

LES DEPOTS «ARENO-PELITIQUES» DU LITTORAL NORD DU PORTUGAL: APPROCHE MICROMORPHOLOGIQUE, IMPLICATIONS DYNAMIQUES, PALEOPEDOLOGIQUES ET PALEOCLIMATIQUES

par

J.P. Texier¹
P. Bertran¹
J. Meireles²

RESUMO

Os autores apresentam uma nova interpretação das formações tradicionalmente designadas por areno-pelíticas do litoral da província portuguesa do Minho. Esta baseia-se na análise micro-morfológica de dois cortes geológicos representativos (Forte do Cão — Gelfa — e Vila Praia de Âncora) e apoia-se num estudo geológico regional anteriormente efectuado. Dos trabalhos realizados ressalta a natureza poligénica destas formações. Com efeito, sob tal designação puderam ser reconhecidos vários solos de tipo «Ranker» atlântico, «en place» ou remexidos por fenómenos de coluvionamento, bem como depósitos que implicam uma sedimentação num meio aquoso de baixa energia, e aos quais os autores atribuem uma natureza paleolagunar.

De um modo geral, o conjunto destes depósitos é o reflexo de condições climáticas oscilando, ora no sentido de um pólo temperado (com a consequente formação de solos humíferos e, localmente, a ocorrência de sedimentação paleolagunar), ora no de um pólo mais árido e certamente mais frio (fenómenos de coluvionamento).

De acordo com os dados cronológicos actualmente disponíveis, as sucessivas pedogéneses e os fenómenos morfo-sedimentares reconhecidos parecem situar-se, por um lado, no final do último interglaciar e início da glaciação de Würm e, por outro, no Tardiglaciar e já no Holocénico. Observa-se assim a existência de um importante hiato nas sequências litostratigráficas analisadas, hiato esse cujas causas exactas não é possível determinar de momento. É todavia provável que depósitos análogos, mas de cronologia pleniglaciar, venham a ser identificados em locais mais favoráveis.

¹ Institut du Quaternaire, Ua 133 du CNRS, Université de Bordeaux I, 33405-Talence cedex (France).

² Unidade de Arqueologia da Universidade do Minho — Braga (Portugal).

³ L'argumentation montrant qu'il s'agit d'anciens dépôts lagunaires a été développée dans un autre article (J.P. TEXIER et J. MEIRELES, sous presse).

RESUME

Les auteurs proposent une nouvelle interprétation des formations «areno-pelitiques» du littoral nord du Portugal. Celle-ci est basée sur l'analyse micromorphologique de deux coupes représentatives et s'appuie sur une étude géologique régionale antérieure. Ces formations comprennent des sols de type «Ranquer» atlantique, en place ou remaniés par colluvionnement, ainsi que des dépôts paléolagunaires. Elles impliquent un climat oscillant tantôt vers un pôle tempéré (édification de sols humifères et sédimentation lagunaire), tantôt vers un pôle plus aride et sans doute plus froid (colluvionnements). D'après les éléments chronologiques recueillis, elles semblent se situer d'une part à la fin du dernier interglaciaire et au début du Würm et, d'autre part, au Tardiglaciaire et à l'Holocène. Il apparaît donc une importante lacune dont les causes précises restent à élucider.

ABSTRACT

The authors submit a new interpretation of «areno-pelitiques» deposits of the northern littoral of Portugal. This proposal is based on micromorphological analysis of two representative sequences and on a former geological regional study. The «areno-pelitiques» deposits include atlantic ranker soils, *in situ* or reworked by colluvial phenomena, and paleolagoonal formations. They imply a climate oscillating sometimes towards a temperate pole (edification of humus soils and lagoonal sedimentation), sometimes towards a more arid and colder pole (deposition of colluvium). From chronological data, they seem to be dated of the end of the last Interglacial, of the beginning of Würm, of Lateglacial and of Holocene. It thus exists an important hiatus the exact causes of which have to be elucidated.

Localisées au Nord du Portugal, principalement le long du littoral de la province du Minho, les «formations areno-pelitiques de couverture» ont attiré de longue date l'attention des géologues et des géographes.

Elles ont été signalées pour la première fois en 1928 par R. de SERPA PINTO, puis par A. do PAÇO en 1930. En 1949, L. BERTHOIS effectue une étude granulométrique et minéralogique détaillée d'échantillons prélevés en trois localités. Il en déduit l'existence de deux types distincts: le premier, à éléments grossiers, correspond à des dépôts continentaux autochtones susceptibles d'avoir subi des faibles remaniements par ruissellements; le second, dépourvu d'éléments grossiers, provient du lessivage du premier type et peut incorporer des éléments allochtones en quantité réduite. En 1957, J. CAR-RINGTON da COSTA et C. TEIXEIRA cartographient ces formations sous le symbole Qp et les définissent de la manière suivante: dépôts limoneux de couleur jaune, brune ou noirâtre recouvrant plusieurs niveaux de plages et terrasses quaternaires, depuis celles de 90 m. jusqu'à celles de 15 m. Plus récemment, M.A. ARAÚJO (1984), à la suite d'une étude sédimentologique et minéralogique, suggère que leur édification met en jeu des phénomènes de solifluxion et de microglaciation, et qu'elle est donc contemporaine de périodes froides.

Du point de vue chronologique, ces dépôts ont été attribués au Riss (G. ZBYSZEWSKI et C. TEIXEIRA, 1949), ou à une période allant du Würm au début de la transgression flandrienne (G. ZBYSZEWSKI, 1958), ou encore au Würm final (G. S. CARVALHO, 1982).

Une étude stratigraphique et morphologique récente (J.P. TEXIER et J. MEIRELES, sous presse) a montré la nature très polygénique de ces formations qui comprennent en fait des sols humifères de type ranker atlantique, en place ou remaniés par colluvionnements, des colluvions d'arènes ou de terrasses marines et des dépôts paléolagunaires disposés en chapelets tout au long de la côte.

Il nous a paru intéressant de vérifier et, si possible, de préciser cette dernière proposition par une approche analytique appropriée: la micromorphologie. Dans ce but, nous avons choisi d'étudier deux séquences stratigraphiques complémentaires, localisées sur la même terrasse marine et distantes l'une de l'autre d'environ 3 km.: Gelfa et Vila Praia de Âncora nord. Celles-ci sont déjà connues pour les vestiges archéologiques qu'elles ont livrés (F. SANDE LEMOS, 1982 et J. MEIRELES, 1982 et 1984).

La zone concernée par cette étude est assez fortement anthropisée. Entre les champs cultivés, le paysage végétal est celui d'une lande à Ericacées et Graminées. Celle-ci se serait installée dès la période atlantique et serait la conséquence de l'influence marine et de l'activité anthropique (déforestation) (M.A. SA OTERO, 1985). Le substratum est composé principalement de roches granitiques; des affleurements de schistes et quartzites sont également visibles le long de la côte. Le climat est humide à hivers tempérés (précipitations moyennes annuelles: 1444 mm; températures moyennes annuelles; 14,5°C; moyenne des minima du mois le plus froid: 5,7°C). Le diagramme ombrothermique établi à partir des données météorologiques relevées à Viana do Castelo, à l'embouchure du Lima, fait apparaître une période à tendance sèche de courte durée axée sur le mois de Juillet (fig. 1).

