

Fig. 2 – L'abri sous roche de Tanay (Vouvry VS). – PHOTO URS LEUZINGER

# La dynamique de mise en place et l'évolution du remplissage de l'abri sous roche Sur-les-Creux à Tanay (Vouvry VS)

par Luc Brailard

Bull. Murithienne 118: 41-58



La fouille de l'abri de Tanay (Vouvry VS). Été 1987.

PHOTO PHILIPPE CURDY

## ZUSAMMENFASSUNG

### Die Entstehung des Ablagerungen im Abri Sur-les-Creux in Tanay (Vouvry, VS)

Untersucht werde das Felsunterstands Sur-les-Creux (Wallis, Schweiz) in den Voralpen des Chablais, welche Artefakte des alpinen Paläolithikums (Moustérien) wie auch Fragmente von Wildfauna enthält. Dabei geht es sowohl um die Entstehung wie auch um die postsedimentäre Entwicklung des Ablagerungen.

Die zur Anwendung gelangten Methoden (Geochemie, Sedimentologie, Mikromorphologie) weisen die Zufuhr von durch den Karst verfrachteten Gesteinselementen nach, welche – neben den Kryoklasten – einen Teil der Sedimente bilden. Im übrigen scheint auch die eher ungewöhnlich gute Rundung der Kalkelemente auf die Verfrachtung im Karst zurückzuführen zu sein.

Schicht 3, welche Steinartefakte enthält, stellt einen Reduktionshorizont dar. Die starke Vermischung der Ablagerungen wird dem Höhlenbär bzw. dessen Tätigkeit beim Graben des Winterplatzes zugeschrieben. Die Phosphate, welche das Sediment durchdringen, dürften von tierischen Exkrementen (Koprolithen) herkommen.

Schlüsselmönten: Koprolith, Karst, Mikromorphologie, Phosphat, Vouvry, Valais.

## RÉSUMÉ

### La dynamique de mise en place et l'évolution du remplissage de l'abri sous roche Sur-les-Creux à Tanay (Vouvry, VS)

Le remplissage de l'abri sous roche Sur-les-Creux (VS, Suisse), situé dans les Préalpes du Chablais, et contenant des artefacts du Paléolithique alpin (Moustérien) ainsi que des fragments de faune sauvage, est ici étudié tant du point de vue de sa mise en place que de son évolution.

Les différentes approches mises en œuvre (géochemie, sédimentologie et micromorphologie) mettent en évidence l'apport karstique d'éléments allochtones qui forment, à côté des cryoclastes, une partie du remplissage. Par ailleurs, l'excellent arrondi des éléments calcaires (inhabituel dans un tel environnement de dépôt) découlerait également du transport dans des conduits karstiques.

La couche 3, qui contient le matériel lithique, constitue un niveau de réduction. L'intense brassage du sédiment est attribué aux ours des cavernes, lors du creusement de tanières d'hibernation. Des déjections animales (coprolithes) seraient quant à elles à l'origine des phosphates qui imprègnent la matrice.

Mots clés: Coprolithes, karst, micromorphologie, phosphates, moustérien, Vouvry, Valais.

<sup>1</sup> Chemin de Fontanoux 10, 1632 Riaz

## SITUATION GÉOGRAPHIQUE ET GÉOLOGIQUE

L'abri sous-roche Sur-les-Creux se situe à 1,5 km au nord-ouest du hameau de Tanay (fig. 2 et 3), dans la nappe des Préalpes Médiannes, plus précisément sur le flanc nord du synclinal de Tanay, dont le lac du même nom occupe le fond. La région a été cartographiée par BADOUX & al. (1960). Les vicissitudes de la sédimentation marine, du Trias jusqu'au Crétacé, font de cette région une zone intermédiaire entre les Préalpes Médiannes Plastiques au sens strict et la nappe des Préalpes Médiannes Rigides. Si le style tectonique (succession d'anticlinaux et de synclinaux) la rattache sans conteste aux premières, la série stratigraphique est quant à elle plus proche des secondes (lacunes du Dogger et du Crétacé p.p.). La figure 3 donne une vision simplifiée de la série stratigraphique des abords du site.

Le Trias n'est pas présent aux environs immédiats de l'abri. Il affleure 2 km à l'W, au dessus du lac de Lovenex, sous forme de cornieules (Carnien) et de calcaires dolomitiques (Norien).



Figure 1 – Situation géographique. – DESSIN ARIA, SION: ISABELLE DE MEURON

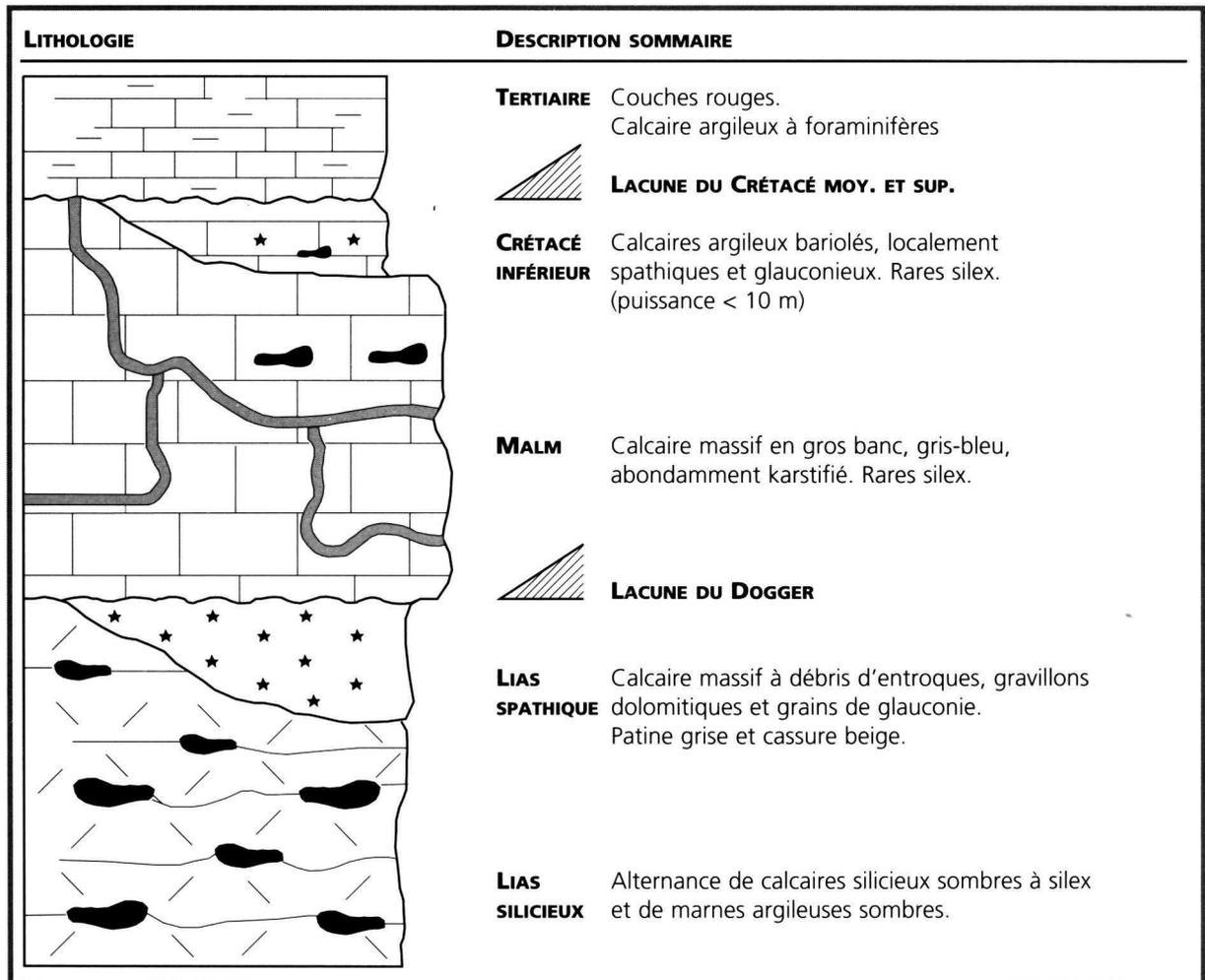


Figure 3 – Stratigraphie simplifiée du flanc Nord du synclinal de Tanay.

Le **Lias** peut être divisé en Lias siliceux à la base et spathique au sommet. C'est dans le premier qu'abondent particulièrement les silex. Il affleure au NW de l'abri-sous-roche, entre le Mont Guardy et les Jumelles.

Les calcaires massifs du **Malm** forment l'ossature de toute la chaîne. Ils constituent la falaise qui surplombe le site. Celle-ci résulte certainement d'un réseau de failles tectoniques E-W qui parcourent la région. Ils sont abondamment karstifiés, tant en profondeur (nombreuses grottes et galeries) qu'en surface (lapiasz). Ils se caractérisent par leur patine gris-bleu et l'absence de toute stratification. A l'endroit de l'abri, le microfaciès varie entre une oosparite (texture de grainstone) et une oobiomicrite (wackestone); ils sont beiges à la cassure et jamais détritiques (absence de micas ou de quartz).

Les **Couches Rouges** succèdent au Malm. Dans la Région de Taney, elles sont d'âge Tertiaire et composées de calcaires argileux roses à rouges. Elles sont présentes 150 mètres au Nord du site, au profit d'un petit repli synclinal modelé dans le flanc Nord du synclinal principal. Signalons encore une particularité: sur l'ensemble de la feuille Monthey, le **Crétacé** inférieur n'affleure qu'en un seul endroit, 300 mètres au NW de l'abri.

Éboulis et cônes d'éboulis, éboulements, cônes de déjection et moraines locales constituent les dépôts **quaternaires**. Alors que les premiers se développent au pied des falaises du Malm, la moraine tapisse le fond de la vallée (Plan Villémoud, Vieux chalets de Loz). L'altitude maximale du glacier rhodanien devait se situer vers 1600 m (BADOUX *et al.*, 1960); on doit donc trouver un autre agent de transport, très certainement anthropique, pour tous les éléments cristallins et autres variétés lithologiques allochtones (autres que la série stratigraphique de la figure 2 et d'un diamètre supérieur à 2 mm) présents dans le profil de l'abri. Celui-ci se trouve à 1860 m, niché dans la falaise du Malm qui forme un léger promontoire; d'orientation plein Sud, il est bordé à l'E et l'W par deux cônes d'éboulis actifs. Contrairement à la plupart des autres cavités voisines, aucun conduit karstique, en connexion avec l'abri, n'est visible actuellement. Il est toutefois probable qu'il en existe un, aujourd'hui caché par les dépôts qui colmatent l'abri.

