

RECHERCHES SUR LES REMPLISSAGES DETRITIQUES DES FISSURES DANS L'EXOKARST DU FLANC SUD DE LA SIERRA D'ALOÑA-AIZKORRI (ARANZAZU/OÑATI, PAYS BASQUE)

par

Juan Antonio GONZALEZ¹, Maria José ISTURITZ², Concha LOPEZ DE AZCONA³,
Maria Fernanda SANCHEZ GOÑI⁴ & Félix Maria UGARTE⁵

(5 figures et 6 tableaux)

RESUME.- Cet essai de reconstitution du paléoenvironnement de la Sierra d'Aloña-Aizkorri au Quaternaire supérieur s'appuie sur des analyses diverses : minéralogie des argiles, sédimentologie du matériel détritique et carbonaté, palynologie et datation $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$. L'étude a porté à la fois sur les sols et colluvions actuels et sur leurs débris piégés dans les fissures profondes épikarstiques ou exokarstiques. Celles-ci ont été plus ou moins tronquées par une ou plusieurs phases d'érosion pendant le Würm et le Tardiglaciaire, qui ont dû modifier sensiblement le relief dans lequel l'épikarst s'était formé. Des études sont encore nécessaires pour préciser l'âge et les processus des évolutions pédogénétiques et morphogénétiques des phénomènes observés.

ABSTRACT.- *Researches on the clastic fills of fissures in the exokarst of the southern flank of the Sierra of Aloña-Aizkorri (Basque Country).* This paper presents an attempt to interpretate the paleoenvironment of this country during the upper Quaternary by the detritic infilling of the exokarstic caves. Clay mineralogy, sedimentology of detrital and carbonatic material, palynological research and radiochronology were used on present soils, slope deposits and their remains reworked and sedimented in exokarstic cracks. During Würm or Tardiglacial times, most of them were truncated by erosion which modified the ancient morphology. However the exact chronology of these pedogenetic and cryoclastic evolutions remains to be found.

1 Dpto. de Geografía, Universidad Autónoma de Madrid, Espagne.

2 S.C. Aranzadi, Saint Sébastien, Espagne.

3 Dpto. de Geología Económica, C.S.I.C., Madrid, Espagne.

4 S.C. Aranzadi, Saint Sébastien, Espagne.

5 S.C. Aranzadi, Dpto. de Geografía, Universidad Autónoma de Madrid, Espagne.

Les fissures dont nous faisons mention se trouvent dans des affleurements de calcaire récifal de faciès urgonien (Aptien inférieur), qui sont intercalés dans des calcaires marneux de même âge (fig. 2).

Les affleurements de calcaire récifal (barres et lentilles de géométrie irrégulière) donnent lieu à des lapiés demi-couverts avec abondance de fissures de divers types : diaclases étroites et profondes (de moins de 20 m) et petites cavités de dissolution épikarstique (de moins de 5 m).

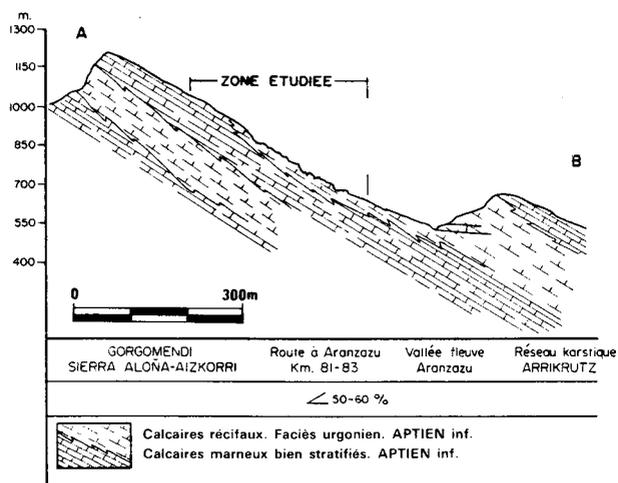


Fig. 2.- Coupe géologique de la zone étudiée.

II.- STRATIGRAPHIE DES REMPLISSAGES DES FISSURES ET FORMATIONS DETRITIQUES SUPERFICIELLES DANS LE SECTEUR ETUDIÉ

A.- FISSURES

1.- Fissure A (fig. 2 et 3)

Barre calcaire récifale dans la carrière de Kortakogain, diaclase de direction E-W, profondeur 14 m et largeur 1,50 m. Pente du versant dépassant 60 %.

Stratigraphie :

- Concrétions carbonatées pariétales tout au long de la fissure ;
- Remplissage hétérogène détritique avec des clastes de calcaire de type groize, quelques blocs, des restes de concrétions et une matrice fine abondante. Structure chaotique. Noyaux avec couleur et texture différenciées (échantillon : niv. -3,5 m / -5,5 m) ;
- Sol (décapé en partie) de faible épaisseur (< 0,30 m) sur la fissure (échantillon F).