1. LOCALISATION ET DESCRIPTION DES SEQUENCES

1.1. La séquence de Gelfa

Elle est située en bordure de mer, à un peu moins de 2 km au sud du village côtier de Vila-Praia de Âncora, près du fort de Cão (fig. 2). On observe successivement au dessus du substratum granitique creusé de marmites d'érosion (fig. 3):

— Une terrasse marine M:

Epaisse de 1 m en moyenne, sa base est localisée à environ 3 m d'altitude absolue. Elle est constituée de galets non altérés, jointifs, emballés dans une

matrice de sables fins micacés et feldspathiques de couleur gris verdâtre. Les galets, de dimensions variables (3 à 9 cm de diamètre), sont composés de quartzites, largement majoritaires, de quartz assez fréquents, de rares granites et de très rares schistes. Le contact avec la couche supérieure est nette. Ces dépôts ont livré une *industrie préhistorique* à taille unifaciale susceptible de représenter un *faciès particulier de l'Acheuléen*.

— *Des colluvions C1:*

Épaisseur moyenne: 0,80 m. De la base vers le sommet, la texture évolue d'un sable grossier associé à des galets (niveau C1a) à un sable argilo-limoneux (niveau C1b). La structure est massive. Les sables sont composés principalement de quartz, de micas et de feldspaths. Les galets contenus dans le niveau C1a sont fréquemment altérés et tachés de rouge. Une proportion notable de galets est éclatée *in situ*. Leur disposition est généralement redressée et festonnée. On relève en outre sur certains d'entre eux des indices d'éolisation. Ces colluvions C1 supportent un *épais sol humifère de type ranker atlantique*. De couleur brun noir au sommet (horizon A1), elles deviennent progressivement brunes (horizon A1/B) puis jaune clair vers la base (horizon (B)/C). Les remontages réalisés à partir des objets archéologiques recueillis dans cette couche (travaux J. MEIRELES) montrent que des *pics de type asturien* ont été fabriqués par les hommes préhistoriques contemporains de cette formation.

— *Des colluvions C2:*

Épaisseur variant de 30 à 40 cm. Le limite entre C1 e C2 n'est visible que localement, lorsqu'elle est soulignée par des graviers et des sables disposés en lits au fond de petits chenaux d'érosion. De couleur brun noir, ces colluvions présentent une structure massive et une texture générale fine, sablo-argileuse. Elles ont livré une *industrie à pics asturiens* (J. MEIRELES, 1984), associée à des galets vraisemblablement apportés par l'Homme préhistorique.

— *Des dépôts dunaires D:*

Leur épaisseur qui est de 1,15 m au niveau de la coupe étudiée, peut atteindre 2 à 3 m. Ils sont composés de sables quartzeux de couleur beige incluant localement des traînées humifères grises. Ils contiennent des *structures d'habitat très récentes, historiques*.

1.2. La séquence de Vila Praia de Âncora

Elle est localisée à environ 1 km au nord de Vila Praia de Âncora, à 150 m du bord de mer (fig. 2). Les dépôts comprennent successivement de bas

en haut (fig. 4):

— *Une formation marine résiduelle M:*

Située à 3 m d'altitude absolue, elle ne subsiste plus qu'à l'intérieur de marmites creusées dans le substratum granitique. Elle est constituée de galets de quartzite inclus dans une matrice de sables fins quartzeux, micacés et feldspathiques de couleur gris verdâtre.

— *Un mince niveau colluvial Cx:*

Epais de 10 à 20 cm, il est formé de sables organiques gris foncé. Ses limites supérieures et inférieures sont brutales, régulières.

— *Des colluvions C1:*

Leur épaisseur varie de 30 à 80 cm. Leur constitution et leur structure sont en tout point identiques à celles décrites à Gelfa. On y observe également une partie basale cryoturbée riche en galets à disposition redressée et festonnée (C1a) et une partie sommitale sablo-limoneuse (C1b).

— *Des formations paléolagunaires L (3):*

Épaisses de 0,80 m environ, leur contact avec C1 est brutal, sub-horizontale, localement en «marche d'escalier». Elles sont formées de sables quartzeux, argilo-limoneux, de couleur grise et contiennent à leur base des lentilles sub-horizontales, d'épaisseur centimétrique composées de sables brun jaune.

— *Des colluvions C2:*

Épaisses de 0,40 m environ, elles sont constituées de sables argilo-limoneux. Elles supportent un ranker atlantique qui leur confère une couleur gris foncé et qui oblitère le contact avec les formations L. Elles sont ont livré *une industrie à pics asturiens* (J. MEIRELES, 1982 et 1984).

— *Un mince liseret de sables éoliens D:*

Epais de 2 à 15 cm, ce niveau est composé de sables principalement quartzeux de couleur beige.

— *La zone cultivée AP:*

De 20 à 25 cm d'épaisseur et de couleur grise, elle est constituée de sables argilo-limoneux incluant de nombreux lithoclastes de granite de la taille des graviers.

2. ANALYSES MICROMORPHOLOGIQUES

Cette étude portant sur les formations dites «areno-pelitiques», les analyses micromorphologiques n'ont concerné que les dépôts répondant aux critères donnés en introduction (*cf. supra*), soit les couches C1 et C2 de Gelfa et Cx, L

et C2 de Vila Praia de Âncora. En effet, l'origine des autres dépôts est claire et ne peut prêter à confusion.

2.1. La séquence de Gelfa (Tableau 1)

— *Echantillon 1* (Profondeur: 115-125 cm — C2) (Photo 1): Le fond matriciel, très sableux présente une structure micro-agrégée. La fraction fine, de couleur brun foncé, est peu abondante; elle a tendance à former des revêtements et des ponts entre les grains. On note la présence de quelques fragments organiques noirs et des charbons de bois, ainsi que de nombreux chenaux remplis par des sables en entassement libre.

— *Echantillon 1* (Profondeur: 130-135 cm — C2 base): Les grains sableux sont concentrés dans des lits de quelques millimètres d'épaisseur. La fraction fine est plus abondante et moins colorée que dans l'échantillon 1. La structure, mal exprimée, est micro-agrégée. Les fragments organiques sont très nombreux. On observe également quelques agrégats argileux arrondis et des fragments de revêtements argileux bruns dispersés dans le fond matriciel (traits remaniés).

— *Echantillon 3* (Profondeur: 135-140 cm — C1b sommet) (Photo 2): Le fond matriciel ne présente pas de litage comme l'échantillon 2. La structure micro-agrégée est bien développée. Aucun fragment organique n'a été observé.

— *Echantillon 4* (Profondeur: 150-160 m — C1b base): Son organisation est très comparable à celle décrite dans l'échantillon précédent. On constate l'existence de chenaux remplis par un matériel brun jaune moins organique que le fond adjacent.

— *Echantillon 5* (Profondeur: 165-175 cm — Contact C1b-C1a) (Photo 3): La porosité est plus réduite et la fraction fine est moins colorée, brune à brun jaune. On note la présence de rares charbons de bois dispersés dans le fond matriciel. Des pellicules de fraction fine brunâtres dont les particules sont orientées, se développent autour des grains sableux ou des charbons de bois.

— *Echantillon 6* (Profondeur: 190-200 cm — C1a milieu): La structure est comparable à celle de l'échantillon 5, mais le fond est plus grossier: la fraction fine est de couleur brun jaune. On note également la présence de quelques charbons de bois et d'épaisses pellicules brunes enrobant les grains. Les cavités sont revêtues par des traits argilo-limoneux bruns mal orientés et peu épais (Photo 4).

