

## CHAPITRE 4

# CADRE CHRONOSTRATIGRAPHIQUE ET PALÉO-ENVIRONNEMENTAL

La glaciation würmienne a été subdivisée de différentes manières par les chercheurs d'Europe orientale, soit en tant que glaciation unique (Valdai) avec un interstade intermédiaire (Briansk), soit en tant que deux glaciations distinctes, dites de « Kalinin » puis d'« Ostashkovo », séparées par une période intermédiaire appelée « Mologo-Cheksna », bien marquée à travers l'ex-Union soviétique, particulièrement dans la zone périglaciaire, où elle a été rapprochée de l'interstade de « Paudorf » ou de l'interstade de « Stillfried B » d'Europe centrale (Ivanova, 1969 : 9). Ces subdivisions correspondent au pléniglaciaire inférieur, à l'interpléniglaciaire (pléniglaciaire moyen) et au pléniglaciaire supérieur, terminologie que nous emploierons ci-dessous (fig. 2).

Le pléniglaciaire inférieur ne nous concerne pas directement. Débutant vers 70.000 ans, c'est une phase glaciaire caractérisée par des épisodes tempérés mal connus et mal datés. Ces épisodes sont caractérisés par des espèces végétales de toundra ; aucune forêt continue n'était probablement alors présente, ni durant les stades, ni durant les interstades (Musil, 2000 : 69).

### Le pléniglaciaire moyen (50.000 à 26.000 BP)

À la suite de ces épisodes tempérés, le pléniglaciaire moyen (ou interpléniglaciaire) démarre vers 50.000 ans (Stade isotopique 3). Le climat du début de cette période semble avoir été relativement doux et le rafraîchissement menant au pléniglaciaire supérieur a été graduel, probablement sous la forme d'une alternance de courtes poussées climatiques chaudes et froides, ces dernières étant presque aussi froides que celles du dernier maximum glaciaire. Il semble que les événements climatiques chauds aient été de plus en plus courts et de moins en moins stables, et les épisodes froids de plus en plus sévères, jusque vers 30.000 BP, quand le déclin climatique menant au pléniglaciaire supérieur s'amorce (van Andel, 2000 : 33). Cette période est considérée parfois comme un « méga-interstade », fréquemment divisé en deux parties, de 50.000 à 35.000 BP et de 35.000 à 26.000 BP.

La première partie semble avoir été fortement marquée par l'érosion, en Belgique (Haesaerts, 1984 : 35) comme partout en Europe. La seconde partie est caractérisée par des conditions climatiques froides de plus en plus marquées, et avec moins d'oscillations tempérées. Plusieurs paléosols la caractérisent, parfois



Fig. 2. Cadre chronostratigraphique général (seconde partie du pléniglaciaire moyen, pléniglaciaire supérieur et Tardiglaciaire). Les interstades correspondent aux plages en grisé.

développés sur les surfaces d'érosion de la première partie de la période (Desbrosse & Kozłowski, 1988 : 15 ; Kozłowski, 1988b : 357).

### ***La première partie du pléniglaciaire moyen (50.000-35.000 BP)***

Cette période est dénommée en Ukraine l'« interstade du Bug ». Elle est caractérisée par la prévalence de conditions climatiques périglaciaires sur la presque totalité du territoire ukrainien. Du nord au sud, une zonation de la végétation est pourtant marquée, qui voit le remplacement de la forêt-steppe du nord et de la région supérieure du Dniestr moyen, par une steppe périglaciaire (Dniestr moyen), puis par une steppe froide vers le sud (Stepanchuk, 1999 : 215).

Les séquences stratigraphiques relatives à cette période sont rares en Europe orientale et il n'y a guère que les sites de Molodova V et de Korman IV sur le Dniestr moyen qui permettent de reconnaître certains de ces épisodes (Ivanova, 1977, 1987). Ainsi, un de ces épisodes est attesté par le « sol de Molodova » à Molodova V (unité sédimentaire 8) ; identifié également à Korman IV, il est d'âge incertain : au-delà de 44.000 BP d'après les datations <sup>14</sup>C, et cependant attribué à Hengelo par I.K. Ivanova (1977, 1987).

En Roumanie, une longue période de réchauffement correspond à une partie du pléniglaciaire inférieur et au début de l'interpléniglaciaire. Elle a été identifiée par la palynologie et est appelée « complexe interstadial de Nandru ». Elle se compose de deux oscillations climatiques majeures, Nandru A (avec les phases 1 et 2) et Nandru B (avec les phases 3 et 4) ; entre les deux, un paysage de steppe s'est mis temporairement en place. L'ensemble est corrélé avec les interstades de Amersfoort (Nandru 1), de Brørup (Nandru 2), d'Odderade (Nandru 3), de Moershoofd (Nandru 4a) et de Hengelo (Nandru 4b) (Cârciumaru, 1980 ; 1987 : 100).

