

3

ETUDE MICRO-STRATIGRAPHIQUE DE LA GROTTE DU BOIS LAITERIE (Province de Namur, Belgique)

M-A. Courty

(Prélèvements réalisés par Laurent LANG)

Objectifs de l'étude

Lors de la campagne de fouille 1995 de la grotte du Bois Laiterie, 14 échantillons non perturbés ont été prélevés dans les différentes unités stratigraphiques du remplissage en vue d'une étude micro-stratigraphique. L'étude a porté sur les coupes suivantes:

- en V8, échantillonnage concernant les différentes couches du remplissage;
- en V13b, échantillonnage au fond de la grotte dans le niveau magdalénien YSS;
- en V5, échantillonnage à l'entrée de la grotte concernant le contact du niveau magdalénien YSS avec le substratum rocheux et la partie sommitale de ce niveau.

L'objectif de l'étude était d'apporter des éléments de réponse aux questions suivantes:

- modes de mise en place des différentes unités stratigraphiques;
- évolution des conditions environnementales et des ambiances climatiques au cours de la mise en place des dépôts;
- nature et intensité des remaniements ayant pu affecter la distribution spatiale des artefacts lithiques et faunistiques mis au jour au cours de la fouille.

14 lames minces de grandes dimensions (13,9 x 7 cm) ont été réalisées au laboratoire de Science des sols et hydrologie de l'INA P-G, et ont fait l'objet d'une étude au microscope pétrographique.

Après une présentation générale des caractères du remplissage de la grotte du Bois Laiterie, la dynamique de mise en place, l'histoire post-dépositionnelle et la nature des manifestations anthropiques sont discutées pour chaque unité stratigraphique.

Caractères généraux du remplissage

La comparaison des différentes unités stratigraphiques a permis d'identifier deux populations de matériaux:

- - une population calcaire (P1) constituée de sables grossiers calcitiques, subanguleux à anguleux, mal triés, faiblement altérés, associés à des fragments calcaires hétérométriques (décimétriques à millimétriques), anguleux à subarrondis, faiblement altérés, fréquemment fissurés;
- - une population quartzitique (P2) constituée de limons grossiers, riches en esquilles anguleuses, mélangés à une fraction fine limono-argileuse brune, faiblement à non carbonatée, riche en paillettes micacées et à des sables fins minéralogiquement semblables aux limons grossiers.

La similitude pétrographique entre les fragments calcaires et les sables grossiers permet d'interpréter la population P1 comme résultant de la désagrégation *in situ* de la paroi constituée de calcaires durs à bioclastes, partiellement dolomités et métamorphisés. Les fissures de la roche calcaire sont fréquemment remplies par un ciment ferrugineux. L'hétérogénéité texturale de cette roche explique la nature des produits de désagrégation: la fragmentation se développe préférentiellement dans les zones les plus dolomitisées, libérant des sables anguleux hétérométriques; les plages à bioclastes et à large cristaux calcitiques sont moins affectées par la désagrégation, et donnent des fragments grossiers peu gélifs.

Les caractères pétrographiques et texturaux de la population P2 indiquent qu'il s'agit d'un matériau loessique érodé de dépôts alluviaux non carbonatés. La proportion variable de constituants fins suggère que ces loess ont subi une pédogenèse modérée, préalablement à leur piégeage dans la grotte (sols steppiques peu développés).

La proportion relative des populations P1 et P2 apporte ainsi des informations sur les conditions climatiques synchrones de la mise en place des différentes unités stratigraphiques:

- population P1 dominante: prédominance de phénomènes gélifs, entraînant une forte fragmentation de la paroi calcaire, sous des conditions froides et humides;
- population P2 dominante: forte influence d'apports loessiques synchrones de vents de poussières et faible contribution des phénomènes gélifs locaux, caractéristiques de conditions froides et sèches;
- matériau mixte constitué d'un mélange des populations P1 et P2: conditions dans l'ensemble froides, marquées par des alternances du degré d'humidité, soit de nature saisonnière, ou correspondant à des cycles plus longs.

Dans l'ensemble, le remplissage étudié est affecté par des transformations pédologiques peu développées. Il s'agit surtout:

- d'une bioturbation caractérisée par le développement d'une structure micro-agrégée qui entraîne une homogénéisation partielle des sédiments;
- d'une structuration par le gel caractérisée par le développement d'une microstructure fissurale de type "lentilles de glace"; du fait de l'hétérométrie texturale des sédiments, cette fissuration n'apparaît nettement développée que dans les zones les plus fines entre les fragments grossiers; l'absence d'une macro-organisation en «lentilles de glace» suggère qu'il s'agit surtout d'un gel superficiel, insuffisant pour façonner les couches dans leur ensemble; l'absence de signes de cryoturbation témoigne du maintien de bonnes conditions de drainage au cours de la mise en place du dépôt;
- d'une calcitisation exprimée surtout par la présence de revêtements micritiques sur les parois des cavités d'entassement et des chenaux biologiques et, dans une moindre mesure, par des plages micritiques diffuses; ces plages calcitiques témoignent de circulations d'eaux chargées en carbonates dissous, synchrones des périodes de dégel, et d'une précipitation contrôlée par l'évapotranspiration lors du dessèchement estival; l'absence de précipitations de carbonates secondaires contrôlé par les gels saisonniers indique que l'humidité est faible au début de l'hiver;
- de revêtements d'argiles limoneuses brunes sur les parois des cavités d'entassement et des chenaux; ils sont généralement peu développés et témoignent de faibles percolations verticales.

Un meilleur développement des transformations pédologiques dans les couches les plus riches en matériaux loessiques confirme que les conditions synchrones des épisodes d'accumulation de loess sont globalement moins froides que lors de la mise en place des couches les plus grossières. La faible altération des fragments calcaires dans les couches les plus grossières atteste que leur mise en place s'est produite sous des conditions très froides, peu favorables à la pédogenèse.

Les différentes unités stratigraphiques sont caractérisées par une forte variabilité spatiale du mélange des deux populations de sédiments et du degré de structuration. Dans de nombreux cas, cette variabilité est liée à l'hétérogénéité texturale des sédiments, chaque fragment grossier créant à sa proximité un micro-environnement surtout marqué par des phénomènes de désagrégation. Dans les couches fines, texturalement plus homogènes, la brutalité du contact entre des plages pédologiquement bien structurées et d'autres seulement constituées de produits de désagrégation indique que des remaniements ont perturbé l'organisation originale des sédiments. Il ne peut s'agir d'un colluvionnement d'origine naturelle qui aurait entraîné une homogénéisation des sédiments. L'hypothèse de remaniements mécaniques liés à une intervention humaine apparaît comme la plus vraisemblable.

La présence anthropique est attestée dans les différentes couches, et plus spécifiquement dans le niveau magdalénien YSS, par la présence de fragments osseux, souvent calcinés, de résidus charbonneux, de rares micro-débris lithiques, d'agrégats de sols bruns

apportés des proches environs par le piétinement ("terre à godasse"). Dans l'ensemble le degré d'anthropisation reste faible et la masse fine des différents niveaux est surtout constituée de matériaux d'origine naturelle. L'abondance et la distribution spatiale des constituants anthropiques conduit à distinguer trois types de situations:

1. - constituants localement abondants, distribués sub-horizontalement qui marquent des surfaces d'occupation relictuelles;
2. - constituants répartis de manière aléatoire et en tout sens dans des matériaux à structure ouverte qui correspondent à des surfaces d'occupation relictuelles perturbées par des remaniements mécaniques;
3. - constituants répartis de manière aléatoire et en tout sens dans des matériaux denses qui correspondent plus à des aires de rejets.

Interprétation des différentes unités stratigraphiques

1 - Niveau BGS (Fig. 1a)

Il s'agit ici d'un cailloutis fortement cimenté qui correspond à la désagrégation en place de la roche calcaire. L'argile brune ferruginisée présente dans les fissures de la roche semble surtout provenir de l'altération en place du ciment ferrugineux.

2 - Niveau RS (Fig. 1b)

Ce niveau est constitué de sables calcitiques anguleux provenant de la désagrégation de la roche calcaire. La masse argileuse brun rouge qui cimente partiellement ces sables se présente localement sous la forme de revêtements fragmentés. Ce caractère témoigne d'une origine allochtone, vraisemblablement liée à des percolations d'eaux boueuses provenant de ruissellement le long de la paroi de la cavité. La faible altération des matériaux calcaires indique que cette mise en place n'est pas synchrone d'une phase de pédogenèse prolongée. Il s'agit vraisemblablement d'un épisode marqué par la formation d'un profil d'équilibre du talus, synchrone d'un cryoclastisme important et de ruissellements.

3 - Niveau LGS

Ce niveau est constitué du mélange d'un sédiment calcaire riche en sables calcitiques anguleux et en fragments grossiers d'origine allochtone (P1) et de limons argileux bruns loessiques (P2). Sa mise en place résulte d'une désagrégation de la paroi, vraisemblablement par le gel, et d'apports éoliens fins. La micro-agrégation d'origine biologique bien exprimée peut être mise en relation avec une pédogenèse liée au développement d'une couverture végétale à enracinement profond, avec des racines de petite taille de type graminées. La présence de cavités sub-horizontales qui évoluent localement vers un réseau de fissures, associée à une forte densité des agrégats biologiques (Fig. 1c), évoque localement une

modification structurale liée au développement de lentilles de glace, en relation avec un gel superficiel.