Le remplissage de l'abri, d'une puissance de 60 à 80 cm est constitué de 4 couches principales, dont les éléments, calcaires, sont majoritairement arrondis (**fig. 4**).

Les fouilles archéologiques ont livré douze artefacts (lithiques et organiques), ainsi que des dents et os d'ours des cavernes, de bouquetin, de chamois et de renne. Présents du sommet à la base, le matériel osseux et les dents sont en plus grande proportion dans la couche 3. Les artefacts proviennent également de cette même couche (PRAZ *et al.*, 2000).

## ETAT DU PROBLÈME

La problématique à laquelle tente de répondre cette étude peut se résumer ainsi:

- Quelle est l'origine des dépôts qui colmatent l'abri?
- D'où provient l'arrondi des éléments calcaires?
- Le remplissage a-t-il été perturbé après sa mise en place?
- Qu'en est-il de la couche 3: véritable niveau d'occupation ou dépôt secondaire?

## STRATIGRAPHIE DU PROFIL

### DESCRIPTION MACROSCOPIQUE

Cette description reprend la subdivision en quatre couches (**C1 à C4**) établie lors de la fouille de 1999. Elle est suivie d'une première **interprétation de terrain**.

**C1**: se subdivise en deux:

**Le sommet** est un silt brun foncé, humifère, à structure grumeleuse, aéré. Il contient des gravillons, graviers et rares cailloux (max.: 10 cm) anguleux et peu altérés. Les éléments aplatis, disposés horizontalement, créent une amorce de stratification. Nombreuses racines actuelles d'épinards sauvages. Réaction à l'HCl (matrice) faible à absente.

**Rendzine qui contient des éléments calcaires anguleux en provenance directe du toit de l'abri (cryoclastes?).**

**La base** est constituée de cailloux (max.: 20 cm) et rares graviers calcaires sub-arrondis à sub-anguleux, dans une matrice (~40%) de couleur brun-gris clair, légèrement moins humifère qu'au-dessus. Pas de véritable stratification mais les éléments aplatis sont disposés horizontalement. La matrice réagit faiblement à l'HCl. Les éléments (~60 %) sont plus altérés que ceux du sommet de **C1**, et de façon plus marquée sur leur face supérieure.

**La corrosion plus forte sur le sommet des éléments indique une altération in situ.**

**C2: graviers** (moy.: 4-5 cm) et rares cailloux arrondis et altérés dans une matrice silto-argileuse brun clair-jaune. Lentille à stratification horizontale en pile d'assiettes, surtout dans le mètre 1. Forte réaction de la matrice à l'HCl. (~60 % d'éléments et 40 % de matrice).

**La stratification et le bon tri des éléments parlent en faveur d'un dépôt fluviatile, d'origine karstique.**

**C3: graviers et gravillons**, arrondis et altérés (surtout sur la partie supérieure). Éléments assez bien calibrés (moy.: 3-4 cm) mais peu à pas stratifiés. ~35 % d'éléments, non jointifs, dans une matrice (~65 %) compacte, silto-argileuse, de couleur brun clair-jaune. Forte réaction à l'HCl.

**C4: Silt très argileux**, jaune-orange, très compact et non structuré. Il contient de rares petits graviers et gravillons altérés. Épaisse de quelques centimètres seulement, cette couche colmate les irrégularités du substratum. Forte réaction à l'HCl.

**«Terra fusca» (sédiment mixte composé en par-**



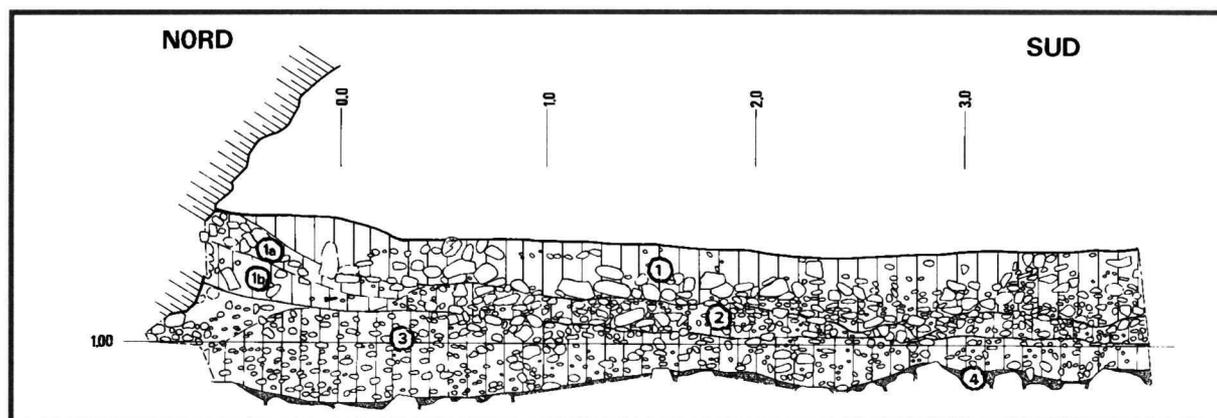


Figure 4 – Coupe stratigraphique est. – DESSIN URS LEUZINGER

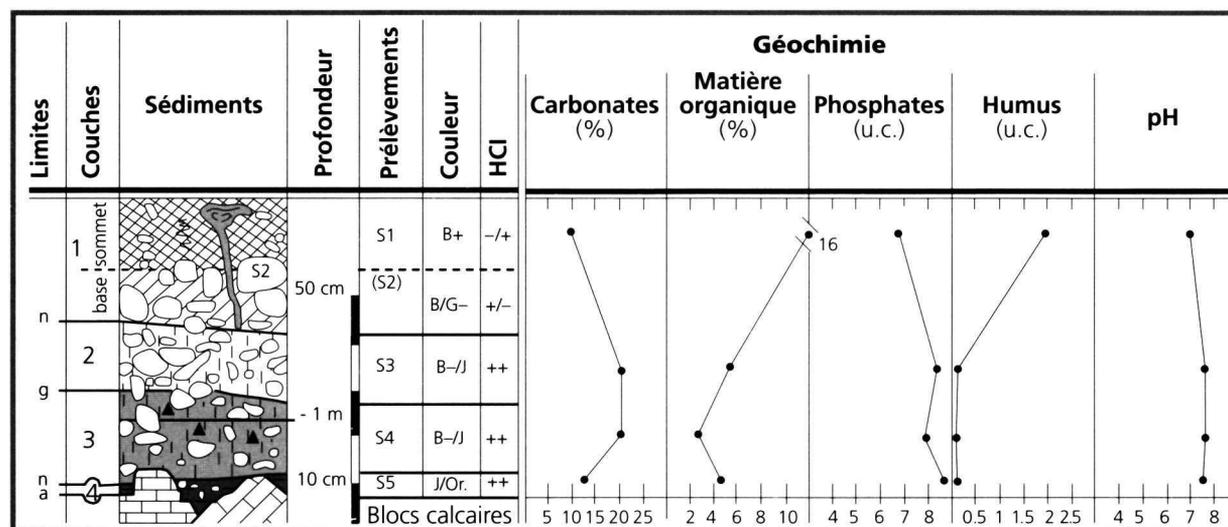


Figure 5 – Stratigraphie et géochimie du remplissage de l'abri sous roche Sur-les-Creux (Vouvry, VS). Altitude: Fil à -100 cm; coupe N-S; sondage 1999. Echantillonnage au 23. 09. 99. Portion représentée: mètres: 1.5 à 1.85

tie d'argiles de décarbonatation). Eventuelle trace d'un ancien horizon illuvial de sol (Bt).

**Le substratum** est constitué de blocs de Malm. Bien que très altérés (idem à l'état d'altération des couches 3 et 4) ils sont sub-anguleux. D'autre part, ils ne présentent pas de microrelief karstique, comme c'est le cas de toutes les roches affleurantes actuellement.

*Il s'agit certainement d'un niveau de blocs d'effondrement, lequel passe rapidement au calcaire en place, si l'on se fie à sa position sur l'aplomb, au Sud.*

### GÉOMÉTRIE DES COUCHES

Les couches, dont les limites sont nettes à diffuses (à l'exception du contact abrupt C3/C4), sont globalement horizontales avec un léger pendage en direction du Sud. La couche 3 s'épaissit considérablement du Sud vers le Nord.

Tout au Nord (mètres 0 et -1) 3 nouvelles couches

apparaissent, de pendage également vers le Sud. Plus sableuses et stratifiées, elles semblent contemporaines aux couches 2 et 3. Un concrétionnement calcaire apparaît et se développe en direction de la paroi, bordée de vides; cette partie du profil demeure humide.

*Toutes ces indications parlent en faveur d'un apport de sédiment depuis le Nord, par un ancien conduit karstique aujourd'hui colmaté.*

### PRÉLÈVEMENTS ET ANALYSES

Quatre échantillons de sédiment ont été prélevés en vrac, dans le mètre 1, pour l'étude granulométrique et géochimique:

- S1 (sommet de la couche 1, dans un niveau lité)
- S3 (sommet de la couche 2, dans un niveau lité)
- S4 (milieu de la couche 3, au niveau du fil)
- S5 (couche 4)

ECH	COUCHE	ALTITUDE (+/- fil)	CARBONATES (%)	MATIÈRE ORG. (%)	PHOSPHATES (u.c.)	HUMUS (u.c.)	PH	COULEUR (MSCC)
S1	C1	+40	9	16	7.1	2.2	7.1	7.5YR 3/2 dark brown
S3	C2	+20	20	5.5	8.7	0.1	7.5	10 YR 4/4 dark yellowish brown
S4	C3	-2	21	3	8.0	0.05	7.7	10 YR 4/4 dark yellowish brown
S5	C4	-15	12	4.5	8.7	0.1	7.6	10 YR 5/6 yellowish brown

**Tableau 1 – Géochimie et couleur de la matrice des échantillons S1, 3, 4 et 5.**

Deux blocs calcaires ont été prélevés en base de couche 1, pour l'étude de la corrosion différente selon les faces: **S2**.

Un bloc de 35 cm de hauteur sur 15 cm de largeur a été plâtré, dans le mètre 2, pour l'étude micromorphologique: **M1**.

