, est une espèce de tunnel dû à des causes naturelles et qui présente au premier abord un aspect peu rassurant. Les escarpements verticaux qui le dominent ne permettent pas de passer ailleurs. Dans une des anfractuosités de cette caverne, on a établi une *venta* qui ressemble moins à une auberge qu'à un repère de brigands». Aujourd'hui c'est une pittoresque promenade pour passer d'un versant à l'autre de l'Aitzgorri.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ALASTRUE E., ALMELA A., DUPUY DE LOME E., LLOPIS LLADO N., MARTINEZ PENA I., QUINTERO AMADOR I., RIOS J. M., SANCHEZ LOZANO E., TRIGUEROS MOLINA E. (1956).—El Cretáceo en España. *Mem. Inst. Geol. y Minero de España*, t.47, et XX^e Congreso Geológico Internacional (México. 1956). El sistema cretácico, t. I, 1959, 52 fig., pp. 321-523.

ARNAUD-VANNEAU A. et ARNAUD H. et al. (1979).—L'Urgonien des pays méditerranéens. Colloque Grenoble. *Géobios*. Mém. spécial n.° 3, Lyon, 404 p., fig. Ouvrage contenant une importante documentation et des mises au point récentes.

CAMPOS J. (1979).—Estudio geológico del Pirineo vasco al oeste del río Bidasoa. *Munibe*, 31, p. 3-139. San Sebastián, 62 fig., 3 pl., 1 carte à 1/100.000.