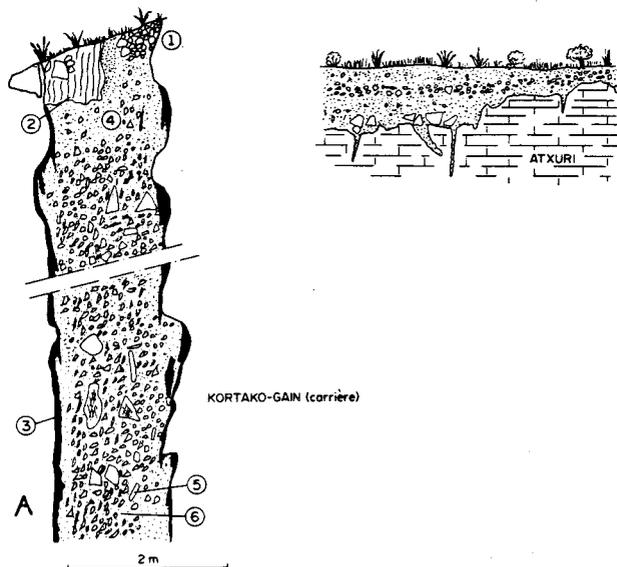


Fig. 3.- Coupe de la fissure A et de la colluvion d'Atxuri : 1. éboulis bréchifiés ; 2. concrétions pariétales ; 3. idem ; 4. groizes ; 5. concrétions ; 6. groizes.

2.- Fissure B

Située dans la même barre, mais à une altitude plus élevée (800 - 850 m), de faible profondeur (2 m), dans un lapié demi-couvert où nous avons trouvé des brèches bien cimentées avec des clastes de type groize sur le lapié.

Stratigraphie :

- Recouvrement partiel de la roche «*in situ*» par des concrétions carbonatées ;
- Remplissage détritique avec des restes de concrétions mélangés à des produits résiduels de la dissolution karstique, matrice limono-argileuse, couleur 5 YR 4/4 et 10 YR 7/3, noyaux avec couleur et texture différenciées ;
- Remplissage détritique (niv. sup.) limono-argileux, couleur 5 YR 5/4 ;
- Sol de texture limono-argileuse, couleur 7,5 YR ou 10 YR 4/4, de faible épaisseur (< 0,30 m).

3.- Fissure C

Située dans le lapié demi-couvert de Gomistegui, fissure de dissolution épikarstique (profondeur 5 m). Inclinaison du versant dans le secteur de plus ou moins 40 %. Fissure ouverte à l'exokarst par une petite ouverture (fig. 4 et 5).

