

MITOC-MALU GALBEN : CADRE STRATIGRAPHIQUE ET CHRONOLOGIQUE

Paul HAESAERTS

Le contexte

Le gisement paléolithique de Mitoc-Malu Galben, situé dans le nord-est de la Roumanie, environ 120 km au nord de Iași, intègre une remarquable succession d'occupations aurignaciennes et gravettiennes comprises entre ± 33.000 et ± 23.000 BP (^{14}C non calibré), préservée sur la rive occidentale du Prut au sein d'une séquence limoneuse de 14 m de puissance. Ce gisement occupe le centre d'un vaste domaine lœssique qui couvre la Podolie et la partie septentrionale du plateau de la Moldavie, depuis les contreforts des Carpates jusqu'au Dniestr (fig. 1). Prospectée à partir des années vingt par N. Moroșan (1938), cette région possède un exceptionnel potentiel archéologique, en partie lié à la présence de silex de haute qualité accessible le long des vallées du Prut et du Dniestr, lesquelles constituent une voie de passage privilégiée entre la plaine baltique et la mer Noire. Parmi les nombreux gisements paléolithiques exploités depuis les années cinquante, quelques-uns, localisés sur les bords externes des basses et très basses terrasses du Dniestr et du Prut, ont fourni de longues séquences sédimentaires associées à des occupations paléolithiques pluristratifiées. C'est le cas du gisement de Ri-

piceni-Izvor (Păunescu 1993), une quarantaine de kilomètres en aval de Mitoc, mais aussi des sites de Molodova (Ivanova & Tzeitlin 1987), de Korman IV (Ivanova 1977) et de Cosăuți (Borziac 1991, 1993) situés sur le rive droite du Dniestr à une centaine de kilomètres de Mitoc, lesquels ont également servi de référence pour l'établissement de la séquence du domaine est-carpatique (Haesaerts *et al.* 2003; Noiret 2004).

Le site de Malu Galben est localisé en bordure du village de Mitoc, sur un promontoire limoneux qui s'inscrit entre 95 et 110 mètres d'altitude dans le prolongement du versant occidental de la vallée du Prut (fig. 2) et se raccorde vers 90 m d'altitude à la plaine alluviale dont le niveau initial fut rehaussé de plusieurs mètres à la suite de la mise en service du barrage de Ștefănești à la fin des années septante. Au voisinage du site, le promontoire est limité vers le sud par la vallée du ruisseau Ghireni, à proximité de son débouché dans la plaine du Prut, et vers le nord par le vallon de Malu Galben qui longe le village.

Entre Rădăuți et Ripiceni, la vallée du Prut orientée en direction du sud-est, présente de nombreux méandres aux profils

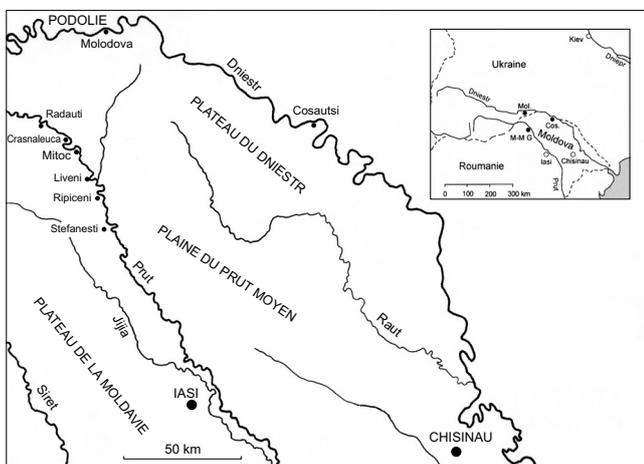


Figure 1. Mitoc-Malu Galben. Cadre géographique et localisation du site.

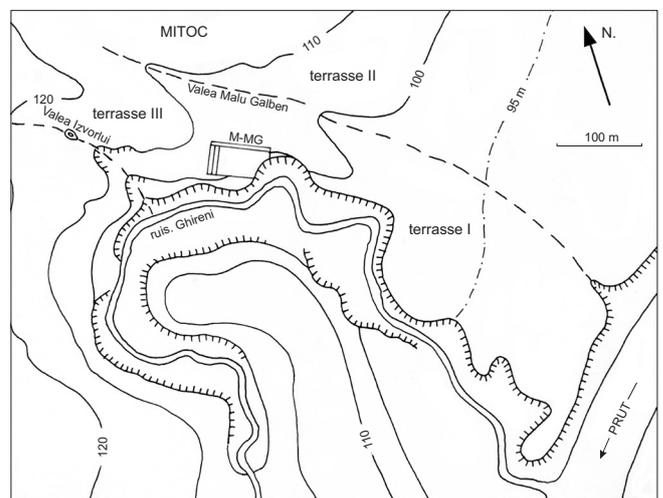


Figure 2. Mitoc-Malu Galben. Situation du gisement.

de versants asymétriques. La rivière y a creusé son lit dans les formations du Miocène en légère discordance sur les dépôts du Crétacé supérieur (Saulea & Popescu 1966). Ceux-ci sont représentés par des calcaires crayeux enrichis en concrétions de silex, qui affleurent sur quelques mètres d'épaisseur dans le fond de la vallée. Par-dessus, la séquence du Miocène débute par plusieurs mètres de conglomérats à matrice sableuse incorporant de nombreux fragments de silex détritique (Muraru 1990), suivis par un épais complexe de marnes et de bancs calcaires à *Lithothamnium* attribué au Tortonien supérieur. Y font suite les dépôts du Buglovien (Sarmatien inférieur) composés de marnes blanches passant latéralement à des calcaires à faciès récifal. Le versant occidental de la vallée présente en outre un système de terrasses étagées dont les quatre niveaux inférieurs numérotés de I à IV sont situés entre +10 et +30 m par rapport au creusement maximum du Prut (Chirica & Mihăilescu ce volume).

À hauteur de Mitoc-Malu Galben, les marnes du Tortonien surmontées de plusieurs bancs calcaires, affleurent entre 90 et 105 m d'altitude le long du versant méridional du ruisseau Ghireni, les conglomérats à rognons de silex et les calcaires crayeux à silex étant actuellement recouverts par les alluvions récentes du Prut. Sur la rive septentrionale du ruisseau de Ghireni la couverture limoneuse du promontoire atteint une dizaine de mètres d'épaisseur à hauteur du champ de fouilles où elle repose vers 90 m d'altitude au sommet d'un éboulis calcaire, dans le prolongement d'un aplanissement correspondant à la terrasse II du Prut (fig. 3). Vers l'ouest, les dépôts limoneux diminuent en épaisseur au niveau d'un talus développé dans les marnes, le contact avec les calcaires sus-jacents étant associé à un important niveau de sources vers 105 m d'altitude. Plus haut sur le versant, à hauteur du débouché du vallon de Valea Izvorului dans la vallée du ruisseau de Ghireni, les bancs calcaires portent un épais cailloutis fluvial dont la base avoisine 110 m d'altitude. Celui-ci

appartient probablement au troisième niveau des terrasses du Prut et a pu être suivi en sondage sur une centaine de mètres de distance sous une couverture loessique du Pléistocène moyen (Tuffreau *et al.* 2006).

La configuration du champ de fouilles

Lors de notre premier passage à Mitoc-Malu Galben en septembre 1991, les fouilles conduites sur le site par V. Chirica depuis 1978 avaient dégagé une excavation quadrangulaire de 30 mètres de côté et de 10 mètres de profondeur, ouverte vers l'est en direction du Prut. Les parois de cette excavation présentaient une disposition en banquettes étagées de deux mètres de largeur et de \pm deux mètres de hauteur, orientées selon le carroyage du champ de fouilles (fig. 4). Le long de l'axe ouest-est, les carrés de 2 mètres de côté suivaient une numérotation croissante vers le haut du versant, tandis que le long de l'axe orthogonal le système se référait à l'alphabet latin (version V. Chirica). Dans l'ensemble, l'inclinaison du sommet des banquettes suivait la pente des couches sableuses de la partie supérieure de la couverture limoneuse, de l'ordre de 10% en direction du Prut dans la paroi nord qui recoupe l'essentiel de la stratigraphie du site, et de l'ordre de quelques % en direction du ruisseau de Ghireni dans la paroi ouest. Cette disposition en banquettes utilisée par V. Chirica pour le positionnement vertical des objets récoltés, qui permettait un accès aisé aux parois, fut maintenue lors des fouilles conduites de 1992 à 1998 dans le secteur septentrional du site dont la limite fut reculée d'une dizaine de mètres vers le nord. En septembre 1991, nous avons fixé arbitrairement un niveau 0 à 1,25 m sous la surface du sol dans le coin nord-est du carré N12, lequel fut utilisé ultérieurement comme repère altimétrique pour l'ensemble des levés stratigraphiques et archéologiques, niveau 0 dont l'altitude absolue fut fixée à la cote +104,30 m en mai 2004 par repérage satellite (fig. 3).

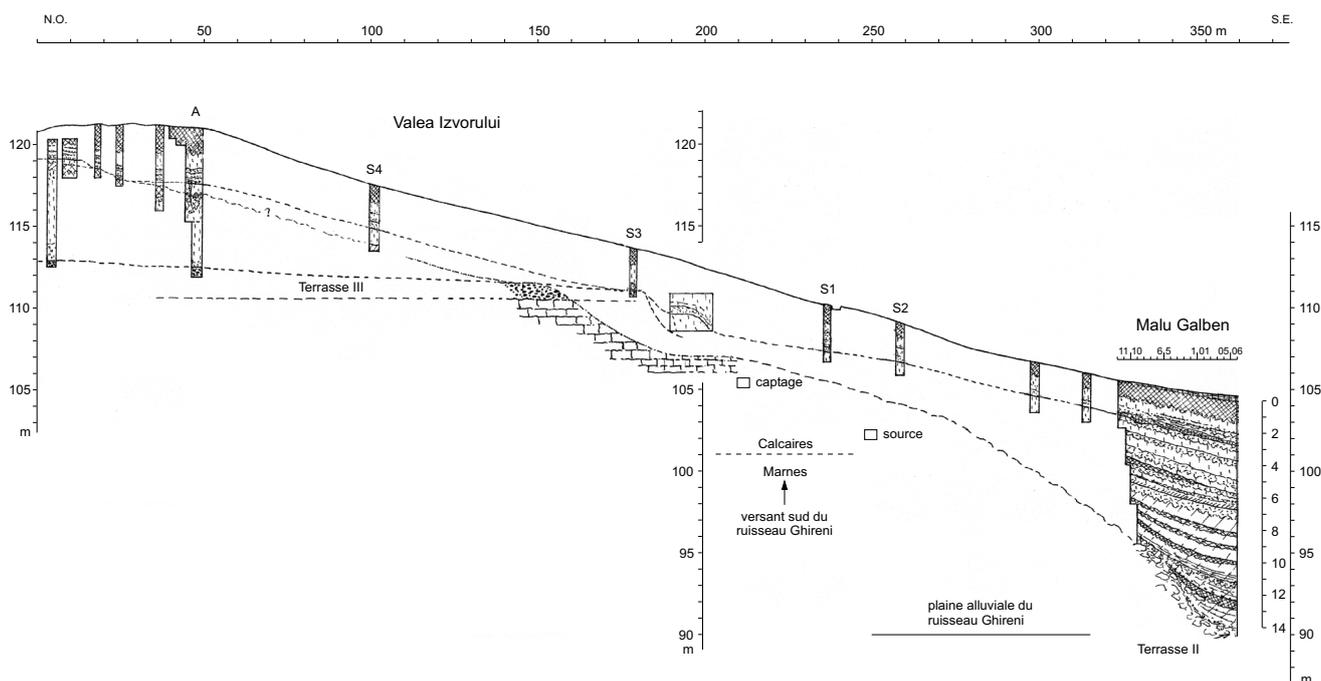


Figure 3. Mitoc-Malu Galben. Profil du versant occidental à hauteur du gisement (symboles graphiques : voir figure 5a).

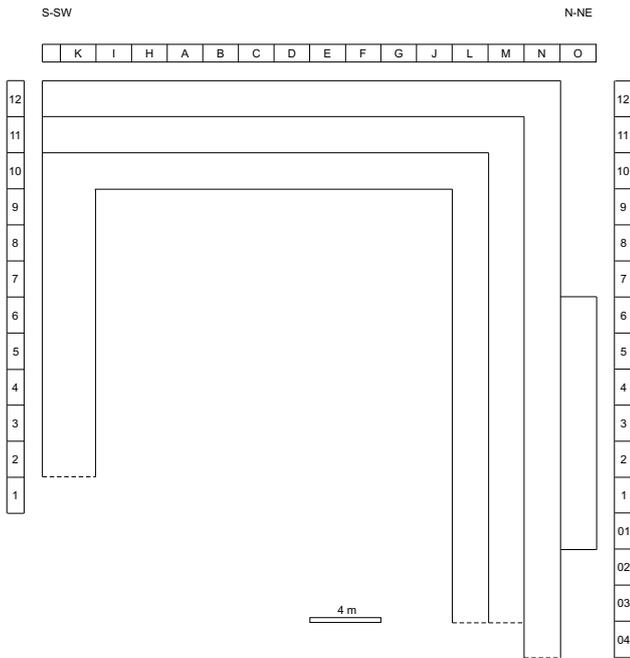


Figure 4. Mitoc-Malu Galben. Le carroyage du champ de fouilles.

La séquence lithostratigraphique

Disposition des dépôts

Les levés stratigraphiques détaillés effectués à Mitoc-Malu Galben entre 1991 et 1998 ont permis l'élaboration d'une séquence pédosédimentaire complexe avoisinant 14 mètres de puissance, dont la répartition spatiale a pu être restituée le long des trois parois du champ de fouilles (fig. 5a à 5c). La présence au sein de cette séquence d'une succession récurrente d'horizons humifères et d'horizons déferrifiés de teinte gris clair présentant une distribution linéaire et relativement parallèle, a conduit à identifier 14 unités distinctes numérotées du haut vers le bas (fig. 5 et 6). Chaque unité enregistre un épisode de sédimentation limoneuse, parfois dédoublé, généralement suivi d'une phase de stabilisation avec pédogenèse; dans la partie inférieure de la séquence (unités 13 à 8) celle-ci se marque par des horizons humifères, tandis que les horizons gris clair déferrifiés prédominent dans la moitié supérieure de la séquence (unités 7 à 1).

Dans la partie basse et centrale du gisement, les unités 13 à 8 présentent une allure subhorizontale et reposent vers 90 m d'altitude au sommet d'un éboulis calcaire, dans le prolongement du replat de la terrasse II (fig. 3). Dans la partie haute du gisement, la pente de ces unités augmente fortement dans le coin sud-ouest du champ de fouilles, au contact du talus formé par la remontée des éboulis calcaires jusque vers 95 m d'altitude. Par la suite, une nouvelle géométrie se met en place avec l'unité 7 dont l'horizon gris clair présente une pente régulière vers le Prut sur l'ensemble du gisement. Cette disposition se maintient au cours de la sédimentation loessique associée aux unités 6 à 1, qui rehausse progressivement le versant jusque vers 105 m d'altitude et lui confère sa morphologie actuelle.

Description des unités (fig. 5a, 5b, 5c et 6)

Unité 13 ($\pm 1,20$ m)

Limons brun-ocre pâle présents dans la partie centrale du gisement (sous-unité 13b) où ils reposent au sommet des éboulis calcaires par l'intermédiaire d'un cailloutis hétérogène mélangé de sable, avec fragments calcaires et éléments de silex roulés. Vers le haut, le limon porte un horizon humifère bioturbé brun grisâtre (sous-unité 13a), l'ensemble passant latéralement, à un limon hydromorphe avec nombreuses langues grises et taches d'hydroxydes de fer dans la partie basse du gisement.

Unité 12 ($\pm 1,00$ m)

Limons argileux gris-ocre pâle, à nombreuses langues grises et taches d'hydroxydes de fer, dont la base linéaire est soulignée par un cailloutis surtout composé de fragments subanguleux de calcaire et de silex lesquels sont également présents en lentilles dans le tiers inférieur du limon sus-jacent (sous-unité 12b). La partie supérieure du limon hydromorphe porte un horizon gris brunâtre, légèrement humifère et bioturbé, chargé en concrétions de manganèse (sous-unité 12a).

Unité 11 ($\pm 1,20$ m)

Dépôt stratifié composé de fines couches centimétriques de limon jaune-brun et de limon loessique jaune pâle, avec quelques lits de limon gris plus argileux, disposés légèrement en oblique par rapport au pied du talus. Dans la partie supérieure de l'unité, la stratification s'atténue rapidement et passe à un dépôt limoneux plus homogène avec quelques lits sableux.

Unité 10 ($\pm 1,20$ m)

Limons sableux jaune-brun pâle, incorporant encore quelques lits sableux dans la partie inférieure, puis devenant homogène et massif (sous-unité 10b), avec assez bien de taches grises le long de traces de racines. Le limon porte un horizon humifère gris sombre de 15 à 20 cm d'épaisseur (sous-unité 10a), à structure granulaire et abondantes bioturbations, dont les limites supérieure et inférieure sont soulignées par des petites biogaleries et des tubules à remplissage humifère souvent accompagnés de plages gris clair dans la partie inférieure de l'horizon.

Unités 9 et 8 (respectivement $\pm 1,00$ et $\pm 0,80$ m)

Ensemble de deux dépôts limoneux jaune-brun pâle, homogènes et massifs, avec petites taches grises le long de traces de racines (sous-unités 9b et 8b). Chaque dépôt limoneux est surmonté par un horizon gris-brun, légèrement humifère, à nombreuses bioturbations (sous-unités 9a et 8a). Dans la partie centrale du champ de fouilles ces deux horizons sont d'égale intensité, tandis qu'en direction du talus qui limite le site vers l'ouest, l'horizon supérieur (8a) devient évanescent.

