

## LA DYNAMIQUE KARSTIQUE ACTUELLE A ARALAR-MENDI (MOYENNE MONTAGNE BASCO-CANTABRIQUE)

par

Felix M. UGARTE<sup>1</sup> & Txomin UGALDE<sup>1</sup>

(5 figures et 1 tableau)

**RESUME.** - Cet article synthétise les aspects géographiques, géologiques et climatiques d'une montagne calcaire d'altitude moyenne située dans la chaîne plissée du Pays basque et donne les résultats d'une étude de la dynamique des processus karstiques actuels qui l'affectent.

**ABSTRACT.** - Karstic dynamics of the present time at Aralar-mendi (Basque Cordillera cantabrica). This paper points out geographical, geological and climatic aspects of a calcareous mountain of average height situated in the Basque fold range, and gives the results of a study of the karstic processes which affect it now.

### CADRE GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE

La Sierra d'Aralar-mendi est une montagne calcaire située dans l'ensemble de l'arc plissé basque (Feuillée & Rat).

Du point de vue géographique, Aralar est située dans l'axe du Golfe de Biscaye (35 km à l'intérieur du littoral), par 43° lat. Nord et 2° long. W. Comme interphase montagneuse, sa massivité n'est pas importante : longueur de l'axe N-S (8 km), de l'axe E-W (28,5), 250 km<sup>2</sup> de surface avec altitude supérieure à 800 m, ligne de crête maximale 1.427 m. Aralar-mendi est la ligne de partage des eaux Cantabrique-Ebre.

Floquet et Rat (1975) expriment leur idée de la structure géologique d'Aralar de la manière suivante : "... un plissement-serrage de la série mésozoïque sans participation apparente du socle, un glissement de cette série vers le Nord avec une sorte de blocage vers les deux extrémités, une montée quasi extrusive d'un noyau calcaire au sein d'un ensemble argilo-gréseux.

Globalement, le style extrusif est en relation avec l'existence de calcaires assez rigides ou formant des masses compactes après serrage, situés dans un véritable emballage de matériel souple : argiles du Keuper au-dessous, séries argilo-gréseuses du Crétacé moyen et supérieur au-dessus, séries para-urgoniennes latéralement. A l'intérieur, diverses particularités s'expliquent aussi par la répartition et les variations des ensembles lithologiques compétents et incompétents, en particulier dans l'édifice urgonien".

Dans le détail, six unités structurales apparaissent. Les différences de structuration dans l'ensemble

d'Aralar peuvent s'expliquer grâce aux variations dans la nature et la répartition des diverses lithologies. Ces variations ont conditionné les réactions tectoniques et finalement les paysages (par le biais des processus morphoclimatiques), font ressortir les uns et les autres.

Les aspects climatiques très importants, sont ici présentés schématiquement :

**Climat régional :** Cfb s/Köppen (Tempéré atlantique);  
(P) = 2400 mm (1000 m), 2600 mm (1200 m);

**Jours de pluie :** 150 à 200/an;

**Jours de neige :** 32 (1000 m), 47 (1200 m);

**(T) moyenne =** 9,1°C (1000 m), 7,3°C (1400 m);

**ETR (S/Türç) =** 518 mm (1200 m), 541 mm (1000 m)

**Insolations =** 1500-1600 heures/an;

**Infiltration utile:** 1860 mm (1000 m), 2082 mm (1200 m)

### DYNAMIQUE DES PROCESSUS KARSTIQUES ACTUELS

Le climat subatlantique qui domine sur la région basco-cantabrique met en place un système morphogénétique des pays de climat tempéré. Dans ce système, la situation de biostasie (Erhart, 1956) est prépondérante. Cependant, dans une zone de montagne moyenne comme Aralar-mendi, on a affaire à une dynamique morphogénétique localisée dans l'espace et dans le temps, que nous définissons de la manière suivante :

A Aralar (bassin cantabrique), les affleurements calcaires couvrent 56 km<sup>2</sup>; la karstification est très intense. Quelques données prouvent ce fait :

<sup>1</sup> S.C. Aranzadi. Museo San Telmo. San Sebastian. Espagne.