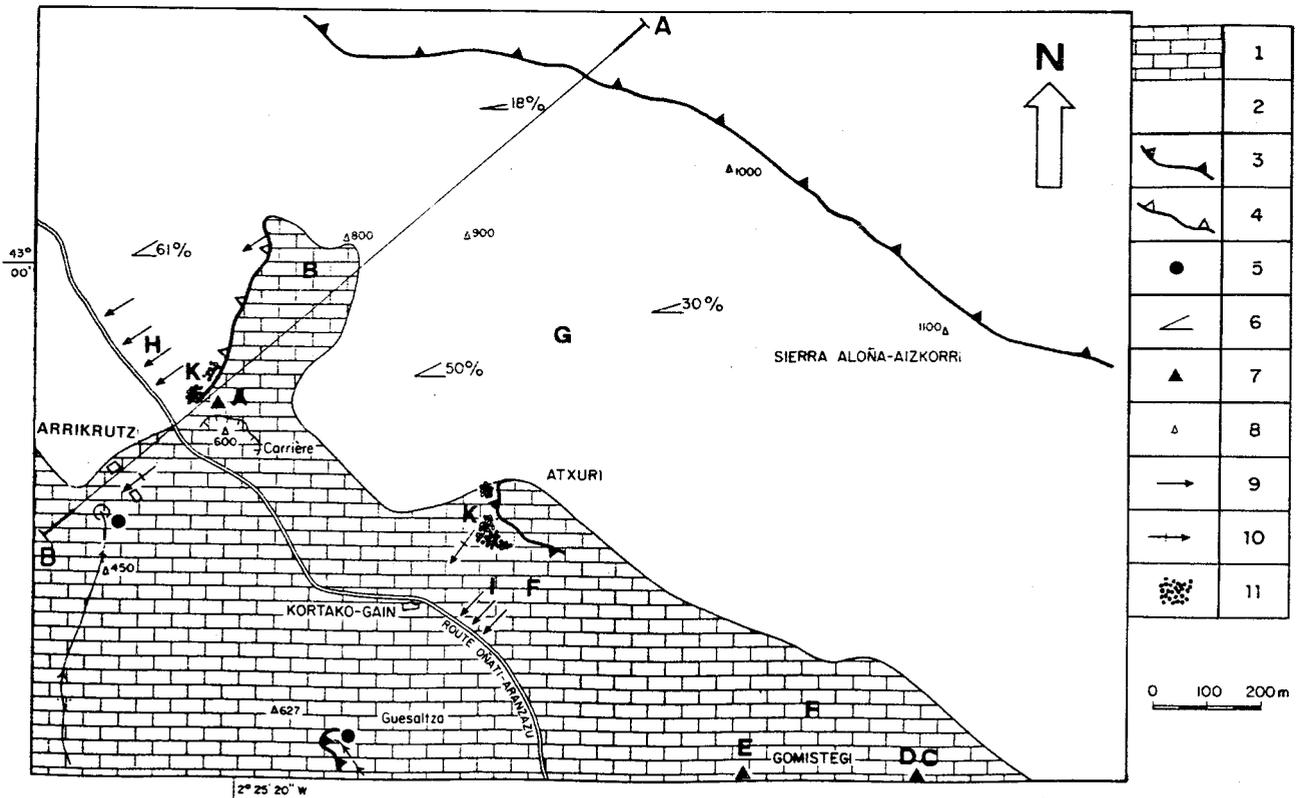


Fig. 4.- Carte géomorphologique : 1. calcaires récifaux ; 2. calcaires marneux ; 3. talus > 50 m ; 4. talus < 50 m ; 5. perte karstique de Guesaltza ; 6. valeur de la pente dans les versants (%) ; 7. fissures analysées (situation) ; 8. altitude ; 9. colluvion ; 10. éboulis en partie bréchifiés ; 11. éboulis actuels.

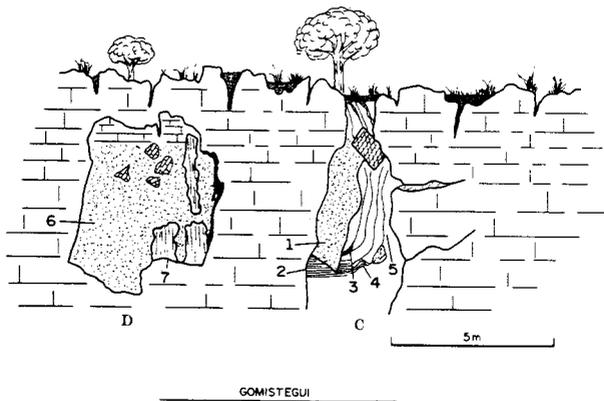


Fig. 5.- Coupe des fissures C et D : 1. remplissage limono-argileux ; 2. concrétion laminaire ; 3. concrétion, échantillon n° 83708 ; 4. stalagmite, échantillon n° 83706 ; 5. concrétion pariétale, échantillon n° 83704 ; 6. remplissage limono-argileux ; 7. concrétion pariétale.

Stratigraphie :

- Concrétions pariétales et stalactites sur la paroi de la roche en place, concrétions de type laminaire dans le fond de la fissure ;
- Remplissage de matériel détritifique limono-argileux homogène, contenant quelques concrétions nodulaires pulvérulentes de calcite ;

- Sol de faible épaisseur recouvrant la fissure (échantillon F).

Du point de vue de la minéralogie des argiles, dans le niveau b prédomine l'association I + Q, avec un cortège d'autres minéraux (Muscovite, Kaolinite, Orthose), qui apparaissent aussi dans les échantillons F et G ; ceci correspond aux caractéristiques des sols actuels. Pour la plupart des échantillons, nous pouvons envisager l'existence de minéraux hérités ; les traces d'altérations sont presque inexistantes, sauf celles qui ont été provoquées par les processus de lessivage (rubéfaction) et peut-être aussi par l'existence de niveaux d'oscillation phréatique.

4.- Fissure D

Située à côté de la précédente, profondeur 4 m, longueur 5 m, de genèse similaire.

Stratigraphie :

- Concrétions pariétales et stalactites recouvrant la roche en place ;
- Remplissage limono-argileux d'aspect homogène ;
- Sol de faible épaisseur sur la fissure (échantillon F).

5.- Fissure E

Plusieurs fissures du même type, situées dans le lapié demi-couvert de Gomistegui, de faible profondeur (< 2 m). Genèse : dissolution dans des diaclases (poches).

Stratigraphie :

- a) Remplissage détritique homogène limono-argileux, quelques clastes de calcaire récifal localement intégrés dans l'ensemble, avec signes de crypto-corrosion ;
- b) Sol de faible épaisseur (< 0,30 m) (échantillon F) développé sur le niveau précédent.

B.- DEPOTS DETRITIQUES SUPERFICIELS ET SOLS

1.- Echantillon F

Sol développé sur les affleurements de calcaire récifal (fissures et poches), sur la roche en place (avec signes de crypto-corrosion), en lapié demi-couvert, avec une épaisseur irrégulière quoique toujours inférieure à 0,50 m. Texture limono-argileuse, couleur 10 YR 5/6 et 4/4 (horizon non-humifère), avec abondance de M.O. (3.0 %), totalement décalcifié. Sol de type rendzine, régosol calcique.