Les fragments anthropiques abondants (os, résidus carbonisés) sont fréquemment concentrés dans des niveaux centimétriques où ils présentent une distribution sub-horizontale. Ces caractères peuvent être interprétés comme des reliques de surface d'activité qui caractérisent des épisodes marqués par une occupation plus intense de la grotte. La faible anthropisation de la masse fine du sol suggère cependant que les témoins d'occupation, intégrés par le piétinement, proviennent de zones d'activité situées hors de la cavité, peut-être sur le porche. Il s'agit donc de témoins d'anthropisation en position tertiaire. Entre ces surfaces d'activité résiduelles, la distribution aléatoire des témoins d'anthropisation suggère plutôt une intégration liée à des rejets de déchets d'activité qui se sont déroulées dans une autre zone.

4 - Niveau YSS (Fig. 1d, Figs. 2a à 2d, Fig. 3, Figs. 4a et 4b)

Dans l'ensemble, le niveau YSS diffère du niveau LGS sous-jacent par une proportion plus élevée de la composante loessique, à l'origine de la texture plus fine et de la couleur brun jaune (Fig. 1d; tab. 1). Ce niveau est, néanmoins, toujours marqué par l'abondance de plages plus sableuses et de fragments calcaires grossiers qui attestent de la contemporanéité des apports éoliens et de la fragmentation de la paroi calcaire par le cryoclastisme (Fig. 2c). Comme précédemment, la micro-agrégation d'origine biologique bien exprimée traduit une pédogenèse liée au développement d'une couverture végétale à enracinement profond, avec des racines de petite taille de type graminées. La différence réside ici dans la présence de calcitisations liées à la porosité biologique (Figs. 2a et 2b). Ces caractères peuvent être mis en relation avec des maxima thermiques plus élevés, synchrones d'une forte activité biogénique. La présence d'une structuration fissurale sub-horizontale peu développée atteste, cependant, de l'influence de gels saisonniers superficiels (Fig. 3b). L'évolution du niveau YSS semble donc s'être déroulée sous des conditions marquées par un contraste saisonnier plus marqué que pour le niveau sous-jacent, qui peut être interprété comme la conséquence d'un réchauffement global. Localement, la présence de plages denses de limons loessiques (Figs. 3a et 7c) indique que la sédimentation loessique résulterait d'apports discontinus, synchrones d'épisodes marqués par un gel superficiel plus intense. La mise en place du niveau YSS se serait donc produite au cours d'une période caractérisée par des alternances rapides de l'humidité et de l'action des vents, les épisodes loessiques marquant des phases plus sèches et plus ventées.

La partie supérieure du niveau YSS en V8 est marquée par une augmentation de la composante détritique locale et un développement plus net de la structuration en lentilles de glace (Figs. 4d et 5a). Ces caractères suggèrent une intensification des conditions froides et humides qui entraîne une reprise de la désagrégation de la paroi.

L'originalité du niveau YSS réside dans la juxtaposition de plages caractérisées par une structuration biologique bien préservée et de plages plus ouvertes caractérisées par une plus grande abondance de la composante calcaire locale (Figs. 2c et 2d), ou encore de zones montrant un fin mélange de plages loessiques et de plages sableuses (Fig. 3a). La brutalité des contacts entre ces différentes plages traduit un mélange mécanique qui ne peut être imputé à un mélange par colluvionnement. Il pourrait s'agir là des indices de remaniements anthropiques

BOIS LAITERIE - DESCRIPTION MICROMORPHOLOGIQUE

COUPE EN V8

Unité	Ech.	Description de terrain	Texture	Structure	Caractères pédologiques	Caractères anthropiques	Mode de mise en place
UGS 106-116	B.L. 4	Sables brun gris à cailloutis grossier (>1 cm)	30% limons oessiques 70% sables calcitiques et fragments calcaires	cavitaire ouverte	agrégats subarrondis à coiffes, distribués en tout sens	abondants fragments osseux dispersés	(1) sédimentation loessique et structuration par le gel (2) désagrégation physique de la paroi calcaire (3) mélange mécanique, d'origine anthropique.
YSS	B.L. 5	Sables limoneux brun jaune à cailloutis Niveau magdalénien	60% limons loessiques 40% sables calcitiques et fragments calcaires	cavitaire fermée à tendance fissurale	fine homogénéisation d'origine biologique	abondants fragments osseux dispersés	sédimentation loessique contemporaine d'une désagrégation in situ des fragments grossiers; forte influence d'un gel saisonnier
YSS 136-143	B.L. 6	Sables limoneux brun jaune à cailloutis Niveau magdalénien	60% limons loessiques 40% sables calcitiques et fragments calcaires	cavitaire à canaliculaire fine	structuration biologique bien développée; fissuration en lentilles de glace rares calcitisations le long des chenaux	concentrations de fragments osseux	sédimentation loessique contemporaine d'une désagrégation in situ des fragments grossiers; influence modérée d'un gel saisonnier; développement d'une couverture végétale

YSS 119- 131	B.L. 12	variation latérale de 5/6	60% limons loessiques 40% sables calcitiques et fragments calcaires	cavitaire à canaliculaire fine	structuration biologique bien développée; abondantes calcitisations le long des chenaux	concentrations de fragments osseux	sédimentation loessique contemporaine d'une désagrégation in situ des fragments grossiers; influence modérée d'un gel saisonnier; développement d'une couverture végétale
YSS 140- 147	B.L. 7	Sables limoneux brun jaune à cailloutis Niveau magdalénien	50% limons loessiques 50% sables calcitiques et fragments calcaires	cavitaire ouverte	structuration biologique bien développée rares calcitisations le long des chenaux	fragments osseux dispersés	sédimentation loessique contemporaine d'une forte désagrégation in situ des fragments grossiers; influence modérée d'un gel saisonnier; mélange mécanique
YSS 135- 146	B.L. 8	Sables limoneux brun jaune à cailloutis Niveau magdalénien	60% limons loessiques 40% sables calcitiques et fragments calcaires	cavitaire fermée à canaliculaire	structuration biologique bien développée calcitisations le long des chenaux localement bien développées	fragments osseux dispersés	sédimentation loessique contemporaine d'une forte désagrégation in situ des fragments grossiers; influence modérée d'un gel saisonnier; développement d'une couverture végétale; mélange mécanique
LGS 158- 170	B.L. 9	Sables limoneux gris mélangés à un cailloutis calcaire	50% limons loessiques 50% sables calcitiques et fragments calcaires	cavitaire ouverte à tendance fissurale	structuration biologique bien développée	abondants fragments osseux et résidus carbonisés, distribués sub-horizontalement	sédimentation loessique contemporaine d'une forte désagrégation in situ des fragments grossiers; influence modérée d'un gel saisonnier; développement d'une couverture végétale

RS 175- 184	B.L. 10	Sables brun rouge mélangés à un cailloutis calcaire	80% sables calcitiques et fragments calcaires, 20% argiles limoneuses	cavitaire ouverte	agrégation biologique bien développée; revêtements argileux, poussiéreux, fragmentés	absents	relique de sol peu développé, faiblement remanié
BGS 195- 207	B.L. 11	Partie supérieure du substratum: cailloutis désagrégé dans matrice sableuse grise	sables et fragments millimétriques calcaires, anguleux faible composante argileuse ferruginisée	fissurale	faible dissolution des fragments calcaires	absents	désagrégation in situ du substratum; pas de composante loessique; percolations faibles

destinés à aménager la cavité, par exemple lors de la formation de surfaces planes avant la mise en place de dallage.

Le niveau YSS présente une grande variabilité dans la distribution des constituants anthropiques, qui sont dans l'ensemble abondants. On observe localement la présence de concentrations de fragments osseux, avec une distribution sub-horizontale qui peuvent être interprétés comme des reliques de surface d'activité (Figs.3c et 3d). D'autres zones sont plutôt caractérisées par une distribution aléatoire des constituants anthropiques liée soit à la perturbation de surfaces d'activité lors des remaniements mécaniques, ou à l'intégration de rejets.

Le degré d'anthropisation est nettement plus élevé dans le prélèvement provenant du fond de la cavité (Figs.4b et 4c, et Figs.8a et 8b). Il s'agit ici non seulement de fragments osseux millimétriques mais également de fragments infra-millimétriques finement mélangés à la masse fine du sol qui peuvent être liés à une intégration plus importante de rejets provenant d'aires d'activité. Le fond de la grotte est également marqué par la présence de revêtements argileux grossiers dans la partie supérieure du niveau YSS (Fig.4c) qui traduisent des percolations plus importantes le long de la paroi de la cavité. L'originalité des conditions régnant au fond de la cavité est également exprimée par le plus grand développement des calcifications qui affectent localement l'ensemble de la masse basale (Fig.8c) et les chenaux biologiques (Fig.8d). Le fait que les imprégnations carbonatées se surperposent aux organisations pré-existantes suggèrent qu'il pourrait s'agir d'une transformation postérieure à la mise en place du niveau YSS, synchrone de l'installation de conditions plus tempérées.

Les prélèvements étudiés vers l'avant de la grotte en V5 montrent des caractères similaires du niveau YSS dans cette zone par rapport à ceux de l'intérieur de la grotte. On constate, néanmoins, une plus grande hétérogénéité (Figs.6a et 7) qui traduit des remaniements mécaniques, liés soit à l'instabilité du talus ou à des aménagements anthropiques. On observe, corrélativement, une plus grande abondance des constituants anthropiques, et plus particulièrement des résidus carboniés (Figs.6a et b). Cette évolution semble confirmer que les zones d'activité seraient plutôt situées vers l'extérieur de la cavité.

5 - Niveau UGS

Ce niveau est caractérisé par une nette diminution de la composante loessique, synchrone d'une plus faible structuration biologique et de l'abondance de la composante calcaire hétérométrique (Figs.5b, c et d). Ces caractères traduisent une évolution vers des conditions plus froides et plus humides, favorisant la désagrégation par le cryoclastisme de la paroi de la cavité.

