

**LA CHRONOLOGIE POLLINIQUE DE LA FIN DU PLIOCÈNE, DU  
PLÉISTOCÈNE ET DE L'HOLOCÈNE EN EUROPE.  
STATIONS ÉPONYMES ET HISTORIQUES; NOUVELLES DONNÉES.**

**Vincent Lebreton, Josette Renault-Miskovsky et Anne-Marie Sémah**

Notre objectif est de rappeler l'origine de la chronologie pollinique, c'est-à-dire de mentionner les stations éponymes découvertes entre les années 1950 et 1965 qui ont permis de mettre en évidence les périodes interglaciaires et interstadias telles qu'elles sont définies par les palynologues :

- Les « glaciaires » correspondent à des périodes suffisamment longues et froides pour que disparaisse la totalité d'une végétation forestière, remplacée par une strate d'herbacées steppiques.
- Les « interglaciaires » sont des périodes climatiques chaudes et humides qui concourent à la restauration complète de la végétation arboréenne.
- Les « Stades » représentent les périodes froides des phases glaciaires interrompues par des « Interstades », qui sont des oscillations climatiques mineures entraînant la reprise partielle et botaniquement incomplète de la forêt sur la steppe.

La végétation et la climatologie des périodes glaciaires du Pléistocène moyen et supérieur ne font généralement pas appel à la palynologie de stations éponymes particulières, mais sont le plus souvent associées aux résultats concernant les interglaciaires ; aussi les traiterons-nous en fonction de leur situation avant ou après un interglaciaire.

À la lumière des nouvelles découvertes, nous tenterons, quand cela est possible, de replacer les séquences initiales dans la chronologie actuellement établie à partir des stades isotopiques de l'oxygène, souvent corrélés par ailleurs avec certaines datations absolues.

### **La limite Pliocène-Pléistocène**

Le Quaternaire est la dernière des trois périodes de l'ère Cénozoïque, après le Paléogène et le Néogène. C'est une brève période géologique d'environ deux millions d'années où s'enregistrent des alternances

climatiques de type glaciaire-interglaciaire. Le Quaternaire englobe les étages Pléistocène et Holocène, succédant à l'étage Pliocène de la fin du Néogène.

La définition du stratotype de la limite Pliocène-Pléistocène, sur la section de Vrica (Calabre, Italie), a été acceptée lors du Congrès International de Géologie de Moscou en 1984 (Aguirre et Pasini, 1985). Cette limite Pliocène-Pléistocène est datée de 1,796 million d'années (i.e., base du stade isotopique 63), très proche du sommet de l'épisode paléomagnétique d'Olduvai (Cande et Kent, 1995).

Cependant des études polliniques menées dans le N-W de l'Europe montrent que des détériorations climatiques, induisant des changements profonds dans la composition de la faune et de la flore, s'enregistrent à partir de 2,6 millions d'années, c'est-à-dire avant la fin du Pliocène. Aussi beaucoup de palynologues et de stratigraphes font fréquemment coïncider le début du Quaternaire, et donc le passage Pliocène-Pléistocène, avec la limite paléomagnétique Gauss-Matuyama, synchrone du stade isotopique 104, il y a 2,6 millions d'années environ (Kolfschoten et Gibbard, 1998). Néanmoins, cette proposition de définition n'a toujours pas été votée à la majorité requise par les deux commissions du Néogène et du Quaternaire.

Les multiples sondages réalisés à proximité des villes de Reuver, Belfeld, Tegelen et Venlo, dans la province de Lindbourg aux Pays-Bas, montrent une succession de formations lithostratigraphiques graveleuses, sableuses et argileuses : formation de Kieseloölite, formation de Tegelen et formation de Kedichem. L'étude pollinique de ces dépôts de la région de Reuver-Tegelen a permis de décrire l'évolution du paysage et du climat pendant le Pliocène et le Pléistocène inférieur.