— *Echantillon 7* (Profondeur: 205-215 cm — C1a base): Le matériel est très sableux et contient des galets dispersés; la fraction fine est peu abondante,

de couleur brun jaune. La structure est de type cavitaire. On constate la présence de charbons de bois, parfois de grande taille (plus de 5 mm). Les traits texturaux sont nombreux; on distingue:

- des pellicules de fraction fine orientée sur les grains,
- des accumulations limoneuses litées, mal triées, en intercalations dans le fond matriciel,
- des entassements de grains sableux,
- des fragments de revêtements argilo-limoneux bruns, dispersés dans le fond matriciel (Photo 6),
- quelques rares petits fragments de revêtements argileux rouges,
- des traits argilo-limoneux bruns, non fragmentés, en position de revêtements dans les cavités

2.2. La séquence de Vila Praia de Âncora

— *Echantillons 1, 2 et 3* (Photos 7 et 8): Ils sont situés respectivement aux profondeurs de 25-38 cm (C2 sommet), 45-58 cm (C2 milieu) et 72-83 cm (C2 base). Leurs caractéristiques microscopiques sont tout à fait comparables à celles décrites pour le ranker de la coupe de Gelfa (Tableau 2).

— *Echantillons 4 (profondeur: 105-115 cm — L sommet) et 5 (Profondeur: 137-147 cm — L base)* (Photos 9 et 10): Ils sont constitués par une alternance de lits fins et de lits sableux lavés, d'épaisseur centimétrique, souvent recoupés par des chenaux. Dans l'échantillon 5, les lits à texture fine sont formés par la juxtaposition, en proportion variable, d'agrégats argileux de couleur brun jaune et d'agrégats riches en matière organique de couleur brun foncé. Dans l'échantillon 4, le fond matriciel est plus homogène; la fraction fine est brune. Certains grains sableux sont recouverts par une pellicule du même matériel que les agrégats brun jaune. Les fragments organiques humifiés et les charbons de bois sont communs.

— *Echantillon 6* (Profondeur: 230-240 cm — Cx): Il est constitué par un matériel à structure cavitaire, très sableux de couleur brune. On note la présence d'agrégats argileux brun jaune, de charbons de bois et de pellicules de fraction fine sur les grains grossiers.

3. INTERPRETATION — DISCUSSION

3.1. La séquence de Gelfa

Les données stratigraphiques et micromorphologiques permettent de proposer l'évolution pédo-sédimentaire suivante (fig. 5):

— *Formation de la terrasse marine M*: La terrasse marine M, liée à un niveau marin légèrement plus haut que l'actuel, représente un épisode à caractère interglaciaire. Celui-ci est sans doute également responsable de la *formation du sol rouge lessivé* observé sur les dépôts de la terrasse marine supérieure, localisée à environ 100 m à l'est de la coupe étudiée (J.P. TEXIER et J. MEIRELES, sous presse), C'est très vraisemblablement de ce sol que proviennent les petits fragments de revêtement rouges observés en lames minces à la base de C1. Cette pédogenèse lessivée rubéfiante se retrouve à l'échelle régionale sur tous les dépôts antérieurs à M, quelles que soient les conditions stationnelles. Il est donc légitime de lui attribuer une signification paléoclimatique. Il est donc généralement admis que le développement de ce type de sol nécessite un climat relativement chaud et humide comportant une saison sèche marquée (Ph. DUCHAUFOR, 1976, J.P. RAYNAL *et al.*, 1985, N. FEDOROFF et M.A. COURTY, 1987).

— *Développement d'un ranker atlantique*: Les fragments de revêtement argileux organiques bruns et les charbons de bois notés en C1a, sont interprétés comme les témoins d'un ranker atlantique comparable au sol de surface (*cf. infra*). La relative abondance et l'importance de ces fragments de revêtement suggèrent un faible remaniement. D'après Ph. DUCHAUFOR (1977), ce type de sol, qui est caractérisé par une podzolisation biochimique modérée, est typique des roches acides des zones côtières ou subalpines sous climat atlantique.

— *Mise en place des colluvions à texture grossière C1a*: Les enrobements de particules fines autour des sables et des graviers proviennent de la réorganisation du fond matriciel sous des contraintes ou des phénomènes de transport (U. BJORKHEM et A. JONGERIUS, 1973, B. VAN VLIET LANOE, 1985, P. BERTRAN, 1989). Ces traits associés aux revêtements argileux fragmentés permettent d'interpréter le niveau C1a comme des colluvions. Les intercalations litées et les entassements de sables lavés indiquent que leur mise en place a été accompagnée par des phénomènes de lavages intenses. Bien que certaines observations macroscopiques (galets cassés, redressés et festonnés) le laissent prévoir, aucune structure typique de l'influence du gel n'a été décelée en lames minces. Les charbons de bois contenus dans ces sédiments sont manifestement fossiles puisqu'ils sont, comme les graviers, recouverts par une pellicule de fraction fine orientée. Leur présence peut être interprétée comme un indice de dégradation climatique (B. VAN VLIET LANOE, 1988). Ceci s'accorde bien avec les traces d'éolisation relevées sur les galets et avec la dynamique de mise en place des dépôts qui impliquent une disparition au moins partielle du couvert végétal.

— *Mise en place des colluvions à texture fine C1b*: Les colluvions C1b témoignent d'une dynamique moins compétente que lors de la formation de

C1a. En effet, des matériaux grossiers susceptibles de remaniement étaient toujours disponibles; il faut donc envisager un changement climatique (précipitations moins violents, peut être tendance à l'aridification) pour expliquer cette modification de la sédimentation. Il est cependant difficile d'aller au delà de cette interprétation car le fonctionnement du ranker de surface a totalement oblitéré les structures sédimentaires de ce niveau sauf au contact avec C1a où l'on observe encore des microstructures colluviales caractéristiques (enrobements fins autour des éléments grossiers).

— *Développement d'un ranker atlantique sur les colluvions C1*: Ce sol se forme au cours d'une phase de stabilité morphologique dans une ambiance climatique tempérée semblable à l'actuel. Il se caractérise en lames minces par une microagrégation du fond matriciel, par une incorporation profonde de la matière organique qui colore la fraction fine jusqu'à 60 cm sous le sommet du profil (horizon A1/B) et par une illuviation argilo-limoneuse brune. Ce phénomène inattendu dans ce type de sol acide où les agrégats sont très stables, pourrait résulter de la situation très littorale de cette coupe qui est fréquemment atteinte par les hautes mers. En effet, l'action du sodium a déjà été souligné comme facteur favorisant la dispersion des argiles et, par suite, les processus d'illuviation (J. BOULAINÉ, 1976, B. VAN VLIET LANOE, 1986).

— *Colluvionnement du ranker*: Comme l'indiquent les traits de remaniement notés dans l'échantillon 2 (tabl. 1), le niveau C2 résulte du remaniement par colluvionnement du ranker sous jacent. La structure litée développée à la base de cette couche montre que le ruissellement a été localement très actif. Cette phase de sédimentation est le reflet d'une nouvelle dégradation du couvert végétal liée soit à des conditions climatiques défavorables, soit à l'activité des hommes préhistoriques.

— *Développement d'un nouveau ranker sur les colluvions C2*.

— *Mise en place des sables dunaires D*: Au cours d'une période très récente (historique), ce sol est progressivement enfoui sous les sables dunaires D qui ont été mélangés aux horizons supérieurs par l'activité biologique.

3.2. La séquence de Vila Praia de Âncora

Les évènements pédo-sédimentaires mis en évidence à Vila Praia de Âncora sont les suivants, du plus ancien au plus récent (fig. 6):

— *La terrasse marine M* se met en place au cours de la même période interglaciaire que celle de Gelfa.

— Lors d'un épisode de bas niveau marin se manifestent *une phase érosive* qui tronque une partie notable de M et *une phase colluviale* (niveau

Cx). Certains traits microscopiques (charbons, fraction fine organique) permettent de penser que ces colluvions ont remanié *un ranker atlantique*.