Les constituants anthropiques restent abondants et distribués en tout sens (Figs.5b et c). Cette répartition, associée à la juxtaposition de plages riches en fractions fines mais désorganisées (Fig.5d) témoignent de perturbations mécaniques qui semblent plutôt de nature anthropique.

BOIS LAITERIE - DESCRIPTION MICROMORPHOLOGIQUE

COUPE EN U13b (au fond de la grotte)

Unité	Echan.	Description de terrain	Texture	Structure	Caractères pédologiques	Caractères anthropiques	Mode de mise en place
YSS 64-54	B.L. 13	Sables jaunes à cailloutis Niveau magdalénien	50% limons loessiques 50% sables calcitiques et fragments calcaires	cavitaire fermée	fins revêtements argileux poussiéreux le long des cavités; structuration biologique bien développée	concentrations d'esquilles osseuses et de petits fragements osseux intégrés à la msse basale	sédimentation loessique contemporaine d'une forte désagrégation in situ des fragments grossiers; développement d'une couverture végétale; percolations importantes

BOIS LAITERIE - DESCRIPTION MICROMORPHOLOGIQUE

COUPE EN V5

Unité	Echan.	Description de terrain	Texture	Structure	Caractères pédologiques	Caractères anthropiques	Mode de mise en place
YSS 309-326	B.L.2	Contact de la paroi bréchifiée; artéfacts en quantité moins importante que le niveau gris sous-jacent	50% limons loessiques 50% sables calcitiques et fragments calcaires	canaliculaire	abondantes calcitisations le long des chenaux et imprégnations micritiques de la masse basale	abondants fragments osseux dispersés	sédimentation loessique et désagrégation de la paroi de la grotte; fortes percolations d'eaux chargées en carbonates
YSS inf. 323-336	B.L. 1 B.L. 14	Lentille grisâtre sables limoneux et cailloutis calcaire grossier (>10 cm). Artéfacts aen position aléatoire	60% limons loessiques 40% sables calcitiques et fragments calcaires	cavitaire fermée à tendance fissurale	agrégation biologique bien développée; calcitisations le long des cavités peu développées	abondants fragments osseux et agrégats de sols	sédimentation loessique contemporaine d'une forte désagrégation in situ des fragments grossiers
base de YSS 374-384	B.L. 3	Sables limoneux brun rouge à cailloutis; sous le niveau archéologique dans la diaclase; contient très peu d'artéfacts.	60% limons loessiques 40% sables calcitiques et fragments calcaires	cavitaire ouverte à fermée	agrégation biologique bien développée;	abondants fragments osseux, résidus charbonneux et agrégats de sols	sédimentation loessique contemporaine d'une forte désagrégation in situ des fragments grossiers; mélange mécanique

Planche 1

a) Niveau BGS (V8) : transformation en place du substratum calcaire montrant un entassement dense de sables calcitiques anguleux, mal triés, de fragments calcitiques millimétriques, anguleux, fissurés, sertis dans une masse fine brune d'argile ferruginisée (BL 11, LN. N 1,6. Largeur de la photo: 5 mm).

b) Niveau RS (V8) : sables calcitiques anguleux, mal triés, sertis dans une masse argileuse brun rouge localement présente sous forme de revêtements fissurés et fragmentés. La faible altération des sables calcaires suggère que la fraction argileuse résulte de percolations d'eaux boueuses (BL 10, LN. N 1,6. Largeur de la photo 5 mm).

c) Niveau LGS (V8) : mélange finement homogénéisé d'une fraction sableuse calcitique mal triée (composante allochtone) et d'une fraction limono-argileuse loessique. Abondants fragments anthropiques dispersés: os altérés, os carbonisés, fragments charbonneux. La microstructure cavitaire à tendance fissurale et la distribution des fragments anthropiques soulignent une organisation sub-horizontale faiblement exprimée (BL 9, LN. N 1,6. Largeur de la photo 5 mm).

d) Base du niveau YSS (V8) : zone à larges cavités montrant le mélange d'une fraction sableuse calcitique mal triée (composante allochtone) et d'une fraction limono-argileuse loessique. Abondants fragments osseux distribués en tout sens (BL 8, LN. N 1,6. Largeur de la photo: 5 mm).

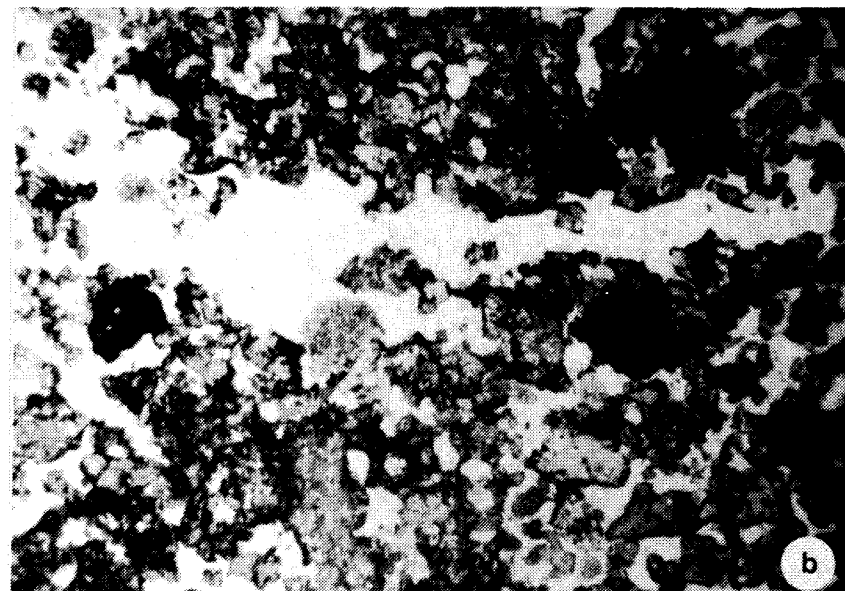


Planche 2

a) Base du niveau YSS (V8) : zone dense constituée principalement de limons argileux loessiques mélangés à une composante allochtone calcitique, mal triée. La masse fine est imprégnée de carbonates micritiques qui s'individualisent en fins revêtements dans les pores racinaires (BL 8, LN. N 1,6. Largeur de la photo 5 mm).

b) *id.* a (BL 8, LP. N 1,6)

c) Base du niveau YSS (V8) : zone sableuse à forte porosité présente au-dessus de la zone dense de 2a; fragments osseux distribués en tout sens (BL 8, LN. N 1,6. Largeur de la photo: 5 mm).

d) Base du niveau YSS (V8) : zone à larges chenaux constituée d'un mélange de sables calcitiques, mal triés, et de limons argileux loessiques; présence de revêtements calcitiques le long des chenaux; fragments osseux distribués en tout sens (BL 7, LN. N 1,6. Largeur de la photo 5 mm).