Unité 7 ($\pm 1,30$ m)

Limons jaune-brun pâle, homogènes (sous-unité 7b), similaires à ceux des sous-unités 9b et 8b; ils portent un horizon gris clair,

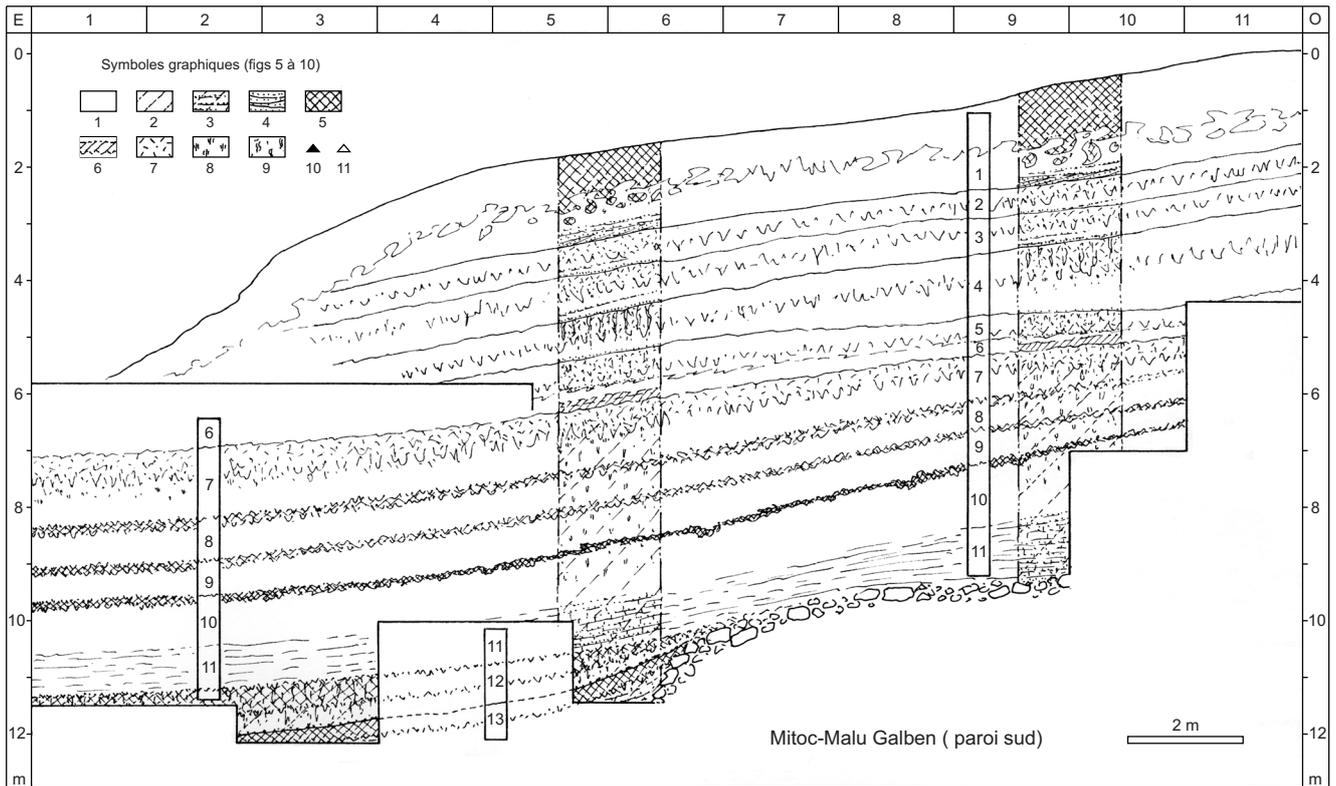


Figure 5a. Mitoc-Malu Galben. Paroi sud du champ de fouilles. Symboles graphiques. 1, lœss; 2, limon lœssique; 3, limon sableux; 4, sable; 5, limon humifère; 6, horizon brunifié; 7, limon gris clair (gley de toundra); 8, hydroxydes de fer; 9, bioturbations; 10, artefacts; 11, artefacts dispersés (pièces atypiques).

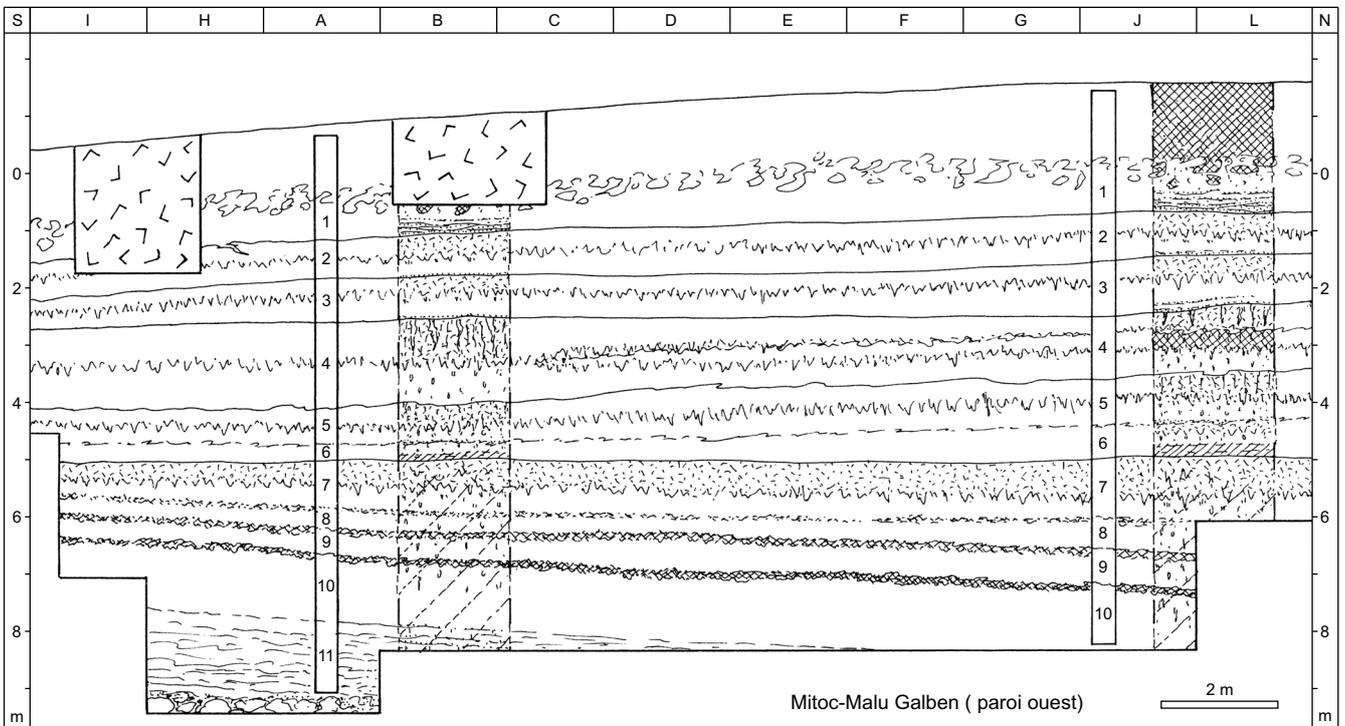


Figure 5b. Mitoc-Malu Galben. Paroi ouest du champ de fouilles (symboles graphiques : voir figure 5a).

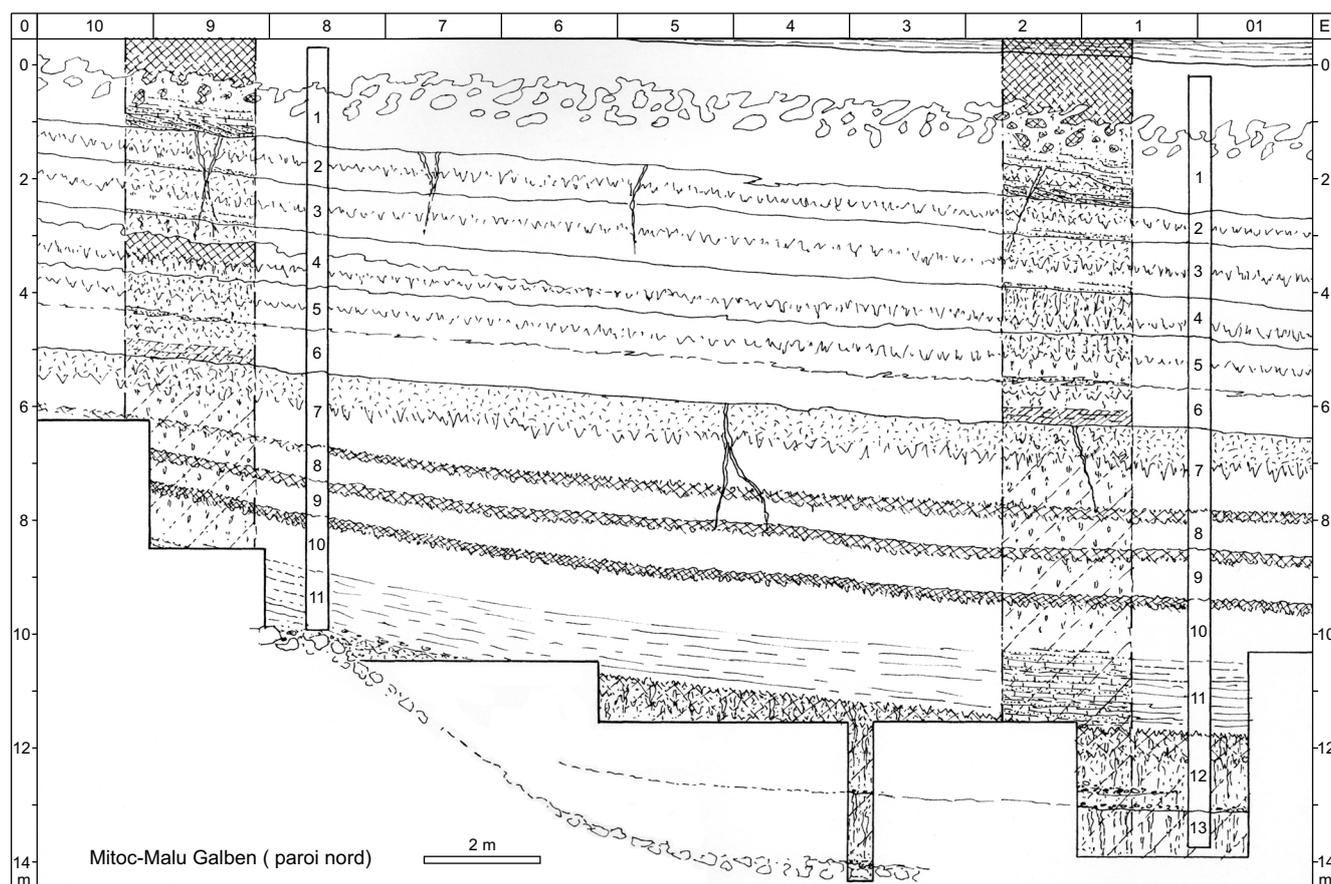


Figure 5c. Mitoc-Malu Galben. Paroi nord du champ de fouilles (symboles graphiques : voir figure 5a).

massif et compact de ± 60 cm d'épaisseur (sous-unité 7a), avec nombreuses taches d'hydroxydes de fer en draperie et le long de traces de radicelles qui se poursuivent en profondeur. Localement, de fines fentes à revêtements d'hydroxydes de fer s'ouvrent au sommet de l'horizon 7a qui présente une pente régulière en direction du Prut.

Unité 6 ($\pm 0,90$ m)

Limon brun-ocre bioturbé, à structure granulaire à polyédrique fine, présent sur ± 30 cm dans la partie inférieure de la sous-unité 6b; le contact avec la sous-unité 7a est net et linéaire, associé localement à de petits chenaux de ± 10 cm de profondeur. Vers le haut, cet horizon passe à un limon jaune pâle, massif et poudreux avec assez bien de petites taches grises oblongues, lequel porte un horizon gris clair enrichi en hydroxydes de fer le long de radicelles (sous-unité 6a).

Unité 5 ($\pm 0,80$ m)

Limon jaune-ocre pâle souligné par une fine couche lenticulaire de sable grossier brun-ocre, localement involutée; le limon se caractérise par de nombreuses taches grises oblongues, dont certaines avec enduits carbonatés (sous-unité 5b). La partie supérieure du limon, de teinte gris-brun clair, se charge de petites concrétions de manganèse et de petites taches d'hydroxydes de fer le long de traces de radicelles (sous-unité 5a).

Unité 4 ($\pm 1,00$ à $1,50$ m)

Cet ensemble complexe comprend trois sous-unités. La partie inférieure, surtout bien représentée dans le coin sud-ouest du champ de fouilles, se marque par un loess poudreux jaune pâle légèrement carbonaté, pouvant atteindre localement un mètre d'épaisseur, avec encore assez bien de taches grises le long de traces de racines (sous-unité 4c). Dans le coin nord-ouest, ce loess porte un horizon humifère gris-brun fortement bioturbé de près de 30 cm d'épaisseur (sous-unité 4b), surmonté par ± 20 cm de limon gris pâle à fines langues brun clair (sous-unité 4a). Latéralement, la base de ce limon biseaute l'horizon humifère 4b et se raccorde à un épais horizon gris à langues oblongues de teinte gris-brun ocre, directement développé au contact du limon loessique 4c.

Unités 3 et 2 (respectivement $\pm 1,00$ et $\pm 0,80$ m)

Succession de deux générations de limon sableux jaune pâle, carbonaté (sous-unités 3b et 2b), incorporant plusieurs couches centimétriques de sable moyen à grossier lesquelles sont biseautées plus haut sur le versant. À chaque fois, la partie supérieure du limon sableux porte un horizon gris à petites taches d'hydroxydes de fer soulignant un réseau de radicelles (sous-unités 3a et 2a). Localement, plusieurs fines fentes à revêtements d'hydroxydes de fer s'ouvrent au sommet de l'horizon 2a dans la paroi nord du champ de fouilles.

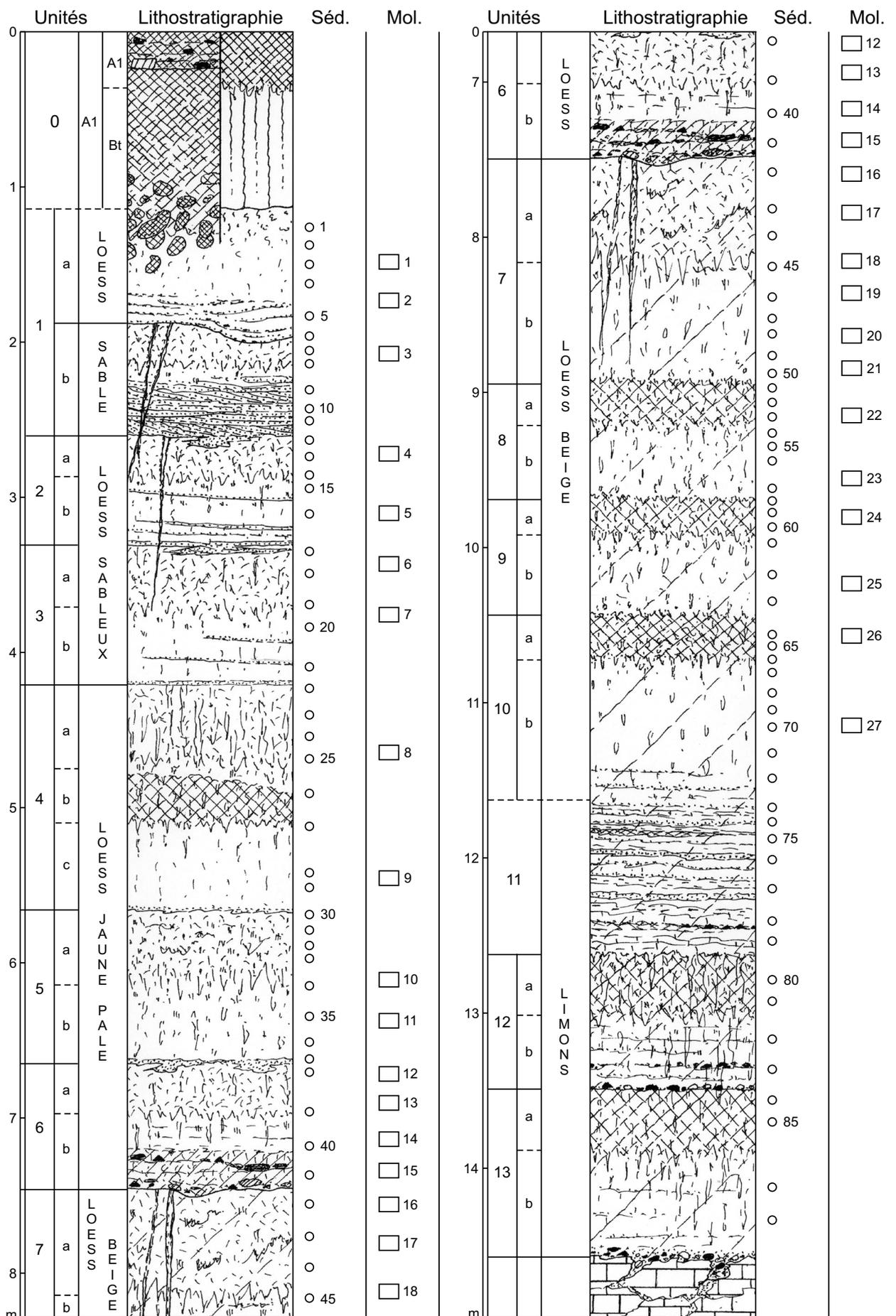


Figure 6. Mitoc-Malu Galben. Séquence lithostratigraphique et position des échantillons pour sédimentologie (Séd.) et malacologie (Mol.) (symboles graphiques : voir figure 5a).

Unité 1 (de 1,50 à 2,00 m)

Unité dédoublée s'inscrivant en semi-continuité avec le sommet de l'unité 2 sous-jacente. La partie inférieure (sous-unité 1b) se compose de plusieurs lits sableux parallèles, en partie à stratifications obliques dans le sens de la pente, avec localement de petits chenaux digités à stratifications entrecroisées et présence occasionnelle de petits cailloux roulés. Vers le haut, les sables cèdent le pas à un limon sableux gris clair à petites taches d'oxydation, pénétré par quelques fines fentes à revêtements d'hydroxydes de fer. L'ensemble est surmonté par une couverture lœssique qui épouse la topographie actuelle (sous-unité 1a), avec à la base quelques chenaux évasés soulignés par des lits sableux.

Unité 0 (de 1,00 à 1,50 m)

Au champ de fouilles et dans les sondages réalisés sur le pourtour du site de Malu Galben, le sol de surface se compose d'un épais horizon humifère gris sombre de type chernozem (A1), incorporant des débris divers dans le tiers supérieur, tandis que la partie inférieure de l'horizon est soulignée par un réseau serré de krotovines qui pénètrent la couverture lœssique. Une succession plus complexe fut cependant observée à l'est du site, dans le talus qui borde la vallée du ruisseau de Ghireni, où le lœss de la sous-unité 1a portait un horizon brun-ocre décarbonaté et enrichi en argile (Bt), distinctement sous-jacent au chernozem de surface (fig. 6).

Les sédiments

De 1991 à 1993, une centaine d'échantillons représentatifs fut prélevée pour analyses diverses sur l'ensemble de la colonne stratigraphique, complétée en 1997 et 1998 par une série d'échantillons pour analyse paléomagnétique en cours d'étude au Centre de Physique du Globe à Dourbes (I.R.M.).

La figure 7 situe l'ensemble des données sédimentologiques en regard de la séquence stratigraphique. La première colonne illustre la répartition des carbonates mesurés avec le calcimètre Bascomb (Gale & Hoare 1991), lesquels présentent une double distribution dans la séquence : d'une part les unités 12 et 11, avec des valeurs de l'ordre de 1 à 4%, et d'autre part les unités 4 à 1 avec des valeurs croissantes atteignant 8% dans la couverture lœssique supérieure.

La seconde colonne reprend les données de la perte en poids par combustion à 550°, supposée refléter la teneur en matière organique, mais qui cumule également les pertes en poids des carbonates et autres sels solubles. Dans l'ensemble les variations enregistrées sont de faible ampleur, avec cependant une augmentation sensible des valeurs au niveau des horizons humifères des unités 13 à 10 et de l'horizon 4b dans la couverture lœssique supérieure.