Les analyses ont été réalisées par Philippe Rentzel et Béatrix Ritter, du séminaire de Préhistoire de l'Université de Bâle, selon la méthode établie par BROCHIER *et al.* (1982). Qu'ils en soient ici remerciés.

## GÉOCHIMIE

Les résultats bruts, livrés sous forme de tableau ainsi que sur la **figure 5**, appellent les commentaires suivants:

**Le pH faible** de la couche 1, couplé à un pourcentage de carbonates peu élevé et à un haut taux d'humus caractérisent l'horizon supérieur du profil. Ces valeurs contrastées (par rapport aux couches sous-jacentes) témoignent de l'évolution pédologique normal du profil et de l'absence de remaniement récent.

**Le taux de phosphates** est très élevé dans toutes les couches et passablement constant. La plus grande densité d'os et de dents au niveau du fil (**couche 3**) ne se matérialise étonnamment pas dans les valeurs en phosphates. Précisons toutefois que les résidus de tamisage contiennent pour tous les échantillons entre 1 et 10 % de fragments d'os et de dents dans les fractions fines (cf. l'étude otique). Par ailleurs, il est probable que l'enrichissement en phosphates soit davantage dû à la présence de coprolithes (cf. l'étude micromorphologique).

**Les variations de la matière organique** reflètent principalement la teneur en racines et radicelles actuelles, auxquelles s'ajoutent les quelques charbons de bois (jusqu'à 15 %, cf. l'étude otique) de **C1** (les rares microcharbons observés à la binoculaire dans **C2** et **C3** ne dépassent jamais 1 %).

Aucun niveau de paléosol n'est marqué dans le profil.

## GRANULOMÉTRIE<sup>2</sup>

Les valeurs brutes, les courbes cumulatives et de fréquence ainsi que les paramètres de Trask sont donnés en annexe. Sans vouloir reprendre par le texte ce que l'image nous apprend bien plus efficacement, tentons de dégager quelques points utiles à la compréhension de la dynamique sédimentaire.

La première constatation est la quasi absence de la fraction sableuse (de 5 à 10 % pour **S1**, **S3**, **S4** et jusqu'à un maximum de 18.3 % pour **S5**). De plus l'étude optique nous apprend qu'il ne s'agit pas de grains minéraux mais, dans la grande majorité, d'agrégats silteux indurés.

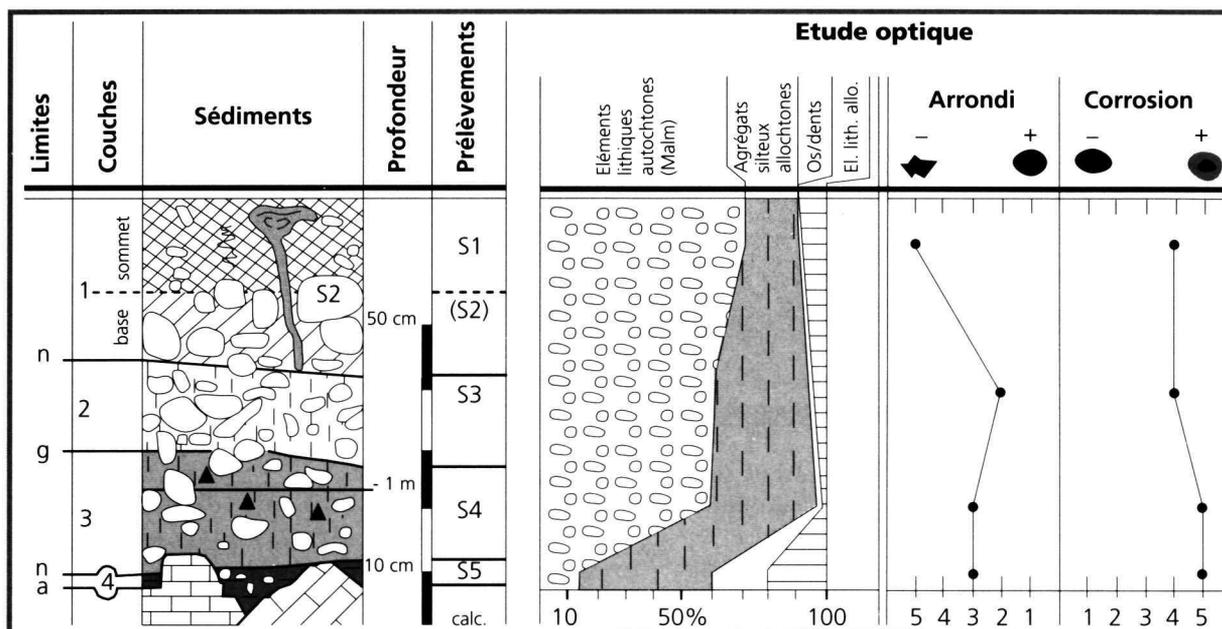
La seconde observation graphique est le net redressement des courbes **S1**, **S3** et **S4** dans le domaine des graviers, alors que **S5** fait cavalier seul avec 75% de silts et d'argiles. Parmi le groupe **S1**, **S3** et **S4**, notons l'allure intermédiaire de **S4 (=C3)**, ce qui suggère un mode de mise en place mixte entre les dépôts de **C1** (apport essentiellement par cryoclastes) et ceux de **C2** (apport surtout par le réseau karstique).

Les paramètres de Trask séparent nettement **S1** et **S4** de **S3** et **S5**, tant du point de vue de l'indice de classement (So), du coefficient d'asymétrie (Sk) que du diagramme So/Md.

**S3**, avec un indice de classement (So) de 1.47 et une asymétrie pratiquement nulle est tout proche des caractéristiques granulométriques de **S4** (silts + argiles) et **S5** (silts + argiles). Il faut y voir un agent de transport très sélectif, très certainement le ruissellement au sein d'un ancien réseau karstique, aujourd'hui colmaté. Sur la base du diagramme de Hjulström (1935), on peut estimer la vitesse du courant à environ 1 m/sec. pour les graviers de la couche 2 et à seulement 0.05 m/sec. pour la fraction fine des couches 3 et 4.

Bien que **S4** et **S5** contiennent des quartz et des micas (cf. l'étude otique), la médiane (< 10 mm) est trop basse pour en faire des loess. Une origine loessique primaire demeure possible, mais un second tri par ruissellement doit être invoqué.

<sup>2</sup> La fraction inférieure à 63 microns a été analysée grâce au système Malvern (rayon laser), procédé qui a tendance à sous-évaluer le % d'argiles par rapport au sédimentomètre ou au sédigraphie



**Figure 6 – Résultats de l’analyse optique sur les résidus de tamisage. Les données en pourcentage sont une moyenne des différentes fractions de chaque échantillon. Les classes de corrosion et d’arrondi (définies dans le texte) ne portent que sur les éléments lithiques autochtones (Malm).**

### CORROSION

Une étude de la corrosion (altération superficielle) a été réalisée sur les graviers des quatre vracs (S1, 3, 4 et 5) ainsi que sur deux cailloux (S2) prélevés à la base de C1. Ces derniers ont été sciés dans le but de confirmer la différence (déjà observée sur le terrain) d’altération entre les faces supérieure et inférieure.

### Méthodologie

Les éléments calcaires des échantillons S1, 3, 4 et 5 ont été attribués à l’une des cinq classes de corrosion suivantes :

- El. non usés : arêtes tranchantes, faces fraîches.
- El. usés : arêtes légèrement émoussées, faces faiblement usées
- El. légèrement corrodés : arêtes très émoussées, faces extrêmement usées, douces au toucher. Structure de la roche plus distinguable.
- El. corrodés : légèrement décarbonatés superficiellement, à faces légèrement poreuses; blanchissent légèrement le doigt au toucher.
- El. très corrodés : décarbonatés sur une grande profondeur; faces poreuses et friables; aspect crayeux; blanchissent le doigt au toucher.

Les résultats sont reportés en **annexe** ainsi que sur la **fig. 6**. Tous les éléments du profil sont corrodés (**classe 4**) à très corrodés (**classe 5**). On note toutefois une corrosion plus forte (**classe 5**) au sein de la couche 3 par rap-

port aux couches 1 et 2 (**classe 4**). Seuls quelques petits gravillons calcaires de la couche 4 sont moins altérés (**classe 2**), mais il s’agit d’éléments du Lias, particulière-

	Sphérique	Sub-sphérique	Aplati	Plat	
	1a	1b	1c	1d	Arrondi
	2a	2b	2c	2d	
↑ Arrondi	3a	3b	3c	3d	Sub-arrondi
	4a	4b	4c	4d	Sub-ang.
	5a	5b	5c	5d	Anguleux
	← Sphéricité				

**Tableau 2 – Forme des éléments selon leur état d’arrondi (1-5) et de sphéricité (a-d). (Modifié d’après BULLOCK et al., 1985.).**

ment bien arrondis et sphériques, en provenance du réseau karstique.

### Corrosion selon les faces (S2):

Les deux cailloux sciés de la base de la couche 1 montrent très nettement une altération plus forte sur la partie supérieure. L'aurole blanchâtre d'altération, épaisse au sommet de 2 mm, ne représente plus que 0.5 mm à la base. Parallèlement, la classe d'altération passe de 5 à 4. C'est la conséquence du passage, du haut vers le bas, de fluides très légèrement acides en provenance de l'horizon humifère actuel.

### ETUDE OPTIQUE

Une étude optique a été réalisée sur chaque fraction de chaque échantillon, à l'aide d'une loupe binoculaire pour les fractions inférieures à 1cm. Les différents constituants ont été évalués qualitativement et quantitativement. L'examen optique a également porté sur la forme des éléments, à savoir leur état d'arrondi et de sphéricité, ceci sur la base du tableau 2. Les résultats détaillés apparaissent en annexe et la **figure 6** en présente les éléments principaux.

### Commentaires

Les fractions grossières (> 2 cm.) sont exclusivement constituées d'éléments calcaires du Malm. Au dessous de cette taille apparaissent des éléments allochtones, essentiellement des calcaires siliceux sombres et grès fins siliceux appartenant au Lias. Souvent anguleux, ils s'agit probablement de débris de taille; sub-anguleux à arrondis parfois, il faut les considérer comme amenés naturellement par l'intermédiaire du réseau karstique. Quelques petits fragments de Couches Rouges tertiaires sont également présents; leur aptitude à la taille étant nulle, il faut également y voir une provenance naturelle.