- CIRY R., RAT P., MANGIN J. Ph., FEUILLÉE P., AMIOT M., COLCHEN M. et DELANCE J. H. (1967).—Compte-rendu de la réunion extraordinaire de la Société Géologique de France en Espagne: des Pyrénées Asturies. *C. R. Som. Soc. Géol. France*, fasc. 9, 17 fig., 1 carte, p. 389-444.
- DUVERNOIS Ch., FLOQUET M. et HUMBEL B. (1972).—La Sierra d'Aralar (Pyrénées basques espagnoles): stratigraphie, structure. Mémoire synthétique, *Thèses de doctorat de 3ème cycle. Inst Sc. Terre Univ. Dijon*, 264 p. ronéotées, 73 fig., 9 pl. photo, 1 carte topo 1/25.000e, 1 carte géol. 1/25.000, 1 carte avec coupes séries 1/25.000, 1 bloc diagramme (Bibliographie)
- FEUILLÉE P. et RAT P. (1971).—Structures et paléogéographies pyrénéo-Cantabriques. In colloque «Histoire structurale du Golfe de Gascogne». Ed. Technip., Paris, n.º 22, t. 2, vol. 1, 48 p. (Bibliographie).
- FLOQUET M., DUVERNOIS Ch., HUMBEL B. (1977).—La Sierra d'Aralar. Le support sédimentaire et l'architecture dans les paysages. *Munibe*, San Sebastián, XXIX, p. 167-194, 38 fig.
- FLOQUET M. et RAT P. (1975).—Un exemple d'interrelation entre socle, paléogéographie et structure dans l'arc pyrénéen basque: la Sierra d'Aralar. *Rev. Géol. Phys. et Géol. dynamique*, Paris (2), vol. XVII, p. 497-512. 7 fig. 1 carte.
- GARCIA MONDEJAR L. (1979).—El Complejo urgoniano del Sur de Santander. *Tesis doctoral Universidad Bilbao*. 673 p., fig., cartas.
- GARCIA MONDEJAR J. et PUJALTE V. (1975).—Contemporaneous tectonics in the Early Cretaceous of central Santander province, north Spain. *9ème Congr. Intern. de Sédimentologie*, Nice: Tectonique et sédimentation, t. 1, p. 133-137, 3 fig.
- HAZERA J. (1968).—La région de Bilbao et son arrière-pays. Etude géomorphologique. *Munibe*. n.º 1-4, 358 p., 92 fig. 17 pl.
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1971).—Mapa geológico de España. E. 1/200.000, n.º 12 (Bilbao) avec notice, 27 p.
- JEREZ MIR L., ESNAOLA GOMEZ J. M., RUBIO SUSAN V. et al. (1971).—Estudio geológico de la provincia de Guipúzcoa. *Mem. Instituto Geológico y Minero de España*, Madrid, 79, 2 vol., 130 p., fig pl. 1 carte à 1/50.000e.
- KOPP K. O. (1964).—Über Facies und Tektonik der Kreide im Western der Pyrenäen. *Geol. Rdsch.*, Bd 53 (2), p. 821-847, 10 fig., 2 Pl., 1 dépl., Stuttgart.
- KORNPROBST P. (1970).—Le noeud structural de Santa Agueda, contexte de l'étude géologique de la grotte de Leze-Txiki (Mondragón. Guipúzcoa, Espagne). *Thèse 3ème cycle Fac. Sci. Dijon*, 130 p., 14 fig., 11 pl.
- LAMARE P. (1936).—Recherches géologiques dans les Pyrénées basques d'Espagne. *Thèse Fac. Sc. Paris et Mém. Soc. Géol. France*, Paris. nouv. sér., t. XII, n.º 27, 305 fig., 7 pl., 1 carte au 1/200.000e, 464 p. (Bibliographie).
- MAGNIEZ F. et RAT P. (1972).—Les Foraminifères des formations à Spongiaires et Tritaxia dans l'Aptien-Albien cantabrique (Espagne). *Rev. Esp. Micropaleont.* núm. extr., XXX Aniv. E. N. Adaro. p. 159-178.
- MASSE J. P. (1976).—Les calcaires urgoniens de Provence (Valangien-Aptien inférieur). Stratigraphie, paléontologie, les paléoenvironnements et leur évolution. *Thèse Sci. Marseille*, 445 p., 60 pl.
- PASCAL A. (1974).—Un faciès type de l'Urgonien cantabrique (Espagne): les micrites à Rudistes. *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 279, p. 37-40.
- PASCAL A. (1979).—Les minéraux argileux dans la caractérisation des milieux de sédimentation de l'Urgonien du Nord de l'Espagne (Aptien-Albien p.p.) *C. R. Som. Soc. Géol. Fr.*, Paris, fasc. 5, p. 155-158.
- PASCAL A. (1976).—Variations séquentielles rapides de sédimentation sur la bordure plates-formes urgoniennes dans le Nord de l'Espagne. *Bull. Soc. Géol. France*, Paris, (7), XVIII, p. 1005-1008.
- RAMIREZ DEL POZO J. (1971).—Biostratigrafía y microfácies del Jurásico y Cretáceo del Norte de España (Región Cantábrica). *Mem. Inst. Geol. y Min.* España, 3 vol.
- RAT P. (1959).—Les pays crétacés basco-Cantabriques. *Publications Université de Dijon*. Presses Universitaires de France, Paris. XVIII, 525 p., 68 fig., 8 pl., 1 carte à 200.000 e.
- RAT P. (1959).—Les milieux urgoniens Cantabriques. *Bull. Soc. Géol. France*, Paris, (7), I. p. 378-384.
- RAT P. et PASCAL A. (1979).—De l'étage aux systèmes bio-sédimentaires urgoniens. In l'Urgonien des pays méditerranées. *Goébios*. Mém. spécial n.º 3, Lyon, p. 385-399. 4 fig.
- SOLER Y JOSE R. (1971).—Estudio geológico de la Sierra de Aralar. *Boletín Geológico y Minero*. t. 82, fasc. 5, pp. 406-428. fig.
- VERNEUIL E. de, COLOMB E. et TRIGER (1860).—Note sur une partie du Pays basque espagnol. *Bull. Soc. Géol. France*, Paris, 2ème série, t. XVIII, p. 333-372, 1 carte.