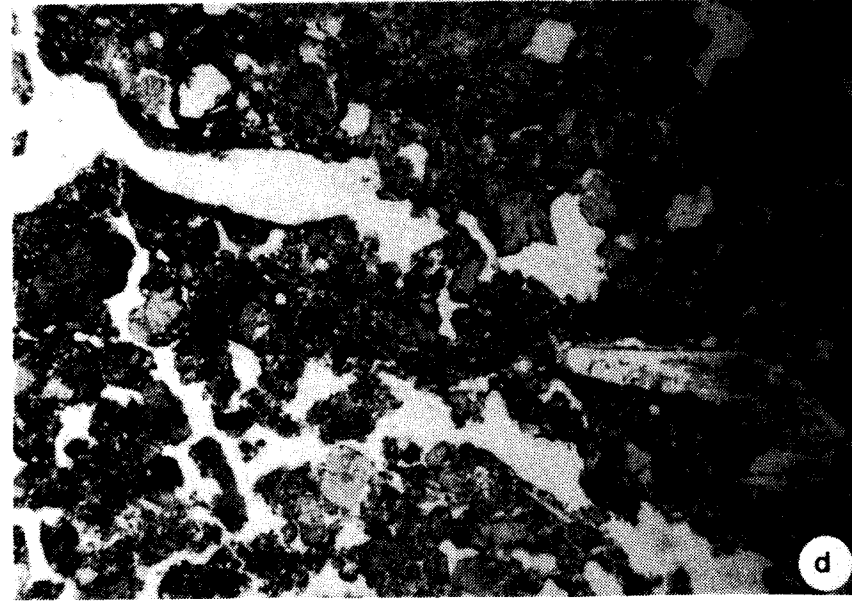
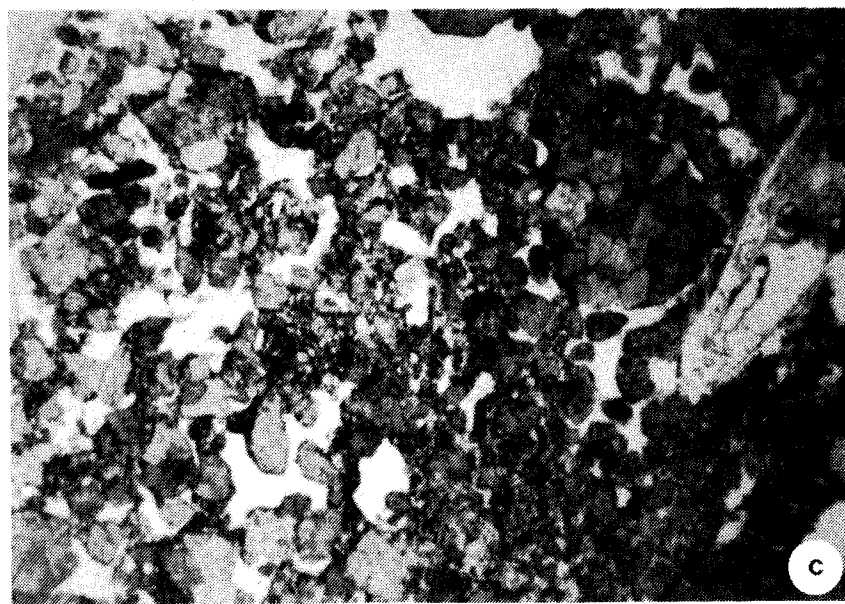
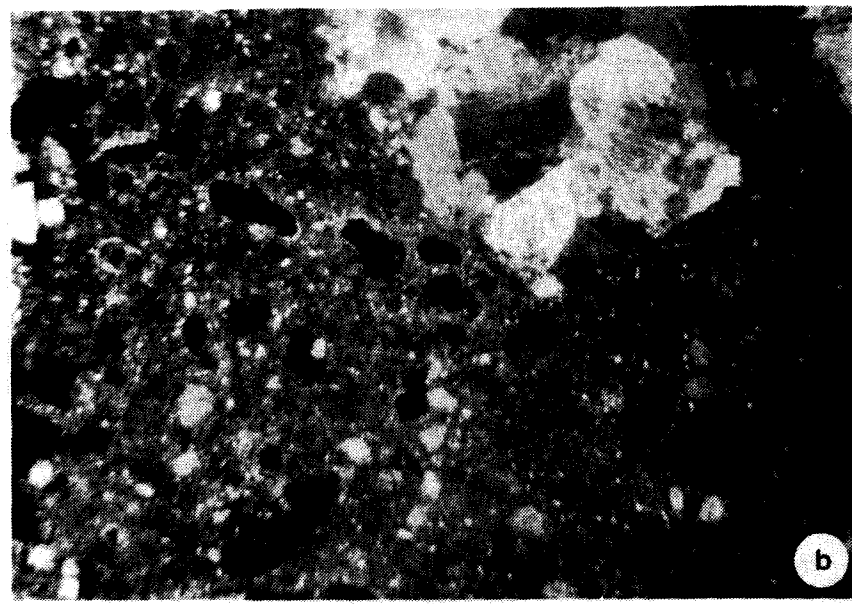
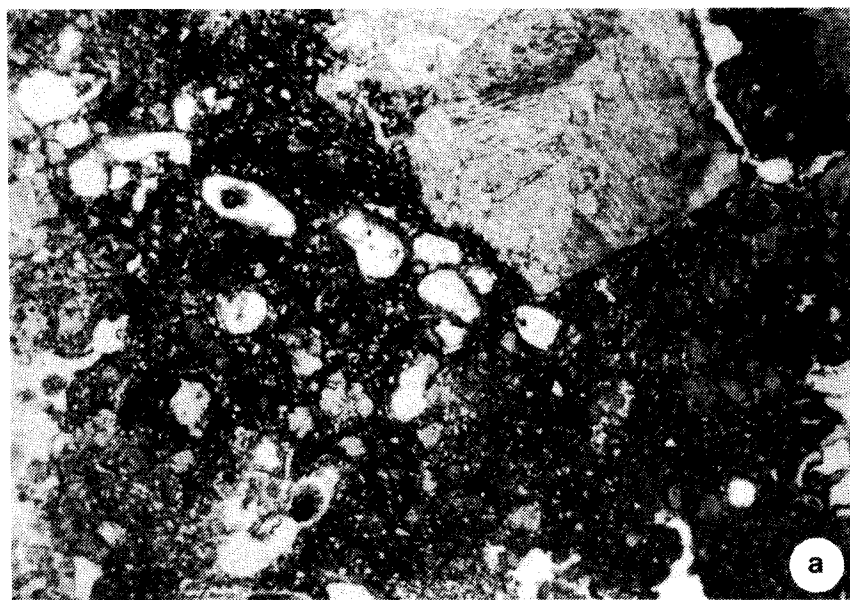


Planche 3

a) Base du niveau YSS (V8) : juxtaposition d'une plage limono-argileuse loessique et de sables calcitiques mal triés provenant de la désagrégation des fragments de roches calcaires (BL 7, LN. N 1,6. Largeur de la photo: 5 mm).

b) Milieu du niveau YSS (V8) : limons argilo-sableux résultant d'une fine homogénéisation d'une composante loessique et d'une composante sableuse allochtone, faiblement altérée; microstructure cavitaire, dense, résultant de la formation de lentilles de glace; calcitisations diffuses le long des parois des cavités (BL 6, LN. N 1,6. Largeur de la photo: 5 mm).

c) Milieu du niveau YSS (V8) : limons argilo-sableux résultant d'une fine homogénéisation d'une composante loessique et d'une composante sableuse allochtone, faiblement altérée; microstructure cavitaire, ouverte; calcitisations diffuses le long des parois des cavités; concentration de fragments osseux (BL 6, LN. N 1,6. Largeur de la photo: 5 mm).

d) Partie supérieure du niveau YSS (V8) : limons argilo-sableux résultant d'une fine homogénéisation d'une composante sableuse allochtone, faiblement altérée; microstructure cavitaire, ouverte; concentration de fragments osseux distribués horizontalement (BL 12, LN. N 1,6. Largeur de la photo: 5 mm).

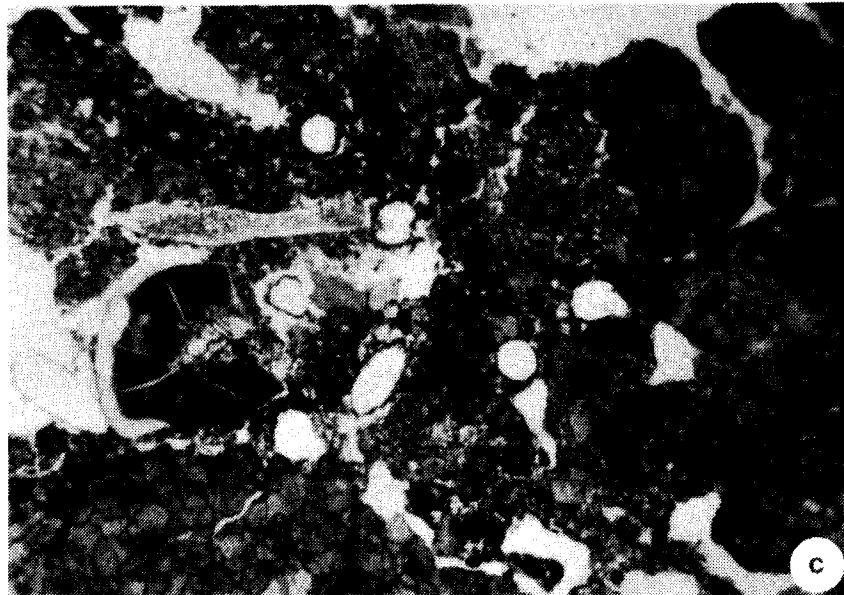
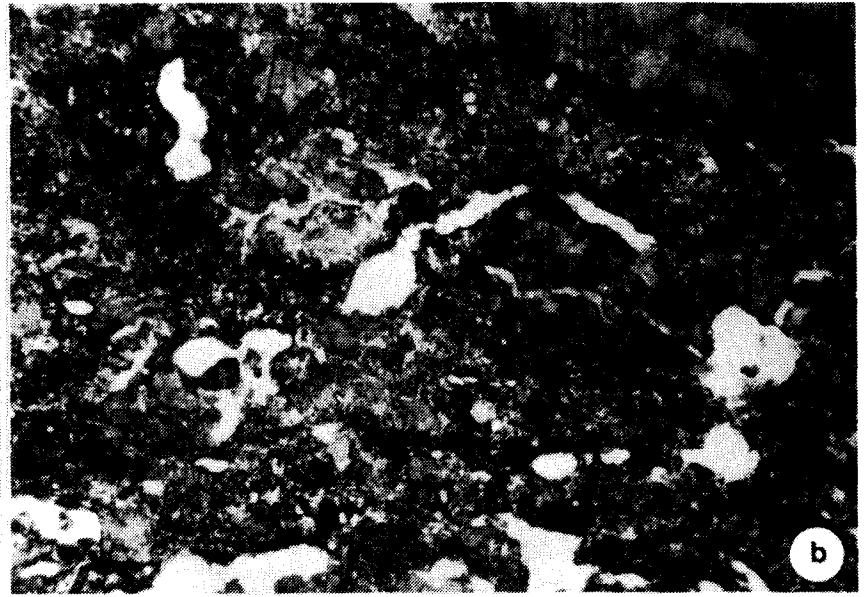


Planche 3

Planche 4

a) Partie supérieure du niveau YSS (V8) : limons sablo-argileux résultant d'une fine homogénéisation d'une composante loessique et d'une composante sableuse allochtone, faiblement altérée, abondante; microstructure cavitaire, fermée; agrégat brun de sol argileux introduit par le piétinement (BL 12, LN. N 1,6. Largeur de la photo: 5 mm).

b) Niveau YSS, au fond de la grotte: limons argilo-sableux résultant d'une fine homogénéisation d'une composante loessique et d'une composante sableuse allochtone, faiblement altérée, abondante; microstructure cavitaire fermée; agrégats bruns de sols argileux introduits par le piétinement et abondants fragments osseux dispersés (BL 13, LN. N 1,6. Largeur de la photo: 5 mm).

c) Niveau YS, au fond de la grotte, détail de 4b montrant des revêtements argileux grossiers et de petits fragments osseux finement intégrés à la masse du sol (BL 13, LN. N 10. Largeur de la photo: 0.85 mm).

d) Partie supérieure du niveau YSS (V8) : sables limono-argileux résultant d'une fine homogénéisation d'une composante loessique et d'une composante sableuse allochtone, faiblement altérée, abondante; microstructure fissurale à cavitaire, fermée (BL 5, LN. N 1,6. Largeur de la photo: 5 mm).