Mais la plus grande partie du matériel allochtone est faite d'agrégats silteux indurés, brun-jaune et arrondis. Ils totalisent jusqu'à 90 % des fractions fines (< 0.5 mm.) et peuvent atteindre un diamètre de 5 mm. Leurs constituants minéraux sont essentiellement des grains de quartz et des micas clairs, minéraux totalement absents du Malm.

Les caractéristiques granulométriques de ces silts nous indiquent qu'ils ont subi un second tri post-dépôt. S'il est probable que le dépôt primaire de ces sédiments se situe au-dessus de l'abri, trois hypothèses demeurent possibles quand à leur origine: loess, dépôt morainiques ou encore résidus insolubles des Couches Rouges ou du Lias.

Les fractions fines de tous les échantillons contiennent des fragments d'os et de dents (entre 1 et 10 %).

Les microcharbons ne dépassent pas 1 %, sauf dans la couche 1 où ils sont également beaucoup plus gros. (Dans la couche 3, ils ne sont pas en quantité suffisante pour tenter une datation C14, sans compter les risques de pollution lors du tamisage!).

Du point de vue de la forme des éléments, les calcaires du Malm sont anguleux et aplatis (classe 5 c) dans le sommet de la couche 1 (débris cryoclastiques) et arrondis à sub-arrondis dans le reste du profil (apports karstiques).

Il est important de relever que l'état d'arrondi est moins bon dans la couche 3 que dans la couche 2, alors même que la corrosion est plus marquée dans la première (**fig. 8**). Ainsi, l'altération ne peut expliquer à elle seule l'arrondi des éléments. L'hypothèse relative à l'arrondi des éléments, hérité par transport dans un conduit karstique (déjà étayée par des arguments pétrographiques et granulométriques), se voit ici confirmée par l'absence de corrélation entre le degré d'arrondi et le degré de corrosion. Selon Bögu (1980), la distance nécessaire à l'arrondissement des graviers calcaires est très faible: en moins de cent mètres parcourus dans le réseau karstique, ils perdent par abrasion jusqu'à la moitié de leur poids.

### ETUDE MICROMORPHOLOGIQUE

La micromorphologie consiste en l'étude des sédiments meubles à l'aide d'un microscope optique. Pour ce faire, des prélèvements non perturbés doivent être effectués sur le terrain. Dans notre cas, il s'agit d'un bloc taillé dans le profil, puis plâtré pour le transport (**fig. 7, p. 49**). Après induration du bloc par une résine synthétique, plusieurs tranches sont sciées dans le sens de la hauteur. De l'une de ces tranches, des lames minces très fines sont confectionnées et montées entre deux plaquettes de verre (**fig. 8**). La finesse des lames (30 µm) permet d'observer le sédiment sous le microscope, en lumière transmise ou incidente, et d'en déterminer les constituants, la texture, la microstructure, les traits pédologiques et éventuellement anthropiques.

### Les éléments grossiers: cortex d'altération

Les éléments lithiques autochtones (Malm) sont essentiellement des oobiomictes, plus rarement des oobiosparites et, dans un cas, une intramicrite. Ils présentent un cortex d'altération particulier, très bien exprimé dans la couche 3 (dans la couche 2, l'altération est semblable mais moins pénétrante, la zone de desquamation est très peu marquée et généralement exempte de phosphates). A l'œil nu, une zone périphérique blanche se développe parallèlement à la surface des éléments calcaires, sur une épaisseur de un à cinq millimètres (**fig. 8**). Une zone brune (0,1 à 2 mm) marque le passage vers le noyau sain de la roche.

Au microscope optique (lumière transmise naturelle), le cortex blanchâtre est plus foncé que le noyau sain, mais les éléments figurés (bioclastes, ooïdes) sont conservés. Cet aspect plus sombre résulte d'une imprégnation par de petites particules micrométriques (5 à 10 µm) noïrâtres. Le passage à la zone de desquamation est net. En revanche, la limite interne entre la zone de desquamation et le noyau sain est diffuse. Cette zone qui sépare le cortex du noyau est partiellement à totalement dissoute



(fig. 9). Un ciment phosphaté jaune en remplit localement les vides. Les bioclastes et les veines de calcite ne sont pas affectés par la dissolution. Ce type de cortex est à rattacher au type 2 décrit dans les sédiments de la grotte de Gigny (CAMPY, 1989), à ceci près que la zone de desquamation contient, dans notre cas, des phosphates.

### Interprétation

Ces cortex d'altération se sont probablement formés de façon pénécemporaine au dépôt et sont le témoin de phases humides relativement tempérées (CAMPY, 1989). Cet argument corrobore la datation proposée sur la base du matériel archéologique et des ossements (PRAZ & al., 2000), à savoir l'interstade du Wildkirchli situé entre 40 000 et 30 000 BP. Par ailleurs, cela tend à dire que la couche 3 traduit une période de faible sédimentation,

durant laquelle les cortex d'altération ont le temps de se développer. Le degré variable de cette altération, selon les éléments, résulterait du brassage du sédiment par les ours (tanières d'hibernation). A cet horizon condensé, fait suite un épisode de sédimentation rapide d'origine karstique (couche 2).

### La matrice: composants et microstructure

#### Couche 4

La couche 4 est constituée de grains silteux (~40 %), englobés dans une matrice argileuse brune orangée (~60 %). Quartz (anguleux ou arrondis) et micas clairs forment l'essentiel de la fraction silteuse, très bien triée. La matrice, isotrope (éteinte en lumière polarisée), est phosphatée. En lumière naturelle, sa coloration passe localement au rouge, résultat d'une imprégnation par des oxydes de fer.

La microstructure, polyédrique subanguleuse, individualise des agrégats millimétriques, rarement centimétriques, le long desquels se développe la porosité (~5%). A l'intérieur des agrégats, la porosité est quasiment nulle. La microstructure interne de ces agrégats n'est pas homogène : des différences discrètes apparaissent, tant dans les proportions silt/matrice, que dans la teneur en phosphates (fig. 10).

Ce microfaciès complexe semble être le témoin d'un intense brassage du sédiment, probablement par l'activité des ours. La microstructure polyédrique se développe

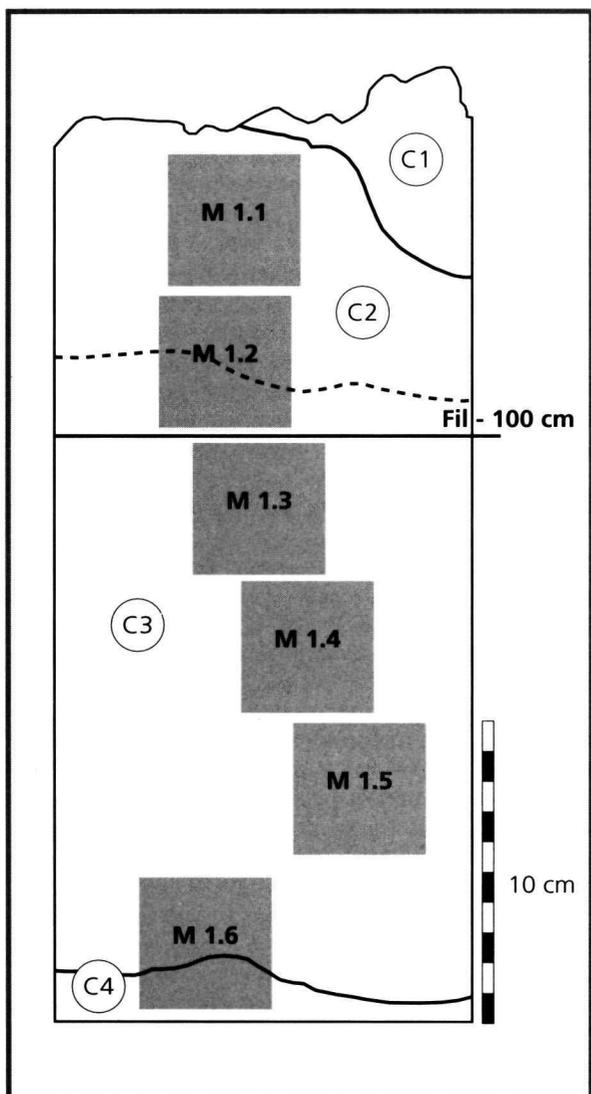


Figure 8a - Positionnement des lames minces sur la tranche polie du remplissage.

Figure 7 - Prélèvement du bloc pour l'étude micro-morphologique.

Figure 8b - Tranche polie du remplissage (larg.: 14 cm) et positionnement des lames minces.

Figure 9 - Vue au microscope du cortex d'altération affectant les calcaires de la couche 3. La zone de desquamation est parallèle au bord de l'élément et partiellement remplie de phosphates. Lame M1.5, lumière naturelle. La largeur de la photo représente 4,4 mm.

Figure 10 - Vue au microscope montrant la microstructure interne, hétérogène, des agrégats. Présence de revêtements de pores disloqués et de deux fragments de coprolithes; au sommet: illuviation silteuse. Lame M1.5, lumière naturelle. La largeur de la photo représente 4,4 mm.

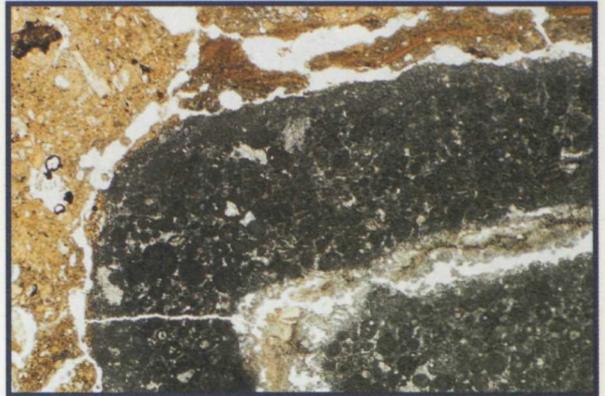
Figure 11 - Structure lamellaire subhorizontale, présente uniquement dans la couche 4, résultant du gel-dégel. L'espace occupé par la glace de ségrégation a ensuite été comblé par une illuviation silteuse. Lame M1.6, lumière naturelle. La largeur de la photo représente 4,4 mm.

Figure 12 - Fragment siliceux allochtone sub-arrondi (spiculite, Lias), pris dans une matrice silto-argileuse et entouré de calcaires du Malm. Lame M1.6, lumière naturelle. La largeur de la photo représente 4,4 mm.