2.- Echantillon G

Sol développé sur des affleurements de calcaires marneux. En général de faible épaisseur (< 0,50 m), de texture limono-argileuse, avec abondance de M.O. (2.5/7.0 %), couleur (horizon non-humifère) 10 YR 5/3, totalement décalcifié. Sol de type régosol calcique.

3.- Echantillon H

Colluvion située sous la barre de Kortako-gain (fig. 4), décrite par Ugarte *et al.* (1984). Niveau inférieur d'une épaisseur de plus ou moins 3 m (base non visible), formation de type groize avec clastes de calcaire marneux disposés en lits stratifiés. Niveau supérieur : chenaux et signes d'érosion entre les deux niveaux, formation colluvionnaire constituée par des clastes et blocs de calcaire récifal avec quelques secteurs bréchifiés ; matrice abondante. Le niveau inférieur disparaît au voisinage de la barre récifale.

4.- Echantillon I

Colluvion au pied d'Atxuri. Elle occupe la partie basale du talus (fig. 4), son épaisseur reste faible (< 1,00 m) et irrégulière. Elle est formée par des clastes hétérométriques de calcaire récifal avec matrice fine abondante, couleur 5 YR 4/6.

5.- Echantillon K

Eboulis sub-actuels à Atxuri et Kortako-gain. Ils occupent une extension très limitée (fig. 4) au pied des talus d'Atxuri et de la barre de Kortako-gain ; leur épaisseur semble faible (1,00 à 2,00 m). Les éléments détritiques sont formés par du calcaire récifal de taille hétérométrique et les caractéristiques granulométriques sont similaires à celles du niveau supérieur de l'échantillon H :

	ATXURI	KORTAKO-GAIN		
	actuel	H (sup.)		Dépôt de surface actuel
Médiane (cm)	7,0	6,0	6,5	7,5
Centile (cm)	100,0	60,0	200,0	100,0

III.- CARACTERISATION DES FISSURES ET DES FORMATIONS DETRITIQUES SUPERFICIELLES — LEURS RAPPORTS CHRONO-STRATIGRAPHIQUES

(tabl. 1 à 6, *in fine*)

A.- LES FISSURES

1. Les fissures peuvent être différenciées en quatre types en fonction des données analytiques obtenues :

- a) Fissures avec remplissages polygéniques et longue évolution : fissure de type A ;
- b) Fissures de faible profondeur, avec remplissage originel décapé en partie : fissure de type B ;
- c) Fissures d'évolution récente en surface, d'origine épikarstique, avec un remplissage autochtone : fissures de type C et D ;
- d) Fissures de développement récent, avec remplissage originel en place : fissure E.

2. L'information fournie par les analyses sédimentologiques et minéralogiques (argiles) nous indique que la fissure de type A a été influencée par des événements divers dès le commencement du rem-

plissage. Les concrétions qui couvrent les parois ont été datées par $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ (C.E.R.A.K., 1985) (1) de 123 900 BP (+ 35 000, - 25 000), ce qui correspond à l'interglaciaire Riss-Würm, à une époque donc où la fissure se développait comme une cavité épikarstique sans aucun type de remplissage détritique à l'intérieur (fig. 3). Ces données s'accordent avec celles fournies par Sorriaux (1982) pour une cavité dans les Pyrénées Ariégoises et par Quinif et Maire (1986) pour la Pierre Saint Martin (Pyrénées occidentales). Postérieurement, durant quelques phases rhexistasiques du Würm, à la suite de l'ablation des niveaux supérieurs exokarstiques, cette cavité affleure en surface et se transforme en fissure de lapié, liée de ce fait à la dynamique morphogénique de l'extérieur.

Au vu des analyses réalisées, les caractéristiques sédimentologiques du remplissage, sans doute polychronique et polychronique, indiquent l'existence d'une phase de dynamique érosive. La discontinuité stratigraphique entre les niveaux inférieurs et supérieurs à 5,50 m est claire ; dans certains cas, elle peut être de caractère érosif (lacune d'érosion : Campy, 1985), dans d'autres cas (noyaux de couleur et texture différentes), elle peut être la conséquence de remaniements internes (Paquet, 1969 ; Lamouroux, 1972). Ceci rend très difficile la construction d'une échelle chronostratigraphique précise (Campy, 1985).

Du point de vue sédimentologique, les niveaux moyens et supérieurs (5,50 m) sont similaires aux matériaux qui forment les colluvions H ; ceci nous indique l'existence d'une phase morphogénétique importante, avec rupture d'équilibre des versants (phytostabilité), qui a affecté toute la zone et qui correspond au Würm ou au Tardiglaciaire (sans pouvoir préciser encore). Les données palynologiques (tabl. 5) corroborent en partie ces changements d'ambiance bio-climatique, quoique ces données ne soient pas déterminantes étant donné la faiblesse de l'échantillonnage réalisé et le manque d'éléments comparatifs dans la zone (Sanchez-Goni & Isturitz, 1986) ; de toute manière, les résultats semblent indiquer l'existence d'un climat non excessivement rigoureux.