La troisième colonne regroupe les données granulométriques de quarante-neuf échantillons représentatifs de l'ensemble de la séquence, obtenues par la méthode de la pipette selon la procédure reprise ci-dessous :

- traitement de 20 gr de sédiment à l'eau oxygénée puis à l'acide chlorhydrique;

- dispersion au pyrophosphate pendant 24 heures puis séparation par tamisage sous eau des fractions supérieures à 53 microns;
- séparation du refus en 9 fractions réparties entre 1000 et 53 microns par tamisage à sec;
- séparation des fractions de 25, 20, 15, 10, 5 et 2 microns par décantation (pipette).

L'analyse de ces données conduit à répartir les quarante-neuf échantillons en 3 groupes sur la base de leurs teneurs en argile et en sable, et de leurs degrés de classement (fig. 7, 8a et 8b). Le premier groupe comprend les échantillons des unités 13, 12 et 11; il se caractérise par des teneurs en argile et en sable variables et relativement élevées (respectivement de l'ordre de 30 et de 60%), et par un très faible degré de classement.

Le second groupe est le mieux représenté et se compose de 42 échantillons sur les 49 analysés. Ceux-ci proviennent pour l'essentiel des dépôts limoneux homogènes correspondant aux unités lœssiques 9 à 1. Ils ont en commun des teneurs en sable croissantes, comprises entre 40 et 55%, des teneurs en argile de l'ordre de 15% et un degré de classement moyennement exprimé. Au sein de ce second groupe, les deux échantillons présentant des teneurs en argile légèrement plus élevées (de l'ordre de 20%) sont associés respectivement à l'horizon humifère 10a et à l'horizon brunifié 6b.

Le troisième groupe comprend les échantillons de la partie basale des unités 3 et 1, dont la composante sableuse varie de 70 à 80%. En particulier, l'échantillon de la base de la sous-unité 3b s'avère plus grossier et mieux classé que l'échantillon de la sous-unité 1b; il se distingue par une médiane voisine de 250 microns et par une teneur en argile inférieure à 10%.

La stratigraphie archéologique

Mitoc-Malu Galben se caractérise par l'intégration d'une longue séquence pédosédimentaire et d'un remarquable ensemble de données archéologiques témoignant d'occupations répétées des chasseurs collecteurs appartenant aux complexes techno-culturels aurignaciens et gravettiens. Dans ce contexte, une attention particulière a été apportée au positionnement stratigraphique de l'ensemble du matériel archéologique récolté sur le site, positionnement dont le degré de précision conditionne pour une large part le contexte paléo environnemental et chrono stratigraphique des activités des populations paléolithiques, mais aussi la validité des datations radiométriques qui fixent le cadre chronologique de la séquence.

Le matériel archéologique récolté à Mitoc-Malu Galben se répartit en deux ensembles distincts en fonction de la période de fouille et du système de repérage altimétrique. Le premier ensemble regroupe le matériel récolté entre 1978 et 1989 dans la partie centrale et méridionale du gisement, tandis que le second ensemble provient des fouilles effectuées dans la paroi septentrionale du gisement à partir de 1991.

Les fouilles de la période 1978-1989

D'emblée, au début de cette période, l'abondance de matériel archéologique dans la couverture lœssique de Malu Galben a

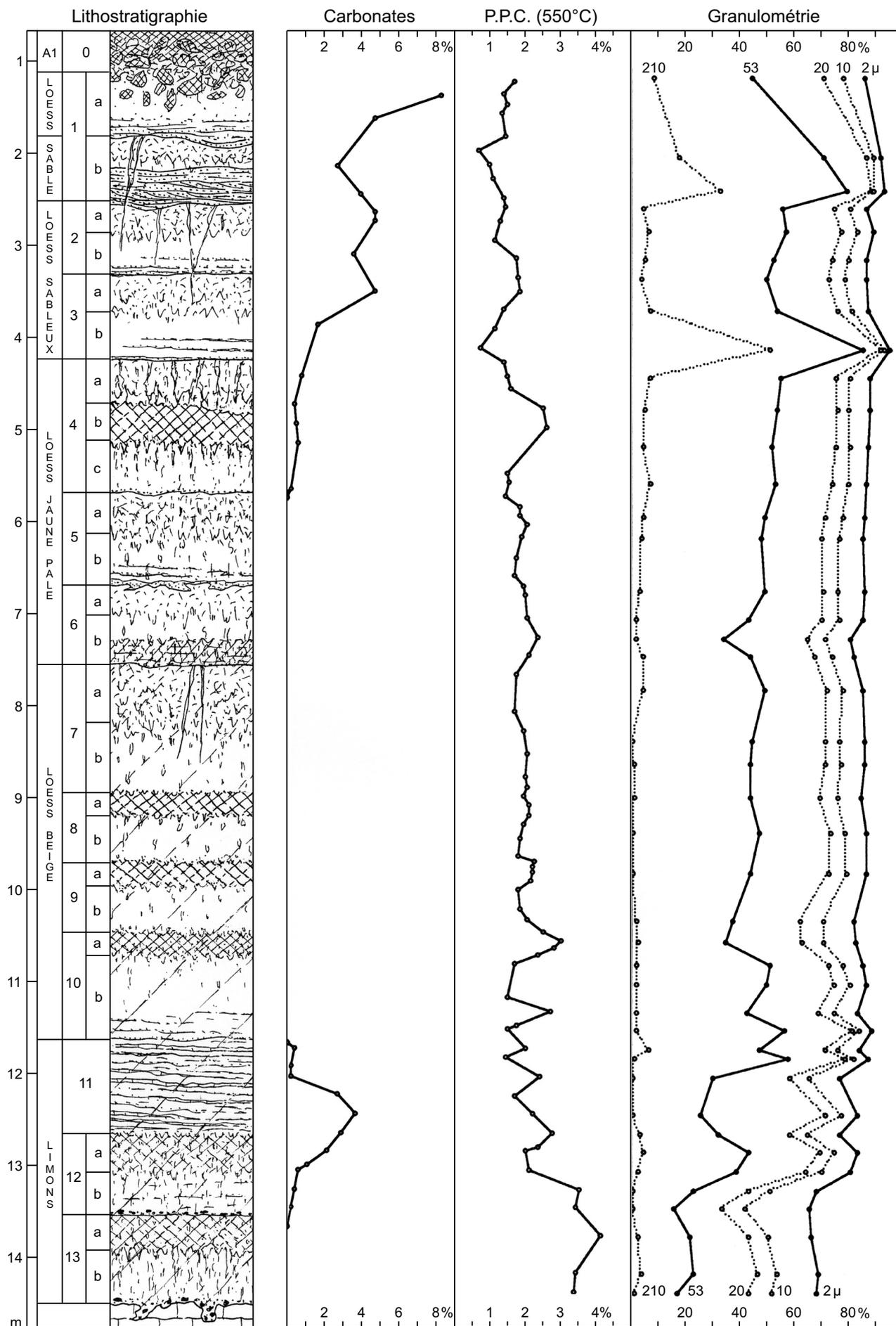


Figure 7. Mitoc-Malu Galben. Les données sédimentologiques (symboles graphiques : voir figure 5a).

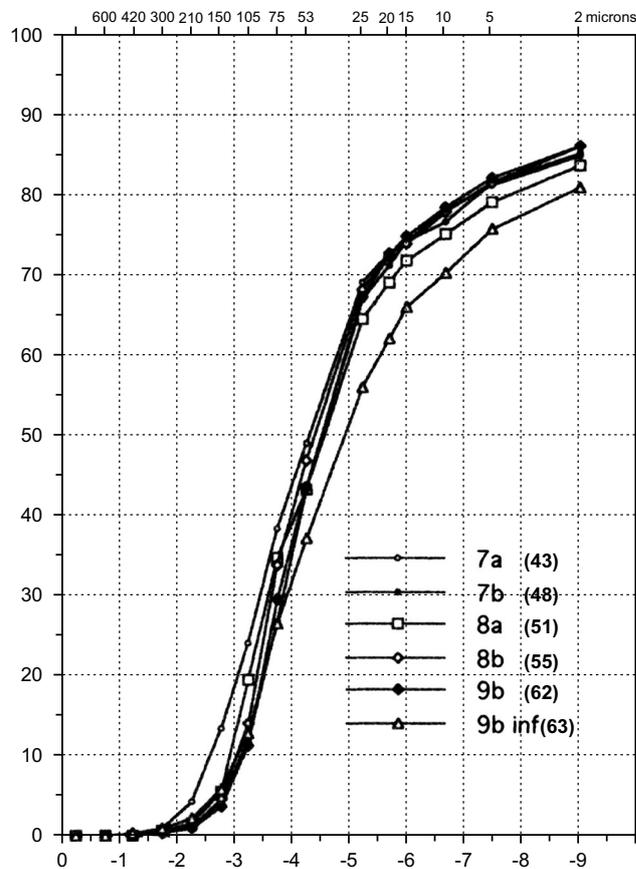
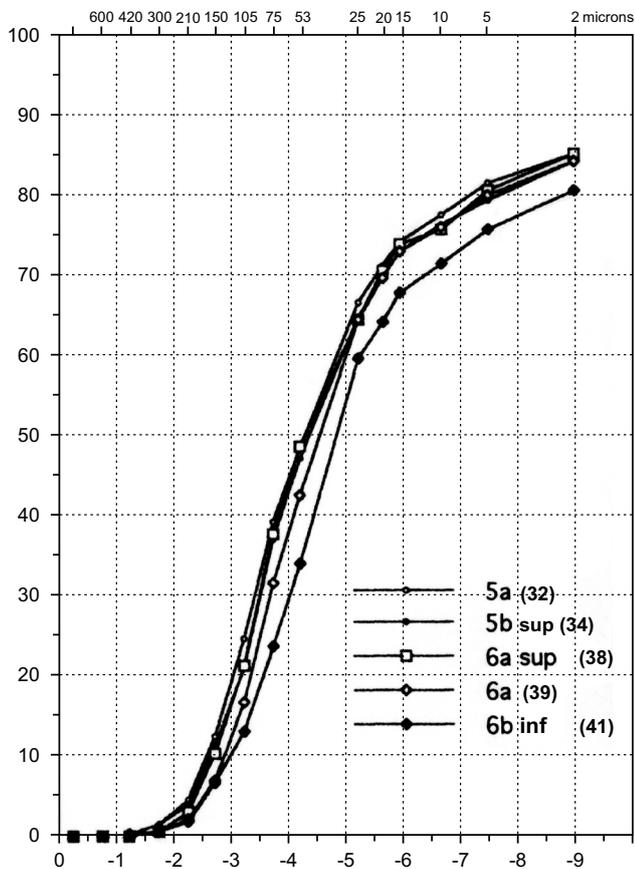
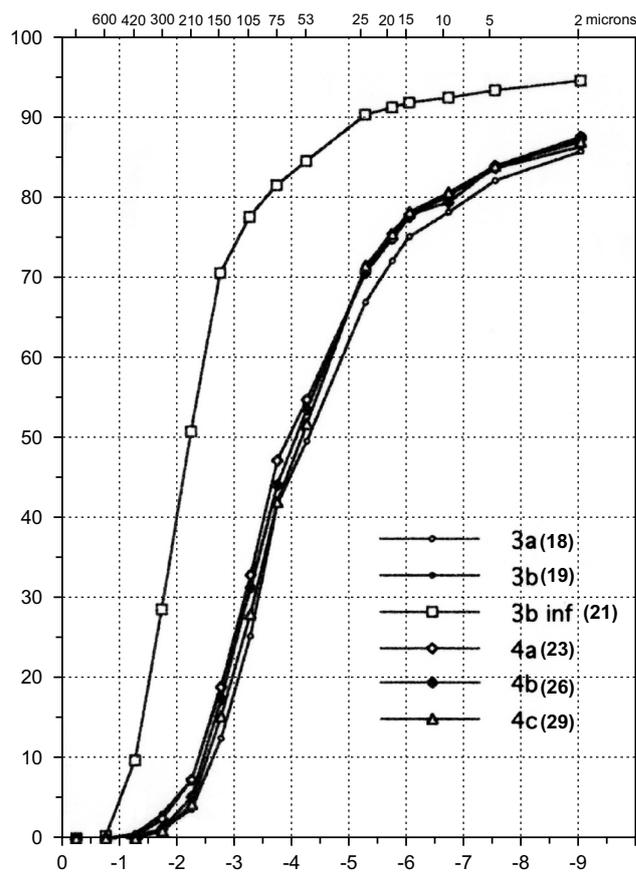
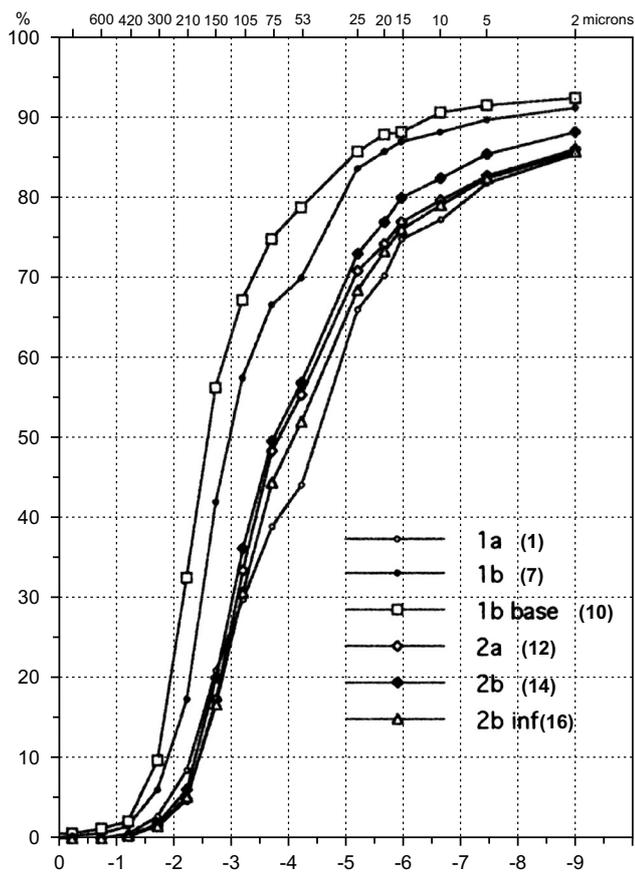


Figure 8a. Mitoc-Malu Galben. Diagrammes cumulatifs des unités 1 à 9.

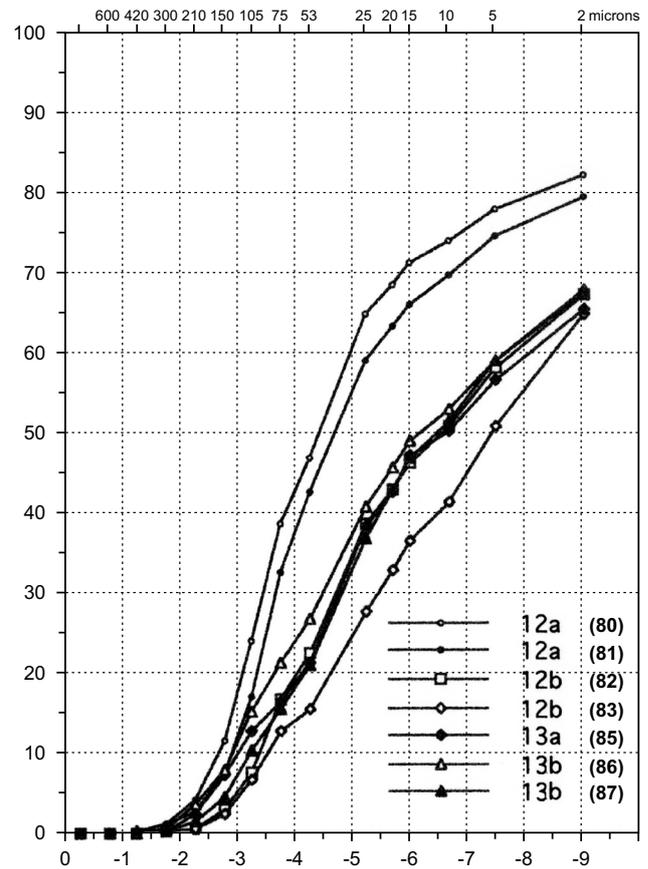
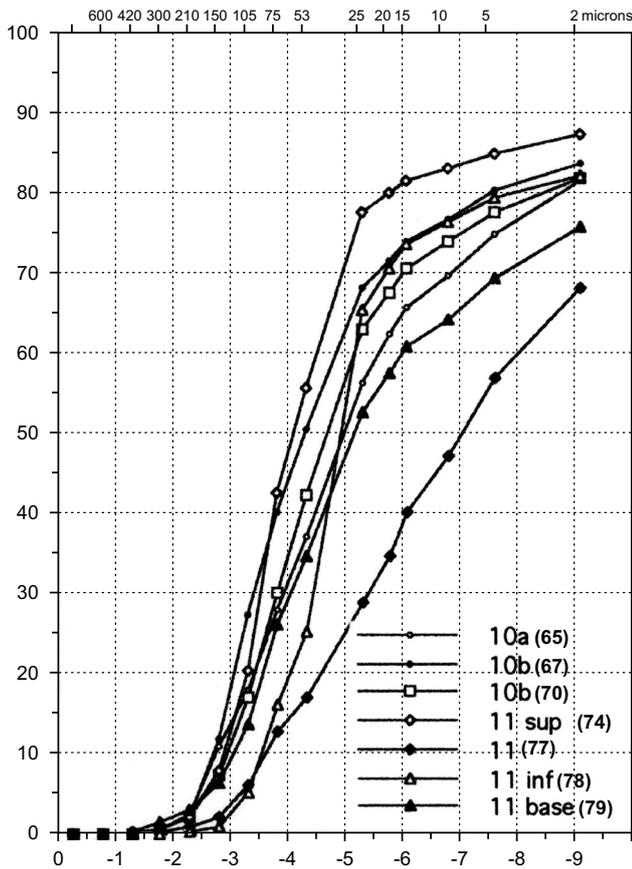


Figure 8b. Mitoc-Malu Galben. Diagrammes cumulatifs des unités 10 à 13.

conduit V. Chirica à distinguer différents épandages de silex, dont certains répartis sur plusieurs dizaines de mètres carrés, répertoriés comme ateliers de taille et numérotés de 1 à 70. Par la suite, lors de l’extension de la paroi nord en direction des carrés J à M, quatre ensembles gravettiens principaux numérotés I à IV, séparées par des concentrations secondaires, furent identifiées par V. Chirica entre 7,50 et 4,00 m de profondeur sous la surface du sol (Chirica 1989, 2001). À cet ensemble s’ajoutèrent plusieurs ateliers aurignaciens mis au jour à partir de 1987 dans la moitié inférieure de la couverture limoneuse lors de l’approfondissement de la partie centrale du champ de fouilles (Otte & Chirica 1993).