### **La fin du Pliocène**

Les étages Reuvérien, Praetiglien et Tiglien terminent le Pliocène, jusqu'à la limite Pliocène-Pléistocène. Les étages Reuvérien, Praetiglien et Tiglien, définis par I.M. Van der Vlerk et F. Florschütz (1953), ont été précisés du point de vue de l'évolution de la végétation et du climat par W.H. Zagwijn (1957 ; 1960 ; 1963a ; 1963b ; 1992).

Les premières analyses polliniques considéraient ces étages comme des ensembles monolithiques d'un point de vue climatique, avec successivement une longue période chaude et humide (Reuvérien), suivie d'une première phase glaciaire intense (Praetiglien) et d'un nouveau réchauffement (Tiglien). Ce n'est que récemment que des analyses isotopiques sur des carottes de glace ont montré que la fin du Pliocène connaissait des

brèves alternances glaciaire-interglaciaire, forcé par le paramètre orbital de l'obliquité, avec des périodes de 40 000 ans (Raymo *et al.*, 1989).

Les analyses des niveaux des argiles inférieure et supérieure de Reuver de la formation de Kieseloölite, montrent que la flore du Reuvérien regroupe des associations thermophiles diversifiées. *Taxodium*, *Sciadopitys*, *Sequoia*, *Symplocos*, Sapotaceae, *Nyssa*, *Castanea*, *Liquidambar*, *Aesculus*, *Vitis*, *Carya*, *Pterocarya*, *Juglans*, des espèces mésophiles caducifoliées (*Alnus*, *Salix*, *Betula*, *Carpinus*, *Quercus*, *Tilia*, *Ulmus*) et des conifères comme *Abies*, *Picea* et *Pinus*, sont mentionnés (Zagwijn, 1960 ; 1992). Cette phase forestière se met en place sous un climat chaud et humide, mais les premiers signes de détérioration climatique s'enregistrent déjà. Le Reuvérien s'achève au début du stade isotopique 104, il y a 2,6 millions d'années (Clet-Pellerin *et al.*, 1999).

L'étage Praetiglien suivant est daté entre 2,6 et 2,3 millions d'années (Clet-Pellerin *et al.*, 1999). Cet étage, analysé à travers le niveau de graviers de Belfeld de la formation de Tegelen, fut tout d'abord considéré comme une entité monolithique de type glaciaire (Zagwijn, 1960). Les récentes études ont montré qu'en fait cet étage enregistrait une succession de phases climatiques glaciaires-interglaciaires clairement identifiées se retrouvant dans l'évolution des formations végétales (Combourieu-Nebout, 1993). D'une manière générale, les arbres thermophiles ont presque complètement disparu et les herbacées dominent le paysage ouvert (Poaceae, Cyperaceae, Ericaceae). Ces détériorations climatiques voient l'extinction d'espèces sensibles au refroidissement et à la sécheresse (*Taxodium*, *Sciadopitys*, *Sequoia*) et la disparition ou la régression d'arbres tels que *Liquidambar*, *Nyssa*, *Juglans* et *Castanea*.

Les cycles glaciaires-interglaciaires du complexe Tiglien couvrent la période comprise entre 2,3 et 1,78 millions d'années (Clet-Pellerin *et al.*, 1999). Sur la base des analyses des argiles de Belfeld, des graviers et des argiles de Tegelen de la formation de Tegelen, le Tiglien fut subdivisé en cinq stades: Tiglien A, B, C1-4b, C4c et C5-6 (Zagwijn, 1963a). Le Tiglien montre globalement le retour de conditions climatiques plus clémentes permettant le développement de taxons arborés. Des éléments comme *Carya*, *Pterocarya* et *Vitis* progressent après avoir résisté aux « froids » du Praetiglien.

### **Le Pléistocène inférieur**

Les subdivisions reconnues dans le Pléistocène inférieur furent définies à partir des observations stratigraphiques des dépôts post-Tertiaires

hollandais (Van der Vlerk et Florschütz, 1953; Van der Vlerk, 1957; Van der Heide et Zagwijn, 1967).