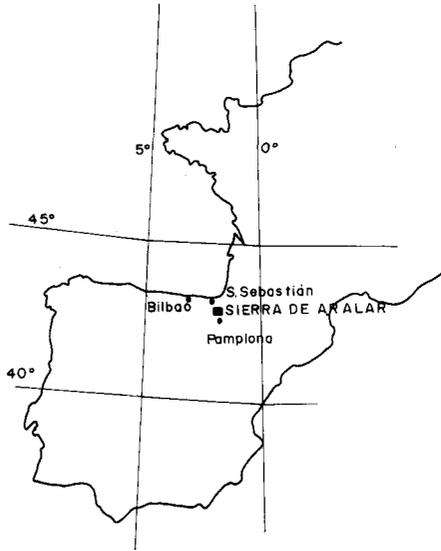


Figure 1. - Situation d'Aralar

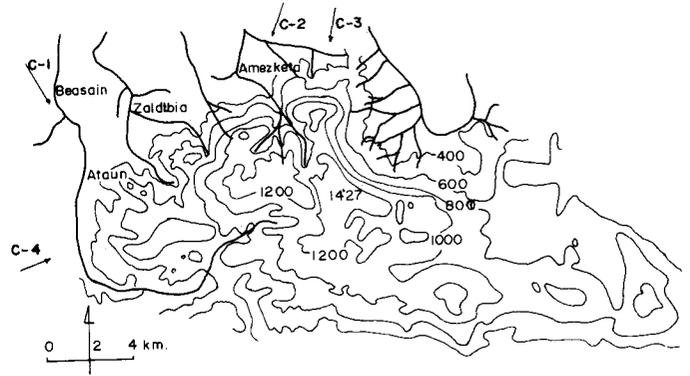


Figure 2. - Carte topographique, avec coupes C-1, C-2, C-3, C-4, signalées.

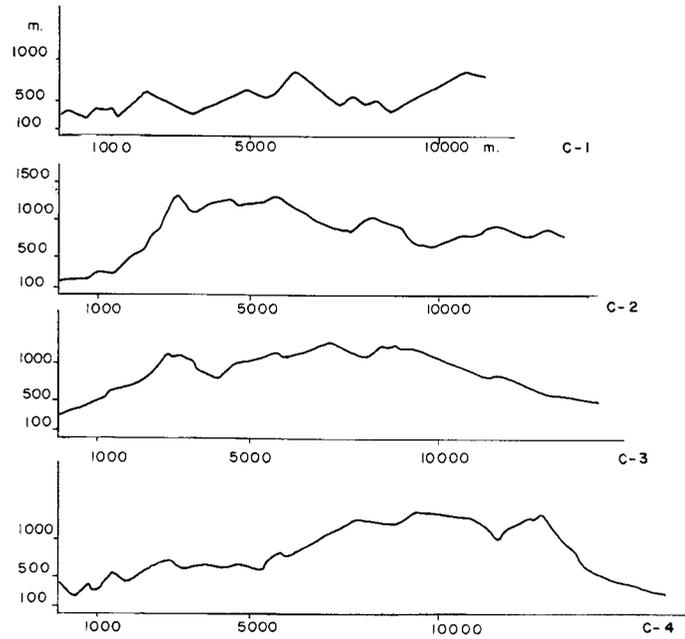


Figure 3. - Coupes topographiques d'Aralar.

- 1- ZAZPITURRIETA
- 2- URTXIKIAIN
- 3- OSINBERDE
- 4- LARRAUN
- 5- IRIBAS
- 6- LIZARRUSTI
- 7- URZULOA
- 8- AMURGIN
- 9- IRANETA
- 10- AIAITURRIETA

- CALIZAS APTIENSES (URGONIANO)
- CALIZAS JURASICO

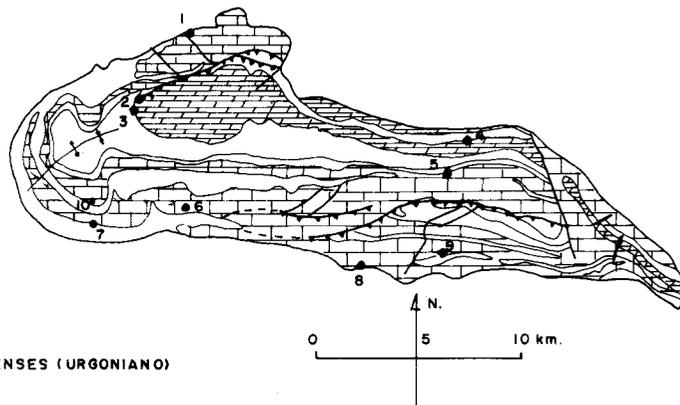


Figure 4. - Carte litho-structurale d'Aralar.