Les minéraux de la fraction globale (tabl. 4) sont caractérisés par une association I + Q majoritaire, héritée de la roche encaissante, et par l'existence de calcite comme faciès d'altération.

3. Les fissures de type B situées dans des positions géomorphologiques similaires aux précédentes, quoique à une altitude supérieure (fig. 2 et 4), ont une faible profondeur. Pour cette raison, elles ont été particulièrement décapées et la structure stratigraphique, qui apparaît dans les fissures précédentes, n'est pas observable.

Des phases d'intense morphogenèse ont nettoyé de manière partielle le remplissage détritique ; seules subsistent les concrétions basales, qui ont été recouvertes ultérieurement par les sédiments fins résiduels de l'altération sur place et par les sols. Le matériel de type groize reste en petits lambeaux bréchifiés sur le lapié.

4. Les fissures de type C et D, situées dans le lapié demi-couvert de Gomistegui (fig. 4 et 5), présentent des caractéristiques très différentes de celles que nous venons de décrire.

L'absence de pollen et l'homogénéité du remplissage du point de vue sédimentologique nous permettent de parler d'une évolution «*in situ*» sans rapport avec la dynamique morphogénétique de l'extérieur (Lamouroux, 1972). Ces fissures ont évolué comme cavités situées dans la zone épikarstique jusqu'à une période récente (Tardiglaciaire-Holocène), époque à laquelle elles sont alors entrées en contact avec l'exokarst en raison de l'ablation karstique (68-84 mm/1 000 ans selon un calcul théorique ; Ugarte & Ugalde, 1985). La circulation subsuperficielle de l'eau a été parfois importante au vu des niveaux de concrétion laminaire (micrite) qui se trouvent dans le fond de la fissure C.

5. Les fissures de type E présentent une taille variable en général, avec des profondeurs inférieures à 5 m et sont situées dans la zone de Gomistegui (fig. 4). Leur stratigraphie est simple et témoigne d'un développement récent, sans concrétions sur les parois et avec un dépôt de matériel détritique homogène d'origine autochtone. Dans certaines fissures, il est possible de trouver des clastes de calcaire récifal, enrobés dans la matrice, avec des signes évidents de crypto-corrosion.

B.- LES FORMATIONS DETRITIQUES SUPERFICIELLES

De la même manière que les fissures, nous pouvons différencier les formations détritiques de surface et les sols en fonction de leurs caractéristiques

(1) Résultat isotopique et âge de la concrétion pariétale :

U (p.p.m.)	$^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$	$^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$	$^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$	$^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$
0,193	1,279	0,704	3,55	1,396

sédimentologiques et stratigraphiques en vue de construire un schéma d'évolution chronologique relative :

1. Colluvions de type groize (H) situées à côté de la barre de Kortako-gain (fig. 4) ; il en existe plusieurs de ce type dans la région, mais toujours liées à une topographie très raide (Ugarte *et al.*, 1984).

Elles ont été attribuées à des phases rhexistasi-ques de type périglaciaire et peuvent être considérées comme concomitantes au niveau supérieur du remplissage de la fissure A. Leur âge n'est pas encore fixé, mais semble pouvoir se situer dans une phase würmienne ou tardiglaciaire.

2. Colluvions et éboulis (dépôts K et I) au pied des talus (fig. 4) et sols actuels (F et G) sur le lapié (calcaire récifal) et sur les affleurements de calcaire marneux.

Ce sont des formations d'âge récent. Toutefois, la colluvion d'Atxuri (I) pourrait être considérée comme le résultat d'une évolution «*in situ*» par la dissolution des clastes ou de produits résiduels d'anciennes formations d'éboulis qui aurait produit la matrice fine.

Les éboulis (dépôt K) auraient un âge holocène et leur formation aurait eu lieu pendant de petites phases froides (Petit Age Glaciaire ou épisodes antérieurs) étant donné qu'actuellement les conditions climatiques de la zone ne permettent pas le développement de ce type de dépôt (Ugarte *et al.*, 1984) ou, en tout cas, n'en permettent qu'un développement limité (fragmentation et chute par gravité ou cryoclastisme mineur).

IV.- CONCLUSIONS

A.- Les fissures analysées affectent un calcaire récifal marqué, lui aussi, par un lapié demi-couvert ; les affleurements de calcaire marneux sont toujours couverts d'un sol peu épais, donnant lieu à un lapié couvert avec des formes peu développées. Les fissures ont des origines diverses : cavités épikarstiques, poches de lapié.