— *Un deuxième épisode colluvial* (niveau C1) se produit à Vila Praia de Âncora. Les caractéristiques texturales des dépôts et leur évolution verticale sont tout à fait comparables à celles notées dans le niveau C1 de Gelfa. Nous l'interprétons de la même manière: épisode de dégradation climatique, d'abord accompagné de précipitations importantes et de cryoturbations (niveau C), évoluant ensuite vers des conditions moins humides (niveau C1b).

— La structure litée de la *couche L* et la composition des lamines brunes (microagrégats non dissociés de ranker) peuvent s'expliquer par une sédimentation en milieu aqueux de très basse énergie. Cette observation est donc compatible avec l'hypothèse de *dépôts lagunaires liés à un haut niveau marin* proposée ailleurs (J.P. TEXIER et J. MEIRELES, sous presse) sur la base d'arguments morphologiques, altimétriques et dynamiques. Cette interprétation permet en outre d'expliquer le type de contact (en «marche d'escalier») constaté entre les formations L et C1. L'alternance de niveaux bruns, essentiellement constitués d'agrégats d'horizons organiques et de niveaux brun jaune provenant d'horizons C est interprétée de la manière suivante: la lagune était bordée par des microfalaises liées aux variations du niveau marin et à l'action des vagues; sur le littoral se développait un ranker sous une végétation de landes; l'effondrement périodique de ces talus et l'étalement du matériel (lits brun jaune) s'intercalait dans les apports issus du colluvionnement progressif des horizons supérieurs du sol. D'autres auteurs (H.J. MUCHER *et al.*, 1972) ont également montré, dans les sols de Galice au nord-ouest de l'Espagne, la grande stabilité des agrégats de ranker au cours d'un transport.

— *La couche C2* située dans la même position stratigraphique que celle de Gelfa (au sommet de la série, sous de sables éoliens récents) et contenant la même industrie préhistorique, est également attribuée à une *phase colluviale liée à un épisode de dégradation climatique oulet à l'activité anthropique*.

— *Un ranker atlantique* se développe ensuite au cours d'une *phase climatique tempérée analogue à l'actuel*. Ce sol présente les mêmes caractéristiques que celles du ranker superficiel de Gelfa, mis à part les traits illuviaux totalement absents ici. Cette différence est mise sur le compte du plus grand éloignement de la mer de la coupe de Vila Praia.

— *Le liseré sableux D*, localisé jusque sous la zone arable Ap, représente très certainement un équivalent latéral des dépôts dunaires de Gelfa.

4. CORRELATIONS — HYPOTHESE CHRONOLOGIQUE

Les deux coupes étudiées sont proches l'une de l'autre et présentent une

situation altimétrique et morphologique comparable. Certains des événements pédologiques et sédimentaires enregistrés sont aisément corrélables d'une coupe à l'autre (tableau 3). Ainsi, les niveaux marins M de Gelfa et de Vila Praia, localisés à la même altitude (+ 3 m), représentent la dernière phase de morphogenèse marine franche avant l'Holocène. Les colluvions C1 occupent dans les deux coupes une situation stratigraphique comparable et montrent la même évolution texturale. Les colluvions C2 se placent dans le deux cas en fin de séquence et présentent également des caractères proches. Enfin, les dépôts sableux D de Vila Praia de Ancora correspondent très vraisemblablement à un équivalent latéral des dépôts dunaires historiques identifiés à Gelfa.

Malgré l'absence de datations absolues (en cours de réalisation), il est possible de proposer une hypothèse chronologique (tabl.3) par analogie avec les événements identifiés en d'autres endroits du littoral atlantique de l'Europe du sud-ouest (B. HALLEGOUET et B. VAN VLIET, 1986, G. MARY, 1986, J.L. MONNIER et B. VAN VLIET, 1986).

La présence d'une industrie à pics as turien dans les colluvions C2 que les datations radiométriques placent au plus tard à 7000 BP dans les Cantabres (G.A. CLARK, 1974 et 1976), ainsi que celle de vestiges historiques dans les sables éoliens D, permettent de situer le sommet de la séquence (rankers, sables D et colluvions C2) dans le Tardiglaciaire et l'Holocène.

La disparition du couvert végétal associée à la mise en place des colluvions C2 peut être interprétée soit comme la conséquence de l'action anthropique, dans la mesure où la présence de l'Homme est attestée dans les deux sites, soit comme une phase de dégradation climatique de la fin du Tardiglaciaire (Dryas III des palynologues). Aucune hypothèse ne permet, pour l'instant, d'expliquer de façon satisfaisante la progression des faciès littoraux (sables éoliens D) vers l'intérieur des terres pendant la période historique.

La base de la séquence peut être aisément calée sans le temps grâce à la présence de la terrasse marine M. Ce haut niveau, antérieur à une détérioration climatique important pendant laquelle se sont mis en place les colluvions C1, et probablement contemporain du sol rouge lessivé développé sur les formations plus anciennes, est attribué à l'optimum climatique du dernier interglaciaire.

Les rankers atlantiques remaniés à la base des colluvions C1 de Gelfa et dans les colluvions Cx de Vila Praia de Ancora reflètent des conditions thermiques moins favorables que pendant le plein interglaciaire. La corrélation entre ces deux sols n'est pas établie avec certitude. Par comparaison avec des sites français (B. VAN VLIET LANOE, 1986, P. BERTRAN, 1989), ces phases peuvent se placer en fin d'interglaciaire ou dans un interstade du début du Würm. Ces auteurs ont en effet montré que les caractères de la pédogenèse au cours de ces périodes étaient généralement comparables à ceux de la pédogenèse du Tardiglaciaire (épisode Bölling-Alleröd) et de l'Holocène et indiquaient des

conditions thermiques jamais atteintes pendant le reste du cycle climatique würmien.

Les dépôts lagunaires L de Vila Praia, alimentés en grande partie par des horizons de ranker, représentent un épisode tempéré suffisamment marqué pour avoir occasionné une remontée de la mer à un niveau voisin de l'actuel. Dans la mesure où aucun haut niveau marin postérieur au Würn ancien et antérieur à l'Holocène n'a été jusqu'à présent identifié le long des côtes de l'Europe de l'ouest (B. HALLEGOUET et B. VAN VLIET LANOE, 1986, G. MARY, 1986, J.L. MONNIER et B. VAN VLIET LANOE, 1986), nous attribuons cet épisode à un interstade du début du Würm (équivalent des stades 5c ou 5a des courbes isotopiques établies en domaine marin).

Selon cette hypothèse, les formations C1, antérieures à L. correspondraient à l'un des premiers stades de la dernière glaciation. Il apparaît donc une importante lacune qui concerne la plus grande partie du cycle würmien. La faible cohésion des sédiments quaternaires associée à un régime climatique à précipitations violentes (contexte à tendance aride) peut être invoquée pour expliquer cette lacune.

5. CONCLUSIONS

Les formations «areno-pelitiques» sont beaucoup plus complexes que se qui avait été pressenti jusqu'alors. Leur nature polygénique, inférée par une récente étude de terrain (J.P. TEXIER et J. MEIRELES, sous presse), est confirmée par analyse micromorphologique. Ce terme recouvre à la fois des sols de type ranker atlantique et des colluvions de sols; les microstructures observées dans la couche L de Vila Praia impliquent une sédimentation en milieux aqueux de basse énergie ce qui s'accorde bien avec l'hypothèse d'un milieu paléolagunaire émise par ailleurs (J.P. TEXIER et J. MEIRELES, op. cit.).

D'une manière générale, ces dépôts sont le reflet d'un climat oscillant tantôt vers un pôle tempéré (édification de sols humifères et, localement, sédimentation paléolagunaire), tantôt vers un pôle plus aride et sans doute plus froid (formation de colluvions). Cependant l'origine climatique de toutes les colluvions n'est pas démontrée; certaines d'entre elles peuvent résulter de conditions stationnelles particulières ou de l'action de l'Homme.