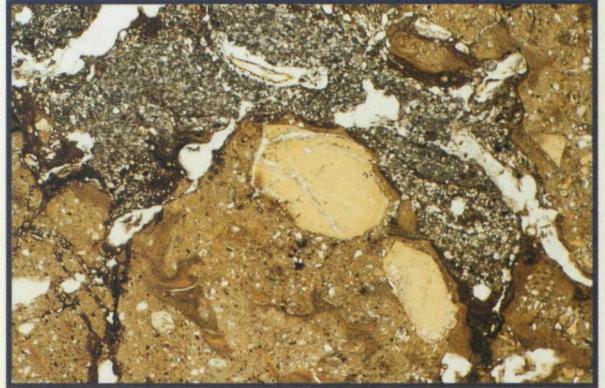
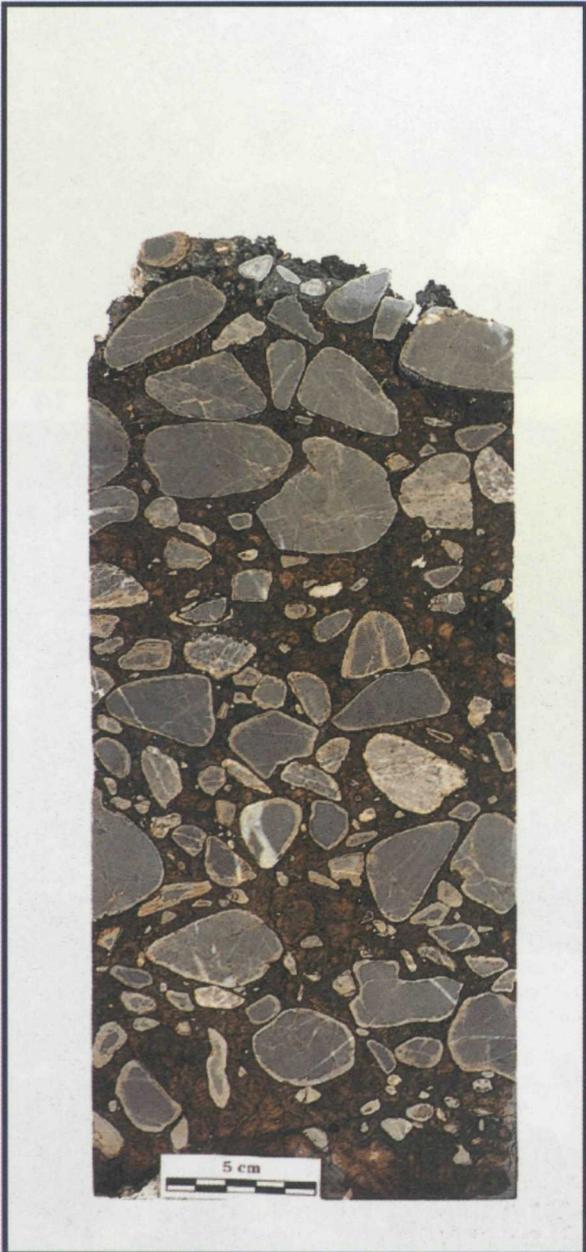


7 ▲

8b ▼



9



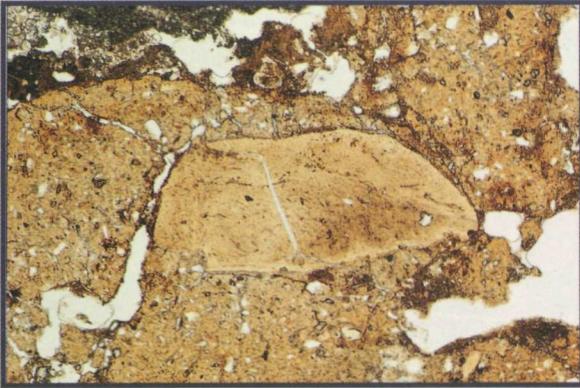
10



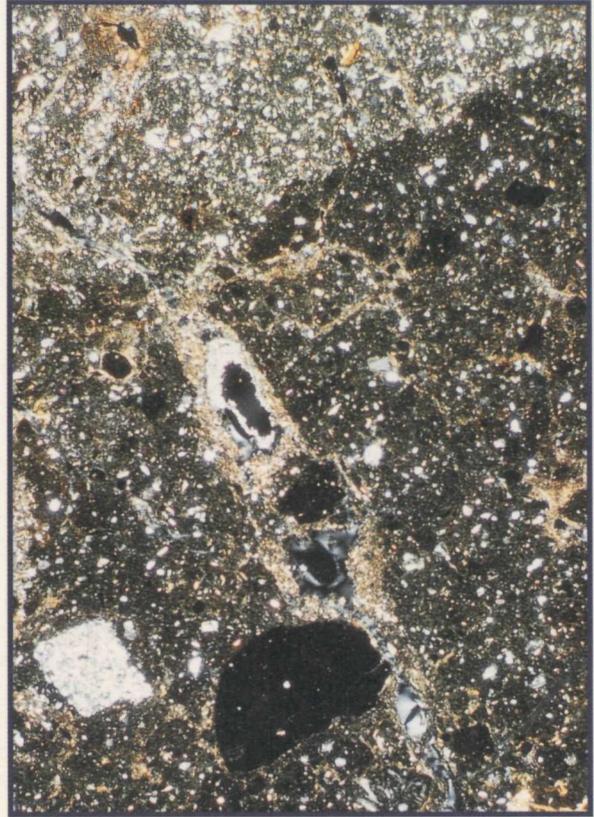
11 ▲

12 ▼

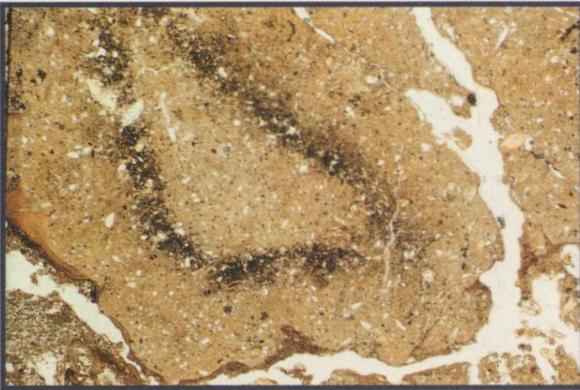




13

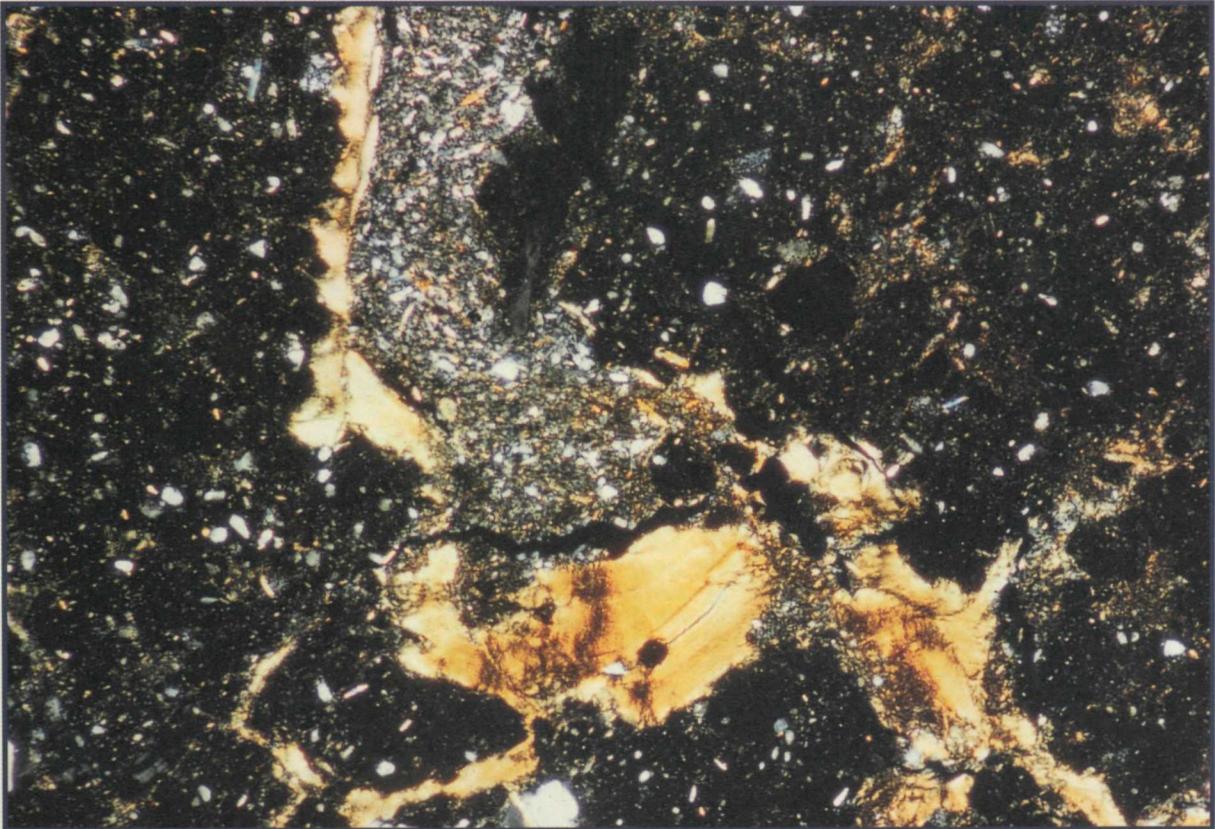


14 ▲



15

16 ▼



postérieurement à cette phase de bioturbation. D'autre part, la couche 4 développe localement une structure lamellaire due au gel (**fig. 11**). Présente uniquement dans cette couche, elle est antérieure au développement de la structure polyédrique, laquelle traverse la limite entre les couches 4 et 3.

Parmi les éléments annexes (< 5 %), apparaissent des fragments d'os et de dents, des gravillons siliceux allochtones (**fig. 12**) ainsi que des éléments millimétriques brun-jaune clair en lumière naturelle et complètement noirs en lumière polarisée. Ces particules, constituées d'un gel phosphaté englobant parfois de petites esquilles d'os et des grains minéraux, sont interprétées comme des fragments de coprolithes de carnivores (lynx?) (**fig. 10 et 13**). Des coprolithes d'omnivores (ours) n'ont pas été observés dans les couches 4 et 3; nous formulons toutefois l'hypothèse que les déjections animales sont certainement à l'origine des phosphates qui imprègnent la matrice du remplissage. Pour une raison inexplicée (meilleure résistance à l'attaque chimique, ténacité plus élevée?) seuls les coprolithes de carnivores auraient été conservés.