Entre 1979 et 1989, en l’absence de repères stratigraphiques, les carnets de fouilles tenus par V. Chirica consignent les coordonnées spatiales de chaque concentration, voire même de chaque objet; regroupées par année, celles-ci mentionnent le carré fouillé et la profondeur des objets mesurée à partir du sommet de la banquette supérieure la plus proche en tenant compte de la dénivelée de cette banquette par rapport à un niveau repère situé au sommet du sol dans le coin N.E. du champ de fouilles (niveau 0 de V. Chirica), soit 1,45 m au-dessus du niveau 0 de 1991. Ces carnets reprennent également les coordonnées des foyers et celles des ossements et échantillons de charbons de bois récoltés pour datation radiocarbone.

Les fouilles récentes (1992-1998)

Le matériel archéologique récolté à Malu Galben entre 1992 et 1998 est issu des fouilles conduites en collaboration avec

l’équipe de l’Université de Liège dans le prolongement de la paroi nord qui a servi de base pour l’établissement de la séquence stratigraphique. L’ensemble du matériel mis au jour dans ce contexte fut positionné avec précision en stratigraphie à partir du repère altimétrique fixé en 1991 (Haesaerts 1993); il présente une distribution spatiale complexe similaire à celle des principales concentrations gravettiennes et aurignaciennes reconnues par V. Chirica dans la partie septentrionale du gisement. C’est le cas des larges épandages de matériel lithique rencontrés sur plusieurs dizaines de mètres de distance à la base de l’unité 6 et dans la moitié supérieure de l’unité 4, lesquels s’inscrivent distinctement dans le prolongement des ensembles gravettiens II et IV. De même, les nombreux ateliers aurignaciens répartis au sein des unités 8 à 12, occupent une position similaire à celle des petites concentrations aurignaciennes rencontrées précédemment par V. Chirica entre 8 et 12 m de profondeur. Enfin, les unités lœssiques 1 à 3, dégagées sur une grande superficie entre 1996 et 1998, n’ont livré que quelques pièces disparates et atypiques, comme ce fut le cas pour la partie supérieure de la couverture lœssique dans la partie centrale du gisement fouillée avant 1992.

Intégration des données antérieures à 1991

Dès 1991, il apparut indispensable de pouvoir positionner le produit des fouilles antérieures à 1991 par rapport à la nouvelle stratigraphie, dans la mesure où cette énorme quantité de matériel constituerait la partie principale des objets récoltés sur le site. De plus, ce matériel comprenait de nombreuses

concentrations de charbons de bois et d'ossements à partir desquels une série de 46 dates ^{14}C avait été obtenue précédemment par K. Honea (1993, 1994) en Arizona, à Oxford et à Groningen. Pour faire face à cette situation, nous avons donc cherché à positionner l'ensemble des objets et concentrations lithiques antérieurs à 1990 par rapport aux stratigraphies des trois parois levées entre 1991 et 1997, à partir des données consignées dans les carnets de fouilles.

Dans un premier temps, avec l'aide de V. Chirica, nous avons reconstitué pour chaque année de fouille de la période 1978-1989, la position, l'inclinaison et la dénivelée des différentes banquettes ayant servi de repères altimétriques, ce qui a permis l'établissement de tables de conversion situant les données archéologiques répertoriées dans les carnets de fouilles par rapport au niveau 0 de 1991.

Dans un second temps, nous avons établi un modèle en trois dimensions de la distribution spatiale des unités stratigraphiques pour l'ensemble du champ de fouilles, modèle dont la fiabilité repose pour l'essentiel sur la répartition régulière des différentes unités dans les trois parois levées entre 1991 et 1993 (fig. 5a, 5b et 5c). Il fut possible de la sorte, de reconstituer des coupes virtuelles restituant les limites des unités stratigraphiques le long de plans verticaux perpendiculaires à la paroi ouest, respectivement à la limite des carrés K-I, H-A, B-C, D-E, F-G et J-L (fig. 9 et 10).

Par la suite, ce modèle a servi de support à la projection sur les coupes virtuelles des objets archéologiques situés dans les carrés adjacents, permettant de la sorte de restituer la position de ces objets dans la séquence stratigraphique avec un degré de précision de l'ordre de l'unité, voire même dans bien des cas de l'ordre de la sous-unité (fig. 10). La cohérence de ce système a pu être testée par divers recoupements internes, en particulier à partir des grands ateliers répartis sur plusieurs carrés, dont la distribution s'inscrivait en parallèle avec les limites stratigraphiques extrapolées, mais aussi avec les principaux niveaux d'occupations gravettiens reconnus par V. Chirica dans la paroi nord du site.

La séquence archéologique

L'intégration dans une même séquence stratigraphique de la quasi totalité du matériel archéologique récolté à Mitoc-Malu Galben depuis 1978, constituait donc une démarche essentielle pour l'analyse globale du site; elle concerne non seulement les grandes concentrations lithiques rapportées aux entités gravettiennes I à IV, mais aussi la majorité des ateliers aurignaciens et les petites concentrations intercalaires. On dispose de la sorte d'une banque de données exceptionnelle qui confirme l'occupation répétée du site par des populations du Paléolithique supérieur au cours d'une longue période de temps couvrant l'ensemble des unités 12 à 4 (fig. 11).

Dans cette séquence, les ensembles aurignaciens et gravettiens occupent deux espaces stratigraphiques distincts. L'Aurignacien est largement reparté depuis la base de l'unité 12, jusqu'aux limons lœssiques de la sous-unité 8b. Il s'agit le plus souvent de concentrations bien délimitées et de super-

ficie restreinte (quelques mètres carrés), rapportées à des faciès d'atelier, mais qui présentent cependant quelques niveaux préférentiels (voir Otte *et al.* ce volume; Noiret 2004). En particulier, l'ensemble "Aurignacien I" regroupe les ateliers rencontrés dans la partie supérieure des limons lités de l'unité 11 et à la transition avec les limons lœssiques de la sous-unité 10b; l'ensemble "Aurignacien II" est surtout bien documenté dans la partie supérieure du limon lœssique 10b, directement sous l'horizon humifère 10a, tandis que l'ensemble "Aurignacien III" couvre la moitié inférieure des limons lœssiques 9b (fig. 11 et 12).

La séquence archéologique intégrée atteste par ailleurs le plein développement des occupations gravettiennes depuis la base des limons lœssiques 7b jusque dans la partie supérieure de l'horizon déferrifié 4a, la transition avec l'Aurignacien se situant au niveau de l'horizon humifère 8a lequel n'a livré que quelques éclats atypiques. Un premier ensemble gravettien comprend les concentrations de l'unité 7 (ensemble "Gravettien I") présentes dès la base du limon lœssique 7b. Quant aux concentrations gravettiennes préservées dans la moitié inférieure de la couverture lœssique (unités 6 à 4), elles sont souvent associées à des épandages de matériel lithique largement réparti le long de la pente du versant. C'est le cas de l'ensemble "Gravettien II", lequel s'inscrit dans le prolongement des ateliers n°2 rencontrés par V. Chirica dans la partie centrale du gisement, et se suit en continu sur dix à vingt centimètres d'épaisseur, associé à l'horizon brunifié qui souligne la sous-unité 6b. En coupe, ce niveau se compose d'une série de grandes lentilles de matériel hétérogène (artefacts, débris de débitage et passées cendreuses) séparées par de fines couches de limon, l'ensemble intégrant probablement plusieurs phases d'occupations qui n'ont pas été individualisées en cours de fouille.

Vers le haut, le système se poursuit par une série de concentrations lithiques lenticulaires attribuées à l'ensemble "Gravettien III", réparties à différentes profondeurs dans l'horizon déferrifié 6a et dans les lœss sus-jacents de l'unité 5. La séquence gravettienne de Mitoc-Malu Galben se termine par une succession complexe de concentrations lithiques semi-continues, surtout bien documentées dans la partie orientale du site où elles constituent l'essentiel de l'ensemble "Gravettien IV" distribué depuis la partie supérieure de la sous-unité 5a jusque dans l'horizon gris clair 4a.

Dans la partie supérieure de la séquence, le matériel paléolithique se limite à quelques pièces atypiques présentes pour la plupart à la base des lœss sableux des unités 3 et 2; au cours des fouilles antérieures à 1991, quelques pièces lithiques ont également été rencontrées à la base des dépôts sableux de la sous-unité 1b, associées à quelques éléments de facture paléolithique moyen remaniés de plus haut sur le versant (Chirica 1989, 2001).

La chronologie ^{14}C

Critères de sélection des dates

La séquence de Mitoc-Malu Galben a fourni une série de 68 dates radiocarbone réalisées pour la plupart sur charbon de

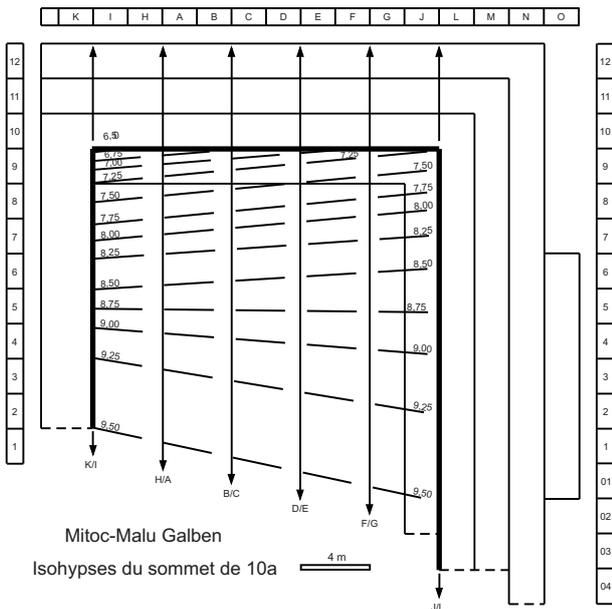
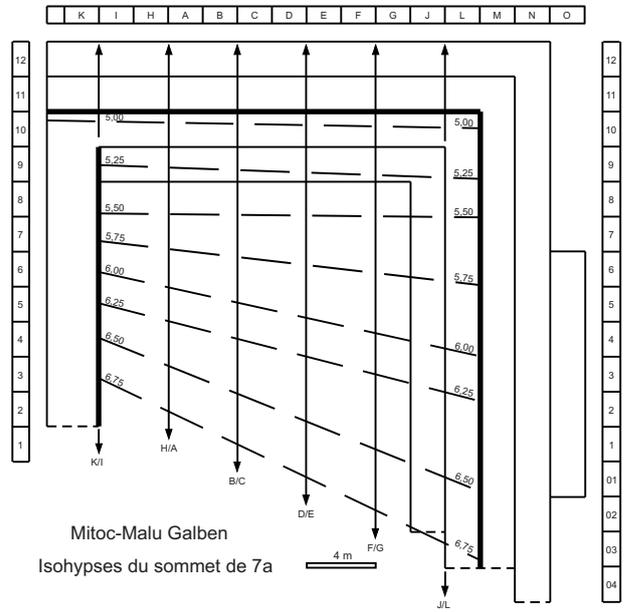
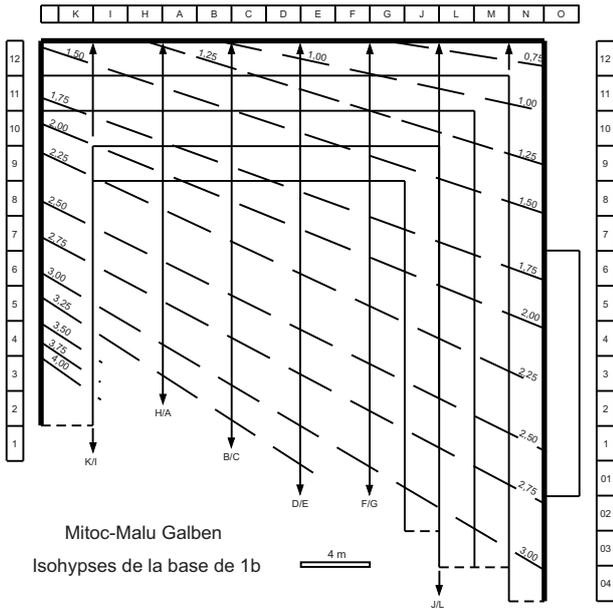


Figure 9. Mitoc-Malu Galben. Isohypes de la base de 1b et du sommet de 7a et de 10a.

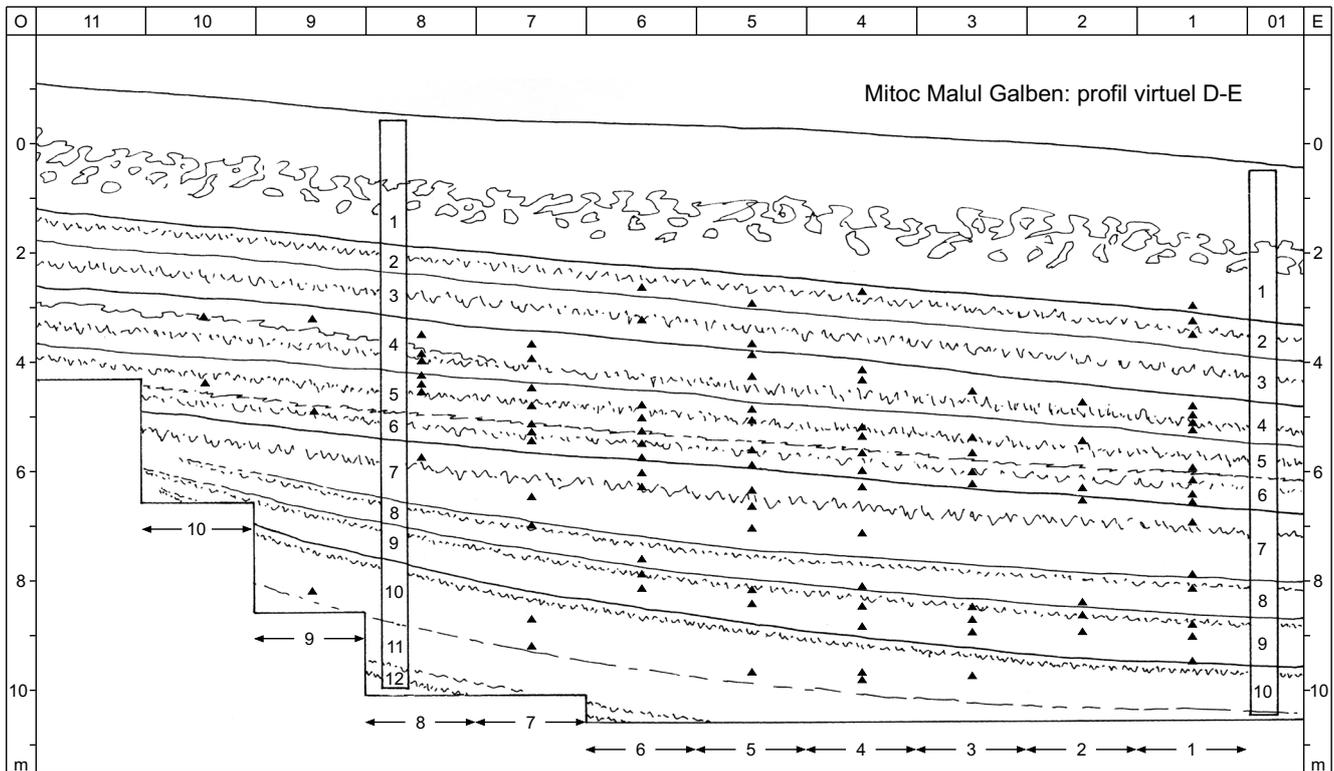


Figure 10. Mitoc-Malu Galben. Restitution de la position stratigraphique du matériel archéologique récolté dans les carrés D et E par V. Chirica entre 1978 et 1989, par projection des coordonnées des objets sur le profil virtuel établi selon l'axe D/E.

bois et pour quelques unes sur os ou sur bois de cervidé; elles se répartissent en deux groupes en fonction de la période de prélèvement et du mode de positionnement stratigraphique des échantillons (Damblon & Haesaerts ce volume).

Un premier groupe comprend 46 dates issues d'échantillons récoltés entre 1979 et 1989 dans la partie centrale du champ de fouilles et soumis à la datation par K. Honea (1993, 1994) à Groningen, à Oxford et en Californie. Ces échantillons ont en commun le repositionnement que nous avons effectué par projection des coordonnées spatiales corrigées sur les coupes stratigraphiques virtuelles construites à partir des levés détaillés des trois parois du champ de fouilles. Les 22 dates du second groupe furent toutes réalisées à Groningen à partir de 1993 sur des échantillons de charbon de bois de qualité supérieure, sélectionnés à l'Institut royal des Sciences naturelles (Damblon *et al.* 1996) : soit 12 dates sur des échantillons récoltés entre 1992 et 1997 par V. Chirica et l'équipe de Liège dans la paroi nord du champ de fouilles et 10 dates sur des échantillons prélevés par nous entre 1993 et 2004, à l'occasion des levés stratigraphiques (fig. 11).