Les quelques repères dont nous disposons permettent de proposer une première hypothèse chronologique qui sera précisée ultérieurement par des datations quantitatives (datations TL en cours). Les événements pédologiques et morfo-sédimentaires identifiés semblent se situer d'une part à fin du dernier interglaciaire et au début du dernier glaciaire et; d'autre part, au Tardiglaciaire et à l'Holocène. Il apparaît donc une importante lacune dont les causes exactes restent à élucider. Il est cependant possible que des dépôts analogues d'âge pléniglaciaire existent dans des sites plus favorables.

BIBLIOGRAPHIE

- ARAÚJO, M.A. (1984) — A formação «areno-pelítica de cobertura». Alguns resultados dum estudo preliminar. *Biblos*, vol. LX, p. 71-81.
- BERTHOIS, L. (1949) — Contribution à l'étude des limons de la région nord du Portugal. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, t. XXIX, p. 121-176.
- BERTRAN, P. (1989) — *Evolution de la couverture superficielle depuis le dernier interglaciaire: étude micromorphologique de quelques profils types du sud de la France*. Thèse d'Université, Bordeaux I.
- BJORKHEM, U. et JONGERIUS, A. (1973) — Micromorphological observations in some podzolised soils from Central Sweden, *In: Soil Microscopy*, Rutherford Ed., Kingstone, Ontario, p. 320-332.
- BOULAINE, J. (1976) — *Cours de pédologie générale*, Institut National d'Agronomie de Paris-Grignon, 238 p.
- CARVALHO, G.S. de (1982) — Notícia sobre eolisão durante o Quaternário no litoral minhoto (Portugal). *Cadernos de Arqueologia*, 2, p. 5-16.
- COSTA, J.C. da et TEIXEIRA, C. (1957) — Carta geológica de Portugal na escala de 1/50.000. Notícia explicativa da folha 9-C (Porto). *Publicações dos Serviços Geológicos de Portugal*.
- CLARK, G.A. (1974/76) — L'Asturien des Cantabres. Etat de la recherche actuelle. *Congrès Préhistorique de France*, XX^{ème} session, p. 84-101.
- CLARK, G.A. (1976) — *El Asturiense cantabrico*. Biblioteca Prehistorica Hispana, vol. XIII, 370 p.
- DUCHAUFOUR, Ph. (1976) — *Atlas écologique des sols du monde*. Masson Ed., 178 p.
- DUCHAUFOUR, Ph. (1977) — *Pédologie, Pédogenèse et classification*. Masson Ed., 477 p.
- FEDOROFF, N. et COURTY, M.A. (1987) — Paléosols. *In: Géologie de la Préhistoire*, p. 251-280.
- HALLEGOUET, B. et VAN VLIET LANOE, B. (1986) — Les oscillations climatiques entre 125000 et le maximum glaciaire d'après l'étude des formations marines, dunaires et périglaciaires de la côte des Abers (Finistère). *Bull. Ass. Fr. Et. Quat.*, n° 25-26, 1-2, p. 127-138.
- MARY, G. (1986) — Oscillations climatiques entre 125000 et le dernier maximum glaciaire sur la côte asturienne (Espagne). *Bull. Ass. Fr. Et. Quat.*, n° 25-26, 1-2, p. 151-157.
- MEIRELES, J. (1982) — A jazida paleolítica de Vila Praia de Âncora (Norte) — Primeiras sondagens. *Cadernos de Arqueologia*, 2, p. 49-73.
- MEIRELES, J. (1986) — Problemas e perspectivas do Quaternário do litoral minhoto a Norte do rio Lima. *Cadernos de Arqueologia*, Série II, 3, Braga, p. 11-147.
- MONNIER, J.L. et VAN VLIET LANOE, B. (1986) — Les oscillations climatiques entre 125000 ans et le maximum glaciaire d'après les coupes du littoral de la baie de Saint-Brieuc. Apport de la lithologie, de la pédologie et de la malacologie. *Bull. Ass. Fr. Quat.*, n° 25-26, 1-2, p. 119-126.

- MUCHER, H.J., CARBALLAS, T., GUITIAN OJEA, F., JUNGERIUS, P.D., KROONENBERG, S.B., VILLAR, M.C. (1972) — Micromorphological analysis of effects of alternating phases of landscape stability on two soil profiles in Galicia, N.W. Spain. *Geoderma*, 8, p. 241-266.
- PAÇO, A. do (1930) — Estação asturiense de Carreço. *Brotéria*, X, (III-IV), p. 160-170 et 214-220.
- PINTO, R. de S. (1928) — O Asturiense en Portugal. *Trabalhos da Sociedade Portuguesa de Antropologia e Etnologia*, IV, (I), p. 5-44
- RAYNAL, J.P., FEDOROFF, N. TEXIER, J.P., EL HAJRAOUI, A. (1985) — Genèse des horizons argiliques rouges et jaunes au Maroc atlantique (Mamora). *Réunion internationale de micromorphologie de soes*, Paris, résumés, p. 169.
- SAA OTERO, M.P. (1985) — *Contribution a la datation de sedimentos costeros por analisis polinicos*, Thèse de Doctorat en Biologie, Université de Santiago, 72 p.
- SANDE LEMOS, F. (1982) — O sítio arqueológico de Gelfa. Notícia preliminar. *Cadernos de Arqueologia*, 2, p.21-48.
- TEXIER, J.P. et MEIRELES, J. (sous press) — Les formations littorales quaternaires du Minho (Portugal): propositions pour une nouvelle approche climato-chronologique et dynamique. *Cahiers du Quaternaire*, CNRS Ed.
- VAN VLIET LANOE, B. (1985) — Frost Effects in Soils. In: *Soils and Quaternary Landscape Evolution.*, J. Boardman, Ed., p. 117-158.
- VAN VLIET LANOE, B. (1986) — Le pédocomplexe du dernier interglaciaire (de 125000 à 75000 BP). Variations de faciés et signification paléoclimatique du sud de la Pologne à l'ouest de la Bretagne. *Bull. Ass. Fr. Quat.*, n° 25-26, 1-2, p. 139-150.
- VAN VLIET LANOE, B. (1988) — Impact pédomorphologique du feu en contexte de début et de fin glaciaire. *Bull. du Centre de Géomorphologie de Caen*, n° 35, p. 21-26.
- ZBYSZEWSKI, G. et TEIXEIRA, C. (1949) — Le niveau quaternaire marin de 5-8 mètres au Portugal. *Boletim da Sociedade Geológica de Portugal*, vol. 8, fasc. 1-2, p. 1-6.
- ZBYSZEWSKI, G. (1958) — Le Quaternaire du Portugal. *Boletim da Sociedade Geológica de Portugal*, vol. XIII, fasc. II, 227 p.

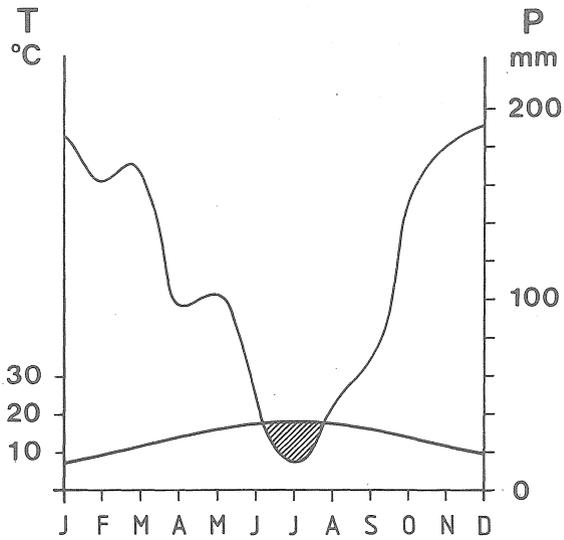


Fig. 1 — Diagramme ombrothermique représentatif du climat actuel du littoral minhoite établi d'après les données météorologiques relevées à Viana-do-Castelo (Latitude: $41^{\circ} 42' N$, longitude: $8^{\circ} 48' W$, altitude: 11m).