B.- Pendant l'Eemien (Riss-Würm), une bonne partie de ces fissures fonctionnaient comme cavités épikarstiques et étaient libres de sédiments ; l'entourage micro-climatique ainsi que le climat régional favorisaient la formation de concrétions carbonatées. Des concrétions de ce type existent dans la plupart des fissures profondes de la zone étudiée.

C.- Les fissures de grande profondeur ont conservé une bonne partie de leurs dépôts détrit-

ques et chimiques, témoins de processus passés, tandis que les fissures peu profondes ont été partiellement décapées.

D.- L'évolution morphogénétique subie par les affleurements calcaires pendant le Würm et le Tardiglaciaire a produit (entre autres processus) l'ablation d'une importante tranche de l'exokarst, mettant en surface certaines cavités épikarstiques et rendant possible leur remplissage par du matériel détritique mis en mouvement par la dynamique morphogénétique extérieure. La fissure A montre l'évolution partielle subie par ce secteur après son apparition en surface : une phase importante de crise rhexistasi-que (rupture de concrétions, remplissage avec éléments de type groize), qui se raccorde probablement avec le moment de formation de la colluvion H (niveau supérieur). Les fissures C et D, ouvertes à l'exokarst à une époque récente, se sont d'abord développées de manière autonome sans contact avec la morphodynamique externe.

E.- La caractérisation minéralogique des argiles révèle dans la composition des dépôts la présence d'un fort pourcentage de minéraux hérités de la roche encaissante. Ceci nous amène à considérer ces remplissages comme d'origine assez récente ; ces dépôts n'ont donc subi que peu d'altérations (sauf peut-être une rubéfaction) telles que celles provoquées par des climats différents de ceux qui ont pu affecter cette zone à partir du Würm.

F.- La barre de Kortako-gain, où se situent les fissures A et B, a subi une importante évolution géomorphologique en rapport avec son environnement. Actuellement, elle se trouve dans une position topographique dominante avec ses flancs dans le versant. Une telle position durant le Würm n'aurait pas permis de conserver les remplissages observés. Il faut donc envisager une paléotopographie sensiblement différente de l'actuelle.

G.- Les caractéristiques climatiques postérieures au Tardiglaciaire ont permis la formation sur les versants de sols peu évolués du point de vue pédologique ; d'un autre côté, les processus érosifs sont faibles et bien localisés et ils ont produit une ablation karstique et une érosion mécanique au pied des talus de calcaire récifal.

Pour l'instant, nous ne connaissons ni l'âge du début des processus pédogénétiques ni celui des processus cryoclastiques qui ont fourni les dépôts d'éboulis actuels et subactuels. Ce sont là des problèmes qui restent à résoudre et qui permettront de connaître mieux encore l'évolution récente du paysage dans la région étudiée.

Tableau 1.- Données sédimentologiques

Texture (%)

Echantillon	Fraction > 2 mm \varnothing	Sables G. 2000-500 μm	Sables M. 500-200 μm	Sables F. 200-60 μm	Fraction < 60 μm	Couleur Munsell	CaCO ₃ %
Fissure A. Niv. - 1 m	> 80	6.10	4.83	18.30	70.76	7.5YR 6/4	.
Fissure A. Niv. - 3.5 m	> 80	11.33	8.56	26.24	53.86	5YR 5/4	.
Fissure A. Niv. - 5.5 m	> 80	14.93	6.94	17.69	60.43	10YR 7/3	.
Fissure A. Niv. - 9.0 m	> 60	0.02	0.70	9.90	89.38	5YR 5/4	.
Fissure C.	—	0.12	0.20	3.95	95.73	5YR 4/4	—
Fissure D. Niv. sup.	< 2	1.45	0.65	8.00	89.90	5YR 5/6,4	—
Fissure D. Niv. inf.	< 1	0.95	0.45	8.20	90.40	7.5YR 5/6,8	—
Fissure D. Niv. inf.	—	1.10	0.90	14.70	83.30	7.5YR 5/6	—
Sol actuel G	—	0.20	0.30	7.30	92.20	10YR 5/3	—
Sol actuel F	—	0.40	0.30	8.40	90.90	10YR 5/6	—
Idem (Gomist.) F	—	1.00	0.70	8.40	89.90	10YR 4/4	—
Groizes (niv. sup.) H	> 80	9.91	5.39	15.07	69.62	7.5YR 6/4	.
Groizes (niv. inf.) H	> 80	23.91	7.04	14.27	54.77	10YR 7/2	.

* Plus de 10 % de CaCO₃Tableau 2.- Morphoscopie des sables (250-500 μm).