En Basse-Autriche, un épisode climatique important, doux et humide, est enregistré dans la séquence stratigraphique du site de Willendorf II. Dénommé interstade de « Willendorf », il date probablement de 42.000 BP (Haesaerts, 1990 : 524 ; Haesaerts *et al.*, 1996 : 39-40). Les niveaux culturels 1 et 2 y sont liés, récemment attribués au Pré-Aurignacien (Kozłowski & Otte, 2000 : 5). Un autre épisode positif a été enregistré au même site, sous la forme d'un horizon humifère (sous-unité sédimentaire C8) correspondant à l'interstade de « Schwallenbach I », équivalent à Hengelo. Il est daté entre 39.000 et 38.000 BP et le niveau culturel 3 (Aurignacien ancien) y est associé (Haesaerts *et al.*, 1996 : 39-40).

Ces deux interstades de « Willendorf » et de « Schwallenbach I » sont corrélés en Moravie avec le « sol de Bohunice », identifié par K. Valoch dans les années 1970, où il est daté entre ± 43.000 et 38.000 BP (Haesaerts, 1990, fig. 5 et p. 529 ; Haesaerts *et al.*, 1996 : 41). Le sol de Bohunice correspond à un épisode climatique interstadial dans un contexte encore humide (Haesaerts, 1990 : 534).

L'interstade de Hengelo / Schwallenbach I correspond à une période où les ensembles archéologiques rencontrés en Europe

centrale et orientale sont de type « transitionnel », relevant par exemple du Bohunicien et du Szélétien, voire du Moustérien dans les grottes carpatiques. L'Aurignacien, balkanique autant que méditerranéen, n'est représenté que par quelques sites, n'ayant apparemment pas eu de contacts avec les autres industries (Kozłowski, 1996d : 209).

En Europe occidentale, l'interstade des *Cottés* lui est souvent comparé, mais correspond le plus probablement à une amélioration climatique postérieure, située vers 35.000 BP (P. Haesaerts, comm. pers, décembre 2002). Il voit le développement d'une couverture forestière contemporaine des derniers ensembles moustériens à Arcy-sur-Cure (Arl. Leroi-Gourhan, 1997 : 156).

### ***La seconde partie du pléniglaciaire moyen (35.000-26.000 BP)***

En Europe orientale, le premier refroidissement de la seconde partie de l'interpléniglaciaire est enregistré entre 33.000 et 32.000 BP, juste avant le début de l'interstade dit de « Paudorf » (selon la terminologie d'Europe centrale, utilisée par de nombreux chercheurs est-européens). Ce refroidissement est marqué par une réduction des zones boisées et par le développement de la végétation steppique. L'interstade de Paudorf est assimilé aux interstades d'Arcy et de Stillfried B (le « sol de Stillfried B », sol de type brun humifère datant d'avant 28.000 BP, a été longtemps un « stratotype » de référence en Europe centrale ; Fink, 1969 ; Haesaerts, 1990 : 523). Il est également dénommé interstade de « Briansk » ou de « Dofinovka » et dure jusqu'à 25-24.000 BP. Il est généralement corrélé avec les épisodes chauds et froids qui vont d'Arcy à Tursac (Velichko & Kurenkova, 1990 : 255-256 ; Covalenco, 1995 : 153 ; Stepanchuk, 1999 : 216). Selon les régions d'Europe orientale considérées, l'interstade de Briansk correspond à une couverture végétale de type forêt-toundra (avec une petite quantité de taxons à feuilles caduques), ou à des couvertures de forêt-toundra périglaciaire, de forêt-steppe périglaciaire ou de steppe périglaciaire (Markova *et al.*, 2001 ; Simakova, 2001).

Dans le schéma paléoclimatique roumain établi par M. Cârciumaru (1987 : 100-101), ce sont les oscillations de « Ohaba A » (équivalente à Arcy), « Ohaba B » et « Herculane I » (équivalente à Tursac) qui correspondent aux épisodes climatiques positifs de l'interstade de Paudorf.

C'est également une période de fluctuation significative du niveau de la mer Noire ; la mer d'Azov n'existe pas et la Crimée n'est pas une péninsule. Le niveau marin baisse jusque -110 m ; c'est la régression de « Novoevkinsk », datée entre 32.000 et 18.000 BP (Stepanchuk, 1999 : 217).

La phase principale de la seconde partie de l'interpléniglaciaire est bien enregistrée au site de Willendorf II, dans l'unité sédimentaire C qui consiste en une succession de niveaux loessiques et de gleys de toundra alternant avec trois horizons humifères (le premier a été évoqué ci-dessus ; il est daté de 38.000 BP). L'ensemble montre une succession d'épisodes froids à rigoureux dans un contexte humide. Les deux horizons récents traduisent des phases d'amélioration climatique dénommées interstades de « Schwallenbach II » et de « Schwallenbach III » (Haesaerts *et al.*, 1996 : 39-40).

L'étude anthracologique menée par Fr. Damblon dans plusieurs sites montre que les bassins du Prut et du Dniestr ont été particulièrement favorables à la persistance des conifères jusqu'au pléniglaciaire supérieur (Damblon & Haesaerts, 2000). D'une manière générale, les taxons arborés sont nombreux (Medianik, 1994 : 145) et les épisodes froids ont vu se développer une végétation de steppe à graminées ou de steppe-toundra, surtout marquée par *Pinus*, d'après les diagrammes polliniques de Korman IV et de Molodova V (Pashkevich, 1977, 1987), et d'après l'anthracologie. Cette végétation était encore présente au début du pléniglaciaire supérieur.