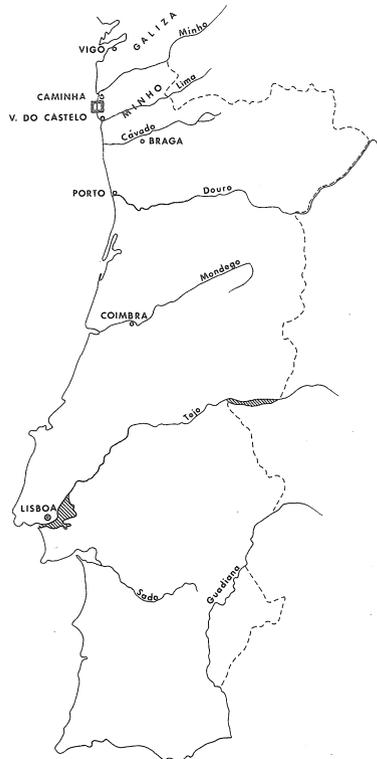


Fig. 2 — A) Localisation géographique de la zone étudiée.

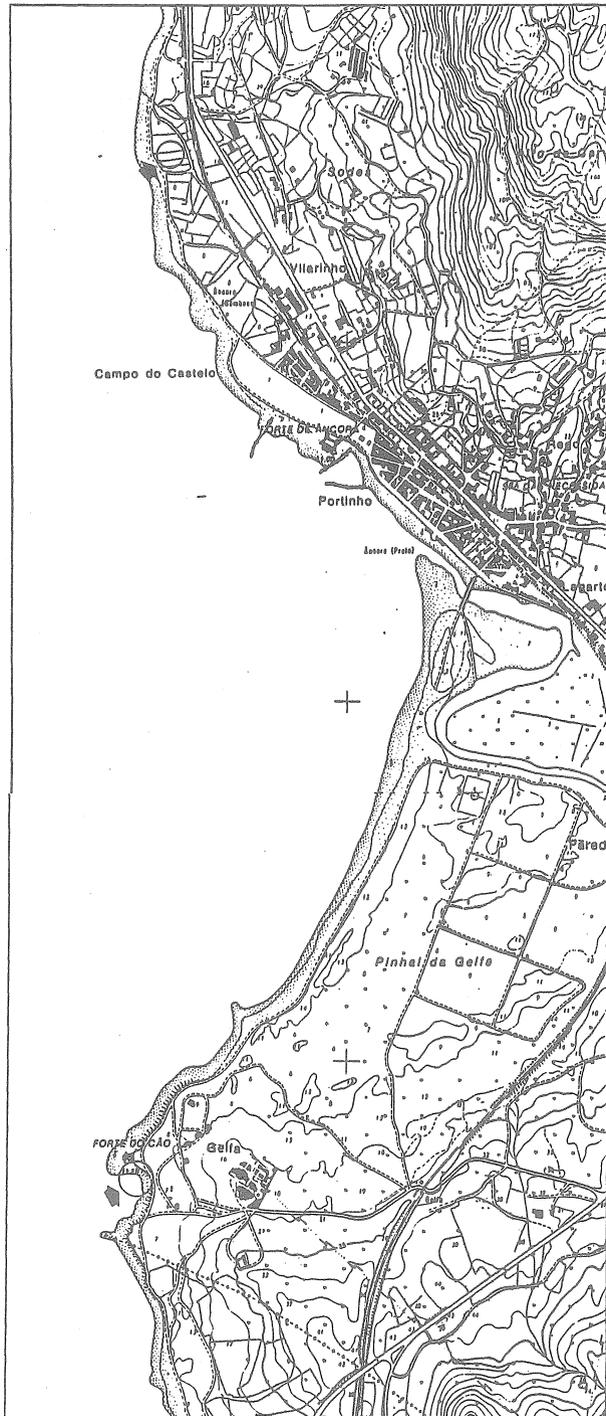


Fig. 2 — B) Localisation des coupes étudiées.

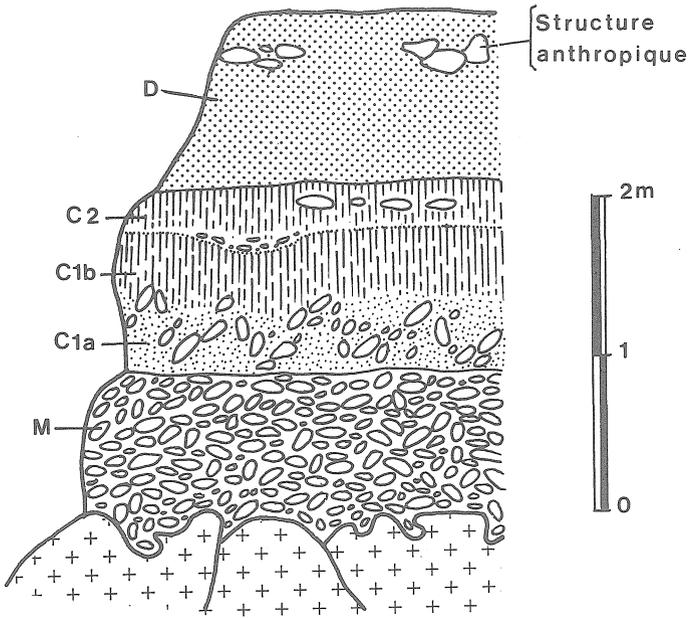


Fig. 3 — Gelfa: stratigraphie.

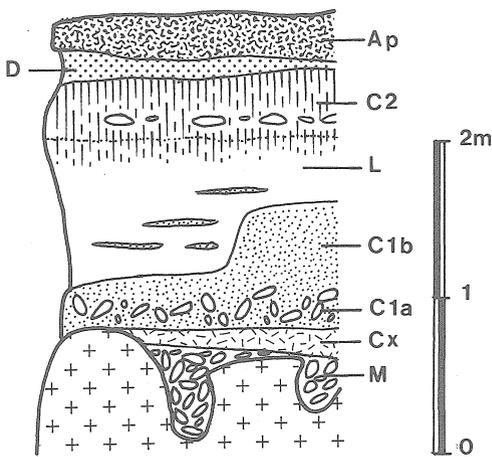


Fig. 4 — Vila-Praia-de-Âncora: stratigraphie.

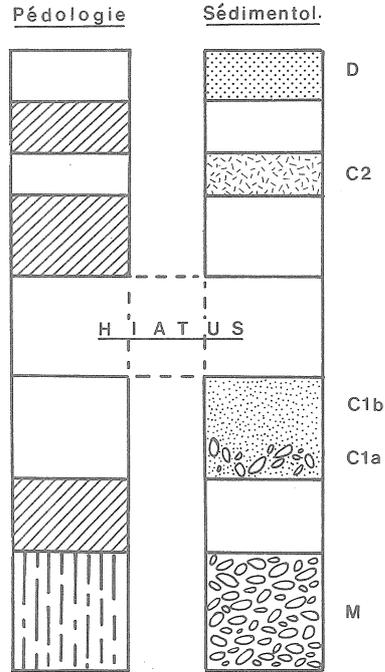


Fig. 5 — Interprétation pédo-sédimentaire de la séquence de Gelfa. Hachures obliques: ranker atlantique — Hachures verticales interrompues: sol rouge lessivé.