Echantillon	%	Quartz	%	Autres minéraux
Fissure A. Niv. - 1.0 m	10	Grain détritique anguleux	90	Calcite (restes de concrétions) ; 10 % agrégats (argile + oxydes, ...)
Fissure A. Niv. - 3.5 m	10	Idem	90	20 % Calcite (idem. ant.) ; 70 % agrégats
Fissure A. Niv. - 5.5 m	1	Idem	> 90	Calcite (tubulaire, restes de concrét.)
Fissure A. Niv. - 9.0 m	80	Grain détritique ang. ; Q. de néogène en baguettes bypiram.	20	Agrégats (argile + oxydes + autres)
Fissure C.	70	Idem	30	25 % Calcite (restes de concrétions) ; 5 % agrégats
Fissure D. Niv. sup.	70	Idem	30	Idem
Fissure D. Niv. inf.	70	Idem	30	Idem
Sol actuel G	90	Grain détritique ang. + Q. néog. en baguettes bypiram.	10	Agrégats (argile + oxydes + autres)
Sol actuel F	90	Idem	10	Idem
Groizes. Niv. sup. H	< 10	Grain détritique	> 90	60 % Calcite ; 30 % agrégats
Groizes. Niv. inf. H	< 10	Idem	> 90	Idem

Tableau 3.- Composition minéralogique (roches calcaires et concrétions).

Echantillon	Calcite	Quartz	Illite
Kortako-gain. Concrétion pariétale n° 83703. Fis. A	+++		t
Fissure C. Concrétion pariétale n° 83704	+++		t
Fissure C. Concrétion laminaire n° 83705	+++		
Fissure C. Stalactite n° 83706	+++	+	
Fissure A. Stalactite n° 83707	+++		
Fissure C. Concrétion pariétale n° 83708	+++	t	
Calcaire récifal n° 83709	+++		
Calcaire mameux n° 83710	+++	+	

(+++) Abondant ; (+) Rare ; (t) Traces.

Tableau 4.- Composition minéralogique (fraction globale < 0.15 mm).

Echantillon	Quartz	Calcite	Illite	Chlorite	Muscovite	Orthoclase	Kaolinite	Hydroxide alum.
Fissure A. - 1m	+++	+++	++					
Fissure A. - 3.5 m	+++	+++	++					
Fissure A. - 5.5 m	+	+++	+					
Fissure C.	++	t	++	+	t	++	t	t
Fissure D.	+	t	+++		+	+	t	t
Coll. Atxuri I	+++		++		++		+	
Sol sur calc. récifal F	+++	t	+	+	t	t	t	t
Sol sur calc. marneux G	+++	t	++	+	t	t	t	t

(+++) Dominant; (++) Fréquent; (+) Rare; (t) Traces.

Tableau 5.- Analyse pollinique. (x) Les pourcentages des divers taxons arboréens et herbacés sont calculés par rapport au total pollinique. (xx) Les pourcentages des Filicales, Polypodium et Hystrichosphères sont calculés par rapport au total sporopollinique.