### Couche 3

Le passage de la couche 4 à la couche 3 se marque par un changement ténu de coloration et de texture. La matrice argileuse, moins fortement phosphatée et de teinte brun-jaune, ne représente plus que 30 à 40 %; les grains siliceux (60-70 %) sont de même nature que ceux de la couche 4. La limite, particulièrement bien visible en lumière polarisée (**fig. 14**), est abrupte et semble tout à la fois pédologique (teneur en phosphates plus faible) et sédimentaire (changement net de texture). Par ailleurs, la couche 4 est présente sous forme de petites boulettes remaniées en base de couche 3, ce qui tend à faire de ce contact une surface d'érosion.

La microstructure demeure polyédrique subanguleuse et la porosité augmente légèrement (5-10 %). Certains agrégats développent une auréole noire en lumière naturelle transmise (**fig. 15**), laquelle passe au jaune en lumière incidente et qui résulte d'une imprégnation en oxydes de fer (limonite?). La microstructure interne des

**Figure 13 – Détail d'un fragment de coprolithe de carnivore (Lynx?).** Lamé M1.3, lumière naturelle. La largeur de la photo représente 2,2 mm.

**Figure 14 – Limite abrupte entre les couches 4 et 3.** En bas, au centre : fragment de coprolithe, juxtaposé à un fragment siliceux anguleux (Lias ?). Lamé M1.6, lumière polarisée. La largeur de la photo représente 2,9 mm.

**Figure 15 – Imprégnation d'oxydes de fer dans un agrégat siliceux, formant une auréole concentrique.** Lamé M1.6, lumière naturelle. La largeur de la photo représente 4,4 mm.

**Figure 16 – Argilanes microlitées et silts propres revêtant un pore de la couche 4.** Lamé M1.6, lumière polarisée. La largeur de la photo représente 2,2 mm.

agrégats reste complexe, issue d'une évolution antérieure aux phases d'illuviation reconnues.

Parmi les éléments annexes (identiques à ceux de la couche 4) on note une légère augmentation des fragments de coprolithes, d'os, et de dents; ces derniers sont peu altérés et ne présentent pas de trace de feu. Les micro-charbons sont quasiment inexistantes dans la couche 3 (<0,1 %).

Au contact entre les éléments calcaires, on observe une réorientation des grains minéraux, interprétée comme un signe de tassement.

### Couche 2

La limite inférieure de la couche 2 est diffuse, marquée essentiellement par une dégradation de la micro-structure qui devient granulaire et une augmentation corrélatrice de la porosité (~10 %). Les agrégats silto-argileux sont de même nature que ceux de la couche 3, mais beaucoup plus fragmentés. Les éléments annexes ne varient pas, si ce n'est la présence d'un fragment de coprolithe d'omnivore ou d'herbivore (présence de phytolithes). On notera encore les nombreuses racines d'épinaur sauvage, en provenance de l'horizon humifère actuel.

### Les traits pédologiques

Deux types de revêtements illuviaux viennent se loger dans la porosité fissurale des couches 4 et 3. Des argilanes microlitées brun-jaune forment la première génération, à laquelle fait suite une importante illuviation silteuse (**fig. 16**). Cette dernière, constituée de grains (quartz, micas et carbonates) lavés et bien triés, résulte d'une intense percolation lors de la fonte des neiges. La signification des argilanes limpides est quant à elle plus problématique, puisque le lessivage dont elles sont issues s'effectue théoriquement sous un couvert végétal continu, ce qui n'est pas réalisé en grottes et abri sous roche.

La première phase d'illuviation se marque dans la couche 4 et jusqu'au tiers supérieur de la couche 3 (lamé M1.3). L'illuviation silteuse est présente dès la base et augmente dans la couche 2.

Des carbonates secondaires, liés aux racines actuelles, sont présents dans toutes les couches.

## CONCLUSIONS

Les différentes couches mises au jour ne constituent assurément pas une seule, mais plusieurs phases de remplissage, entre lesquelles les lacunes, sédimentaires ou érosives, semblent importantes, particulièrement entre les niveaux 2 et 3. L'origine des sédiments est multiple et leur évolution, polyphasée, se laisse difficilement appréhender. Toutefois, malgré la complexité de cette section condensée, tentons de répondre à nos questions de départ :

- **Quelle est l'origine des dépôts qui colmatent l'abri ?**



Il faut renoncer à l'hypothèse la plus simple (uniquement des calcaires du toit de l'abri) à cause des éléments allochtones arrondis. Ceux-ci sont constitués de Tertiaire et de Lias, formations qui affleurent environ 150 m au Nord de l'abri. Une origine karstique est probable pour ces éléments ainsi que pour une partie des graviers du Malm (stratification et arrondi des éléments au sein de C2). L'autre partie des calcaires du Malm provient du toit de l'abri.

La fraction fine (matrice des couches 1, 2, 3 et 4), constituée de silts fins à spectre minéralogique allochtone, confirme les apports du karst profond.

Bien que l'abri sous roche soit actuellement bordé de part et d'autre par deux cônes d'éboulis actifs, il nous semble peu probable que son remplissage soit constitué d'éboulis. Cette hypothèse expliquerait la présence des éléments allochtones mais est en contradiction avec la géométrie des couches qui indique un apport sédimentaire depuis le Nord (paroi). Par ailleurs un dépôt de ce type ne saurait expliquer la stratification en piles d'assiettes et l'excellent tri de la couche 2 (S3). Enfin, le promontoire sur lequel se trouve l'abri semble l'isoler de la zone d'activité des éboulis. Sans vouloir totalement écarter cette hypothèse, nous estimons qu'un apport de matériel par des éboulis est possible mais de moindre importance.

Une origine glaciaire doit être écartée. Dans le cas d'une éventuelle moraine latérale, le spectre pétrographique devrait être plus large et la granulométrie plus étendue. Quant à l'hypothèse d'un apport fluvio-glaciaire, c'est la fraction sableuse qui fait défaut !

#### • D'où provient l'arrondi des éléments calcaires?

Il est certainement double pour les éléments en provenance du karst: hérité par circulation dans des conduits karstiques, puis renforcé par les phénomènes pédologiques d'altération du profil.

Il se limite à l'altération in situ pour les gélifracés en provenance du toit de l'abri, lesquels n'atteignent pas un arrondi parfait, alors même qu'ils sont très altérés.

#### • Le remplissage a-t-il été perturbé après sa mise en place?

La géochimie du profil ainsi que la corrosion plus forte des graviers (**couches 1 et 2**) sur leur face supérieure montrent une évolution pédologique normale et donc une absence de remaniement récent.

Les traits illuviaux qui comblent partiellement la porosité fissurale témoignent également de la lente évolution pédologique du profil. Toutefois, ils ne fournissent qu'une datation relative: la première phase d'illuviation n'a lieu qu'après le dépôt de la **couche 3** et la seconde, plus grossière et due à la fonte des neiges, perdure vraisemblablement encore aujourd'hui. Ces traits texturaux se superposent à des phases d'intense remaniement sédimentaire, comme en témoigne la microstructure interne des agrégats silteux (fragments de revêtements remaniés).

#### • Qu'en est-il de la couche 3: véritable niveau d'occupation ou dépôt secondaire?

Nous avons vu qu'une partie des sédiments qui forment le remplissage de l'abri provient du karst profond. La question est maintenant de savoir si le matériel archéologique est également remanié, auquel cas il aurait été arraché à son gisement primaire lors de périodes de fonctionnement du karst, ou bien si nous avons affaire à du matériel en place qui traduit une phase d'occupation du site?

Les arguments granulométriques, l'état de corrosion ainsi que le degré d'arrondi des éléments de la couche 3 vont dans le sens d'un niveau d'occupation demeuré en place. Il correspondrait à une période de faible activité karstique.

La microstructure révèle un intense brassage du sédiment, en grande partie consécutif à l'occupation de l'abri par les ours (tanières d'hibernation). Les déjections animales (ours et carnivores) sont très probablement à l'origine des phosphates qui imprègnent le remplissage.

Enfin, la datation moustérienne de ce niveau condensé, basée sur les artefacts, se voit ici confirmée par les cortex d'altération de la couche 3.

#### REMERCIEMENTS

Tous mes remerciements vont à Michel Guélat et Philippe Rentzel, pour leur aide constante et efficace lors de la réalisation de cette étude. Merci également aux diverses institutions qui, de par leur intérêt et leur soutien financier, ont rendu ce travail possible: le bureau A.R.I.A., l'archéologie cantonale et les musées cantonaux du Valais.

#### BIBLIOGRAPHIE

- BADOUX, H., R. CHESSEX, A. JEANNET, M. LUGEON, & F. RIVIER. 1960. *Atlas géol. Suisse* 1: 25 000. Feuille 37: Monthey. Notice explicative par H. Badoux.
- BÖGLI, A. 1980. *Karst hydrology and physical speleology*. Springer-Verlag, Berlin.
- BROCHIER, J.-L., M. JOOS. 1982. Un élément important du cadre de vie des Néolithiques d'Auvernier-Port: le lac. Approche sédimentologique. In: BILLAMBOZ, A. & al. *La station littorale d'Auvernier-Port*. Cahiers d'Archéologie Romande 25, Lausanne, 43-67.
- BULLOCK, P., N. FEDEROFF, A. JONGERIUS, G. STOOP & T. TURSINA. 1985. *Handbook for soil thin section description*. Wolverhampton.
- CAMPY, M. 1989. Etude sédimentologique du remplissage. In: CAMPY, M., J. CHALINE, & M. VUILLEMEY, *La Baume de Gigny (Jura)*. Editions du CNRS.
- HJULSTROM, F. 1935. Studies on the morphological activities of rivers. *Bull. Geol. Inst. Uppsala* 25, 221-527.
- PRAZ, J.-C., Ph. CURDY, U. LEUZINGER, C. LEUZINGER-PICCAND, & M. SCHWEIZER. 2000. Paléolithique alpin à Tanay (commune de Vouyry VS). *ASSPA* 83, 25-35.