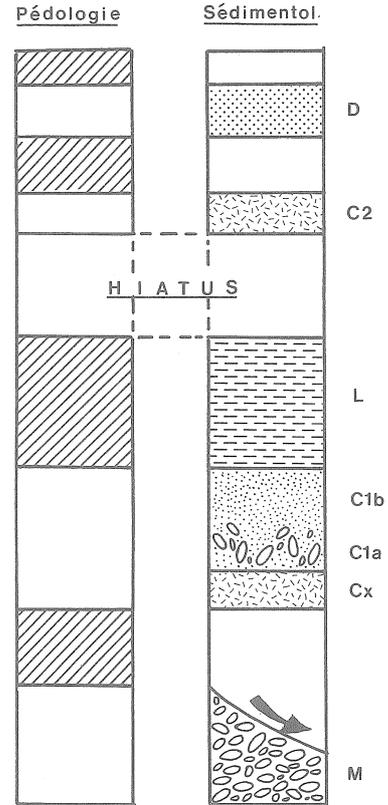
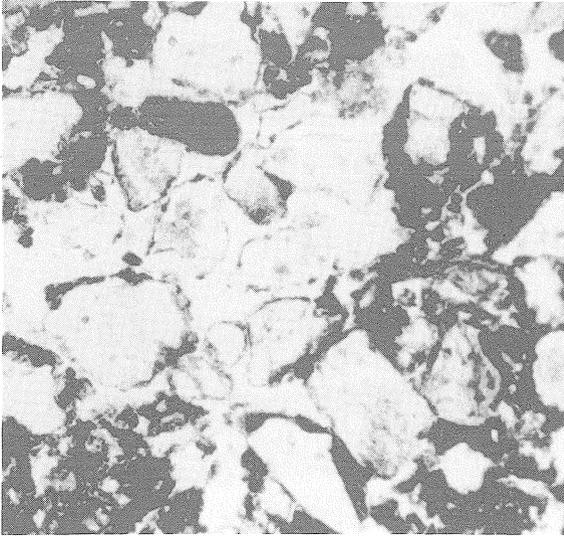
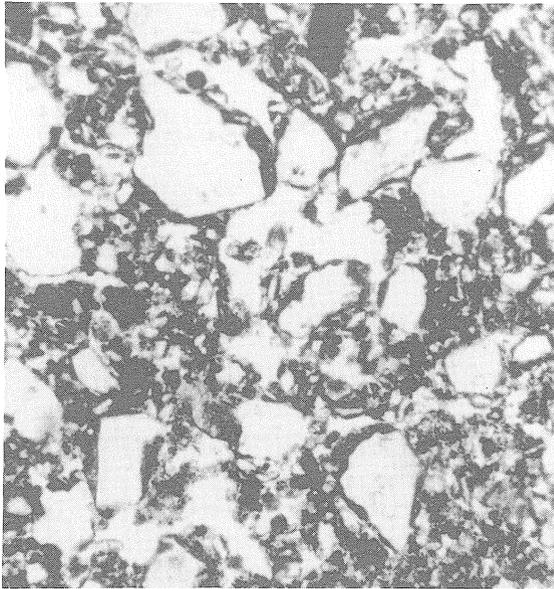


Fig. 6 — Interprétation pédo-sédimentaire de la séquence de Vila-Praia. Hachures obliques: ranker atlantique — Flèche: érosion.



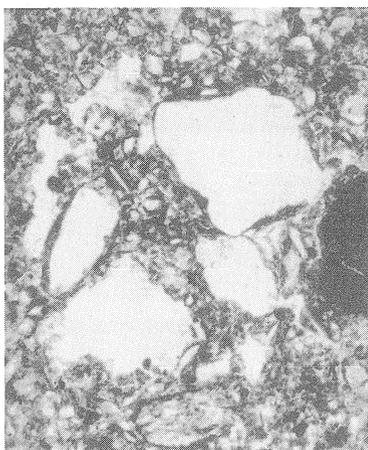
400 μm

Foto 1 — Gelfa — Colluvions C2 sommet / horizon A1 (profondeur: 120 cm): Biotubule colmaté les sables dunaires D. Entre les grains se développe une structure microagrégée.



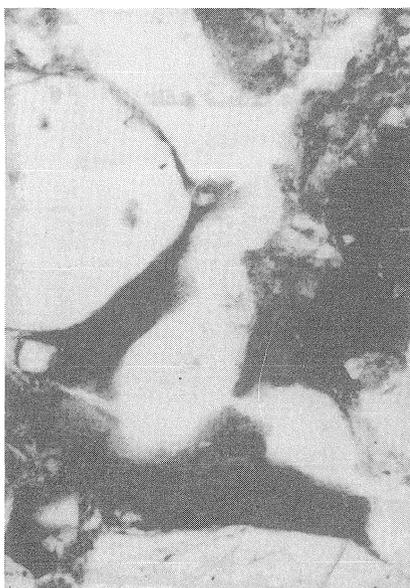
400 μm

Foto 2 — Gelfa — Colluvions C1b / horizon A1b (profondeur: 140 cm): Structure microagrégée plus dense qu'en A1. La fraction fine est riche en matière organique. On observe de minces revêtements sur les particules sableuses.



400 μm

Foto 3 — Gelfa — Colluvions C1b base / horizon (B) C (profondeur: 170 cm): Fond matriciel moins organique. Les enrobements orientés autour des grains indiquent des processus de colluvionnement. On note un fragment de charbon de bois remanié.



200 μm

Foto 4 — Gelfa — Colluvions C1a / horizon (B) C (profondeur: 195 cm): Accumulation argilo-limoneuse organique en revêtement dans une cavité du sol.

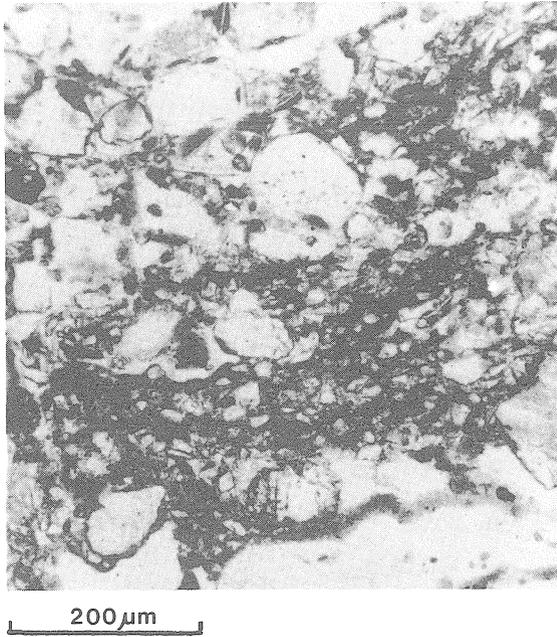


Foto 5 — Gelfa — Colluvions C1a / horizon (B) C (profondeur: 210 cm): Accumulation limono-sableuse grossièrement litée indiquant d'intenses percolations.