La seconde partie du pléniglaciaire moyen est donc marquée par des conditions climatiques favorables avec, en Europe occidentale et centrale, des forêts de pins et de mélèzes accompagnées d'arbustes et d'herbacées, et, en Europe orientale, une couverture forestière plus dense de pins et de sapins (jusqu'à 60-70 % d'arbres) (Djindjian, Kozłowski & Otte, 1999 : 49). Aucun froid très intense n'a été enregistré, ni dans les glaces, ni sur le continent (Arl. Leroi-Gourhan, 1997 : 156) ; c'est d'abord une période d'érosion et de solifluxion qui date d'un peu avant 34.000 BP, altérations bien marquées en Europe centrale (Haesaerts, 1990 : 534).

Dans le détail, la succession des phases climatiques reconnues en Europe orientale est la suivante.

#### **Interstades « MG 13 » et « MG 12 »**

À Mitoc–Malu Galben, existe un horizon humifère superposé à des colluvions hydromorphes et attribué à un épisode interstadiaire (dénommé interstade « MG 13 ») antérieur à 32.730 BP (et à toute installation humaine). Un horizon équivalent a été observé à Molodova V (voir-ci-dessous). Un deuxième sol humifère se développe à Mitoc par-dessus d'autres colluvions similaires, juste après l'apparition des premières occupations aurignaciennes, au sommet de l'unité sédimentaire 12, vers 32.000 BP (interstade « MG 12 ») (Haesaerts *et al.*, 2003).

Dans la séquence de Willendorf II en Basse-Autriche, un petit horizon humifère brun-gris (sous-unité sédimentaire C4), daté de 32.000 BP environ, correspond au niveau culturel 4 (Aurignacien). Cet horizon constitue le repère pédologique de l'interstade de « Schwallenbach II » (Haesaerts, 1990 : 526 ; Haesaerts *et al.*, 1996 : 39-40).

#### **Interstade « MG 11 »**

En 2007, Paul Haesaerts a identifié à Mitoc–Malu Galben un sol (tchernoziom) au sommet de l'unité sédimentaire 11 (désormais dénommée '11b', et le sol en question '11a' ; Haesaerts *et al.*, 2007). L'essentiel des occupations humaines correspondant à l'ensemble Aurignacien I (le plus riche) se trouve dessous, dans l'unité '11b', mais ces occupations s'étendent aussi dans et par-dessus ce sol (dans l'unité '10b inf'). Il n'est pas directement daté, mais correspond à un épisode climatique positif vers 30.000 BP (identifiable à celui d'Arcy en Europe occidentale) ; les occupations aurignaciennes principales de l'ensemble Aurignacien I qui lui sont donc sous-jacentes sont en effet datées de 31.000 BP.

Dans la région du Dniestr moyen, plusieurs sols fossiles ont été mis en évidence par I.K. Ivanova (1977, 1987), au sein de séquences de colluvions lèssiques reposant sur le socle de la deuxième terrasse du fleuve, aux sites de Molodova I, Molodova V et Korman IV. Certains de ces sols sont en position secondaire et donc difficiles à corrélérer avec leurs équivalents d'Europe centrale, mais l'ensemble constitue la séquence stratigraphique la plus complète de toute l'Europe orientale pour le pléniglaciaire moyen et supérieur. Un sol en particulier est dédoublé et en position primaire : c'est le « sol du Dniestr », classiquement corrélé au « sol de Briansk » de la Plaine russe (et au « PK 1 » d'Europe centrale). Deux ensembles industriels gravettiens (à grandes lames retouchées) y sont associés, les niveaux 10 et 9 ; le second est daté de 29.650 BP (Chernysh, 1987 ; Ivanova, 1987). L'analyse pollinique y a mis en évidence *Pinus*, présent également durant l'oscillation postérieure (voir ci-dessous) (Pashkevich, 1987 : 142-143). À Korman IV, les sédiments postérieurs à ce sol (des colluvions antérieures au niveau culturel 8) ont également livré des grains de pollen, principalement de *Pinus* (Pashkevich, 1977, tabl. 1).

La révision récente de la séquence stratigraphique de Molodova V par P. Haesaerts a mené aux conclusions suivantes : ce sol (unité sédimentaire 10) n'est pas seulement dédoublé ; il comprend en fait trois événements interstadiers, vers 32.650 BP (sous-unité 10.1), 30.420 BP (sous-unité 10.2) et 28.730 BP (sous-unité 10.3). Ces sols sont surmontés d'un épais gley de toundra (sous-unité 10.4) qui correspond à un fort épisode de froid à permafrost actif (marquant la fin du pléniglaciaire moyen). Au sein du complexe de sols, un mince dépôt de colluvions limoneuses contient les niveaux culturels gravettiens 10 et 9, entre les sous-unités 10.1 et 10.2, d'une part, et l'horizon gris-brun de 28.700 BP, d'autre part, lequel indique le retour de conditions interstadiers après les occupations gravettiennes (Haesaerts *et al.*, 2003). La sous-unité 10.2 est équivalente à « MG 11 » et la sous-unité 10.3 correspond à la contraction de « MG 10 » et « MG 9 » (voir ci-dessous).