**Sédiments: légende, codes et définitions**

**Granulométrie**

- Argiles (A) particules de taille inférieure à 2 microns
- Silts (U) particules de taille comprise entre 2 et 63 microns
- Sables (S) particules de taille comprise entre 63 microns et 2 mm

1 micron = 0.001 mm

Limons (L) sédiment à granulométrie mixte (mélange d'argiles, de silts et de sable)

- Gravillons éléments de taille comprise entre 2 et 10 mm
- Graviers éléments de taille comprise entre 1 et 6 cm
- Cailloux éléments de taille comprise entre 6 et 20 cm
- Blocs éléments de taille supérieure à 20 cm

Forme: état

de **sphéricité**  
(plat, aplati, sub-sphérique, sphérique)

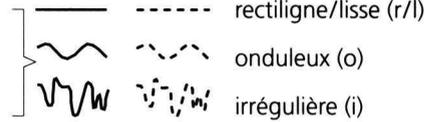


d'**arrondi**  
(anguleux, sub-ang., sub-arr., arrondi)



**Limites**

- a : abrute largeur inférieure à 2 cm
- n : nette largeur de 2 à 5 cm
- g : graduelle largeur de 5 à 12 cm
- d : diffuse largeur supérieure à 12 cm



**Couleurs**

- B** : brun      **V** : vert
- G** : gris      **R** : rouge
- J** : jaune    **Ro**: rouille
- N** : noir      **Or**: orange

- Intensités      +: foncé  
                     -: clair
- Combinaisons    /: en parts égales  
                     (:): taché, à reflets de

**Sédiments**

- Argiles (A)
- Silts (U)
- Sables (S)
- Gravillons et graviers
- Cailloux et blocs
- Calcaire

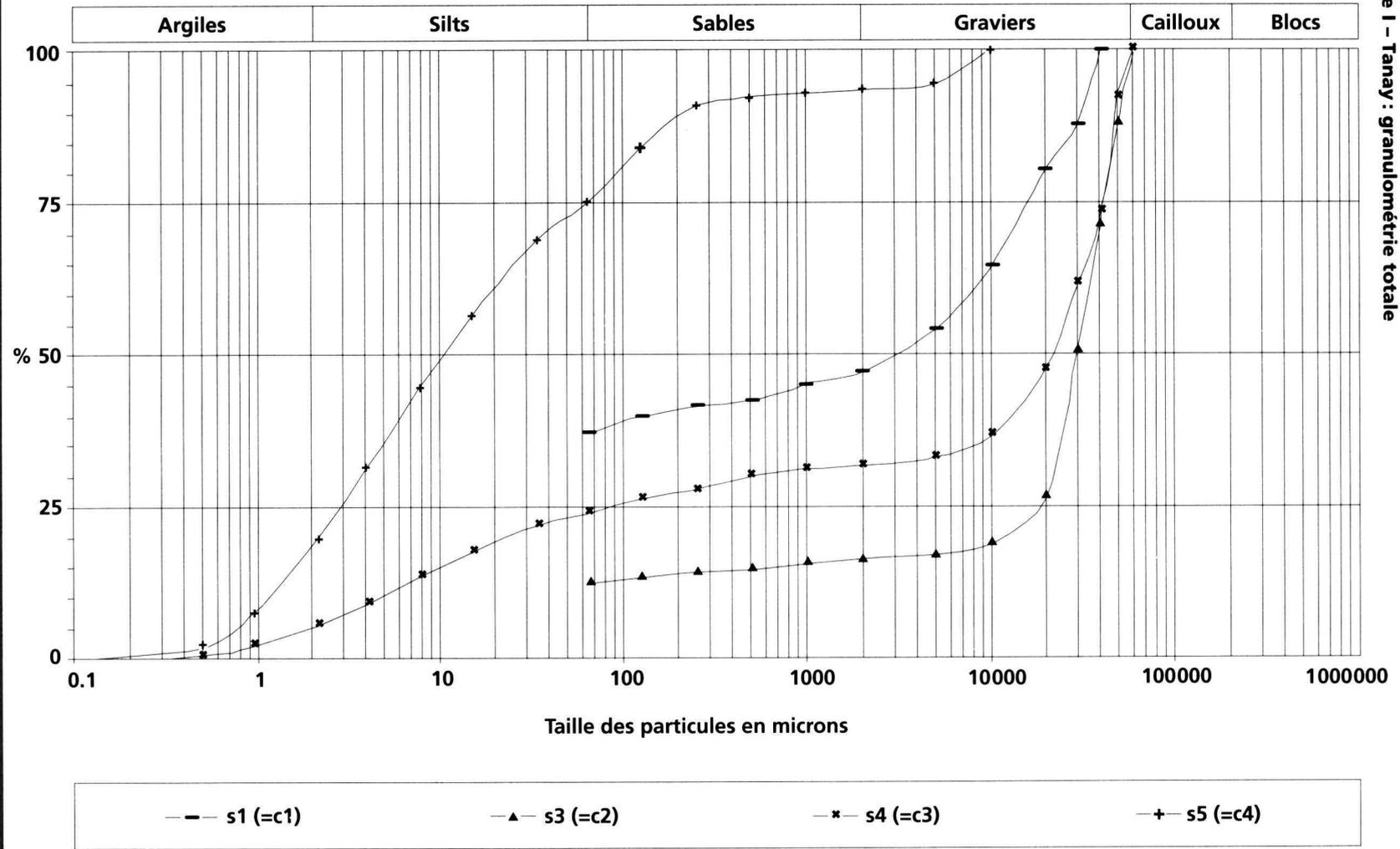
**Traits pédologiques**

- Matière organique (MO)
- Matière organique diffuse
- Terriers de vers

**Éléments figurés**

- Artefacts

Annexe I - Tanay : granulométrie totale



Luc Brailard

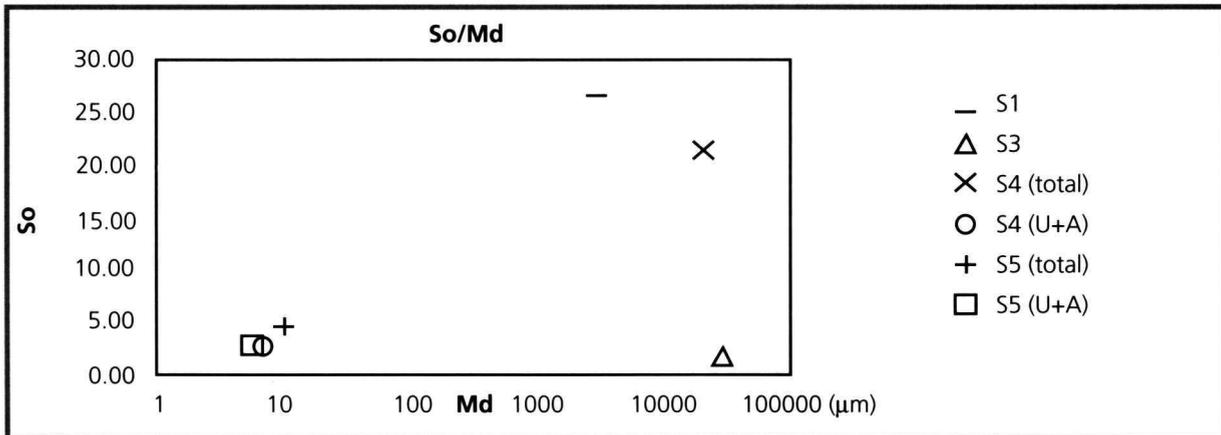
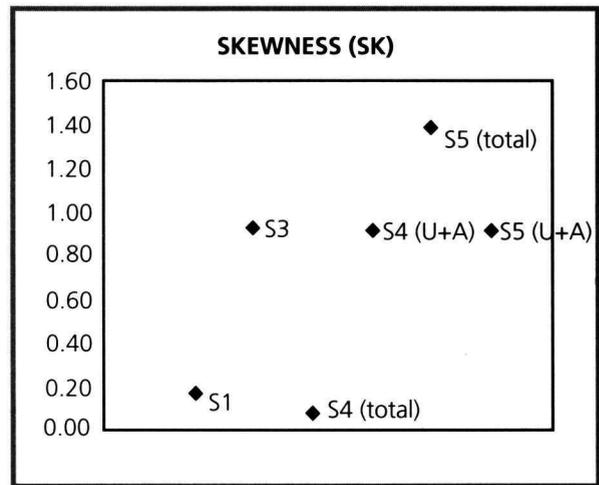
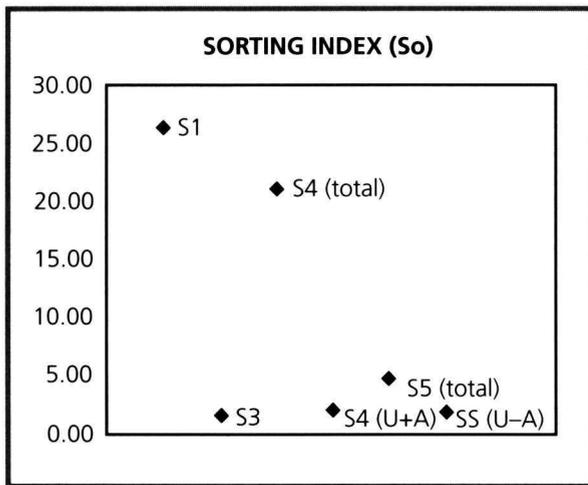
**Annexe II – Granulométrie**

**Granalométrie**  
Paramètres de TRASK

Commune: Tanay  
lieu-dit: Abri Sur-les-Creux

No sondage/profil: 1999/Coupe Est  
Date échant./constr.: 23.09.99/12.01.00

Ech.	Q1 (µm)	Q3 (µm)	Md (µm)	So	SK	Remarques
S1	20	14000	3000	26.46	0.18	Q1 : valeur extrapolée
S3	19000	41000	30000	1.47	0.93	
S4 (total)	90	40000	22000	21.08	0.09	
S4 (U+A)	2.2	16	6.5	2.70	0.91	
S5 (total)	3	63	10	4.58	1.37	
S5 (U+A)	2	14	5.8	2.65	0.91	



**So = Sorting index – Indice de classement**  
( $Q3/Q1$ )<sup>1/2</sup>

▲ sédiment très bien classé  
2.5  
sédiment bien classé  
3.5  
sédiment normalement classé  
4.5  
▼ sédiment mal classé

**SK = Skewness – coefficient d'asymétrie**  
( $Q3 \times Q1 / Md^2$ )<sup>1/2</sup>

SK = 1 : symétrie parfaite  
SK > 1 : meilleur classement du côté des éléments fins  
SK < 1 : meilleur classement du côté des él. grossiers