Le début du Pléistocène inférieur est aussi marqué par une alternance de périodes glaciaires-interglaciaires. À partir de l'analyse pollinique de la formation de Kedichem, les étages « climatostratigraphiques » du Pléistocène inférieur furent rattachés à une succession de phases froides et chaudes.

Chronologiquement, les étages du début du Pléistocène inférieur sont l'Eburonien (« phase froide »), le Waalien (« phase chaude ») et le Ménapien (« phase froide ») (Zagwijn, 1957). La « phase chaude » du Bavélien, qui termine le Pléistocène inférieur, fut définie ultérieurement et dissociée du début du Cromérien (Pléistocène moyen), en analysant les dépôts de la formation de Sterksel (Zagwijn et de Jong, 1984), toujours dans le sud de la Hollande. Le Bavélien révèle les phases climatiques suivantes : interglaciaire de Bavel, glaciaire de Linge, interglaciaire de Leerdam et glaciaire de Dorst.

Là encore, ces attributions à des phases chaudes ou froides restent des appréciations très générales, car si globalement des épisodes montrent un cachet interglaciaire, de brèves périodes attribuables à des interstadias ou à des phases glaciaires sont décelées au sein de ces périodes. En fait, les analyses récentes sur des carottes de glace de l'hémisphère nord mettent en évidence une succession de cycles glaciaires-interglaciaires, de périodes variables, pendant tout le Quaternaire (Ruddiman *et al.*, 1989).

Jusqu'à 1 million d'années environ, ces cycles ont une période de 41 000 ans, forcé par le paramètre orbital de l'obliquité, comme pour la fin du Pliocène. Des études polliniques récentes ont aussi montré qu'au sein de ces cycles de 41 000 ans, les périodes glaciaires avaient une durée d'environ 25 000 ans (Combourieu-Nebout et Vergnaud Grazzini, 1991).

Vers 0,9 million d'années, la nouvelle prédominance du paramètre orbital de l'excentricité provoque un changement de périodicité des cycles glaciaire-interglaciaire qui passent de 41 000 à 100 000 ans. Des études polliniques, dans des bassins lacustres de l'Italie centrale, ont récemment montré que lors de cette période de transition, le climat était extrêmement aride, même lors des périodes interglaciaires (Bertini, 2000). Ce n'est qu'à partir de 0,7-0,6 million d'années que la reprise de l'humidité a été suffisante lors des périodes interglaciaires pour permettre le développement des associations forestières.

## Les interglaciaires du Pléistocène moyen

### *Cromérien*

Le terme de Cromérien est mis en parallèle avec l'interglaciaire « Günz-Mindel » de l'ancienne nomenclature relative aux glaciations alpines.

Il a été défini à Cromer sur la côte de l'East Anglia (Royaume-Uni) à partir de l'analyse pollinique de dépôts tourbeux, peu épais (entre 30-40 cm et 2 mètres), intercalés entre un dépôt coquillier de base (le Weybourne Crag) et des argiles saumâtres d'eau douce surmontées par la moraine actuellement entaillée en falaise. La palynologie a révélé dans la tourbe, le développement temporaire de la chênaie mixte (avec de très rares pollens tertiaires et la présence continue de l'épicéa), témoin d'une oscillation climatique tempérée de caractère interglaciaire (Duigan, 1963).