#### **Interstade « MG 10 »**

À Mitoc–Malu Galben, l'unité sédimentaire 10 (lèss sableux sédimenté sous conditions climatiques froides, mais encore humides) montre un sol humifère à son sommet. Ce sol correspond à une phase interstadiaire dénommée « MG 10 », située vers 30.000 BP (par exemple, Haesaerts *et al.*, 2003), mais aujourd'hui un peu rajeunie (vers 29.000-28.5000 BP ; voir Haesaerts *et al.*, 2007) suite à l'identification du sol de l'unité '11a'. L'ensemble Aurignacien II y est associé.

Les chercheurs orientaux font souvent référence au « sol de Briansk », lequel est parfois mis en relation avec le « sol du Dniestr ». Il correspond à une pédogenèse complexe, intense, reconnue à travers la Plaine russe (Gubin, 1977 : 100 ; Hoffekker, 1988 : 250). Les datations disponibles correspondent à une fourchette chronologique comprise entre 27.000 et 23.000 BP (Kozłowski, 2000b : 257). Il marque l'interstade « de Briansk », correspondant à la période 30.000 à 25.000 BP. L'horizon « cryogénique de Vladimir » le recouvre et marque la phase 23.000-20.000 BP (Velichko *et al.*, 1984 : 98, 114). Toute référence à ce sol de Briansk peut donc correspondre à l'importe laquelle des

pédogenèses reconnues aujourd'hui entre 31.000 et 25.000 BP et l'on sait aujourd'hui, grâce aux travaux de P. Haesaerts à l'est des Carpates, qu'il y en a eu une environ tous les 2.000 ans. Le sol de Briansk, comme le « sol du Dniestr » de Molodova V, correspond donc à plusieurs pédogenèses dans la seconde moitié du pléniglaciaire moyen. Le « sol » en question a été identifié dans d'autres sites de Moldavie, à Ciutulești I sur le Răut et à Corpaci sur le Prut (Chirica, Borziac & Chetraru, 1996 : 196-197), mais nous ne pouvons donc pas considérer avec assurance que les ensembles lithiques qui y sont associés dans ces deux sites sont contemporains entre eux, ni même savoir laquelle des pédogenèses de Molodova V y est traduite (celle de 32.650 BP, de 30.500 BP ou de 28.500 BP ?).

Par-dessus le sol du Dniestr à Molodova V, des sédiments lessiques colluviés se sont accumulés. Ils ne contiennent qu'un seul pédocomplexe bien développé, le « paléosol I » de Korman IV qui, selon certains, correspond à une oscillation chaude mineure au début du Stade isotopique 2 (Hoffecker, 1988 : 243), mais qui a été également vu comme l'horizon le plus récent de ce pédocomplexe (comme c'est également le cas à Briansk même, ou à Mezin) (Desbrosse & Kozłowski, 1988 : 17). Ici aussi, il est probable que plusieurs événements climatiques soient enregistrés en un seul pédocomplexe, d'ailleurs nettement dédoublé et qualifié à une occasion de « sol de toundra » (Ivanova, 1977 ; tabl. 7), soit – partiellement ? – un probable gley. Signalons que, pour la deuxième partie du pléniglaciaire moyen comme pour le pléniglaciaire supérieur, la séquence de Korman IV montre peu de feuillus : *Pinus* domine et *Betula nana*, *Alnaster* et quelques taxons arctico-boréaux (*Selaginella selaginoides*) indiquent des conditions climatiques continentales propres à la zone périglaciaire. Quelques périodes plus chaudes sont marquées par l'augmentation des feuillus (orme, tilleul), mais lors des phases « chaudes », c'est toujours *Pinus silvestris* qui domine, accompagné parfois de *Betula* et du saule (probablement près des rivières). Aux périodes froides correspondait une couverture forestière plus réduite, indiquant un environnement de steppe avec quelques petites zones de forêts (Pashkevich, 1977 : 105-106). Le manque de données <sup>14</sup>C à Korman IV rend ces informations difficiles à interpréter.

À Willendorf II, le troisième horizon humifère identifié dans l'unité sédimentaire C (sous-unité C2) correspond à cet interstade, sous le nom de « Schwallenbach III ». Le plus ancien niveau culturel gravettien d'Europe centrale y est associé (niveau 5), autour de 30.500 BP (Haesaerts *et al.*, 1996 : 40-41) et marqué par la présence de micro-gravettes et de fléchettes (Otte, 1990a). Par-dessus, un gley de toundra (sous-unité C1) correspond à un épisode climatique rigoureux après lequel va démarrer le processus de sédimentation éolienne du pléniglaciaire supérieur, vers 26.000 BP (Haesaerts, 1990 : 526 ; Haesaerts *et al.*, 1996 : 40-41).