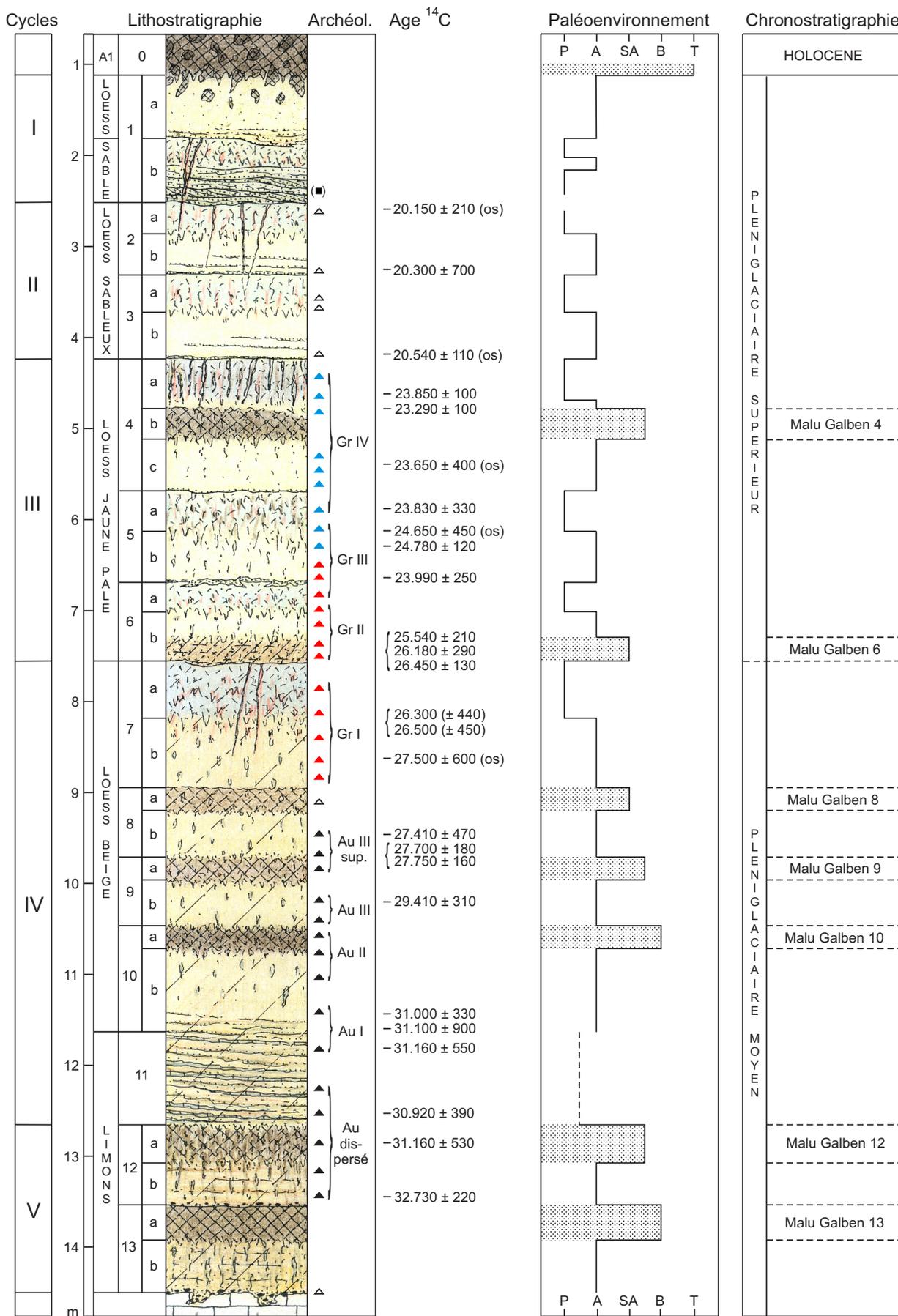
La complexité des situations rencontrées à Mitoc justifiait donc une évaluation de la validité des dates ^{14}C basée sur un choix de critères sélectifs, en particulier la nature et la qualité du matériel daté, mais aussi la fiabilité du contexte stratigraphique. Cette démarche nous a dès lors conduit à écarter près de la moitié des dates disponibles. Pour le premier groupe, c'est le cas des dates GX obtenues en Californie, dont la validité est sujette à caution pour diverses raisons (Damblon *et al.* 1996; Damblon & Haesaerts ce volume), et de certaines

dates de Groningen sur des échantillons pauvres en matière organique (*Mook in literis*). De même, par prudence, nous avons écarté plusieurs dates de Groningen publiées par K. Honea, dont le positionnement des échantillons n'était pas repris dans les carnets de fouilles de V. Chirica. Dans le second groupe, nous avons également écarté deux dates obtenues sur du matériel prélevé par V. Chirica, dont l'origine paraissait douteuse (Damblon & Haesaerts ce volume).

La séquence chronologique

Dans l'ensemble, les dates radiocarbone retenues sur la base des critères sélectifs résumés ci-dessus, autorisent une approche chronologique satisfaisante de la séquence stratigraphique de Mitoc (fig. 11 et 12). En effet, compte tenu de leurs sigmas, celles-ci suivent une distribution chronologique cohérente et permettent de définir des espaces de temps de plusieurs millénaires couvrant les principales unités pédosédimentaires. Sur les 39 dates qui composent le système, quatre dates paraissent néanmoins nettement divergentes mais n'affectent pas pour autant la cohérence de la séquence chronologique car, parmi celles-ci, trois dates furent probablement rajeunies par pollution (Damblon & Haesaerts ce volume).

Dans ce contexte, les unités 12 et 11 de la partie inférieure de la séquence sont à situer entre ± 33.000 et 31.000 BP, tandis que l'ensemble des unités 10 à 7 peut être valablement rapporté à la période comprise entre 31.000 et 26.000 BP. De la même manière, les dates retenues pour la moitié inférieure de la couverture lœssique (unités 6 à 4) situent celle-ci entre 26.000 et 23.000 BP, tandis que les quelques dates disponibles



P. Haesaerts & F. Damblon 05/2006

Figure 12. Mitoc-Malu Galben. Lithostratigraphie, archéologie et paléoenvironnement de la séquence en regard de la distribution des dates ¹⁴C sélectionnées pour l'établissement de la chronologie du site (symboles graphiques: voir figures 5a et 14). Abréviations (paléoenvironnement) : P, périglaciaire, avec gel profond ou permafrost actif; A, arctique; SA, subarctique; B, boréal; T, tempéré.

pour la partie supérieure de la couverture lœssique conduisent à situer les unités 3 et 2 entre ± 21.000 et 20.000 BP sans plus de précision (fig. 11 et 12). Dans un autre registre, la séquence chronologique permet de situer l'ensemble des ateliers aurignaciens associés aux unités 12 à 8 entre ± 33.000 et 27.500 BP, tandis que le plein développement des occupations gravettiennes couvre la période comprise entre ± 27.000 et ± 23.000 BP.

Par ailleurs, quelques événements de la séquence de Mitoc-Malu Galben s'avèrent bien encadrés par des séries de dates cohérentes, autorisant une résolution du temps de l'ordre de quelques siècles. C'est le cas de l'épais horizon gris pâle de la sous-unité 7a, que l'on peut valablement situer vers 26.000 BP, mais aussi de l'horizon humifère 4b, probablement voisin de 23.500 BP. Selon ce schéma, les occupations correspondant à l'ensemble "Gravettien II" de 6b, bien datées entre 26.450 et 25.540 BP, pourraient être en partie contemporaines de la formation de l'horizon gris pâle sous-jacent et se seraient poursuivies au cours des événements climatiques qui ont accompagné le début de la sédimentation lœssique de l'unité 6. Une complexité similaire existe pour l'ensemble "Gravettien IV" dont les concentrations datées entre 23.850 et 23.290 BP sont réparties en 4c et 4a, de part et d'autre de l'horizon humifère 4b (fig. 11).

Mode de dépôt et paléoenvironnement

En l'absence de données palynologiques, l'approche paléoclimatique de la séquence de Malu Galben repose pour l'essentiel sur l'examen des données pédosédimentaires et dans une moindre mesure sur un choix de données complémentaires issues des assemblages anthracologiques (Damblon ce volume), malacologiques (Prepelița ce volume) et des restes de grands vertébrés (López Bayón & Gautier ce volume). La démarche vise à proposer une évaluation qualitative du contexte paléo environnemental pour les différents événements, lesquels sont rapportés à une séquence climatique relative intégrant des contextes tempérés à périglaciaires, avec des intergrades de type boréal, subarctique et arctique (Haesaerts & Van Vliet 1974; Van Vliet-Lanoë 1976, 1986). Il fut possible de la sorte de regrouper les unités de la séquence de Mitoc en cinq cycles numérotés V à I (fig. 11 et 12), en fonction de leurs spécificités sédimentologiques et pédologiques (Haesaerts *et al.* 2003).

Selon ce système, une première approche de la séquence de Malu Galben concerne les épisodes sédimentaires, lesquels paraissent témoigner à chaque fois d'un contexte climatique froid de type arctique. C'est le cas en particulier des limons sableux des unités 10 à 1, dont le caractère relativement bien classé atteste l'origine éolienne, tandis que leur forte composante sableuse serait indicative d'un transport à moyenne distance (Haesaerts 1990). Dans la partie inférieure de la séquence, les limons sableux faiblement classés des unités 12 et 13, associés localement à des lentilles de cailloutis en provenance du versant, évoquent des apports colluviaux mis en place en position de bas de pente, au contact de la plaine alluviale. Ils y sont surmontés par les dépôts lités en partie soliflués de l'unité 11 qui incorporent les premiers apports éoliens associés à de fins lits de limon lœssique bien classé.

Un second ensemble de données paléo environnementales est lié aux processus pédologiques qui accompagnent les phases de stabilisation du paysage (Becz-Deak *et al.* ce volume). Dans la partie de la séquence correspondant aux unités 13 à 4, les épisodes de pédogenèse se marquent notamment par des horizons humifères de type para-rendzine et des horizons brunifiés bioturbés, lesquels ont été rapportés à 7 épisodes interstadières de type boréal à subarctique selon leur degré de développement. Ces épisodes interstadières, dénommés Malu Galben 13 à Malu Galben 4 d'après le label de l'unité à laquelle ils appartiennent, se distinguent nettement des phases de stabilisation associées aux horizons gris clair soulignés par des taches d'hydroxydes de fer qui caractérisent la moitié supérieure de la séquence (unités 7 à 1). Ces horizons déferriés, dont certains s'accompagnent de réseaux de fines fentes, s'apparentent aux gleys de toundra fréquemment rencontrés dans les lœss d'Europe centrale (Klíma 1963, 1995; Haesaerts 1985) et d'Europe occidentale (Haesaerts & Van Vliet 1974; Antoine *et al.* 2003). Rappelons que ce type de sol arctique, lorsque développé sur substrat lœssique bien drainé, paraît bien indicatif d'une phase de stabilisation du paysage sous l'action du gel profond associée à un permafrost, la croissance de la végétation responsable de la migration du fer dans ce type d'environnement étant favorisée par la pénétration limitée des eaux de percolation au niveau de la couche active suite à la présence du sous sol gelé. (Haesaerts & Van Vliet-Lanoë 1981; Haesaerts 1984; Van Vliet-Lanoë 1976, 1985).

Enfin, dans son ensemble, la séquence pédosédimentaire de Mitoc semble bien traduire une évolution progressive du contexte environnemental vers des conditions de plus en plus sèches. Alors que la moitié inférieure de la séquence demeure encore relativement humide, comme semble l'indiquer la persistance des bioturbations au cours du dépôt des unités lœssiques 10 à 7, la partie supérieure de la séquence correspondant aux unités 3 à 1 s'accompagne de conditions nettement xériques également exprimées par la composition des faunules de mollusques (Prepelitza ce volume). C'est dans ce contexte que se mettent en place les fins lits sableux inter stratifiés dans les lœss des unités 3 et 2, probablement soufflés sur le versant depuis la plaine alluviale. Par contre, les sables à fine stratification oblique de la sous-unité 1b procèdent d'une dynamique sédimentaire plus complexe. De fait, leur large distribution sur l'ensemble du versant occidental de la vallée (fig. 3) plaide en faveur d'apports éoliens en provenance de la plaine alluviale du Prut, tandis que les stratifications obliques localement associées à des chenaux de fonte suggèrent un remaniement du matériel sableux le long du versant par ruissellement, probablement sous-nival ou sur sol gelé.

La séquence globale

Par sa position sur le bord externe de la seconde terrasse du Prut, adossé à un talus développé dans les marnes et calcaires du Tortonien, le site de Malu Galben a favorisé la préservation d'une séquence de quatorze mètres de puissance qui associe apports colluviaux en provenance du versant, apports lœssiques régionaux et sables soufflés à partir de la plaine alluviale. L'ensemble enregistre une succession récurrente d'épisodes de sédimentation et de phases de pédogenèse,

dont la signature paléo environnementale de haute résolution intègre sept épisodes interstadiers dénommés Malu Galben 13 à Malu Galben 4, justifiant une subdivision du système en cinq cycles à connotation climatique numérotés de V à I (fig. 12). La séquence de Malu Galben intègre également une série exceptionnelle d'occupations aurignaciennes et gravettiennes bien datées entre ± 33.000 et ± 23.000 BP, surtout centrées sur l'exploitation d'un silex de haute qualité accessible dans les conglomérats de base de la couverture cénozoïque et dans les calcaires crayeux du Crétacé supérieur qui affleuraient à l'époque à proximité du site (Muraru 1990).

Le cycle V (unités 13 et 12)

La partie basale de la séquence de Malu Galben décrite au centre du gisement, débute par les limons sableux de la sous-unité 13b, lesquels reposent au sommet des éboulis calcaires par l'intermédiaire d'un cailloutis hétérogène incorporant des éléments roulés en provenance de la terrasse III située plus haut sur le versant. Le caractère mal classé du limon et la présence de cailloux dispersés dans la masse évoquent des apports colluviaux mis en place en position de bas de versant, dans le prolongement du replat de la terrasse II situé vers 90 m d'altitude (fig. 3 et 5). Dans ce contexte, les rares éclats atypiques récoltés en 1997 dans le cailloutis de base sont probablement en position dérivée, comme le seraient par ailleurs les pièces lithiques de facture Paléolithique moyen rencontrées par C. Nicolăescu-Plopşor et N. Zaharia (1959) à la base de la séquence dans les sondages ouverts en 1957 à la périphérie du gisement (Chirica ce volume). Dans la partie centrale du champ de fouilles, les colluvions portent un sol humifère bien développé de type para-rendzine (sous-unité 13a) formé sous couvert herbacé dense, probablement en contexte climatique boréal (Malu Galben 13), les traces de racines et la légère hydromorphie du sol dans la partie basse du gisement traduisant la présence d'une végétation mixte en bordure de la plaine alluviale.

Les limons sableux avec gravats caillouteux gélivés qui constituent la sous-unité 12b, témoignent d'une reprise de la sédimentation colluviale en position de bas de versant, probablement associée à un refroidissement du climat. C'est dans ce type d'environnement que se situent les premières occupations de Malu Galben, sous la forme de petits ateliers aurignaciens répartis depuis la base de 12b voisine de 32.730 BP, jusqu'au sol humifère hydromorphe 12a daté 31.200 BP (fig. 12) (Otte *et al.* 1996b; Noiret 2004). Celui-ci enregistre une nouvelle stabilisation du paysage au cours d'une légère amélioration climatique (Malu Galben 12), sous une végétation de prairie humide au contact de la nappe phréatique qui demeurait en position relativement haute.

Le cycle IV (unités 11 à 7)

Ce cycle regroupe un ensemble de dépôts limoneux mis en place en milieu bien drainé au cours d'une succession de quatre phases froides alternant avec trois épisodes interstadiers (Malu Galben 10 à 8). Il débute par les limons lités (unité 11) mis en place en continuité avec l'horizon humifère hydromorphe 12a, dans un contexte plus froid et sans doute relati-

vement humide. Il s'agit d'apports ruisselés et d'apports carbonatés d'origine éolienne, en partie déplacés par solifluxion, comme l'indique l'inversion de la strate charbonneuse et de la strate brûlée du foyer de l'ensemble "Aurignacien I" daté 31.160 BP, préservé dans la partie supérieure des limons lités. Quant aux limons homogènes qui y font suite (sous-unité 10b), leur texture sableuse et leur degré de classement plaident en faveur d'un transport éolien à faible distance, probablement en provenance des plaines alluviales du Prut et de ses affluents. Mis en place en position de bas de pente, en milieu bien drainé, cet apport loessique probablement non carbonaté, accompagne un rabattement important de la nappe phréatique et traduit une emprise progressive des conditions relativement sèches à partir de 31.000 BP. Cette première phase du cycle IV, contemporaine des ateliers des ensembles "Aurignaciens I et II", se termine vers 30.000 BP par le sol humifère bioturbé 10a dont le degré de développement de type para-rendzine évoque à nouveau un environnement boréal (épisode interstadaire Malu Galben 10).

La seconde phase du cycle IV regroupe les unités 9, 8 et 7 qui se juxtaposent au sol humifère de l'unité 10 dont elles reproduisent la cyclicité. Ces unités enregistrent une aggradation éolienne qui rehausse progressivement le bas du versant entre ± 30.000 et 26.500 BP, dans un contexte climatique comparable à celui du limon loessique 10b. À deux reprises la sédimentation éolienne est interrompue lors de la formation des horizons humifères 9a et 8a rapportés aux épisodes interstadiers Malu Galben 9 et Malu Galben 8. Surtout bien exprimés dans les parties basses du site, ces horizons se distinguent des sols de type para-rendzine sous-jacents par une moindre humification et par d'abondantes bioturbations qui affectent en partie les dépôts limoneux encaissants. Ces horizons, que les dates ^{14}C situent respectivement vers 28.000 et 27.000 BP, évoquent un environnement plus proche de conditions subarctiques et reflètent un rafraîchissement progressif du contexte climatique. Ce processus aboutit peu après 26.500 BP à la formation du gley de toundra 7a souligné par un réseau de fentes de gel, au cours d'une première phase de stabilisation du paysage associée à un important épisode de gel profond avec permafrost qui termine le cycle IV.

D'un point de vue archéologique, les unités 9, 8 et 7 se caractérisent par une distribution cohérente des ateliers aurignaciens et gravettiens sur l'ensemble du site. L'Aurignacien est bien documenté dans la sous-unité 9b (ensemble "Aurignacien III") et dans une moindre mesure dans le limon 8b (ensemble "Aurignacien III supérieur"). Les premiers ateliers gravettiens furent rencontrés dès la base du loess sableux 7b (ensemble "Gravettien I"), la transition se situant à hauteur de l'horizon humifère 8a, lequel n'a livré que quelques pièces atypiques.

Le cycle III (unités 6 à 4)

Ce cycle enregistre les premiers apports loessiques mis en place entre 26.000 et ± 23.000 BP (unités 6 à 4), selon une pente régulière en direction du Prut acquise dès la fin du cycle IV. En partie carbonatés, ces loëss se distinguent des unités antérieures par une coloration plus claire et par la présence récurrente de gleys de toundra dans la partie supérieure de

chaque unité (respectivement sous-unités 6a, 5a et 4a). Cette partie de la séquence témoigne d'une emprise croissante des conditions arctiques avec des périodes prolongées de gel profond, dans un contexte qui demeure encore relativement humide. C'est le cas en particulier du gley de toundra 4a voisin de 23.000 BP, lequel accompagne une période de stabilisation sous permafrost avec couverture herbacée relativement abondante et constitue un marqueur stratigraphique important, au même titre que le gley de toundra de la sous-unité 7a.

Le cycle III intègre également les épisodes interstadiers Malu Galben 6 et Malu Galben 4. Le premier épisode correspond à l'horizon fortement bioturbé de la sous-unité 6b daté vers 25.500 BP et associé à une reprise progressive de la sédimentation éolienne sous couverture herbacée dans un contexte subarctique (Becz-Deak *et al.* ce volume). Le second épisode interstadaire (Malu Galben 4) correspond à l'horizon humifère bioturbé de type para-rendzine préservé dans le secteur nord-ouest du site (sous-unité 4b); bien daté entre 23.830 et 23.360 BP, celui-ci enregistre également un événement climatique majeur de peu antérieur au gley de toundra 4a.

Au sein de la séquence archéologique de Mitoc, les ensembles gravettiens des unités lœssiques 6, 5 et 4 s'avèrent les plus complexes, mais aussi les mieux documentés. Il s'agit le plus souvent de concentrations de grande superficie réparties en trois niveaux préférentiels correspondant aux ensembles "Gravettien II", "III" et "IV" reconnus au cours des fouilles antérieures à 1991 (Chirica, 1989). L'ensemble "II", rapportée en totalité au Gravettien classique (Otte & Noiret 2004), appartient à la sous-unité 6b; elle intègre plusieurs phases d'occupations, surtout bien exprimées dans l'horizon bioturbé à la base de 6b daté entre 26.450 et 25.540 BP, les plus anciennes étant probablement contemporaines de l'épisode de gel profond associé au gley de toundra sous-jacent. La situation est quelque peu différente pour l'ensemble "Gravettien III" qui regroupe les concentrations de la partie supérieure de l'unité 6 et celles des lœss de la sous-unité 5b, lesquelles incorporent par ailleurs les premiers assemblages lithiques du Gravettien supérieur à pointes à cran (Otte *et al.* 1996b; Noiret 2004) datés ici vers 24.800 BP. Ce complexe techno-culturel est également spécifique de l'ensemble "IV" dont les multiples concentrations datées entre 23.840 et 23.290 BP se distribuent au sommet de l'unité 5 et dans la majeure partie de l'unité 4 (fig. 11 et 12).