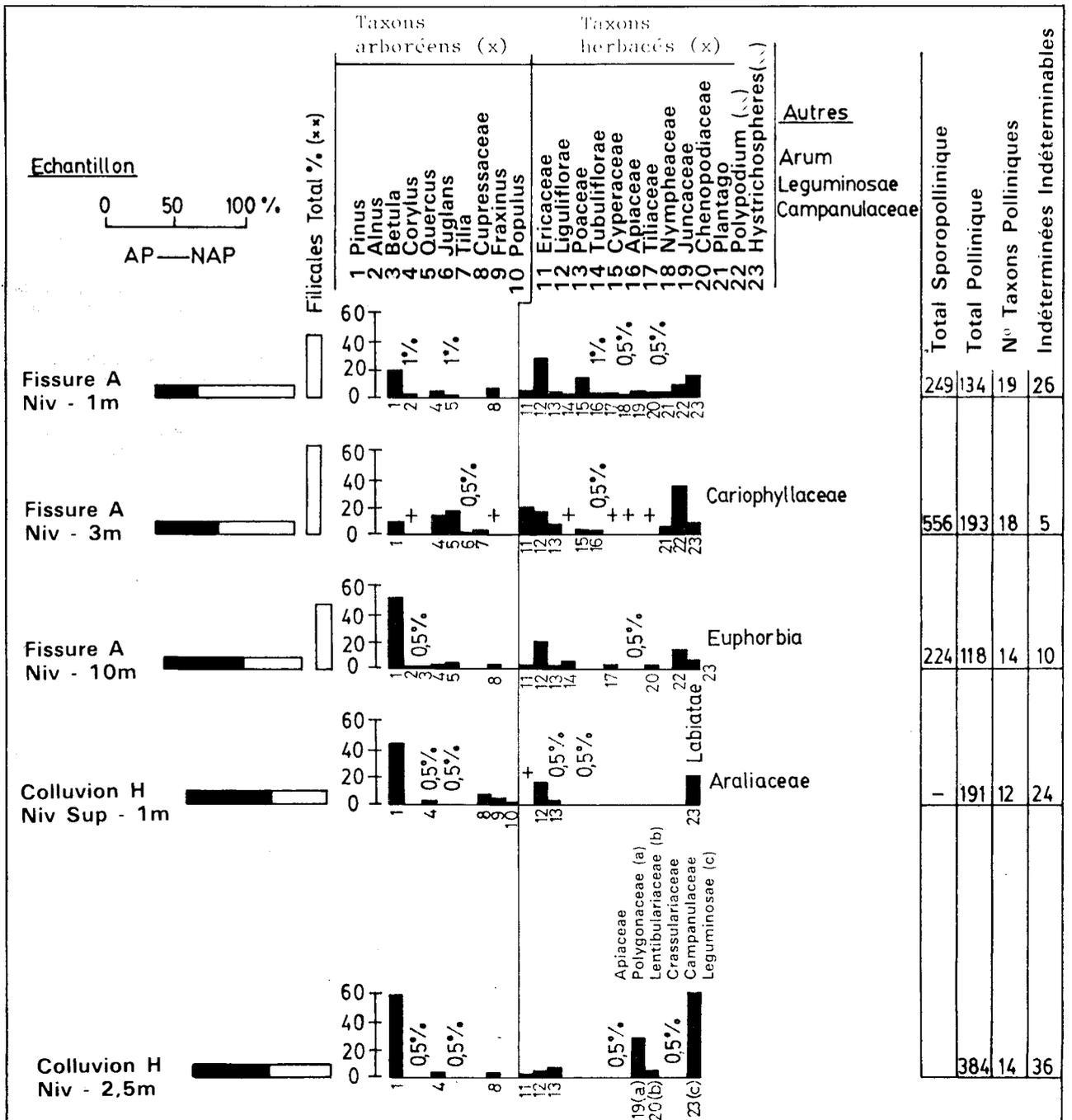


Tableau 6. - Composition minéralogique des éléments résiduels (calcaires et concrétions).

Echantillon	Mica	Kaolinite	Smectite	Palygorskite	Goethite
Fissure A. Concrétion pariétale n° 83703	+	+			+
Fissure C. Concrétion pariétale n° 83704	+	+			
Fissure C. Concrétion laminaire n° 83705	+	+	t		
Fissure C. Stalactite n° 83706	t				
Fissure A. Stalactite n° 83707	+			+	
Fissure C. Concrétion pariétale n° 83708	+	+	t		
Calcaire récifal n° 83709		+		t	
Calcaire marneux n° 83710	+				+

(+) Abondant ; (t) Traces.

BIBLIOGRAPHIE

CAMPY, M., 1985.- Continuités et discontinuités sédimentaires dans les sites archéologiques de porches de grottes : implications sur les séquences palynologiques correspondantes. *Palynologie archéologique. Actes des Journées des 25-26-27 janvier 1984*, Editions du C.N.R.S., 227-244.

IGME, 1975.- *Mapa Geológico de España*. Serie Magna, Hoja n° 88.

IGME, 1978.- *Mapa Geológico de España*. Serie Magna, Hoja n° 113.

LAMOUROUX, M., 1972.- Etude de sols formés sur roches carbonatées. *Mém. ORSTOM*, Paris, n° 56 : 261 p.

PAQUET, H., 1969.- *Evolution géochimique des minéraux argileux dans les altérations et les sols des climats méditerranéens et tropicaux à saisons contrastées*. Thèse Fac. Sciences, Univ. Strasbourg : 348 p.

QUINIF, Y. & MAIRE, R., 1986.- Etudes sédimentologiques et datations radiométriques dans le Gouffre de la Pierre Saint Martin (Pyrénées, France) : Contribution à l'étude du quaternaire pyrénéen. *Actes IXe Congr. Intern. Espeleologia*, Vol. I : 294-296.

RAT, P., 1959.- *Les pays crétacés basco-cantabriques*. P.U.F., Thèse Fac. Sciences, Univ. Dijon.

SANCHEZ GOÑI, M.F. & ISTURITZ, M.J., 1986.- Estudios de palinología Cuaternaria del País Vasco. *VI Simposio Palinología (A.P.L.E.)*, Fac. Ciencias, Univ. Salamanca.

SORRIAU, P., 1982.- *Contribution à l'étude de la sédimentation en milieu karstique. Le système de Niaux-Lombrives-Sabart (Pyrénées Ariégeoises)*. Thèse 3ème Cycle, Univ. P. Sabatier, Toulouse.

UGARTE, F.M., 1985.- *Recherches géomorphologiques dans la Sierra d'Aralar (Pays Basque)*. Thèse 3ème Cycle, Inst. Géographie, Univ. Aix-Marseille II.

UGARTE, F.M., GONZALEZ, J.A. & ALONSO, F., 1984.- Accumulaciones detríticas cuaternarias en el valle del río Oñati (Guipúzcoa). *MUNIBE*, 36 : 65-91.

UGARTE, F.M. & UGALDE, T., 1985.- La dynamique karstique actuelle à Aralar-mendi (moyenne montagne basco-cantabrique). *Ann. Soc. Géol. Belgique*, 108 : 221-224.