#### Interstade « MG 9 »

À Mitoc–Malu Galben, un horizon humifère situé au sommet du lèss sableux de l'unité sédimentaire 9 est daté entre 29.500 et 27.500 BP ; l'ensemble Aurignacien III y est associé (Haesaerts, 1993 : 69-68 ; Haesaerts *et al.*, 2003). La composante supérieure

du « sol du Dniestr » à Molodova V (sous-unité 10.3) doit y être partiellement rapportée (Haesaerts *et al.*, 2003, 2007 ; voir ci-dessus), mais aucune industrie n'y est associée.

En Europe centrale, cette oscillation peut correspondre à la brève re-colonisation de la toundra boisée enregistrée en Moravie vers 28.500 BP et dite de « Dolní Věstonice » (Haesaerts, 1990 : 534). Les grandes occupations pavloviennes lui sont postérieures, en stratigraphie et selon les datations radiométriques (Damblon, Haesaerts & van der Plicht, 1996).

En Europe occidentale, après un bref épisode froid mal connu, l'oscillation de Maisières est attestée en Belgique au site éponyme, sous la forme d'un paléosol formé sous conditions climatiques tempérées et humides, et daté de 28.500 BP (Haesaerts, 1984 : 36 ; 1994 ; Djindjian, Kozłowski & Otte, 1999 : 43-44) ; elle est parallèle à « MG 9 ».

#### Entre 28.500 et 26.000 BP, y compris l'interstade « MG 8 »

Entre 28.500 et 26.000 BP, une période froide et sèche est enregistrée dans toute l'Europe.

À Mitoc–Malu Galben, un petit sol humifère apparaît encore au sommet de l'unité sédimentaire 8, sans aucune industrie lithique significative : il s'agit d'un sol brun clair faiblement exprimé, vers 27.000 BP. Il est suivi d'un lèss sableux incluant les premières occupations gravettiennes (ensemble Gravettien I, consistant en des occupations discontinues, intra-lèssiques). Puis ce lèss est surmonté d'un gley de toundra épais et bien développé, qui a été formé sous condition de permafrost. Ce gley traduit un coup de froid majeur survenu un peu avant 26.000 BP, comme en témoignent les structures en fente qui y sont associées (Haesaerts, 1993 : 69). « MG 8 » n'est pas enregistré dans la séquence de Molodova V.

Cet épisode rigoureux correspond, en Europe centrale, à la partie supérieure de l'unité sédimentaire C de Willendorf II. La partie inférieure de l'unité suivante (B) équivaut à la base de la couverture lèssique supérieure et contient le niveau culturel 6 (Gravettien) (Haesaerts *et al.*, 2006 : 36). En Moravie, la majorité des grandes occupations pavloviennes datent de cette période (P. Haesaerts, comm. pers., octobre 2002).

La fin du pléniglaciaire moyen est ainsi marquée par une importante dégradation climatique traduite par un gley de toundra (témoin d'un permafrost actif) ; le pléniglaciaire supérieur débute alors avec le dépôt de lèss poudreux qui suit ce gley (Haesaerts *et al.*, 1996 : 41).

#### Le pléniglaciaire supérieur (26.000 à 10.000 BP)

Si la position chronologique précise de la transition pléniglaciaire moyen / supérieur peut varier selon les auteurs, le pléniglaciaire supérieur dans le sens donné par la majorité des archéologues d'Europe orientale correspond à la phase d'« Ostashkovo » (entre 25-24.000 et 16.000 BP, avec l'extension maximale de l'inlandsis entre 20.000 et 18.000 BP), puis au Tardiglaciaire (à partir de 16.000 BP) (Velichko & Kurenkova, 1990 : 255-256 ; Covalenco, 1995 : 153 ; Stepanchuk, 1999 : 216).

À partir de 26.000 BP, les conditions climatiques se dégradent lentement, puis plus rapidement à partir de 23.000 BP (abaissement des températures, augmentation de l'aridité), provoquant selon L. Starkel (1977) une hyperzonalité et une réduction des zones habitables en Europe. À la suite de V. Grichuk, L. Starkel propose pour l'ensemble de l'Europe une tripartition des communautés végétales : la toundra périglaciaire, la steppe périglaciaire (toutes deux dans des environnements à permafrost actif) avec, entre les deux, une bande étroite de forêts boréales (Starkel, 1977 : 360). Dans plusieurs régions, les caractères de toundra et de steppe ont pu se mélanger. Il existe toutefois une différence entre l'Europe de l'est et de l'ouest, perceptible par l'anthracologie. En Europe centrale, les dépôts sont riches en charbons de bois durant la majeure partie du pléniglaciaire supérieur et leur abondance diminue fortement à la fin de la période ; par opposition, les charbons sont toujours rares en Occident. Ceci peut être interprété comme l'indice de l'existence d'un gradient climatique entre l'Europe atlantique (zones de toundras-steppes) et l'Europe continentale (zone de steppes-forêts à conifères) (Damblon & Haesaerts, 2000).