Le terme de Cromérien a ensuite été adopté par les géologues allemands et hollandais pour désigner les séquences interglaciaires contemporaines, notamment la formation hollandaise de Sterksel (Van der Heide et Zagwijn, 1967);

### *Holsteinien — Hoxonien*

Le terme de Holsteinien désigne l'étage géologique du Pléistocène moyen qui correspond à l'interglaciaire « Mindel-Riss » de la chronologie alpine. Il a d'abord été défini dans un niveau du gisement de Fahrenkrug dans le Holstein (Allemagne du Nord), attribué par la suite à l'interglaciaire Eémien suivant (Averdieck, 1962), mais réellement identifié à Rosmalen dans le Nord de la Campine aux Pays-Bas; le diagramme révèle la place importante du sapin et de l'épicéa dans le paysage surtout durant la 2ème moitié de cette phase climatique tempérée interglaciaire (Van der Vlerk et Florschütz, 1953; Ridder et Zagwijn, 1962).

À Hoxne, Suffolk (Royaume-Uni), la séquence pléistocène composée de dépôts lacustres provenant de la fonte d'un culot de glace, recouverts de cryoturbations et de matériel morainique, a été mise en relation avec l'industrie acheuléenne de la terrasse de 30 m de la Tamise à Swanscombe. L'analyse pollinique a mis en évidence la succession de 3 couvertures végétales: d'abord ouvert à *Hippophae rhamnoides*, le paysage se couvre de la chênaie mixte à laquelle se joignent ensuite, le charme, l'épicéa et le sapin (West, 1956); d'où le terme d'Hoxonien pour désigner ce même épisode interglaciaire.



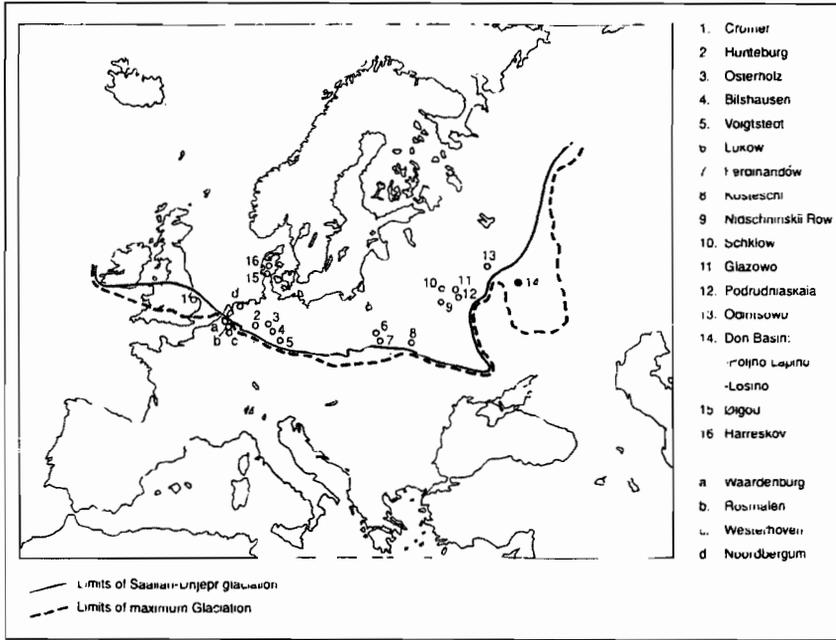


Fig. 2: Carte de localisation des principaux sites ayant permis une investigation pollinique pour le « complexe cromérien » en Europe septentrionale (Zagwijn, 1996).

The Netherlands	East Anglia	Germany	Denmark	Poland	Byelorussia (Belarus or Polesia)	Don Basin	Isotope stage
Saalian Hoogeveen		Saale (Dornitz) Wecken/Dornitz		Central Polish Glac			7
Holsteinian	Hoernum	Funten	Vejby/Tornskov	Mesowien	Lichwin		8
Elsterian	Anglian/Elsterian	Elster					9
Cromanian	IV Noordbergum	Cromanian: Ostend (Arnicole)	Bismarcken; Kälich				11
	C						
	III Rosmalen			Upper Optimum	Upper Optimum	Musckajki/ Polesipolje Interglacial (Mammals)	13
	B			Ferdinandów	Schklowak: interglacial (Hedecrinidae flow and other sites)		
II Westervoien	Cromanian: West Funten (Mammals)	Humburg	Elgod/Harreskov				15
A				Lower Optimum	Lower Optimum		
I Waardenburg		Osterholz		South Polish Glac			21
Bevelian	Laarlam						23
	Bevel	Schwarzhelm					25
Mengajar							

Fig. 3: Proposition de corrélations entre les différentes phases climatiques du Pléistocène inférieur et moyen de l'Europe septentrionale, à partir des résultats obtenus sur les sites consignés sur la carte de la figure 2 (Zagwijn, 1996).