Le cycle II (unités 3 et 2)

Les lœss sableux carbonatés des unités de ce cycle incorporent de fines couches sableuses soufflées depuis la plaine alluviale du Prut, qui témoignent d'une intensification des processus éoliens entre ± 22.000 et ± 20.000 BP. À deux reprises, la sédimentation fut suivie d'une phase de stabilisation sous permafrost matérialisée par les gleys de toundra 3a et 2a. Les unités du cycle II se caractérisent également par une diminution considérable des témoins des activités humaines, limités à quelques pièces atypiques dispersées sur la totalité du gisement, associés à quelques restes de renne et de cheval. Dans ce contexte, l'abandon du site de Malu Galben par les populations paléolithiques à partir de 23.000 BP pourrait

donc résulter de conditions environnementales défavorables liées à l'emprise des substrats lœssiques à l'échelle régionale, ce dont témoignent également le caractère xérique des faunules de mollusques de cette période (Prepelitza ce volume). Par ailleurs, d'autres facteurs liés au contexte local peuvent également être à l'origine de la désaffectation du site, notamment le recouvrement des sources de matières premières situées à proximité, suite à l'extension de la couverture lœssique au pied du versant occidental de la vallée.

Le cycle I (unité 1)

L'unité supérieure de la séquence de Mitoc-Malu Galben constitue un ensemble morpho-sédimentaire indépendant, postérieur à 20.000 BP, dont la base ravine les lœss des cycles II et III dans le vallon au nord du site et se suit sur plusieurs centaines de mètres de distance sur le versant occidental de la vallée (fig. 3). Le faciès sableux de la sous-unité 1b évoque un contexte climatique contrasté alternant des épisodes de forte activité éolienne avec sables soufflés alimentés par la plaine alluviale du Prut et des phases de ruissellement associées à des chenaux de fusion. L'ensemble est suivi par un épisode de stabilisation sous permafrost marqué par le gley de toundra et le réseau polygonal de fentes de gel développé dans les sables limoneux de la partie supérieure de 1b. Par la suite, la mise en place du lœss homogène de la sous-unité 1a qui scelle la topographie et couvre la totalité du versant occidental de la vallée, voit le retour de conditions très sèches et froides également enregistrées par les faunules de mollusques (Prepelitza ce volume).

Les horizons du sol de surface (unité 0)

Sur le pourtour du champ de fouilles, mais aussi plus haut sur le versant, l'épais horizon humifère souligné par un réseau de krotovines (A1), appartient au chernozem de surface d'âge holocène, dont la partie supérieure est d'origine anthropique. La formation de ce sol fut cependant précédée par une pédogenèse de type sol lessivé préservée localement en position de bas de versant sous la forme d'un horizon B2t développé au sommet de la couverture lœssique (fig. 6).

Contexte stratigraphique régional et cadre chrono-stratigraphique

La spécificité de Mitoc-Malu Galben réside principalement dans la conjonction de plusieurs ensembles de données complémentaires réunies au cours de deux décennies de fouilles et d'études diverses sur le site. Ceux-ci intègrent une longue séquence pédosédimentaire et climatique de haut degré de résolution, préservée sur le bord externe de la terrasse II, et une exceptionnelle succession d'occupations du Paléolithique supérieur bien datées entre 32.750 et ± 23.000 BP, exploitant un silex de qualité disponible à proximité. Dans le domaine lœssique est-carpatique, Mitoc ne constitue pas une exception. Des situations comparables existent notamment à Molodova V, à Korman IV et à Cosăuți sur le Dniestr, mais aussi à Ripiceni-Izvor sur le Prut, chaque site ayant enregistré des périodes différentes en fonction de sa position dans le paysage et de la dynamique sédimentaire éolienne (fig. 13 et 14).

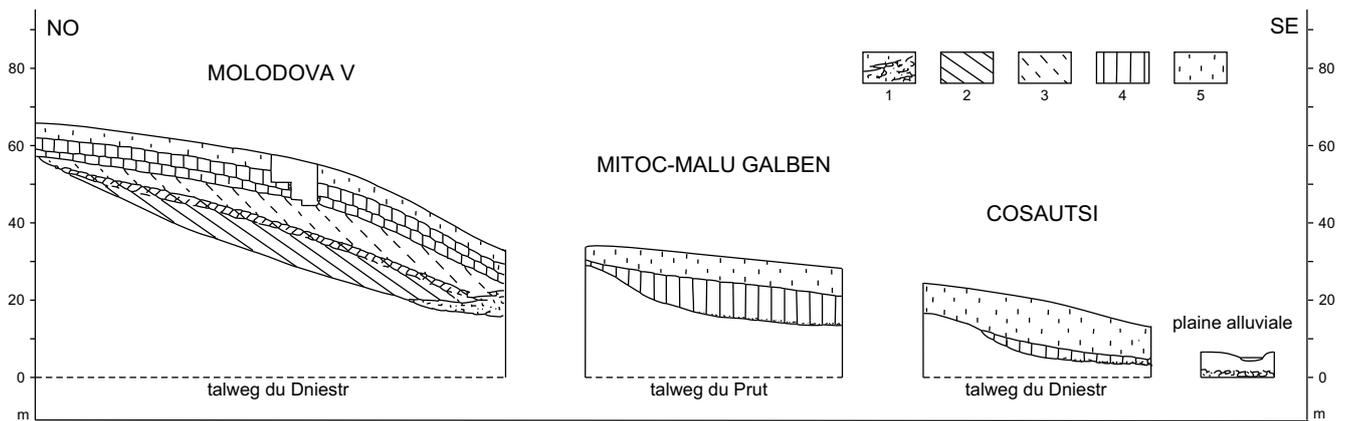


Figure 13. Contexte géomorphologique des sites de Molodova V, Mitoc-Malu Galben et Cosăuți. Symboles graphiques : 1, graviers fluviaux; 2, dépôts du début glaciaire (Molodova V : unités 1 à 4); 3, limons lœssiques du pléniglaciaire inférieur (Molodova V : unité 5); 4, lœss et paléolsols du pléniglaciaire moyen (Molodova V : unités 6 à 10; Mitoc : unités 13 à 7); 5, lœss du pléniglaciaire supérieur et du Tardiglaciaire.

Au cours de la dernière décennie, les sites de Molodova V (Ivanova & Tzeitlin 1987) et de Cosăuți (Borziac 1991, 1993), qui demeuraient accessibles, ont fait l'objet d'études pluridisciplinaires dans le cadre de programmes de recherche internationaux (Haesaerts *et al.* 2003). Par contre, les sites de Korman IV (Ivanova 1977) et de Ripiceni-Izvor (Păunescu 1993) situés en position de très basse terrasse, n'ont pu être intégrés dans le schéma régional, car recouverts par les eaux des lacs de barrage de Novodienstro et de Ștefănești.

À Molodova V, les dépôts limoneux présents au-dessus de la terrasse de 20 m du Dniestr avoisinent 25 m d'épaisseur et enregistrent la majeure partie du Pléistocène supérieur. La moitié supérieure de cette séquence, fouillée par A.P. Chernysh (1959, 1987) et I.K. Ivanova (1987), couvre l'essentiel du pléniglaciaire moyen et l'ensemble du pléniglaciaire supérieur (fig. 13 et 14). Elle présente la particularité d'associer en succession plusieurs concentrations moustériennes à faciès Levallois et une longue série de couches gravettiennes et épigravettiennes, dont le cadre stratigraphique et chronologique fut précisé entre 1997 et 2002 à l'occasion d'une relecture de la séquence (Haesaerts *et al.* 2003). Le gisement de Cosăuți, situé en bordure de la très basse terrasse du Dniestr, fut fouillé au cours des années quatre-vingt par I. Borziac (1991, 1993). Il a fourni une séquence pédo-sédimentaire de haute résolution pour la seconde moitié du pléniglaciaire supérieur et le Tardiglaciaire, associée à une vingtaine d'horizons épigravettiens datés entre 19.400 et 16.050 BP (Haesaerts *et al.* 1998). Mitoc, Molodova V et Cosăuți constituent donc trois enregistrements pédo-sédimentaires et paléo climatiques complémentaires qui couvrent la totalité de la seconde moitié du Pléistocène supérieur et intègrent une succession complexe d'occupations du Paléolithique moyen et du Paléolithique supérieur encadrées par une chronologie ^{14}C surtout bien documentée pour la période 33.000-10.000 BP (fig. 14 et 15).

Dans la séquence de Molodova V, qui constitue l'axe principal du schéma stratigraphique régional du domaine est-carpatique (Haesaerts *et al.* 2003), la position des couches moustériennes 12 et 11 au sein d'un ensemble de lœss sableux et d'horizons humifères (sous-unités 5-2 à 6-6) confirme leur

attribution à une phase initiale du pléniglaciaire moyen (fig. 15). Ce serait également le cas du Moustérien de Molodova I daté récemment 45.200 et 49.400 BP à Groningen (non publié) sur charbon de bois prétraité à l'I.R.Sc.N.B., provenant des fouilles de I.K. Ivanova (1982). La suite de la séquence comprend deux dépôts lœssiques séparés par le pédocomplexe humifère inférieur (unités 7 à 9) pour lesquels on ne dispose pas de données chronologiques, la connexion avec Mitoc-Malu Galben étant établie au niveau du pédocomplexe supérieur (unité 10). Les premiers horizons de ce pédocomplexe (sous-unités 10-1 et 10-2) appartiennent à un double paléosol de type para-rendzine, daté respectivement 32.600 BP et 30.400 BP, comparable aux unités 13 à 10 de Malu Galben. De même, le sol humifère compris entre 28.700 et 27.700 BP, développé dans les colluvions de la sous-unité 10-3, et le gley de toundra sus-jacent (sous-unité 10-4) bien daté entre 26.800 et 25.750 BP, qui termine le pléniglaciaire moyen, sont à mettre en parallèle avec les unités 9 à 7 de la séquence du Prut. À Molodova V, l'Aurignacien est absent, mais les couches gravettiennes 9 et 10 présentes dans le dépôt colluvial 10-3 daté 30.200 et 29.600 BP, paraissent bien contemporaines de l'ensemble "Aurignacien III" de Mitoc.

Dans les deux sites, les dépôts de la première partie du pléniglaciaire supérieur comprise entre 26.000 et 23.000 BP, enregistrent une succession comparable d'apports lœssiques alternant avec deux pédogenèses interstadiaires et plusieurs gleys de toundra (unités 11 et 12 à Molodova et unités 6 à 4 à Mitoc). C'est au cours de cette période caractérisée par des conditions froides, mais encore relativement humides et contrastées, que se situent les principales occupations gravettiennes. Selon ce schéma, la couche culturelle 8 présente à Molodova dans l'horizon humifère 11-2 voisin de 25.500 BP (Molodova 11-2), qui appartient encore au Gravettien moyen, serait contemporaine de l'ensemble "Gravettien II" associé à l'épisode interstadaire Malu Galben 6. De même, les différentes concentrations de la couche culturelle 7 de Molodova, attribuées au Gravettien supérieur à pointes à cran (Otte 1981; Kozłowski 1986; Otte & Noiret 2004) et bien datées entre 25.280 et 23.000 BP, occupent une position similaire à celle des ensembles "Gravettien III" et "IV" de Mitoc, ces deux

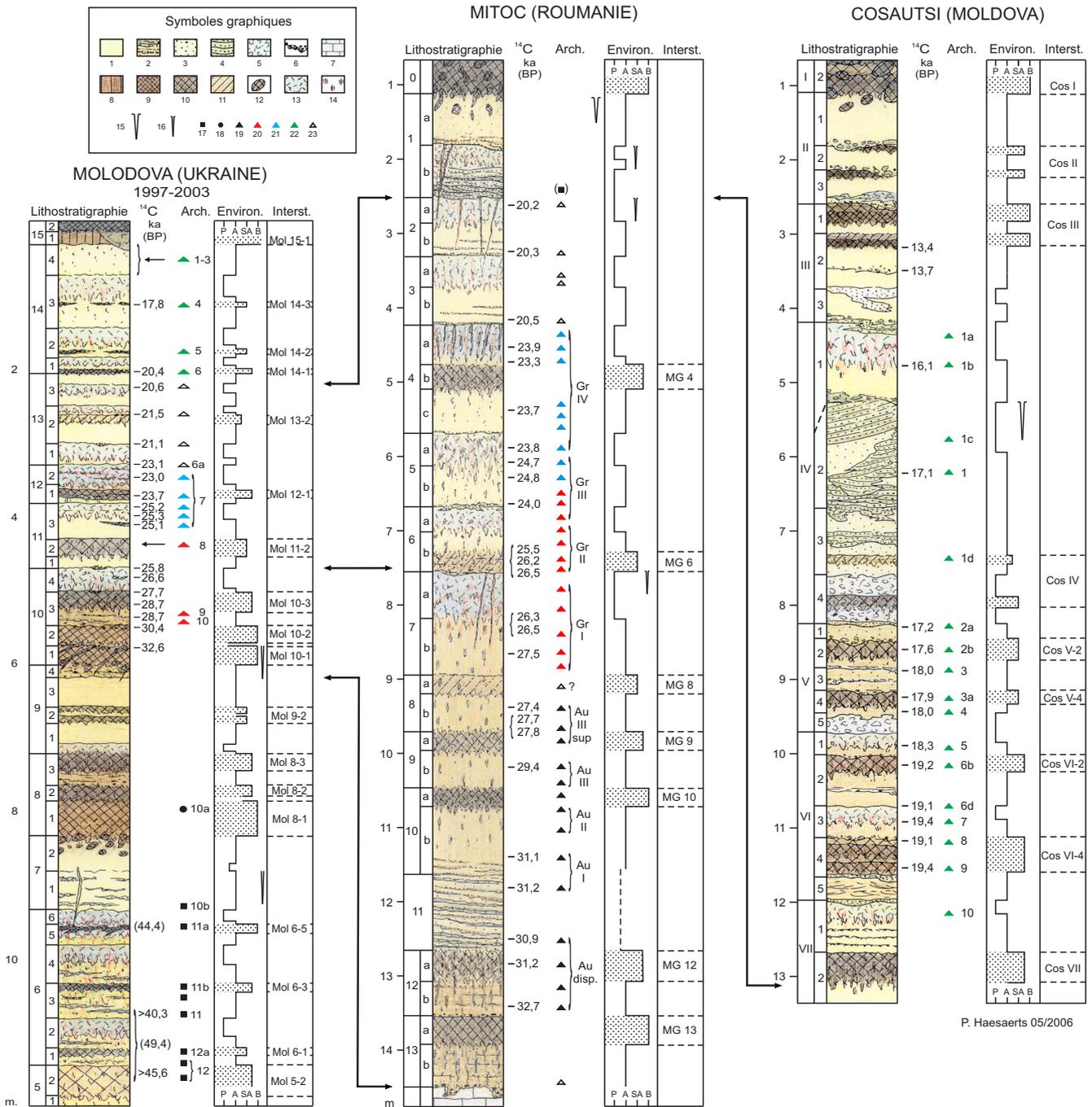


Figure 14. Séquences de référence du domaine est-carpatique. Symboles graphiques des figures 14 à 16 : 1, loëss; 2, limon sableux; 3, sable limoneux; 4, sable; 5, débris crayeux; 6, cailloutis; 7, calcaire; 8, limon argileux (horizon B2t); 9, limon humifère; 10, limon légèrement humifère; 11, horizon brunifié bioturbé; 12, krotovine; 13, limon gris clair (gley de toundra); 14, hydroxydes de fer; 15, coin de glace; 16, fente de gel; 17, Moustérien; 18, industries de transition; 19, Aurignacien; 20, Gravettien ancien ou moyen; 21, Gravettien supérieur à pointes à cran; 22, Epigravettien et industries assimilées; 23, artefacts atypiques. Abréviations : Arch., Archéologie; Environ., environnement; P, périglaciaire avec gel profond ou permafrost actif; A, arctique; SA, subarctique; B, boréal; Interst., interstades; Mol, Molodova; MG, Malu Galben; Cos, Cosăuți; Gr, Gravettien; Au, Aurignacien.

groupes d'occupations encadrant à chaque fois un épisode interstadaire bien exprimé situé vers 23.600 BP (respectivement Molodova 11-2 et Malu Galben 4).