### *La phase d'« Ostashkovo »*

#### **Interstade « MG 6 » / « Mol 11.2 »**

À Mitoc–Malu Galben, la base de l'unité sédimentaire 6 correspond à un horizon brunifié de 10 à 15 cm d'épaisseur, traduisant un léger réchauffement climatique (interstade « MG 6 »), après le premier coup de froid qui marquait la fin du pléniglaciaire moyen. Les occupations gravettiennes qui y sont associées (ensemble Gravettien II, à lames retouchées) sont datées entre 26.450 et 25.540 BP (Haesaerts, 1993 : 67-68 ; Haesaerts *et al.*, 2003).

À Molodova V, le lèss superposé au « sol du Dniestr » est traversé par un sol humifère (sous-unité sédimentaire 11.2) associé au niveau culturel 8 et correspondant à une légère amélioration climatique, vers 25.500 BP (Haesaerts *et al.*, 2003). L'analyse palynologique confirme le caractère tempéré de cet épisode, par les pollens arborés à Molodova V (Pashkevich, 1987 : 142-143) et surtout à Korman IV (Pashkevich, 1977 : 106-107, tabl. 1), où les taxons thermophiles les plus variés sont alors réunis (chêne, orme, tilleul et noisetier).

À Willendorf II, une courte période de stabilisation de la surface est alors enregistrée (sous-unité sédimentaire B2), qui est associée au niveau culturel 8 (Gravettien à lames retouchées, vers 25.500 BP ; Haesaerts *et al.*, 1996 : 40-41).

Le « sol de Pavlov II » est un petit horizon humifère reconnu en Moravie, contenant les vestiges culturels gravettiens de ce site, qui représente un bref épisode interstadiaire situé après une forte dégradation climatique (traduite par un gley de toundra, attestant un permafrost actif, et dont il existe des équivalents stratigraphiques à Willendorf II et à Mitoc–Malu Galben), avant la mise en place du lèss du pléniglaciaire supérieur (Haesaerts, 1990 : 531).

#### **Entre 25.000 et 24.000 BP**

La sédimentation éolienne se poursuit en Europe centrale et orientale. À Willendorf II, le dernier niveau culturel (niveau 9 ;

Gravettien à pointes à cran) y est situé, le plus probablement vers 24.900 BP, dans un environnement froid et sec d'après les données malacologiques (Haesaerts *et al.*, 1996 : 38, 40-41).

Plus à l'est, à Molodova V, le niveau culturel 7 (Gravettien à pointes à cran) apparaît vers 25.000 BP, en tout cas pour sa première composante, puisque ce niveau culturel très riche et épais est également présent dans un gley de toundra sus-jacent, vers 23.500 BP. Le sommet de ce gley inclut le très fugace niveau culturel 6a (Chernysh, 1987 : 47-48 ; Haesaerts, *et al.*, 2003), dépourvu d'élément lithique diagnostique.

L'unité sédimentaire 5 de Mitoc–Malu Galben montre un gley de toundra gris-brun lié à plusieurs occupations gravettiennes, entre 24.780 et 23.990 BP. Puis une « rendzine » épaisse de 30 cm, gris-brune, se met en place vers 23.800 BP, avant les dernières grandes occupations du Gravettien à pointes à cran, attestées dans l'ensemble IV entre 23.850 et 23.290 BP. Le lèss qui lui est superposé est le témoin de la transition vers un environnement plus froid et surtout plus sec qu'auparavant (d'après la malacologie). Un dernier gley de toundra bien exprimé s'est développé au sommet de l'unité sédimentaire 4 et contient encore les mêmes occupations gravettiennes (Haesaerts, 1993 : 69 ; Haesaerts, *et al.*, 2003).

Dès 23.000 BP, les conditions climatiques se détériorent (abaissement des températures, augmentation de l'aridité), provoquant une hyperzonalité et une réduction des zones habitables, concentrées dans les steppes méridionales, les steppes périglaciaires, les forêts boréales et la toundra périglaciaire (Starkel, 1977), ce qui correspond tout de même à une grande partie de l'Europe orientale, qui n'est pas soudainement désaffectée.

#### **Interstade « MG 4 »**

À Mitoc–Malu Galben, une para-rendzine de couleur gris-brun au sommet d'un lèss typique correspond à cet interstade, daté de 23.600 BP. Elle est surmontée d'un épais gley de toundra (Haesaerts, 1993 ; Haesaerts *et al.*, 2003) contenant l'ensemble « Gravettien IV ».

#### **Stade de Brandebourg**

À partir de 20.000 BP, le nombre de sites connus dans la zone périglaciaire et dans la Plaine russe diminue, peut-être en raison d'un reflux des populations vers le sud, suivi d'un retour dès 20.000 BP, puis d'une occupation plus intense de certaines zones (les rives du Dniestr et du Don, par exemple) entre 17.000 et 16.000 BP (Velichko & Kurenkova, 1990 : 257-259).

À Mitoc–Malu Galben, entre 22.000 et 20.000 BP, un lèss inter-stratifié de niveaux de sable se met en place, coiffé par un dernier gley de toundra, dans un environnement froid et sec, d'après la malacologie (Haesaerts, 1993 : 67, 69). Quelques concentrations isolées d'artefacts lithiques sont encore attestées, mais elles ne sont pas diagnostiques.