## L'interglaciaire et les interstades du Pléistocène supérieur

### *Eémien*

La dénomination Eémien de la première période climatique du Pléistocène supérieur, émane de l'analyse pollinique des sédiments d'Averbergen déposés dans l'embouchure de la rivière Eem au sud de Hambourg, au nord de l'Allemagne (Selle, 1957); la coupe présente de bas en haut:

- des argiles à blocs de la moraine
- des dépôts lacustres plus ou moins tourbeux
- des alluvions fluvio-glaciaires

et la palynologie révèle:

- À la base une végétation de front morainique c'est-à-dire une flore arctique à *Dryas octopetala* associée progressivement au bouleau nain, puis au pin.
- puis l'arrivée des genres thermophiles (chênes, ormes, tilleuls) qui accompagnent le bouleau et le pin
- puis l'association feuillus, épicéas et quelques pins
- ensuite une phase à charmes
- ensuite le développement de l'épicéa avec le sapin et l'aulne
- enfin une nouvelle extension de la forêt de pins et de bouleaux suivie de la réinstallation de la flore arctique.

La période interglaciaire individualisée a longtemps représenté l'Eémien *sensu lato* ou stade isotopique 5, synonyme de l'interglaciaire alpin (Riss-Würm); mais en 1978, la parution du diagramme vosgien de la Grande Pile (Woillard, 1978, 1979) démontre que l'Eémien n'est que la première phase d'un complexe de réchauffement interglaciaire s'étant manifesté en trois épisodes successifs: Eémien, Saint-Germain 1, Saint-Germain 2. L'Eémien *sensu stricto* devient alors le stade isotopique 5e par rapport aux datations <sup>14</sup>C obtenues à la Grande Pile et à la mise en parallèle du diagramme avec l'échelle des stades isotopiques (Woillard et Mook, 1982) (Fig. 4).

Le terme de Eémien (s.l.) est utilisé en Allemagne du Nord et aux Pays-Bas. Il correspond à l'interglaciaire Ipswich-Cambridge parfois admis pour l'East Anglia.

### *Les interstades du Würmien (ou Wechselien) ancien: Amersfoort, Brörup et Odderade*

Le début de la dernière glaciation ou Würm ancien = Würmien ancien en terme de glaciation alpine ou Wechselien pour l'Europe septen-