Tableau 1. - Quelques données sur la lithologie

Lithologie	Age	Puissance (m)	Karstificabilité			Teneur en CaCO <sub>3</sub> ‰
			*	**	***	
1. Argiles bariolées, rouges, carniolés et dolomies	Trias	-	-	-	-	
2.1. Barre calcaire inf.	Lias inf.	25-30		x		75
2.2. Calcaires argileux et massifs	Lias sup. Dogger	400-450			x	45/60/75
2.3. Calcaires clairs	Malm.	150-200			x	70/99
3.1. Calcaire beige foncé	Purbeck (fac)	20		x		
3.2. Calcaires sombres fétides	id.	60			x	70/90
3.3. Argiles, couches argilo-gréseuses	Weald (fac)	90	-	-	-	
4.1. Série argilo-gréseuse	Crétacé inf.	100	-	-	-	
4.2. Barres calcaires, faciès urgonien	Aptien-Albien	2000-3000		x	x	45/70/99 (1)

Source : Floquet M. et al., 1977.

(1) S. Esp. S.C. Aranzadi, San Sebastian.

- plus de 233 cavités (PKH) dont 17 ont plus de 100 m de dénivellation ou plus de 500 m de développement,
- absence presque totale de ruissellement en surface, avec une infiltration utile supérieure à 1500 mm.

Le drainage karstique est organisé à l'intérieur de 5 unités hydrogéologiques en rapport avec les diverses structures géologiques.

Pour l'évaluation de la valeur de la dissolution karstique actuelle, réalisée pour la première fois dans la région cantabrique, nous avons utilisé deux méthodes:

1. méthode des plaquettes, proposée par l'U.I.S.
2. analyse des eaux des systèmes karstiques (chaque mois pendant un an, minimum), pour évaluer la teneur moyenne en sels : Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, K<sup>+</sup>, etc.

Nous avons utilisé des plaquettes de calcaire compact urgonien (98 ‰ CaCO<sub>3</sub>), originaire de la même région. Chaque plaquette avait les caractéristiques suivantes : 4,78 cm de diamètre, 1,05 cm d'épaisseur, 51,65 cm<sup>2</sup> de surface totale. Elles avaient été placées dans 40 stations, avec 2 plaquettes chacune, dans divers types d'écotopes : lapiés, sous-sol, courants d'eau souterraine.

Les données obtenues ont été non satisfaisantes à cause de problèmes techniques surtout : desquama-

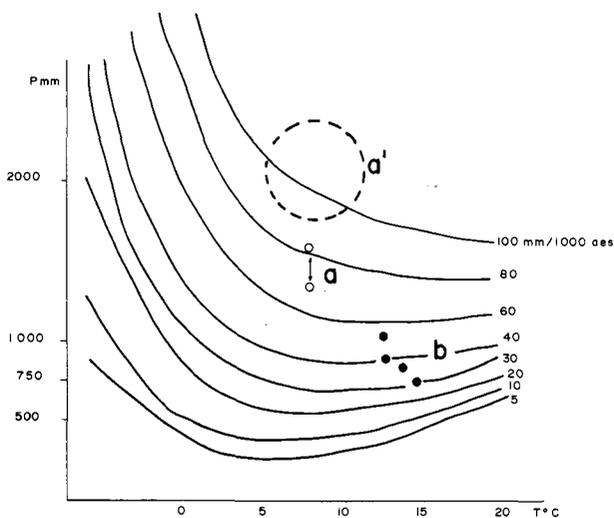


Figure 5. - Vitesse de l'érosion karstique actuelle (diagramme de M. Pulina)

a) Sierra d'Aralar; a' : Aralar (théorique);  
b) Languedoc oriental.

tion de certaines plaquettes, pertes, dispersion dans les données.

Par contre, l'évaluation de la teneur en sels par le biais des analyses chimiques a été plus satisfaisante et objective. L'information obtenue a été la suivante.