L'extension la plus méridionale de l'inlandsis scandinave est enregistrée autour de 20.000-18.000 BP (stade de Brandebourg). La sédimentation lèssique semble ensuite s'être déroulée en

deux temps, chacun affecté par des phénomènes cryogéniques selon A.V. Velichko, ce qui traduit également une importante détérioration climatique par rapport aux conditions du pléniglaciaire moyen.

Des sites tels que Grubgraben (en Basse-Autriche), ou Cosăuți, Molodova V (niveaux 6 à 4) et Korman IV (niveaux 5 et suivants) sur le Dniestr moyen ont livré certaines des occupations les plus remarquables de cette période. Ils ont été occupés à partir de 20.000 BP, jusque vers 17.000 BP, lors d'une période où les occupations humaines semblent se multiplier, y compris pendant certains épisodes froids.

Les oscillations de Laugerie, puis de Lascaux sont les deux seuls épisodes positifs qui interrompent ces conditions rigoureuses en Europe occidentale (Dolukhanov, 1993 : 189), correspondant chacun à des récessions du front glaciaire.

### Interstade « Cosăuți VI »

Cet épisode a surtout été mis en évidence sur le Dniestr moyen. À Molodova V, le niveau culturel 6 (Épigravettien), daté de 20.300 BP, est associé à un horizon humifère double, brun foncé (interstade « Molodova 14.1 »), qui traduit une légère amélioration climatique vers 20.000 BP (Haesaerts *et al.*, 2003), identifiée également par la palynologie (Pashkevich, 1987). Le niveau culturel 5, semble associé au mince horizon humifère supérieur de cet interstade (Haesaerts *et al.*, 2003).

À Cosăuți, un mince sol gris foncé est inclus dans un dépôt de lœss au sommet duquel un gley de toundra s'est développé ; ce gley contient le premier niveau culturel (niveau 10 ; Épigravettien). Le lœss s'est déposé durant la phase de Brandebourg et le sol, qui correspond à un épisode climatique positif dénommé « Cosăuți VII », doit se situer un peu avant 19.500 BP (Haesaerts *et al.*, 1998 ; Haesaerts *et al.*, 2003). Il existe ensuite un double épisode climatique positif (sous-unités sédimentaires VI-4 et VI-2), c'est-à-dire deux horizons humifères gris brun séparés l'un de l'autre par un coup de froid (gley de toundra) au sein d'une matrice de lœss sableux. Ces deux horizons humifères incluent les niveaux culturels 9 et 6b (Épigravettien) ; les niveaux culturels intermédiaires (8 à 6c) se trouvent dans le lœss sableux. Ces épisodes positifs correspondent à l'interstade de « Cosăuți VI », entre 19.400 et 19.200 BP (Haesaerts *et al.*, 1998 : 656 ; Haesaerts *et al.*, 2003). « Cosăuți VII » pourrait être assimilé au même interstade.

En Roumanie, cet épisode a été mis en évidence par la palynologie, sous la forme d'une courte étape de réchauffement climatique, tempéré à frais et humide, dénommée « Herculane II » (Cârciumaru, 1987 : 101).

En Europe centrale, les datations radiométriques obtenues pour trois sites (dont Wiesbaden–Ingstadt) démontrent une présence humaine entre 19.500 et 18.000 BP, peut-être en liaison avec l'interstade GI2 de la carotte glaciaire GISP2, qui correspondrait à l'épisode de Laugerie (Terberger & Street, 2002, fig. 1 et p. 695). Cet épisode, controversé en Europe occidentale, a été mis en évidence par la palynologie et la sédimentologie. Il suit immédiatement le maximum de froid sec de la dernière glaciation et

est daté en France de 20.000 à 19.000 BP. Il semble correspondre à une oscillation tempérée de faible ampleur (Arl. Leroi-Gourhan, 1997 : 158), ne durant que quelques centaines d'années.

### Stade de Francfort

À Cosăuți, un lœss sableux recouvre le second horizon humifère de l'épisode « Cosăuți VI » et inclut les niveaux culturels 6a et 5, après un hiatus de 1.000 ans semble-t-il (d'après les datations <sup>14</sup>C). Ces niveaux culturels épigravettiens sont datés de 18.430 et 18.260 BP (Haesaerts *et al.*, 1998 : 656 ; Haesaerts *et al.*, 2003).

En Roumanie, il existe des traces de cette dégradation climatique sous la forme d'un paysage steppique, mis en évidence par la palynologie à la suite de l'oscillation d'Herculane II (Cârciumaru, 1987 : 101).

### Interstade de « Cosăuți V »

Sur le Dniestr moyen, cette amélioration climatique a été mise en évidence à Cosăuți, sous la forme de deux horizons humifères gris-bruns (sous-unités sédimentaires V-4 et V-2), présents dans un dépôt de lœss sableux, inter-stratifié à plusieurs reprises de lentilles de graviers et de craies (qui traduisent un environnement humide). Ces horizons humifères correspondent à deux épisodes climatiques positifs, décrits comme l'interstade de « Cosăuți V », entre 18.000 et 17.200 BP, auquel sont associés les niveaux culturels 4 à 2a (c'est-à-dire les niveaux épigravettiens les mieux connus du site, car les plus fouillés) (Haesaerts *et al.*, 1998 : 656).