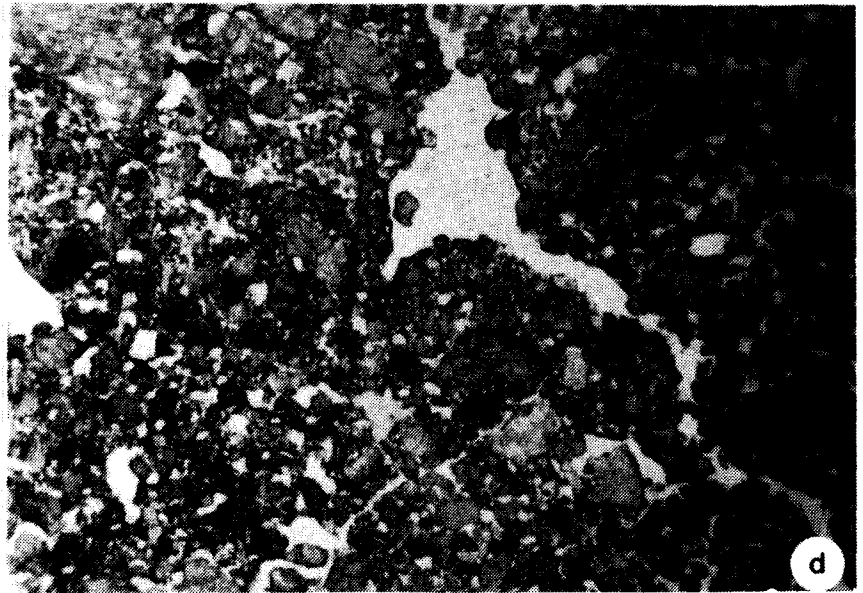
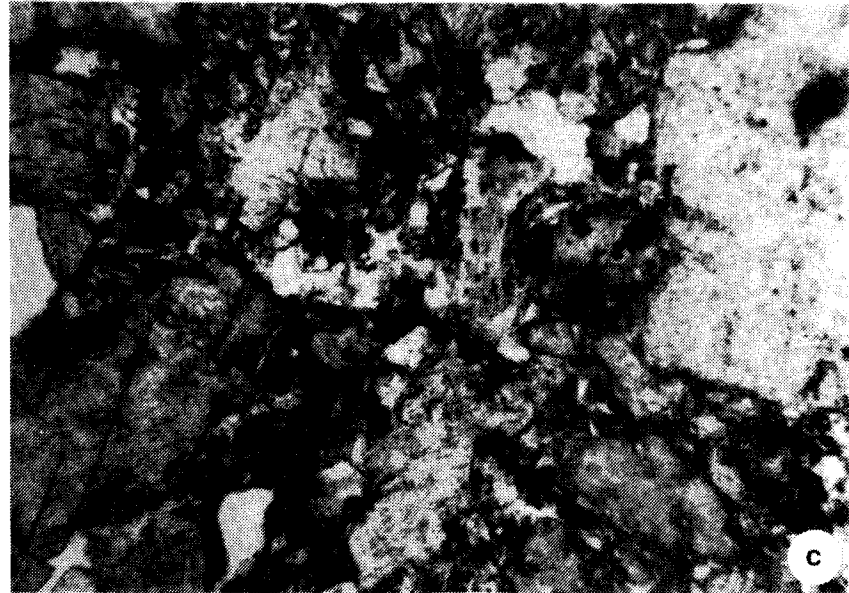
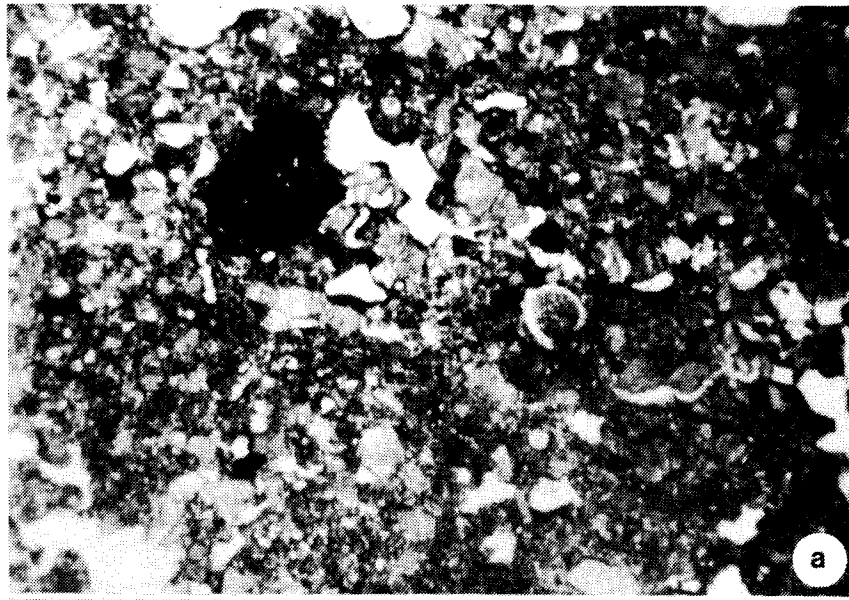


Planche 4

Planche 5

a) Partie supérieure du niveau YSS (V8) : même vue que 4d en lumière polarisée.

b et c) Niveau UGS (V8) : Sables limoneux ouverts, essentiellement constitués de produits de désagrégation de la roche calcaire, et dans une moindre proportion de limons loessiques présents en agrégats résiduels; fragments osseux dispersés; le mélange de ces différents matériaux suggère un remaniement d'origine mécanique (BL 4, LN. N 1,6. Largeur de la photo: 5 mm).

d) Niveau UGS (V8) : fragments grossiers à coiffes limono-argileuses mélangés à des sables calcitiques mal triés; le mélange de ces différents matériaux suggère un remaniement d'origine mécanique (BL 4, LN. N 1,6. Largeur de la photo: 5 mm).