### CARACTERISTIQUES DES EAUX KARSTIQUES

Selon Noisette, on pourrait classer ces eaux comme douces (4 à 12°F), à la limite des eaux de dureté moyenne (12 à 35°F); avec minéralisation faible (65-200 micromhos/cm); suivant la classification de Schoeller, ce serait 642-3a-6f.

Du point de vue quantitatif, la dissolution présente un maximum pendant les mois de juin à octobre et un minimum en avril-mai.

Des brusques montées du débit n'affectent pas la teneur en sels, du moins dans les cas que nous avons analysés jusqu'à présent.

- Les températures se situent entre 9,5°C et 10°C, et le pH a une valeur qui varie à peine entre 7,6 et 8,1.

- Pour l'unité hydrogéologique d'Osinberde (une des trois importantes dans le bassin cantabrique), nous avons calculé les paramètres suivants :

- surface de l'impluvium : 15,22 km<sup>2</sup> (7,21 km<sup>2</sup> 800-1200 m; 8,01 km<sup>2</sup>, 1200 m);
- débit annuel (IX-82/VIII-83) : 0,975 m<sup>3</sup> (20-25 ‰ supérieur à la moyenne);
- teneur moyenne en Ca<sup>++</sup> : 97,50 mg/l; Mg<sup>++</sup> : 5,89 mg/l = 103,39 mg/l;
- dissolution karstique/1000 ans : 68,84 mm (Corbel).

Une bonne partie de cette dissolution (80-85 ‰) a lieu dans la tranche supérieure (ZI) du karst. Ces chiffres ont des similitudes avec ceux qui ont été obtenus pour les zones de montagne moyenne tempérée en Europe.

Cette dissolution centrée surtout dans la tranche de surface/sub-surface, fait place à des conditions provoquant des processus morphogénétiques qui affectent le fragile équilibre pédogénèse-morphogénèse en montagne, et partant à la mise en valeur du sol (pâturage).

Le processus le plus visible est l'élimination du sol (et partant de la végétation) et l'apparition de la

roche en place (calcaire/lapiés). A l'origine de ce processus, il y a deux causes : une cause anthropique, l'exploitation de la hêtraie et l'excès de charge des troupeaux; et une cause naturelle : la dissolution et le soutirage par infiltration. Dans la partie supérieure du karst d'Aralar affleurent les calcaires jurassiques, fortement diaclasés et avec une bonne perméabilité. L'abondance des clastes calcaires dans cette zone, avec signes de corrosion crypto-karstique, est la preuve de ce processus. De plus, il y a d'abondants documents historiques qui parlent d'abattages d'arbres.

Il existe un deuxième processus relevant de la dynamique karstique : c'est l'enfoncement du sol par la formation et l'approfondissement des dolines. Au contact entre la formation wealdienne (non karstifiable) et les calcaires de faciès purbeckien, nous sommes en présence d'un processus parfaitement visible : l'enfoncement du sol en petites dolines (maximum 5 x 5m); ce phénomène est connu surtout par le berger qui connaît bien la région, et essaye d'éviter ces zones pour le bétail. L'intensité de dissolution dans la tranche de surface/sub-surface est sans doute l'origine du soutirage des particules fines du sol en profondeur. La surface affectée n'est pas importante, sauf dans le cas d'abattage des hêtres et l'apparition du lapié. En tout cas, ces processus ont une incidence claire dans le paysage et aussi dans la mise en valeur des sols.

### REMERCIEMENTS

Nous remercions le Prof. J. Nicod et l'E.R.A. n° 282 (Aix-en-Provence) pour leur aide lors de la mise au point de la méthodologie de ce travail.

### BIBLIOGRAPHIE

- EHRART, H., 1956. La genèse des sols en tant que phénomène géologique. Paris (Masson), 90 p.
- FEUILLEE, P. & RAT, P., 1971. Structures et paléogéographies pyrénéo-cantabriques. Paris (Editions Technip), 48 p.
- FLOQUET, M. & RAT, P., 1975. Un exemple d'interrelation entre socle, paléogéographie et structure dans l'arc pyrénéen basque : Aralar. *Revue de Géogr. phys. et de Géol. dynam.*, 17 : 487-512.
- FLOQUET, M., 1977. La Sierra d'Aralar, le support sédimentaire et l'architecture dans les paysages. *Munibe*, 29 : 167-194.