À Molodova V, le niveau culturel 4 est daté de 17.700 BP ; il est probablement associé à un mince horizon humifère (sous-unité 14.3) (Haesaerts *et al.*, 2003) et date sans doute de cet interstade.

En Roumanie, la palynologie a enregistré également un retour des conditions forestières, dénommé oscillation de « Rômanești » (Cârciumaru, 1987 : 101).

On pourrait comparer cet interstade à l'épisode de Lascaux, attesté à la grotte du même nom et dans d'autres sites français, sous la forme d'une oscillation marquée – selon la palynologie – par la présence d'arbres et d'arbustes (Arl. Leroi-Gourhan, 1997 : 158). Il semble ne pas y avoir eu (ou très peu) de pédogenèse associée dans les lœss d'Europe occidentale (Djindjian, Kozłowski & Otte, 1999 : 46).

### Stade de Poméranie

Durant ce stade, sur le Dniestr moyen, il ne semble pas y avoir eu d'occupations importantes, ni en stratigraphie dans les séquences classiques de Molodova V, de Korman IV ou de Cosăuți, ni d'après les datations radiométriques.

À Cosăuți, la dernière phase de sédimentation débute vers 17.200-17.100 BP ; un dépôt de près de 4 m de lœss sableux se met en place, jusque vers 16.000 BP ; des traces d'occupations humaines y sont attestées, mais elles restent mal connues, car elles n'ont été repérées que lors de nettoyages de profil, dans la partie supérieure du site. Un épais gley de toundra correspond à

un très fort coup de froid, au sommet de ce dépôt sableux (cycle sédimentaire IV), qui montre également des réseaux de coins de glace dans sa partie moyenne. Les vestiges culturels y sont rares. Il s'agit d'une phase très froide à permafrost actif, juste avant le dépôt loessique du Tardiglaciaire (Haesaerts *et al.*, 1998 : 656 ; Haesaerts *et al.*, 2003).

### ***Le Tardiglaciaire***

Après 15.000 BP, le stade de Poméranie prend fin et, vers 13.000 BP, l'inlandsis a quitté le sud de la mer Baltique. Après 13.000 BP, les conditions climatiques deviennent très changeantes dans la Plaine russe : la couverture forestière se développe et des lacs de barrage apparaissent ; les troupeaux de grands herbivores disparaissent, provoquant de nouvelles modifications dans les modes d'occupation des territoires. Certaines régions semblent de plus en plus peuplées (le Don, le Dniepr) et la partie nord-ouest de la plaine est de nouveau colonisée (Velichko & Kurenkova, 1990 : 259-260).

#### **Dryas I**

En Roumanie, l'épisode climatique « des pinèdes arides anciennes » lui est corrélé (Cârciumaru, 1987 : 101).

#### **Épisode « Cosăuți III »**

À Cosăuți, un double épisode climatique positif est enregistré à la partie supérieure d'un lœss sableux, sous la forme de deux horizons humifères successifs (sous-unités sédimentaires III-2 et III-1), le premier vers 13.380 BP. Ils traduisent des conditions environnementales de forêt-steppe et définissent l'épisode « Cosăuți III » (Haesaerts *et al.*, 1998 ; Haesaerts *et al.*, 2003). Aucun vestige culturel ne leur est associé.

En Roumanie, l'oscillation « Erbiceni A », caractérisée par la présence de pins et d'épicéas, lui correspond (Cârciumaru,

1987 : 101). Cette oscillation peut être comparée à celle de Bølling, amélioration climatique bien marquée dans les diagrammes polliniques en Europe occidentale, reconnue initialement au Danemark et datée de 13.500 à 12.300 BP. En Ukraine, les spectres polliniques sont dominés par une végétation forestière (Stepanchuk, 1999 : 216).

#### **Dryas II**

En Roumanie, cette phase est marquée par l'épisode « du bouleau » puis par l'épisode « des nouvelles pinèdes arides » (Cârciumaru, 1987 : 101).

#### **Oscillation de « Cosăuți II »**

À Cosăuți, deux minces horizons humifères gris (sous-unités sédimentaires II-3 et II-2) correspondent à des oscillations positives, assimilées à l'oscillation d'Allerød, mais non datées et sans vestiges culturels associés (Haesaerts *et al.*, 1998 ; Haesaerts *et al.*, 2003).

En Roumanie, c'est la présence d'épicéas qui a été le mieux enregistrée par la palynologie, donnant son nom à cette oscillation (« Erbiceni B » ou épisode « des pinèdes avec beaucoup d'épicéas ») (Cârciumaru, 1987 : 101).

On peut établir une comparaison avec l'oscillation tempérée d'Allerød, reconnue initialement au Danemark et datée de 12.000 à 10.800 BP en Europe occidentale. Elle correspond au dernier réchauffement avant l'Holocène.

#### **Dryas III**

En Roumanie, ce dernier épisode climatique du Tardiglaciaire est dénommé « phase du pin » et correspond à une couverture végétale de pinèdes comprenant peu d'épicéas (Cârciumaru, 1987 : 101).