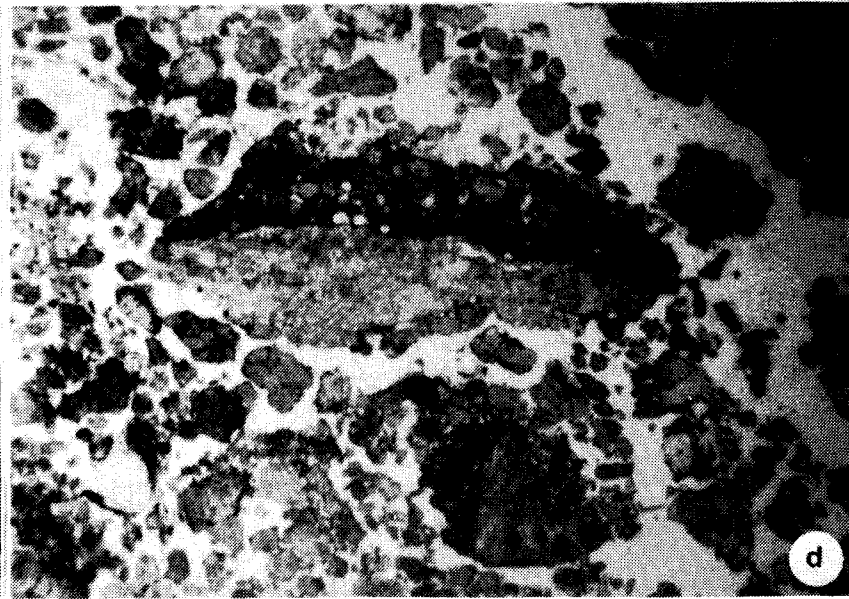
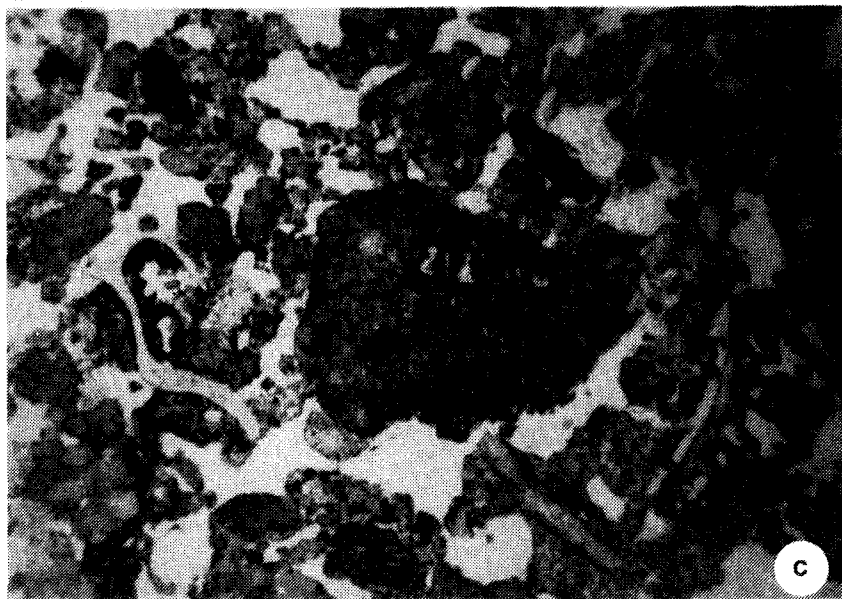
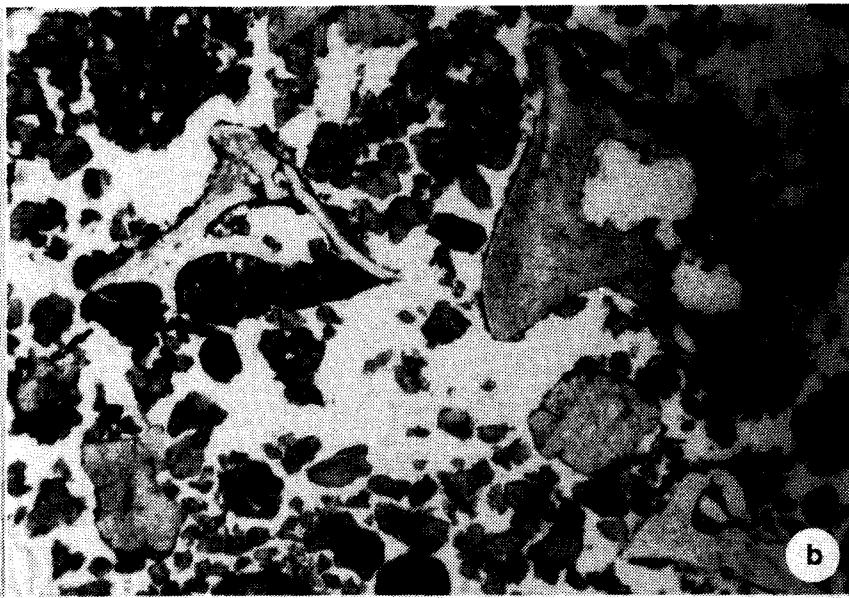
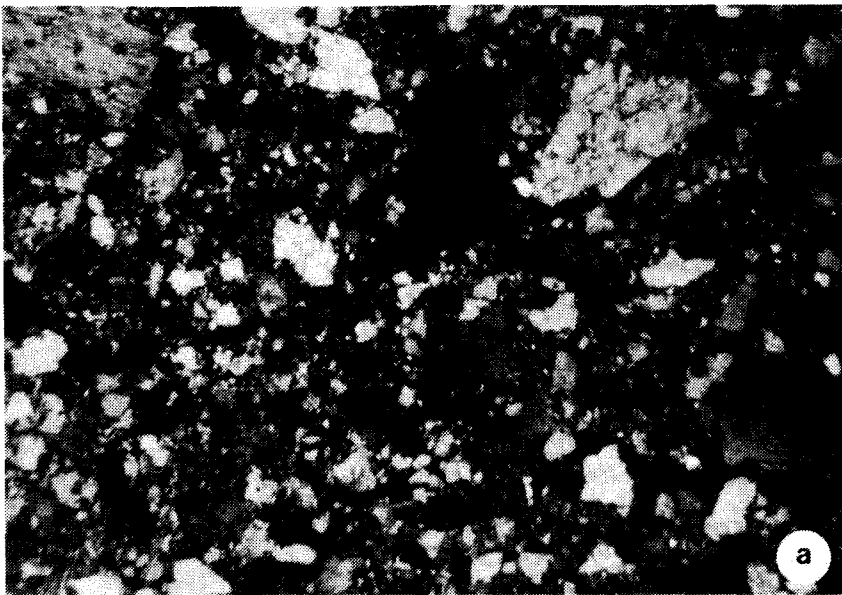


Planche 5

Planche 6

a) Partie inférieure du niveau YSS (V5), dans les fissures de la roche mère: limons argilo-sableux montrant une forte composante loessiaue; microstructure cavitaire ouverte traduisant un léger remaniement mécanique; abondants fragments charbonneux intégrés à la masse fine du sol (BL 3, LN. N 1,6. Largeur de la photo: 5 mm).

b) Détail de 6a montrant les plages charbonneuses finement intégrées à la masse fine du sol (BL 3, LN. N 10. Largeur de la photo: 0.85 mm).

c) Détail de 6a montrant la composante loessique constituée de limons argileux bruns, riches en micro-particules contrastées, résidus charbonneux et fragments organiques humifiés (BL 3, LN. N 10. Largeur de la photo: 0.85 mm).

d) Détail de 6a, vue en lumière polarisée de 6c montrant la faible quantité de limons calcitiques dans la masse fine du loess.

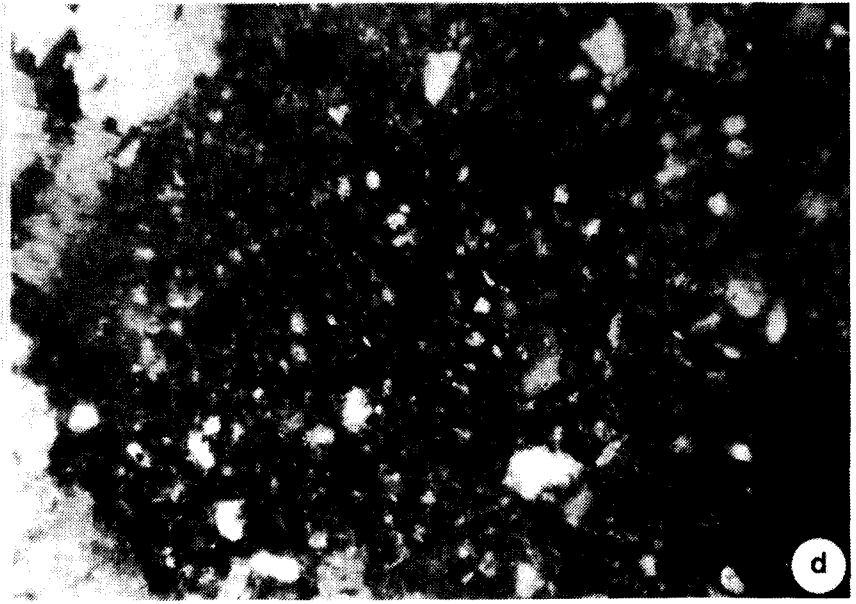
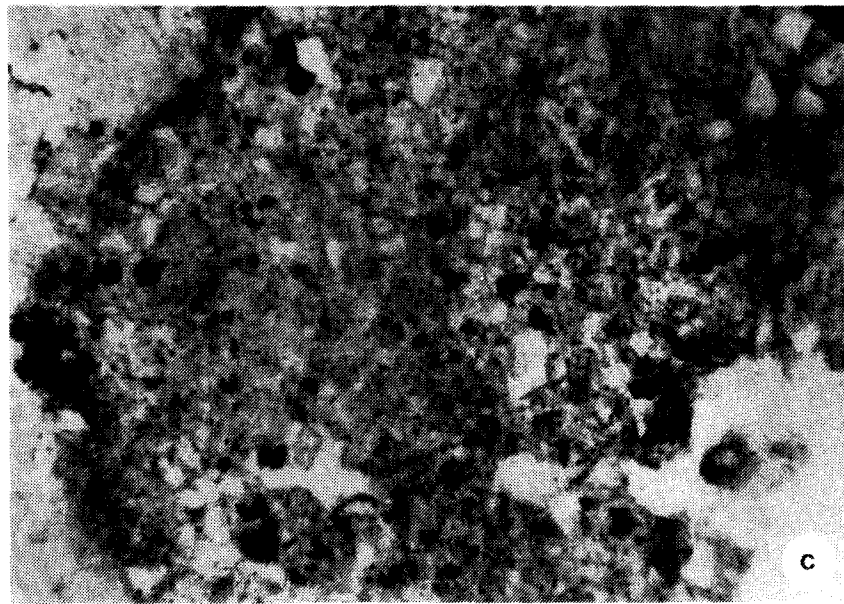
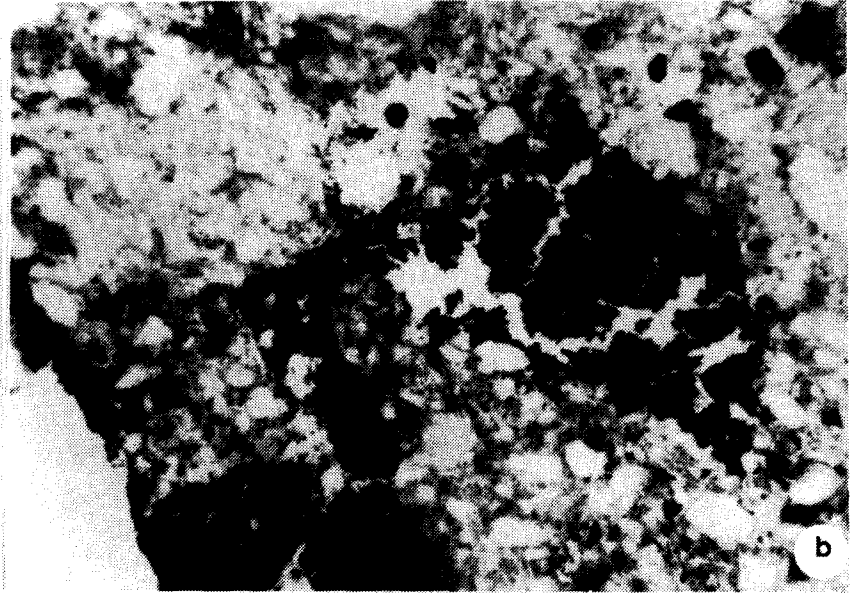
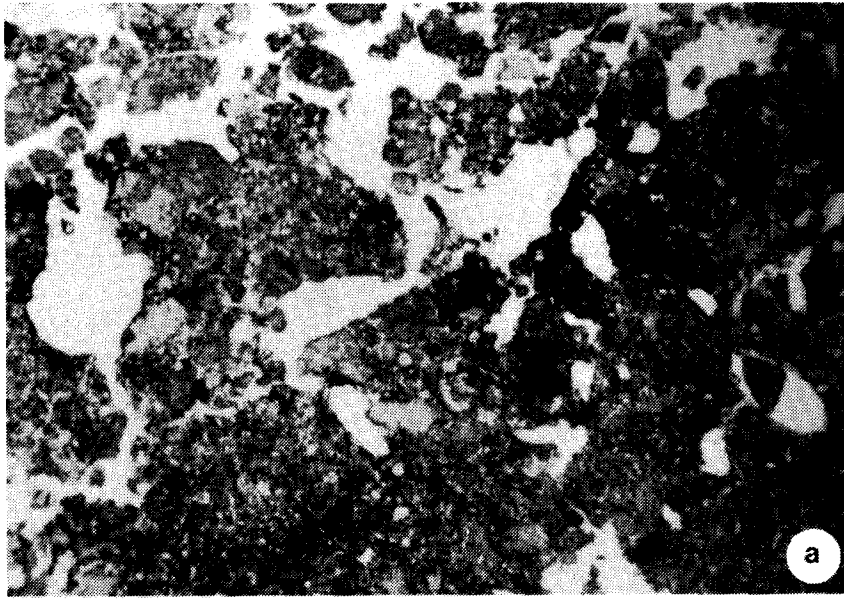