Le deuxième complexe loëssique du pléniglaciaire supérieur comprend l'unité 13 de Molodova et les unités 3 et 2 de Mitoc, que l'on peut valablement situer entre ± 22.000 et ± 20.500 BP. Dans les deux sites, ces unités reflètent clairement des condi-

tions environnementales devenant de plus en plus sèches et font suite à l'épisode de stabilisation sous permafrost associé au gley de toundra qui termine la phase précédente. À Molodova, les loëss de l'unité 13 alternent également avec de petits gleys de toundra auxquels s'ajoute le court épisode interstadaire Molodova 13-2 daté 21.540 BP. Dans les deux sites, les témoins archéologiques se limitent à quelques petites concentrations dispersées, attestant à chaque fois le caractère

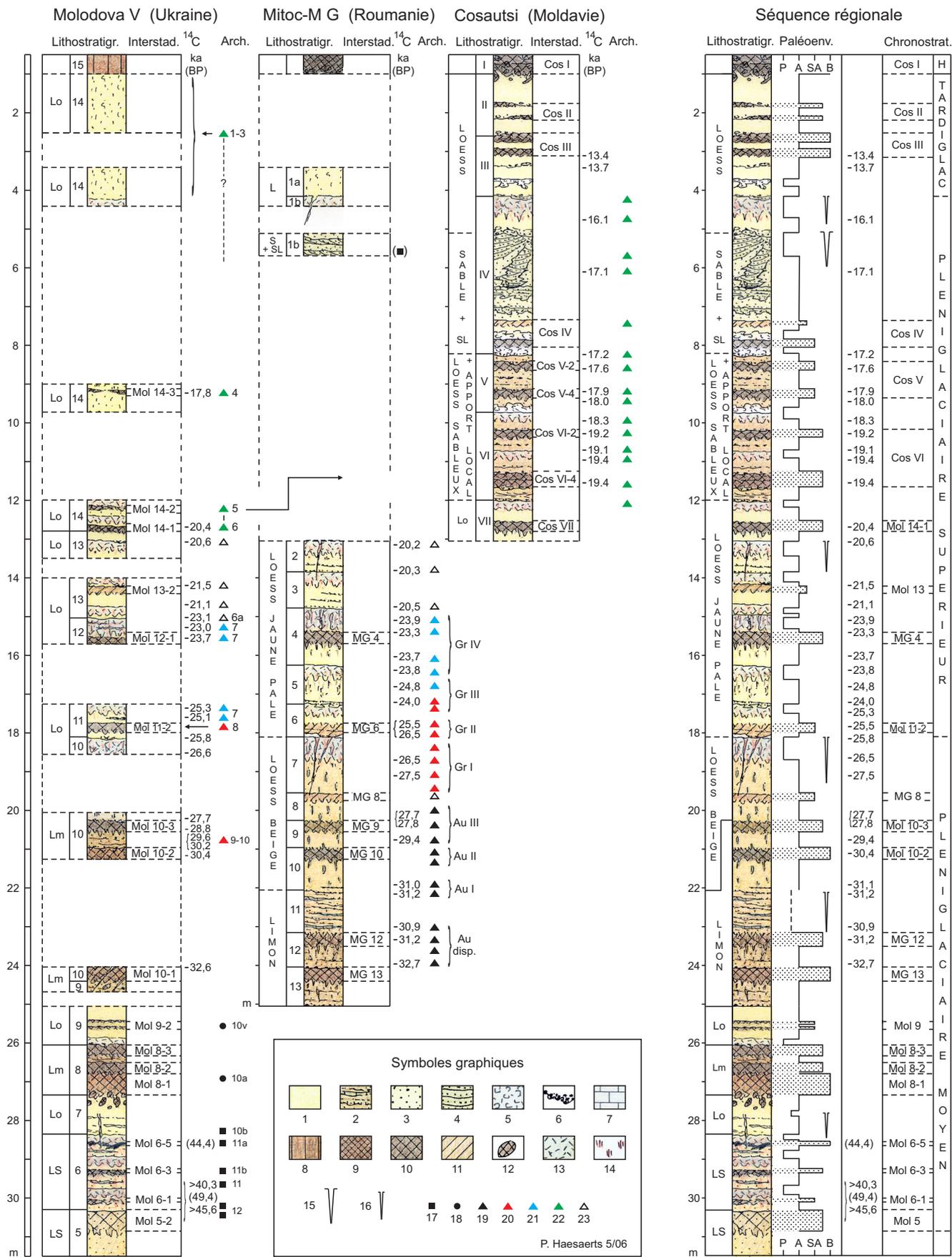


Figure 15. La séquence est-carpatique de ± 55.000 à 10.000 BP: schéma corrélatif (légende des symboles graphiques : voir figure 14). Abréviations : H, Holocène; Lo, lèss; LS, lèss sableux; Lm, limon; SL, sable limoneux; Mol, Molodova; MG, Malu Galben; Cos, Cosăuți; Arch, archéologie.

occasionnel de la présence des chasseurs-collecteurs dans la région entre \pm 23.000 et 20.500 BP, une situation que l'on peut donc valablement attribuer au caractère extrêmement sec de cette période, renforcé par la large extension des substrats loessiques à l'échelle régionale (Haesaerts *et al.* 2003, 2004), plutôt qu'à des conditions locales particulières.

La seconde partie du pléniglaciaire supérieur, postérieure à \pm 20.500, est surtout enregistrée à Cosăuți sur la très basse terrasse du Dniestr (fig. 14 et 15) et dans une moindre mesure dans la partie supérieure de la séquence de Molodova V (unité 14). Elle s'accompagne d'une diminution importante des apports loessiques dans un contexte nettement plus humide, ce qui se traduit notamment par une succession de quatre épisodes interstadiers souvent dédoublés (Cosăuți VII à Cosăuți IV), marqués par de petits sols humifères datés entre 20.500 et 17.100 BP. Cette période est également caractérisée par la présence récurrente de populations de chasseurs épigravettiens aux activités surtout centrées sur la chasse saisonnière du renne et du cheval (Borziac 1994; Noiret 2004). À Cosăutsi, quinze couches culturelles distinctes, la plupart de grande superficie, sont systématiquement associées à des concentrations de charbon de bois, ce qui laisse supposer la persistance de parcelles boisées dominées par l'épicéa le long de la vallée du Dniestr (Haesaerts *et al.* 2003). Des occupations épigravettiennes attribuables à la même période sont connues à Molodova V, dont la couche culturelle 6 rapportée à l'épisode interstadaire Molodova 14-1 daté vers 20.400 BP; celles-ci sont également présentes à Korman IV, à quelques kilomètres en aval (Ivanova 1977; Noiret 2004), à Podgor en amont de Cosăuți (Borziac 1994) et à Crasnaleuca au nord de Mitoc (Chirica 1989).

À Malu Galben, la période entre 20.000 et 17.000 BP correspond probablement à un hiatus de sédimentation. En effet, les sables stratifiés de la sous-unité 1b s'apparentent aux unités sableuses du cycle IV à Cosăuți (fig. 15), lesquelles témoignent également d'un épisode d'intense activité éolienne voisin de 17.000 BP, avec apports locaux combinés à des processus de ruissellement associés à des épisodes de gel profond et formation de coins de glace (Haesaerts *et al.* 2003). Ce contexte climatique particulier se maintient jusque vers 14.000 BP, avec le gley de toundra présent au sommet du cycle IV à Cosăuți, au niveau de la sous-unité 14-3 à Molodova et probablement au sommet de la sous-unité 1b à Mitoc. Cette phase de péjoration climatique de près de trois millénaires se répercute également sur la distribution des occupations épigravettiennes, limitées à quelques campements occasionnels datés vers 17.000 et 16.000 BP à Cosăuți.

À partir de \pm 14.000 BP, des conditions froides mais surtout très sèches, prédominent au cours du Tardiglaciaire, favorisant le dépôt d'une dernière couverture loessique sur les versants des vallées, notamment à Mitoc où les loess de la sous-unité 1a dateraient de cette période. Dans la vallée du Dniestr les apports éoliens se sont poursuivis, semble-t-il, jusqu'à la fin du Tardiglaciaire, avec une interruption temporaire au cours des épisodes Cosăuți III et Cosăuți II assimilés au Bølling et à l'Allerød. À Molodova V, la date de 13.370 BP obtenue par I.K. Ivanova (1987) pour la couche culturelle 3 de l'unité

loessique supérieure suggère également un âge tardiglaciaire pour ce loess et pour les derniers ensembles épigravettiens qu'il contient.

Vue d'ensemble

Spécificité de la séquence régionale

Au sein du domaine est-carpatique, la séquence de Mitoc-Malu Galben, associée à une longue série d'occupations aurignaciennes et gravettiennes, fournit la succession pédosédimentaire la mieux documentée pour la période comprise entre 32.700 et 23.000 BP. Elle constitue la partie centrale d'une séquence régionale intégrant également les enregistrements de Molodova V et de Cosăuți, qui couvre la majeure partie du pléniglaciaire moyen, le pléniglaciaire supérieur et le Tardiglaciaire (fig. 15 et 16).

Nous avons montré que le caractère exceptionnel de la séquence régionale était surtout conditionné par la position des trois sites considérés dans le paysage. Répartis à différents niveaux sur le bord externe des terrasses du Prut et du Dniestr et bien orientés par rapport aux apports éoliens, ils ont fonctionné à plusieurs reprises comme pièges à sédiments au cours du Pléistocène supérieur, favorisant de la sorte le haut degré de résolution des enregistrements pédosédimentaires et climatiques à différentes échelles de temps. Au total, la séquence a permis de reconnaître pas moins de 25 épisodes interstadiers marqués par des horizons humifères répartis depuis la base du pléniglaciaire moyen jusqu'au Tardiglaciaire, dont la signature climatique s'avère le plus souvent en bon accord avec les données polliniques de Molodova V (Pashkevich 1987) et de Cosăutsi (Medianik 1994). La séquence enregistre également de nombreux épisodes de gel profond associés à des gleys de toundra, surtout bien exprimés au début du pléniglaciaire moyen et au pléniglaciaire supérieur.

Situés à proximité d'affleurements de silex de bonne qualité, Mitoc-Malu Galben, Molodova V et Cosăuți présentent tous trois des successions complexes de couches culturelles situées avec précision en stratigraphie lors de fouilles extensives. L'intégration de ces niveaux d'occupations dans la séquence est-carpatique permet une première approche bien documentée de la distribution chrono stratigraphique des principaux ensembles culturels du Paléolithique supérieur pour la période postérieure à 33.000 BP; elle atteste en particulier la présence répétée de populations du Paléolithique supérieur dans les bassins du Prut et du Dniestr pendant la majeure partie du pléniglaciaire supérieur, dont témoignent également la diversité des nombreux sites paléolithiques recensés précédemment dans la région (Chernysh 1959; Chirica 1989; Chirica *et al.* 1996; Borziac 1996; Noiret 2004).

La spécificité de la séquence est-carpatique réside aussi dans le haut degré de résolution de son cadre chronologique, du fait de la présence systématique de charbons de bois dans les principaux horizons d'occupations, y compris lors des phases les plus sèches et les plus froides du pléniglaciaire supérieur. Ce cadre repose sur près de 150 dates radiocarbone également réparties dans les trois sites, dont les deux tiers furent

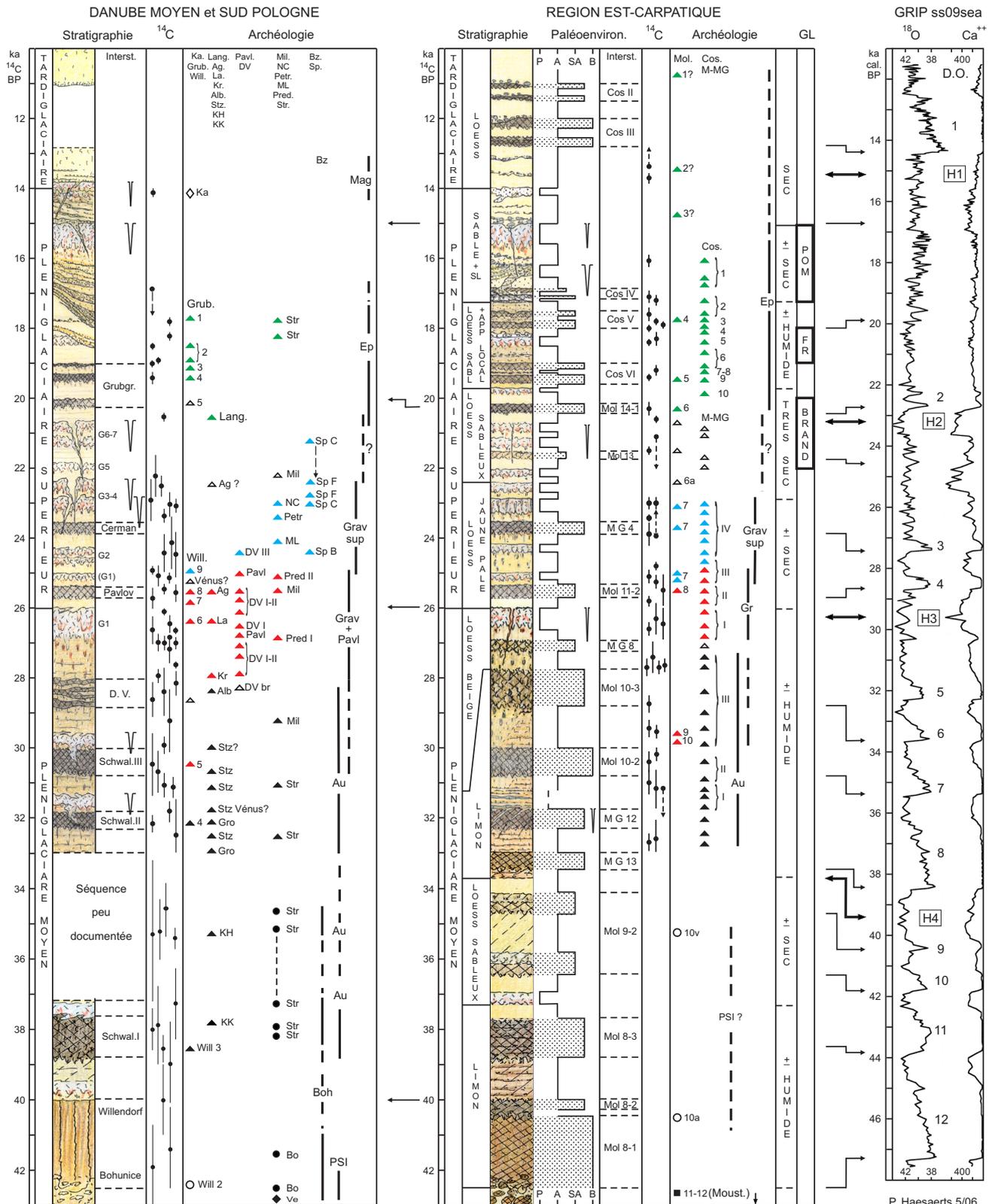


Figure 16. Schéma corrélatif des séquences lœssiques du Danube moyen et du domaine est-carpatique; comparaison avec la séquence GRIP ss09sea des glaces du Groenland. Symboles graphiques : voir figure 14. Abréviations : GL, stades glaciaires; POM, Poméranie; FR, Francfort; BRAND, Brandebourg; DO, épisodes Dansgaard-Oeschger; H1 à H4, événements de Heinrich; G1 à G6-7, gleys de toundra (cf. Klima 1963); Ka, Kamegg; Grub, Grubgraben; Will, Willendorf; Lang, Langmannersdorf; Ag, Aggsbach; La, Langenlois; Kr, Krems; Alb, Albendorf; Stz, Stratzing-Galgenberg; Gro, Grossweikersdorf; KH, Krems-Hundssteig; KK, Klein Kirchen (Regensburg); DV, Dolní Věstonice; Pavl, Pavlov; DV br, Dolní Věstonice (briqueterie); Str, Stranska Skala; Mil, Milovice; NC, Nitra Cerman; Petr, Petrkovice; ML, Moravany-Lopata; Pred, Predmostí; Bo, Bohunice; Ve, Vedrovice (Széletien); Sp, Spadzista; Mag, Magdalénien; Ep, Épigravettien et faciès associés; Grav sup, Gravettien supérieur à pointes à cran; Grav + Pavl, Gravettien et Pavlovien; Au, Aurignacien; Boh, Bohunicien; PSI, Paléolithique supérieur initial; Mol, Molodova; MG, Malu Galben; Cos, Cosăuți; M-MG, Mitoc-Malu Galben.

réalisés à Groningen à partir de 1993, sur des charbons de bois de conifères bien situés en stratigraphie et prétraités avec soin (Dambon *et al.* 1996; Haesaerts *et al.* 2003; Dambon & Haesaerts ce volume). La cohérence et le caractère reproductible de cette séquence chronologique comprise entre 32.700 et 13.000 BP, permettent dès lors de situer les événements pédosédimentaires et climatiques dans l'échelle du temps avec un degré de résolution de quelques siècles pour le pléniglaciaire supérieur et de l'ordre du millénaire pour la partie supérieure du pléniglaciaire moyen (fig. 15). Quant aux événements enregistrés à Molodova V pour la partie médiane du pléniglaciaire moyen, ils n'ont pu être datés par manque de matériel adéquat, tandis que les âges radiométriques compris entre 44.400 et 49.400 BP obtenus pour les couches moustériennes de Molodova V et de Molodova I rapportées au début du pléniglaciaire moyen, constituent probablement des valeurs minimales car situées à la limite de la méthode.

Enfin, il importe de souligner ici le caractère attractif du domaine est-carpatique pendant la majeure partie de la seconde moitié du Pléistocène supérieur, du fait de la diversité de son contexte géographique et de la présence de silex aisément accessible. En particulier, la persistance d'une végétation de type steppe boisée le long des principales vallées au cours de cette période (Ivanova 1987; Velichko 1992), liée à l'ouverture du système fluvial en direction des plaines méridionales et à la proximité des contreforts des Carpates, constituait assurément un environnement privilégié pour les chasseurs collecteurs. De même, la présence répétée des populations épipaléolithiques dans la région entre ± 23.000 et 17.000 BP, au cours des phases d'extension de l'inlandsis scandinave, s'explique par la situation particulière de la vallée du Dniestr dans le domaine est-carpatique. Joignant les plaines du nord et les marais du Pripet aux rivages de la mer Noire, elle constituait alors une voie de migration obligée pour le renne et le cheval, comme l'indique la prédominance de ces deux espèces dans la plupart des gisements de cette période (Noiret 2004).

Comparaisons

La séquence du domaine est-carpatique, de par sa situation entre le bassin moyen du Danube et la plaine russe, constitue un enregistrement de haute résolution destinée à servir de référence pour l'ensemble du domaine lœssique d'Europe centrale. En première analyse, cette séquence s'avère compatible avec les principales subdivisions des lœss du Pléistocène supérieur établies par N. Gerasimenko (2006) en Ukraine centrale et par A.A Boguskyj et M. Lanczont (2002) en Ukraine occidentale, lesquelles regroupent également plusieurs complexes humifères encadrés par les lœss pléniglaciaires. Toutefois, c'est avec la séquence lœssique d'Autriche-Moravie, étendue au sud de la Pologne, que les comparaisons sont les plus explicites, comme le montre le schéma corrélatif de la figure 16 établi pour la période postérieure à ± 43.000 BP. Celui-ci repose pour l'essentiel sur la mise en parallèle des principales unités pédosédimentaires, combinée à une analyse séquentielle des signatures climatiques des séquences respectives, la cohérence des corrélations et le cadre chronologie du système étant assurés par les datations radiométriques (Haesaerts *et al.* 2004).

Le schéma interrégional élaboré de la sorte, confirme la complémentarité des deux enregistrements, ainsi que le parallélisme des principaux événements pédosédimentaires qui occupent des positions similaires dans les deux séquences. C'est le cas d'un grand nombre d'épisodes interstadias, dont certains d'une durée de quelques siècles, mais aussi des phases de gel profond associées aux gleys de toundra, notamment celle datée vers 26.000 BP qui précède la mise en place de la couverture lœssique du pléniglaciaire supérieur. On dispose de la sorte d'un canevas stratigraphique et chronologique bien documenté situant avec grande précision les niveaux d'occupations des principaux gisements du Paléolithique supérieur au sein des formations lœssiques réparties de part et d'autre des Carpates. En particulier, ce schéma donne accès à un nombre considérable de gisements pluristratifiés du bassin moyen du Danube ayant fait l'objet d'études pluridisciplinaires, qui constituent l'ossature de cette séquence régionale (Svoboda *et al.* 2000; Neugebauer-Maresh 1999; Haesaerts *et al.* 2004; Otte & Noiret 2004). En Basse-Autriche, le système s'articule principalement autour des sites de Willendorf II (Haesaerts *et al.* 1996), de Stratzing (Neugebauer-Maresh 1996) et de Grubgraben (Montet-White 1990); il intègre également les sites de Dolní Věstonice et de Stranska Skala en Moravie (Klíma 1995; Svoboda *et al.* 1994; Svoboda 2001), de la vallée du Vath en Slovaquie (Kozłowski 1998) et du bassin supérieur de la Vistule en Pologne méridionale (Escutenaire *et al.* 1999).