Q1 = diamètre à 25 % / Q3 = diamètre à 75 % / Md = diamètre à 50 %



## Annexe III – Tanay/Abri Sur-les-Creux. Etude optique des résidus de tamisage.

1

ECH.	FRACTION	ÉLÉMENTS (% RELATIFS ESTIMÉ)	FORME	ALTÉRATION	REMARQUES / INTERPRÉTATION
<b>S1</b> <b>(C1)</b>	40-20 mm	100% calcaires du Malm	<b>5c</b>	<b>4</b>	
	20-10	90% calcaires du Malm 10% d'él. lithiques allochtones (grès fins siliceux et calcaires siliceux sombres, faiblement carbonatés et sub-anguleux)	<b>5c</b>	<b>4</b>	Lias, remanié (réseau karstique?)
	10-5	Idem + 1 fragment d'os	<b>5c / 5d</b>	<b>4</b>	
	5-2	75% calc. du Malm 24% d'él. lithiques allochtones (idem à en dessus) – la plupart anguleux: – certains sub.-ang. à arrondis 1% concrétions calcaires bourgeonnantes (stalactites) 0.1% charbons de bois 0.1% fragments os/dents			Débris de taille? Lias, remanié (réseau karstique?)
	2-1	75% calc. du Malm altérés jusqu'au cœur 20% d'él. lithiques allochtones (Lias) anguleux 2% charbons / 1% <i>grains de calcite anguleux non altérés</i> 1% fragments os/dents 1% fragments d'insectes et gastéropodes actuels			Débris de taille? <i>Apport tardif d'él. n'ayant pas subi l'altération pédologique in situ</i>
	1-0.5	55% calc. du Malm cplt. altérés / 5% grains de calcite anguleux non altérés 30% agrégats silteux (Ua) B/G, humifères, à grains de quartz et micas 5% charbons et radicules actuelles 1% de concrétions calcitiques d'annélidés («sphéroïdes») 2% fragments os/dents 1% calc. siliceux sombres anguleux 1% quartz anguleux			Origine allochtone  Probables débris de taille (Lias?)
	0.5-0.25	30% calc. du Malm cplt. altérés / 10% <i>grains de calcite anguleux non altérés</i> 40% agrégats silteux (Ua) B/G, humifères, à grains de quartz et micas 15% charbons et radicules actuelles 2% fragments os/dents 1% calc. siliceux sombres anguleux 2% quartz anguleux et arrondis			<i>Débris de spéroïdes pro parte</i> Origine allochtone  Probables débris de taille (Lias?)
	0.125-0.063	60% agrégats silteux (Ua) B/G, humifères, à grains de quartz et micas 10% calc. du Malm cplt. altérés / 10% grains de calcite anguleux non altérés 15% microcharbons et radicules actuelles 3% grains de quartz anguleux et micas clairs 2% de spicules siliceux de spongiaires			Origine allochtone  Bioclastes du Lias
<b>S3</b> <b>(C2)</b>	60-40mm	100% calcaires du Malm	<b>3b/2b</b>	<b>4 (3.5)</b>	Quelques él. subanguleux (4b,4c): plaide en faveur d'un premier arrondi hérité (des él. arrondis) auquel s'ajoute l'altération in situ.
	40-30	100% calcaires du Malm	<b>2b/2c(4b)</b>	<b>4 (3.5)</b>	
	30-20	100% calcaires du Malm	<b>2c/3c(4c)</b>	<b>4</b>	
	20-10	100% calcaires de Malm	<b>2c/3c(4c)</b>	<b>4</b>	
	10-5	80% calc. du Malm 15% agrégats silteux (Ua) B-J indurés, arrondis (à grains de quartz et micas clairs) 5% fragments os / dents 1 él. de grès très fin, siliceux (non carbonaté) G/J-, anguleux	<b>3c(2c)</b>	<b>4</b>	Origine allochtone

Bulletin de la  
Société  
d'Anthropologie

ECH.	FRACTION	ÉLÉMENTS (% RELATIFS ESTIMÉ)	FORME	ALTÉRATION	REMARQUES / INTERPRÉTATION
	5-2	50% calc. du Malm 45% agrégats silteux (idem à en-dessus) 4% fragments os / dents 1 % d'éléments lithiques allochtones dont: - 1 calcaire marneux de Couches rouges arrondi - 16 grès très fins siliceux sombres, non carbonatés, anguleux à sub-anguleux			Origine allochtone  Probables débris de taille (Lias?)
	2-1	67% agrégats silteux (idem à en-dessus) / 30% calc. du Malm 1% fragments os / dents 2% d'éléments lithiques allochtones dont: - 2 calcaires marneux de Couches rouges (Poléocène?) arrondis - 28 grès très fins siliceux faible. carbonatés, G/BI/ V, stratifiés, anguleux à sub-ang			Probables débris de taille (Lias?)
	1-0.5	80% agrégats silteux (idem à en-dessus) / 16% calc. du Malm <1% fragments os/dents 3% d'éléments lithiques allochtones dont: - essentiellement des grès ou calcaires siliceux et anguleux - quelques grains de quartz arrondis sphériques à surface mate ( <i>traces d'Impacts</i> ) 0.1% microcharbons / 0.1% de concrétions calcitiques d'annélidés («sphéroïdes»)			Probables débris de taille (Lias?)
	0.5-0.25	45% agrégats silteux (Ua) B-/J 10% calc. du Malm cplt. altérés 5% de grains de calcite non altérés et anguleux 38% d'allochtones (Lias?) et grains anguleux de quartz (+feldspaths?) 1% fragments os/dents / rares «sphéroïdes» et fragments de coquilles (gastéro.?) <1% microcharbons			Apport tardif d'él. n'ayant pas subi l'altération pédologique in situ.
	0.25-0.125 0.125 -0.063	55% agrégats silteux (Ua) B-/J 20% de grains de calcite anguleux non altérés ( <i>rare rhomboèdres idiomorphes</i> ) 10% calc. du Malm cplt. altérés 5% de grains quartz anguleux / 3% micas clairs / 2% radicales actuelles 4% fragments os / dents / 1% microcharbons / rares frgts coquilles gastéro très rares bâtonnets siliceux allongés (spicules de spongiaires)			Cristallisation in situ?  Bioclastes du Lias
<b>S4</b>	60-40mm	100% calcaires du Malm	<b>3b/4b(4c/3c)</b>	<b>5</b> (4.5)	
<b>(C3)</b>	40-30	idem	<b>3c</b>	<b>5</b> (4.5)	
	30-20	idem	<b>3c</b>	<b>5</b> (4.5)	
	20-10	idem	<b>2c</b> (3c)	<b>5</b> (4.5)	Corrosion superficielle en cupules
	10-5	95% calc. du Malm 3% fragments os / dents 2% agrégats silteux (Ua) B-/J indurés et arrondis (à grains de quartz et micas) 90% calc. du Malm	<b>3c/(2c /4c)</b>	<b>5</b> (4.5)	Corrosion superficielle en cupules Origine allochtone Corrosion superficielle en cupules
	5-2	4% agrégats silteux (idem à en-dessus) 4 % fragments os / dents 1 % racines actuelles 1 % d'éléments lithiques allochtones dont: - 1 él. cristallin arrondi (quartz et micas sombres) - 1 él. cristallin arrondi (micaschiste) - 6 grès très fins siliceux non carbonatés, G/BI/ V, stratifiés, anguleux - 1 calcaire siliceux subanguleux (Lias?)			Éléments allochtones (amenés par l'homme / par la faune?) Probables débris de taille (Lias?)



ECH.	FRACTION	ÉLÉMENTS (% RELATIFS ESTIMÉ)	FORME	ALTÉRATION	REMARQUES / INTERPRÉTATION
<b>S4</b> <b>(C3)</b>	2-1	65% agrégats silteux (idem à en-dessus) / 30% calc. du Malm cplt. altérés 4% fragments os / dents 1% d'éléments lithiques allochtones dont: - 3 calcaires siliceux anguleux - 1 él. cristallin sombre anguleux			Probables débris de taille (Lias?) Probable débris de taille
	1-0.5	80% agrégats silteux (Ua) B-/J, certains oranges 18% calc. du Malm altérés jusqu'au cœur 1% fragments os / dents 1% d'éléments lithiques allochtones dont: - 8 grès très fins siliceux non carbonatés, G/B/ V, stratifiés, anguleux - 3 grains de quartz arrondis sphériques à surface mate ( <i>traces d'impacts</i> ) 0.1% microcharbons			Origine allochtone  Probables débris de taille (Lias?)
	05-0.25	Idem à fraction 1-0.5 mais avec: 90% agr. silteux, 5% d'él. calc. et 4% os/dents			
	0.25-0-125	Idem à fraction 0.5-0.25			
	0.125 0.063	93% agrégats silteux (UA) B-/J, certains oranges - 5% grains de quartz anguleux et micas clairs 2% de spicules siliceux de spongiaires			Origine allochtone Transport éolien Bioclastes du Lias
<b>S5</b> <b>(C4)</b>	10-5 5-2	20% calc. du Malm 75% calc B/J-sub-arrondis, non altérés prob. du Lias 1 élément de calcaire siliceux bioclastique (spicules d'éponge) anguleux 5% fragments os/dents	<b>3b</b>  <b>2b</b>	<b>5</b>  <b>2</b>	Lias remanié (réseau karstique) Débris de taille (Lias!)
	2-1	30% calc. du Malm altérés jusqu'au cœur 30% fragments os/dent (anguleux à sub-anguleux) 25 % agrégats silteux (Ua) B-/J à oranges 15% calc. B/J-sub-arrondis, non altérés prob. du Lias			Origine allochtone  Lias remanié (réseau karstique)
	1-0.5	60% agrégats silteux (Us) B-/J à oranges 20% fragments os/dents 10% calc. du Malm altérés jusqu'au cœur 5% d'éléments lithiques allochtones (Lias) sub-anguleux 2% grains de quartz anguleux 2% concrétions calcitiques en lamelles 1% radicules actuelles			Origine allochtone
	0.5-0.25	Idem à fraction 1-0.5 avec apparition de microcharbons (0.1%)			
	0.25-0.125 0.063	85% agrégats silteux (Ua) B-/J à oranges 10% fragments os / dents 5% grains de quartz anguleux et micas clairs			Origine allochtone