Planche 6

Planche 7

a) Partie inférieure de YSS (V5) : limons argileux d'origine loessique finement mélangés à une composante sableuse provenant de la désagrégation de la roche mère calcaire; microstructure cavitaire fermée produite par des lentilles de glace; calcitisations micritiques diffuses le long des chenaux racinaires (BL 1, LN. N 1,6. Largeur de la photo: 5 mm).

b) Même vue que 7b en lumière polarisée montrant le fin mélange de la composante loessique non carbonatée et de la composant autochtone calcaire.

c) Partie inférieure de YSS (V5): relique d'accumulation de loess limono-argileux bruns, à la base d'un fragment calcaire (BL 1, LN. N 1,6. Largeur de la photo: 5 mm).

d) Partie inférieure du niveau YSS (V5), dans les fissures de la roche mère: limons argilo-sableux bruns montrant une forte composante loessique microstructure cavitaire fermée; fragment osseux présentant un enduit organique brun noir, bitumineux (?) (BL 3, LN. N 1,6. Largeur de la photo: 5 mm).

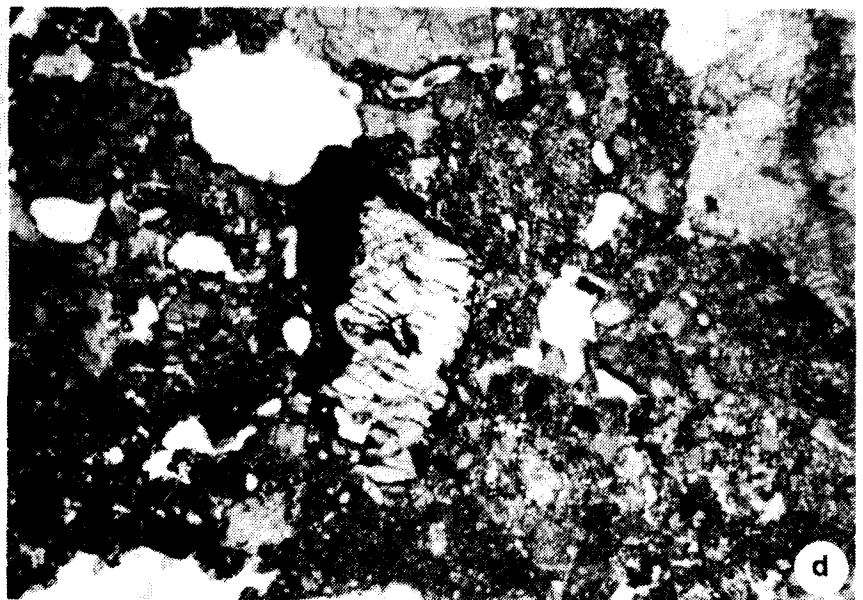
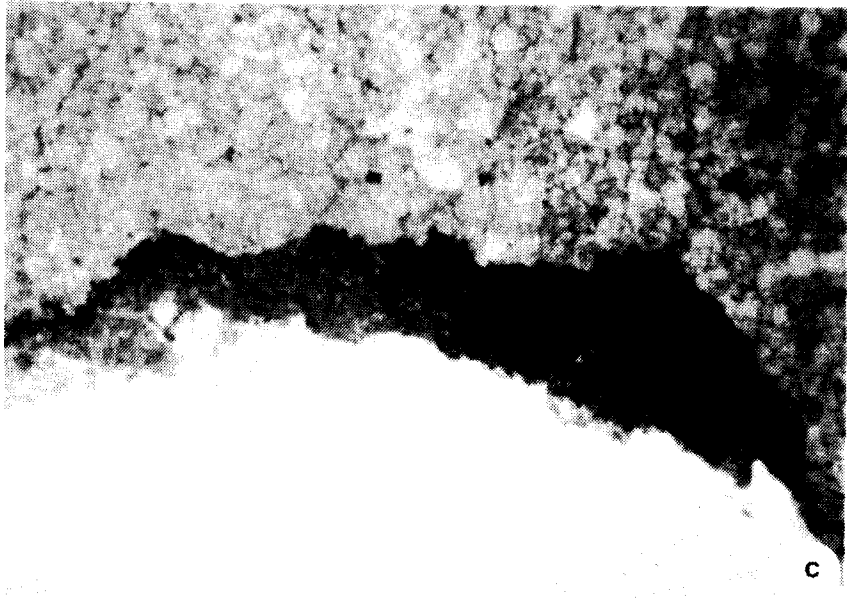
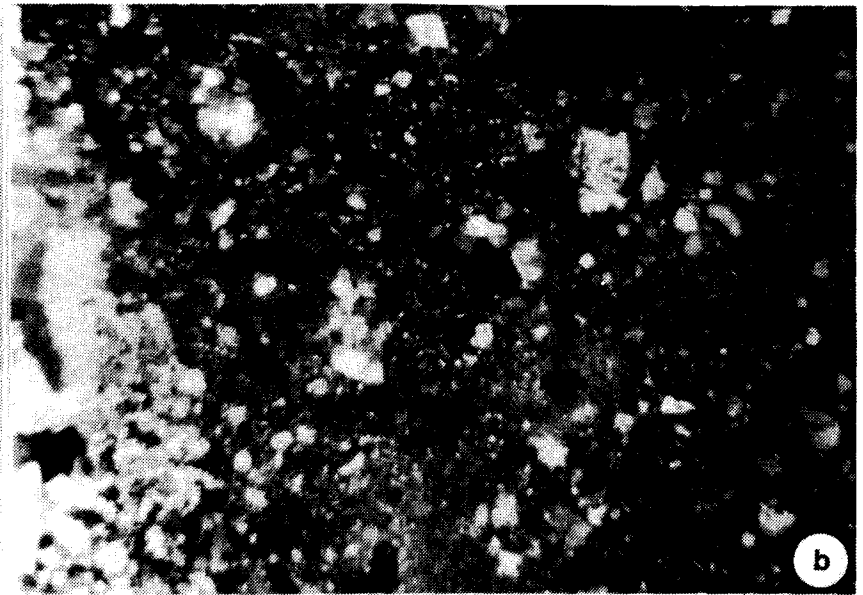
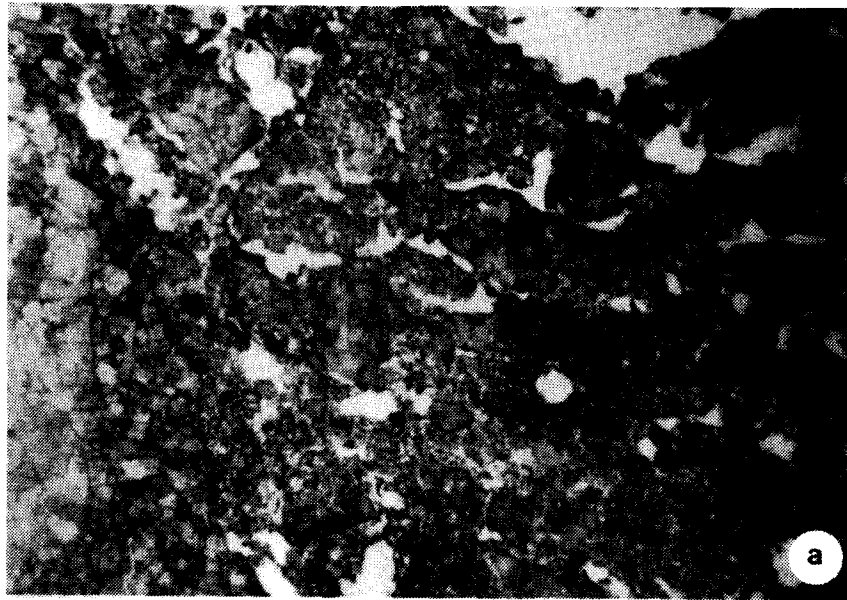


Planche 7

Planche 8

a) Niveau YSS, au fond de la grotte: limons argilo-sableux à forte composante loessique, fragments osseux et agrégats de sols bruns introduits par le piétinement; microstructure cavitaire fermée (BL 14, LN. N 1,6. Largeur de la photo: 5 mm).

b) Niveau YSS, au fond de la grotte: concentration de limons argilo-sableux à forte composante loessique entre des fragments grossiers calcaires; fragments osseux et agrégats de sols bruns introduits par le piétinement; microstructure cavitaire fermée (BL 14, LN. N 1,6. Largeur de la photo: 5 mm).

c) Partie supérieure du niveau YSS, au fond de la grotte : limons argilo-sableux, bruns, très carbonatés, à microstructure très dense; abondants fragments osseux dispersés (BL 2, LN. N 1,6. Largeur de la photo: 5 mm).

d) Partie supérieure du niveau YSS, au fond de la grotte: fragment grossier calcaire à barbe calcitique provenant de la désagrégation de la paroi de la grotte, serti dans une masse fine de limons argilo-sableux, bruns, très carbonatés; calcitisations abondantes le long des chenaux racinaires (BL 2, LN. N 1,6. Largeur de la photo: 5 mm).