Ce schéma interrégional autorise par ailleurs une approche plus précise des relations entre l'évolution des ensembles techno-culturels, les modifications globales de l'environnement climatique et les phases de sédimentation lœssique (Haesaerts *et al.* 2004). Il permet en particulier d'établir la liaison entre les premières industries du Paléolithique supérieur et les ensembles moustériens de Molodova datés entre 49.400 et 44.400 BP, lesquels s'inscrivent dans un contexte climatique contrasté et relativement humide rapporté au début du pléniglaciaire moyen. De fait, quelques millénaires seulement, associés à une courte phase de sédimentation lœssique, séparent cet ensemble moustérien du Bohunicien et du Szélétien datés vers 42.000 BP en Moravie où ils précèdent de peu la pédogenèse du sol de Bohunice contemporaine de l'interstade de Willendorf. La suite de la séquence, à nouveau enregistrée à Molodova, traduit distinctement une emprise progressive des apports lœssiques au cours de la période comprise entre ± 40.000 et ± 33.000 BP; celle-ci correspond également à l'arrivée des premiers Aurignaciens à Willendorf dès 39.000 BP, tandis que le Bohunicien semble subsister jusque 34.500 BP en Moravie.

À partir de ± 33.000 BP, le degré de résolution des séquences régionales et la cohérence des chronologies de part et d'autre des Carpates, renforcent le parallélisme entre les différents ensembles techno-culturels et l'environnement. Dans les deux régions, l'Aurignacien se développe dès 32.700 BP et demeure la principale composante culturelle pendant plus de cinq millénaires dans un contexte relativement humide, alternant épisodes interstadias et épisodes plus froids, surtout bien enregistrés à Mitoc-Malu Galben. Toutefois, le Gravettien ancien est déjà présent vers 30.500 BP à Willendorf II

et vers 30.000 BP à Molodova V, dans un contexte climatique similaire à celui de l'Aurignacien, dont il est en partie contemporain, ce qui rend aléatoire l'élaboration de schémas migratoires entre ces deux régions. La situation se modifie radicalement entre 27.000 et 25.500 BP, avec le plein développement du Pavlovien en Autriche-Moravie et du Gravettien moyen dans le domaine est-carpatique; à chaque fois, ceux-ci sont distinctement associés à la péjoration climatique terminale du pléniglaciaire moyen voisine de 26.000 BP et aux premiers apports lœssiques du pléniglaciaire supérieur.

Au cours du pléniglaciaire supérieur, la répartition dans le temps des complexes techno-culturels s'avère quasi-synchrone de part et d'autre des Carpates, avec toutefois une distribution préférentielle des occupations le long des vallées du Prut et du Dniestr. L'ensemble paraît bien s'inscrire en parallèle avec les modifications de l'environnement induites par les différentes phases de sédimentation éolienne réparties selon des périodes de l'ordre de trois millénaires. Le premier complexe correspond au Gravettien supérieur à pointes à cran de type Willendorf-Kostenki; daté précisément entre 25.000 et 23.000 BP dans les deux régions, il accompagne la mise en place de la première couverture lœssique du pléniglaciaire supérieur associée à plusieurs épisodes de gel profond, dans un environnement encore relativement diversifié si l'on en juge par la composition des faunes de chasse de cette période (Noiret 2004).

L'impact des substrats lœssiques sur l'environnement et sur la grande faune sera surtout prédominant entre \pm 23.000 et 20.500 BP, lors du dépôt de la seconde couverture lœssique contemporaine du stade glaciaire Brandebourg-Lezsló dans le nord de l'Europe (Kozarski 1980). Cette situation se répercute également sur les occupations humaines de cette période dans l'ensemble du domaine lœssique d'Europe centrale, lesquelles sont le plus souvent limitées à quelques haltes de chasse aux assemblages lithiques atypiques (Kozłowski 1996). Par la suite, le développement de l'Épigravettien entre 20.500 et 17.000 BP dans le domaine est-carpatique et des industries associées dans le bassin moyen du Danube, paraît bien lié au contexte climatique globalement plus humide de cette période qui encadre le stade glaciaire de Francfort. Il s'agit le plus souvent d'occupations répétées centrées sur la chasse saisonnière, implantées le long des principaux axes de migration du renne et du cheval. C'est le cas des principaux gisements de cette époque situés le long du Prut et du Dniestr, mais aussi de quelques gisements équivalents en Autriche-Moravie, notamment Grubgraben situé au débouché de la vallée de la Kamp dans la plaine du Danube, au nord de Krems.

Enfin, après une nouvelle diminution importante des occupations entre 17.000 et \pm 15.000 BP, associée à la période froide du stade glaciaire de Poméranie, les Magdaléniens occupent le bassin moyen du Danube et le sud de la Pologne dès 14.000 BP, tandis que les populations épigravettiennes demeurent présentes au-delà des Carpates jusqu'au milieu du Tardiglaciaire.

Le contexte chronologique (fig. 16 et 17)

Un élément essentiel de la séquence est-carpatique réside dans le haut degré de résolution de son cadre chronologique basé

sur une longue série de dates radiocarbone cohérentes obtenues pour la plupart sur charbon de bois et situées précisément par rapport aux événements climatiques du système. Toutes les dates étant exprimées en âges BP non calibrés, cette approche chronologique classique se situe quelque peu en retrait de la tendance actuelle qui vise à transcrire les âges ^{14}C en chronologie calendaire à l'aide de courbes de correction (van Andel 1998) ou de logiciels de conversion (Jöris & Weninger 1999). Depuis peu, on dispose également des courbes de calibration du programme IntCal (Reimer *et al.* 2002) établies à partir des séquences marines (Voelker *et al.* 2000; van Kreveld *et al.* 2000; Hughen *et al.* 2004), lacustres (Kitagawa & van der Plicht 2000) ou spéléothémiques (Beck *et al.* 2001), dont les chronologies ^{14}C et U/Th sont comparées aux chronologies calendaires des glaces du Groenland par le biais de leurs signatures climatiques respectives. Si dans l'ensemble, les âges de ces séquences présentent des distributions relativement cohérentes et bien groupées jusque 26 ka cal BP (soit \pm 23.000 BP ^{14}C), au-delà, la validité du système s'avère problématique car les différentes séquences divergent sensiblement, avec des écarts pouvant atteindre plusieurs millénaires (van der Plicht *et al.* 2004). Ceux-ci sont surtout imputables à différents paramètres qui affectent la chronologie du système, notamment la validité des âges U/Th, l'effet réservoir pour les séquences marines, le "dead carbon effect" pour les spéléothèmes et le degré de résolution des enregistrements varvaires.

Pour pallier les discordances chronologiques des courbes de calibration au-delà de 26 ka cal BP, nous avons choisi d'établir une corrélation directe entre la séquence lœssique interrégionale d'Europe centrale et celle du GRIP ss09sea qui enregistre la chronologie calendaire la plus complète des glaces du Groenland (Johnson *et al.* 2001). Cette comparaison est surtout explicite pour les principaux interstades des lœss dont la distribution se juxtapose à celle des épisodes Dansgaard-Oeschger de la courbe de l'oxygène 18 des glaces (fig. 16); elle concerne aussi les périodes froides associées aux principales phases de sédimentation lœssique, lesquelles s'inscrivent en parallèle avec la courbe des teneurs en carbonates supposée refléter la proportion de composants lœssiques dans l'atmosphère (Ruth *et al.* 2003), ce qui permet par ailleurs une corrélation avec les événements de Heinrich des séquences marines de l'Atlantique nord (Bond *et al.* 1993). Enfin, la cohérence interne du schéma corrélatif se trouve encore renforcée par l'insertion de la séquence lœssique de Kurtak (Sibérie centrale) dans le système (fig. 17), car celle-ci constitue l'un des enregistrements continentaux les mieux documentés pour la période comprise entre 26.000 et 42.500 BP, dont le contexte chronologique repose sur une centaine de dates ^{14}C obtenues pour la plupart sur matériel ligneux (Haesaerts *et al.* 2005).

On dispose de la sorte d'un système bien documenté, basé sur la comparaison des signatures climatiques, qui permet de situer avec précision la longue série de dates ^{14}C des lœss dans la séquence des glaces du Groenland. Par ce biais, on est donc en mesure de transcrire la chronologie ^{14}C atmosphérique des lœss en chronologie calendaire, une démarche apparentée à un essai de calibration car dissociée de l'effet réservoir qui affecte les chronologies ^{14}C et U/Th des enregistrements marins (Shackleton *et al.* 2004).

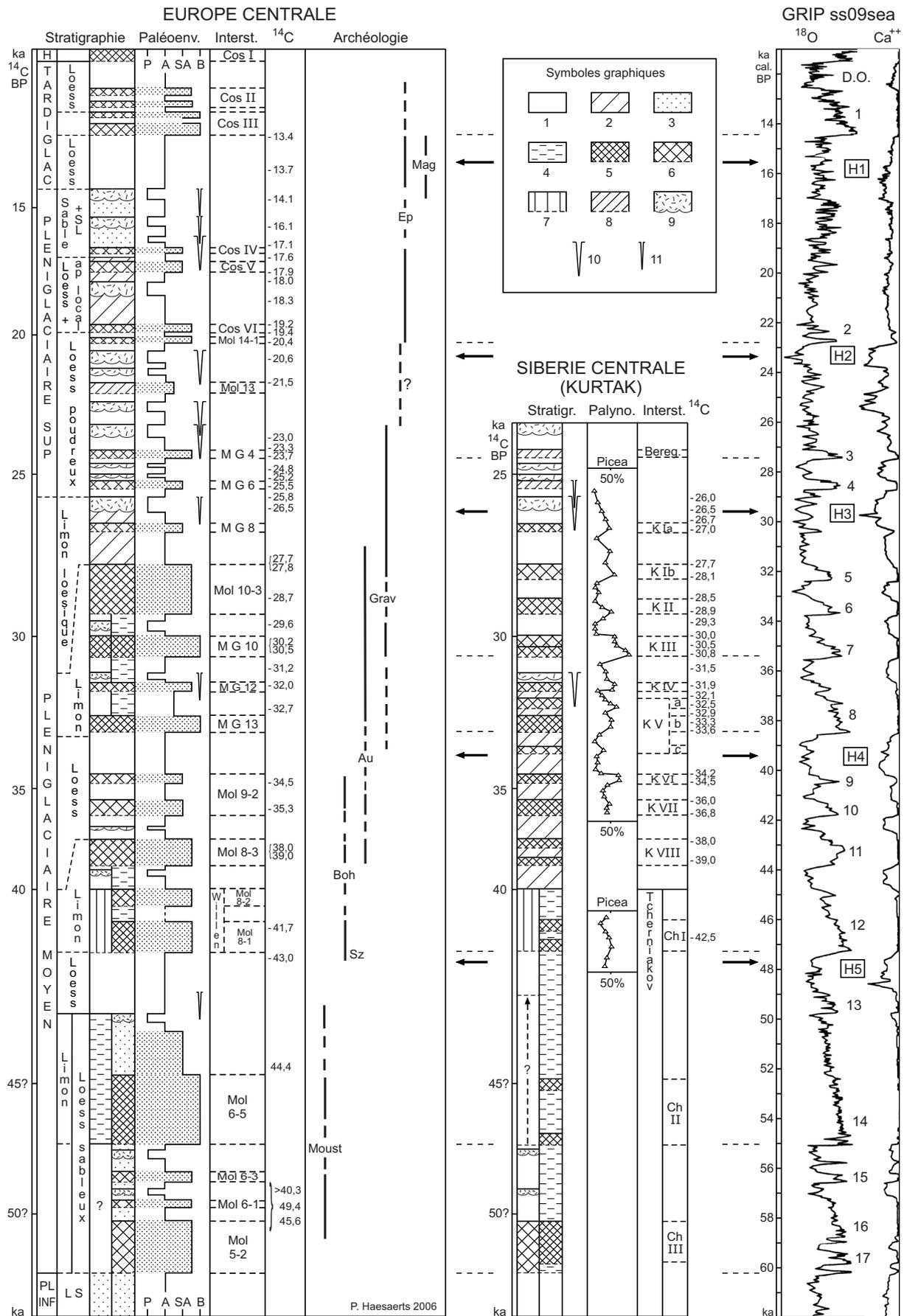


Figure 17. Les séquences lœssiques d'Europe centrale et de Sibérie (Kurtak) distribuées selon la chronologie calendaire de la séquence GRIP ss09sea. Symboles graphiques : 1, lœss; 2, limon lœssique; 3, sable limoneux; 4, lœss sableux; 5, horizon humifère; 6, horizon légèrement humifère bioturbé; 7, sol brun (horizon B); 8, horizon brunifié bioturbé; 9, horizon gris clair (gley de toundra); 10, coin de glace; 11, fente de gel. Abréviations : voir figure 16.

Remerciements

Au début des années quatre-vingt, les vallées du Prut et du Dniestr situées aux confins de l'Europe, entre la Roumanie et l'Ukraine occidentale, nous paraissaient domaine inaccessible. À partir de 1991, cette région nous devint familière grâce à l'accueil et à l'amitié de nos collègues roumains, moldaves et ukrainiens. Ceux-ci ont mis à notre disposition leur expé-

rience et leurs connaissances; ils ont également assuré l'accès aux trois sites exceptionnels qui structurent la séquence régionale. Le présent travail est le fruit de cette collaboration. Au cours de ces années, le financement des recherches fut assuré par les projets Sc-004 et Sc-09 de l'État Belge, Service des Affaires Scientifiques, Techniques et Culturelles (SSTC), mais aussi par les projets INTAS 93-1693, INTAS 96-072 et INTAS 2000-879.

Figure 1 - Mitoc-Malu Galben. Geographic background and location of the site.

Figure 2 - Mitoc-Malu Galben. Situation of the site.

Figure 3 - Mitoc-Malu Galben. Section of the western slope at the site (graphic symbols as in figure 5a).

Figure 4 - Mitoc-Malu Galben. Grid of the excavation field.

Figures 5a, 5b and 5c - Mitoc-Malu Galben. Stratigraphic sections of the excavation field (southern, western and northern walls). Graphic symbols : 1, loess; 2, loess-like loam; 3, sandy loam; 4, sand; 5, humiferous loam; 6, brown horizon; 7, light grey horizon; 8, iron staining; 9, bioturbations; 10, artefacts; 11, scattered artefacts.

Figure 6 - Mitoc-Malu Galben. Lithostratigraphic sequence with positioning of the sampling for sedimentology (Séd) and malacology (Mol.) (graphic symbols as in figure 5a).

Figure 7 - Mitoc-Malu Galben. Sedimentological data (graphic symbols as in figure 5a).

Figures 8a, 8b and 8c - Mitoc-Malu Galben. Grain-size distribution (units 1 to 13).

Figure 9 - Mitoc-Malu Galben. Contour lines of sub-units 1b (base), 7a (top) and 10a (top).

Figure 10 - Mitoc-Malu Galben. Inferred stratigraphic position of the archaeological material collected by V. Chirica in squares D and E between 1978 and 1989 : projection along the D/E virtual section.

Figure 11 - Mitoc-Malu Galben. Radiocarbon samples and ¹⁴C dates with regard to the stratigraphic sequence (graphic symbols as in figures 5a and 14).

Figure 12 - Mitoc-Malu Galben. Lithostratigraphy, archaeology, and palaeoenvironment of the sequence with regard to the distribution of the selected radiocarbon dates (graphic symbols as in figures 5a and 14). Abbreviations (palaeoenvironment) : P, periglacial, with deep frost or active permafrost; A, arctic; SA, subarctic; B, boreal; T, temperate.

Figure 13 - Geomorphological background of Molodova V, Mitoc-Malu Galben and Cosautsi. Graphic symbols : 1, fluvial gravel; 2, early glacial deposits (Molodova V: units 1 to 4); 3, early pleniglacial loam (Molodova V: unit 5); 4, middle pleniglacial loess-palaeosols (Molodova V: units 6 to 10; Mitoc: units 13 to 7); 5, late pleniglacial and late glacial loess.

Figure 14 - The reference sequences of the East Carpathian Area. Graphic symbols of figures 4 to 16 : 1, loess; 2, sandy silt; 3, silty sand; 4, sand; 5, chalk; 6, gravel; 7, limestone; 8, clay loam (B2t horizon); 9, humiferous silt; 10, weak humiferous silt; 11, light brown bioturbated horizon; 12, krotovina; 13, light grey silt (tundra gley); 14, iron staining; 15, ice wedge cast; 16, frost wedge; 17, Mousterian; 18, transitional industries; 19, Aurignacian; 20, Early and Middle Gravettian; 21, Late Gravettian with shouldered points; 22, Epigravettian and related industries; 23, poorly documented artefacts. Abbreviations : Arch, archaeology; Environ, environment; P, periglacial, with deep frost or active permafrost; A, arctic; SA, subarctic; B, boreal; Intst, Interstadial; Mol, Molodova; MG, Malu Galben; Cos, Cosautsi; Gr, Gravettian; Au, Aurignacian.

Figure 15 - The East Carpathian sequence from ± 55,000 to 10,000 BP : correlation scheme (graphic symbols as in figure 14). Abbreviations : H, Holocene; Lo, loess; LS, sandy loess; Lm, loam; SL, loamy sand; Mol, Molodova; MG, Malu Galben; Cos, Cosautsi; Arch, archaeology.

Figure 16 - Correlation scheme of the loess sequences from Middle Danube and East Carpatian Area; comparison with the GRIP ss09sea Greenland ice (graphic symbols as for figure 14). Abbreviation : GL, glacial stadials; POM, Pomeranian; FR, Frankfurt; BRAND, Brandenburg; DO, Dansgaard-Oeschger episodes; H1 to H4, Heinrich events; G1 to G6-7, tundra gleys (cf. Klima, 1963); Ka, Kamegg; Grb, Grubgraben; Will, Willendorf; Lang, Langmannsdorf; Ag, Aggsbach; La, Langenlois; Kr, Krems; Alb, Alberndorf; Stz, Stratzing-Galgenberg; Gro, Grossweikersdorf; KH, Krems-Hundssteig; KK, Klein Kirchen (Regensburg); DV, Dolni Vestonice; Pavl, Pavlov; DV br, Dolni Vestonice brickyard; Str, Stranska Skala; Mil, Milovice; NC, Nitra Cerman; Petr, Petrkovice; ML, Moravany-Lopata; Pred, Predmosti; Bo, Bohunice; Ve, Vedrovice (Szeletian); Sp, Spadzista; Mag, Magdalenian; Ep, Epigravettian and others; Grav sup, Late Gravettian with shouldered points; Grav + Pavl, Gravettian and Pavlovian; Au, Aurignacian; Bo, Bohunician; PSI, initial Upper Palaeolithic; Mol, Molodova; MG, Malu Galben; Cos, Cosautsi; M-MG, Mitoc-Malu Galben.

Figure 17 - The loess sequences of Central Europe and Siberia (Kurtak) with regard to the GRIP ss09sea calendar chronology. Graphic symbols : 1, loess; 2, Loess-like loam; 3, loamy sand; 4, sandy loess; 5, humiferous horizon; 6, bioturbated weak humiferous horizon; 7, brown soil (B horizon); 8, bioturbated yellowish brown horizon; 9, light grey horizon (tundra gley); 10, ice wedge; 11, frost wedge. Abbreviations : as for figure 16.