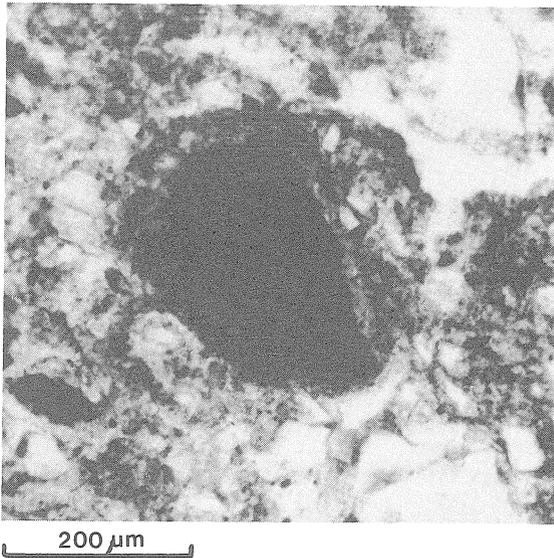


Foto 6 — Gelfa — Colluvion C1a base / horizon C (profondeur: 210 cm): Fragment de revêtement argilo-limoneux organique témoignant du remaniement d'un ancien sol humifère.

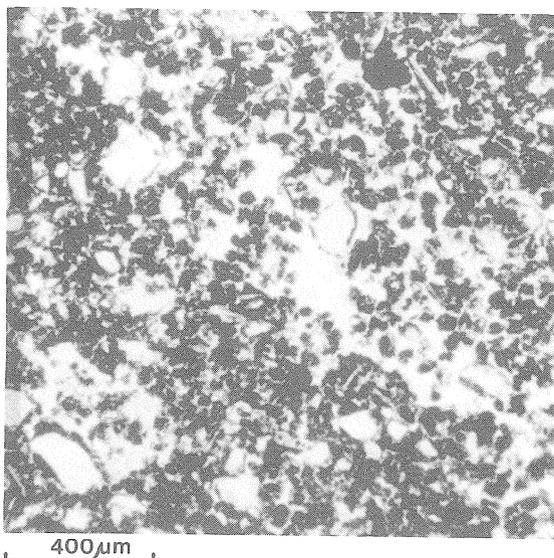


Foto 7 — Vila Praia — Colluvions C2 / horizon A1 (profondeur: 30 cm): Entassement dense de microagrégats de couleur brun noir.

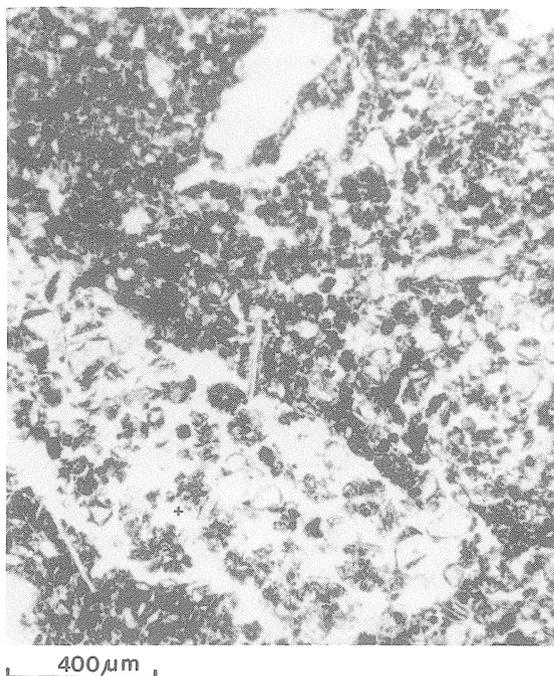


Foto 8 — Vila Praia — Colluvions C2 base / horizon A1B (profondeur: 55 cm). Fond matriciel moins poreux qu'en A1 et biotubule partiellement colmaté par des excréments d'*Enchytréides* et/ou de *Collemboles*.

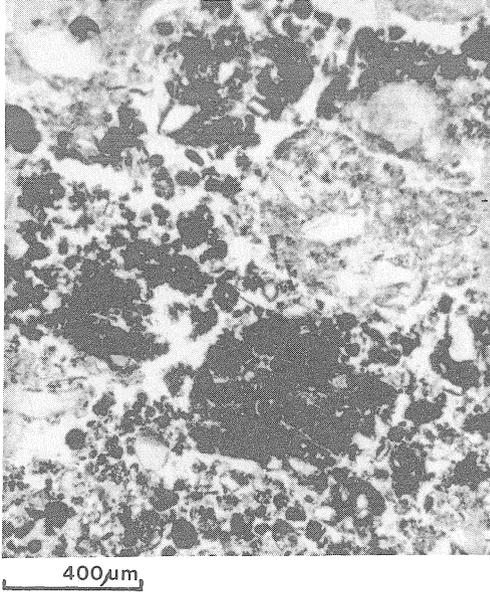


Foto 9 — Vila Praia — Dépôts paléolagunaires L sommet / horizon (B) C (profondeur: 110 cm): Fond matriciel hétérogène composé d'agrégats brun jaune et brun noir juxtaposés résultant du remaniement par l'activité biologique des dépôts lagunaires lités.



Foto 10 — Vila Praia — Dépôts paléolagunaires L base (profondeur: 140 cm): Alternance des lits brun jaune provenant d'horizon (B) C et de lits organiques brun noir issues d'horizons A1 de ranker.

Couches	Horizons	Echantillons	Profondeurs (cm)	Structure	Traits biologiques	Traits éluviaux		Traits illuviaux	Traits de remaniement			Charbons
						1	2		4	5	6	
C2	A1	1	115-125	microagrég. intergrain	■							■
	A1	2	130-135	microagrég. + litage	■							■
C1b	A1B	3	135-140	microagrég.	■							
	A1B	4	150-160	"	■					■		
C1b/ C1a	A1B	5	165-170	microagrég tassée	■					■		■
C1a	(B)C	6	190-200	"	■		■			■		■
	C	7	205-215	cavitaire		■	■	■	■	■	■	■



Traits abondants

" communs

" rares

Tableau 1: Gelfa — Répartition stratigraphique des différents traits pédologiques identifiés.

Traits éluviaux — 1: entassements de sables lavés;

2: accumulations limoneuses litées;

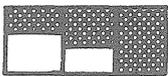
3: revêtements argilo-limoneux organiques;

Traits de remaniement — 4: fragments de revêtements argilo-limoneux organiques;

5: fragments de revêtements argileux rouges;

6: enrobements argilo-limoneux sur les sables.

Couches		Horizons		Echantillons		Profondeurs (cm)		Structure		Traits biologiques		Enrobements orientés		Charbons	
C2	A1	1	25 38	microagrég.											
	A1B	2	45 58	"											
	A1B	3	72 83	"											
L	(B)C	4	105 115	microagrégée lassée											
	C	5	137 147	litée											
Cx		6	230 240	cavitaire											



Traits abondants
 " communs
 " rares

Tableau 2: Vila Praia — Répartition stratigraphique des différents traits pédologiques identifiés.

GELFA	VILA PRAIA DE ANCORA	HYPOTHESE CHRONOLOGIQUE
Dune D	Horizon Ap Sables éoliens D	Actuel à Sub-actuel
Ranker	Ranker	Holocène
Colluvions C2	Colluvions C2	Holocène inf. ou Dryas sup.
Ranker	Ranker ?	Holoc. inf. ou Bölling-Alleröd
Hiatus	Hiatus	Majeure partie ou dernier glaciaire
	Dépôts lagunaires L et ranker	1. ^{er} ou 2. ^{ème} interstade du dernier glaciaire
Colluvions C1	Colluvions C1	1. ^{er} ou 2. ^{ème} stade de la dernière glaciation
	Colluvions Cx Erosion	? ?
Ranker	Ranker	Fin du dernier interglaciaire ou 1. ^{er} interstade du dernier glaciaire
Terrasse marine M	Terrasse marine M	Dernier interglaciaire

Tableau 3: Evènements pédosédimentaires identifiés à Gelfa et Vila Praia: corrélations et hypothèse chronologique.