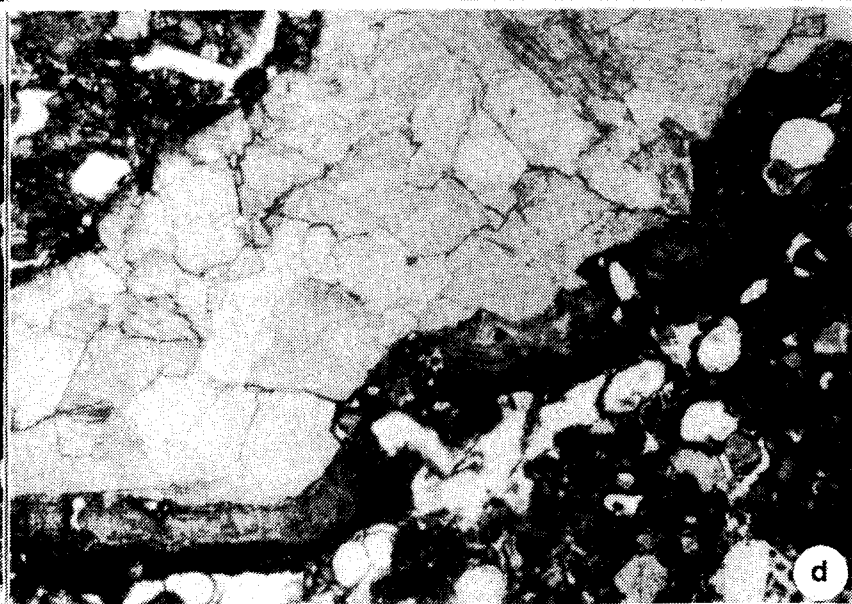
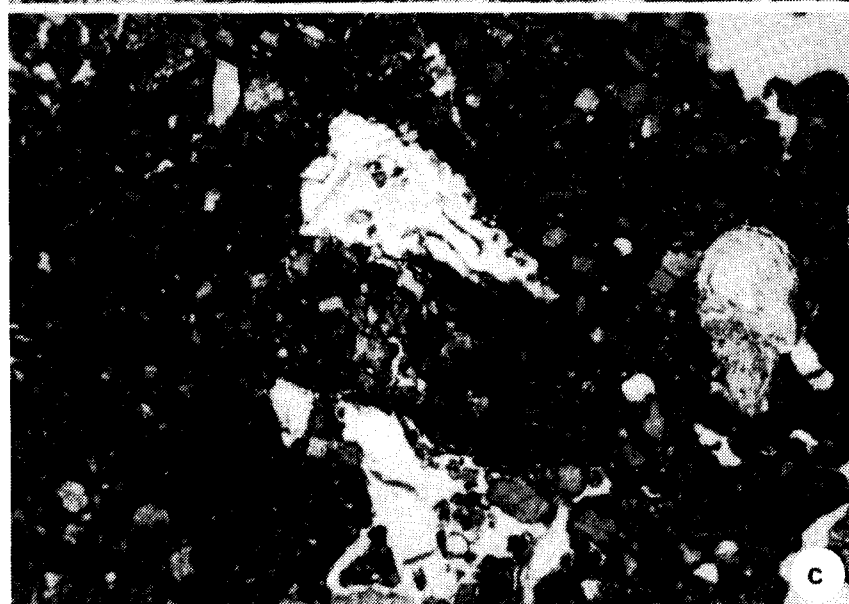
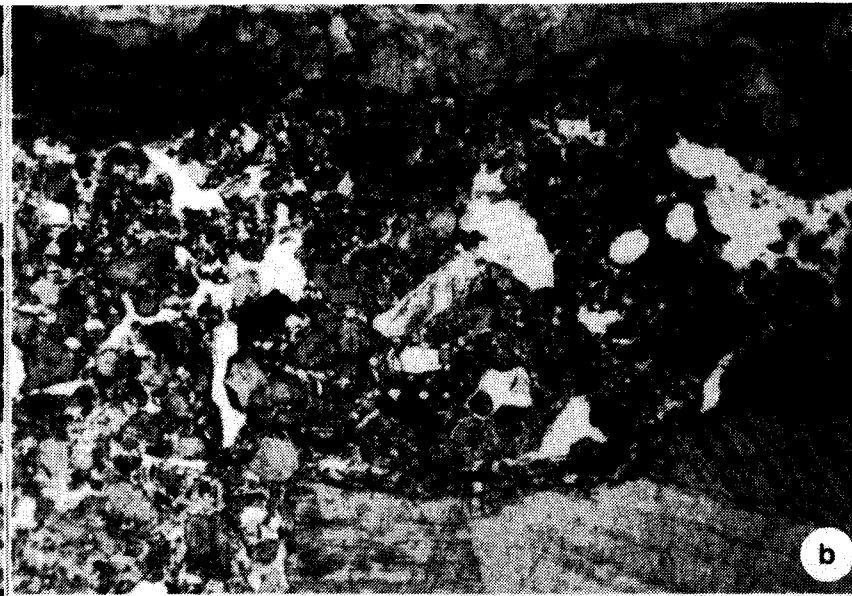
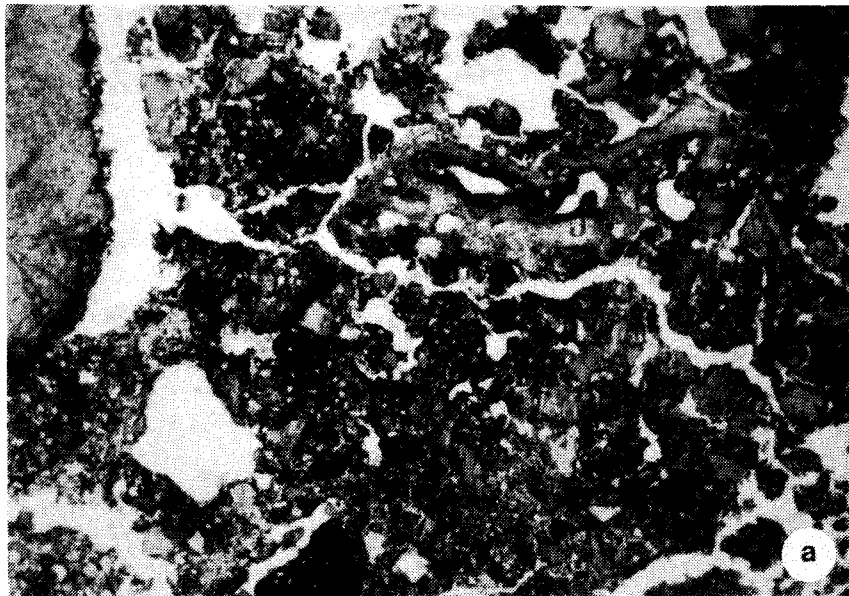


Planche 8

Conclusions

L'étude effectuée met en évidence une nette évolution des conditions climatiques synchrones des différents épisodes de mise en place des dépôts.

La mise en place des niveaux LGS et UGS s'est produite sous les conditions les plus froides marquées par un forte activité cryoclastique et une faible contribution des apports loessiques. A titre d'hypothèse, cette ambiance peut être respectivement corrélée avec l'épisode froid du Dryas I pour le niveau LGS et du Dryas II pour le niveau UGS.

La mise en place du niveau YSS s'est produite sous des conditions globalement moins froides, surtout caractérisées par un réchauffement estival plus marqué. La diversité des organisations pédologiques traduit une forte variabilité des ambiances peut-être liée à une instabilité climatique. Les caractères pédo-sédimentaires du niveau YSS sont donc cohérents avec les datations absolues qui permettent de corréler l'occupation magdalénienne avec la phase de réchauffement du Bölling (*ca.* 12,600 B.P.). Le fait que cet épisode apparaisse globalement synchrone de la mise en place de loess primaires, alors que les épisodes les plus froids ne sont pas associés à des apports éoliens suggère que une la sédimentation loessique ne serait pas caractéristique des conditions les plus rigoureuses. Une étude régionale permettrait de déterminer s'il s'agit là d'une spécificité locale ou d'une tendance plus globale.

Les processus de sédimentation et de pédogenèse n'apparaissent pas comme les facteurs responsables des perturbations locales du niveau YSS qui semblent plutôt être d'origine anthropique. L'intérieur de la cavité de la grotte ne semble pas avoir été le lieu principal des activités qui ont pu se dérouler dans une zone située plus vers l'extérieur. La présence de plusieurs surfaces d'activité résiduelles montre, néanmoins, clairement que les niveaux archéologiques sont stratigraphiquement en place.