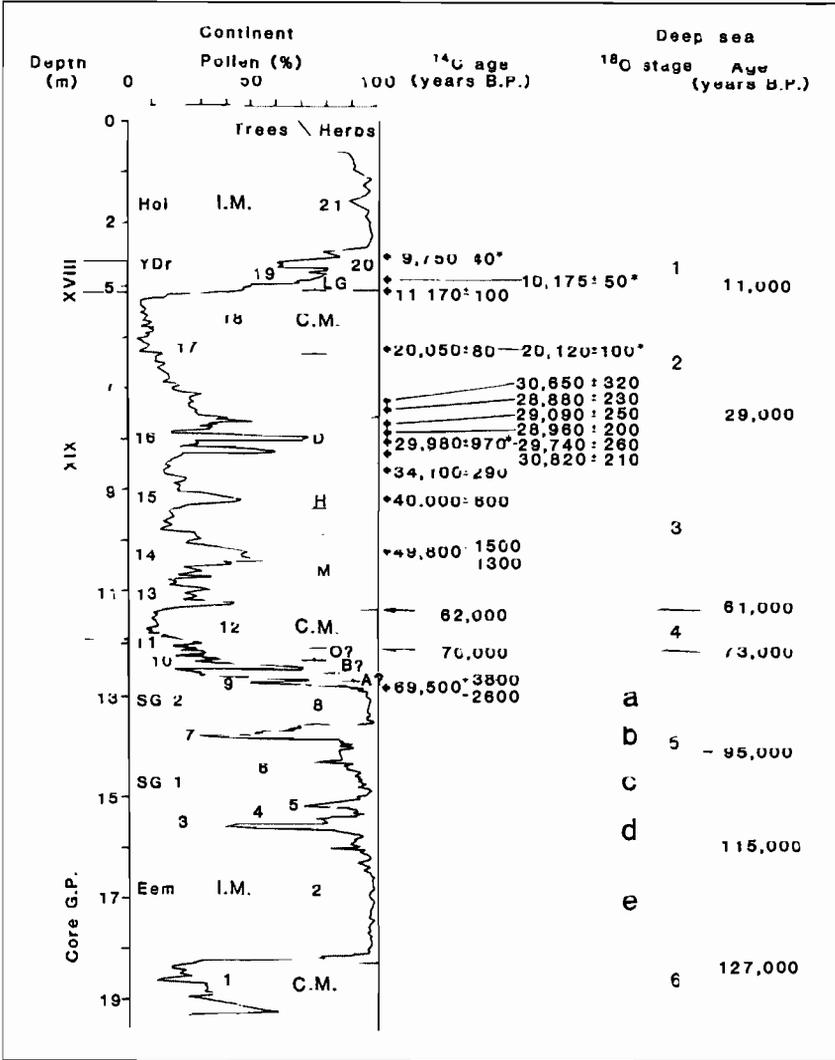


Fig. 4: Datations <sup>14</sup>C de la tourbière de la Grande Pile et corrélations avec l'échelle des stades isotopiques de l'oxygène (Woillard et Mook, 1982).

trionale (du nom de la rivière Wechsel) a connu un climat froid entrecoupé de trois améliorations climatiques majeures ou interstades : Amersfoort, Brörup et Odderade.

- Amersfoort

C'est la stratigraphie du tunnel d'Amersfoort, entre Wageningen et Amsterdam dans la vallée de la rivière Eem en Hollande, qui a donné matière à des analyses sédimentologiques et palynologiques dans une série continentale (constituée de sables, argiles, limons et tourbes) reposant sur les dépôts marins et saumâtres de l'Éémien. Les niveaux humiques et les sols correspondent à des épisodes tempérés également mis en évidence par les résultats de l'analyse pollinique (Zagwijn, 1961). Dans un premier temps, le recul des Ericacées et de l'épicéa est accompagné par l'extension du saule et des prêles; ensuite la forêt de bouleaux se développe mais elle est supplantée par la progression de la pinède et par le retour temporaire d'essences plus thermophiles (aulne, noisetier, chêne et orme). Le retour du froid et de l'humidité est marqué par la reprise des prêles.

Au Danemark, l'interstade est plus principalement marqué par une diminution de l'humidité que par une augmentation de la température; les sols sont ainsi stabilisés et colonisés par le bouleau nain et le genévrier (Andersen, 1961).

En Allemagne du Nord, l'amélioration climatique se manifeste quand les Ericacées et l'épicéa s'effacent devant la réinstallation de groupements forestiers à bouleaux qui dominent les pins (Averdieck, 1967).

- Brörup

Ce sont les spectres polliniques de dépôts lacustres situés dans la localité de Brörup au Danemark, sur la côte ouest du Jutland, qui ont permis de définir ce second interstade du Würmien ancien (Andersen, 1957). Les landes à bouleaux nains et genévriers sont progressivement remplacées par des groupements forestiers fermés, d'abord de bouleaux pubescents, puis de pins et enfin d'essences plus thermophiles (noisetier, frêne, chêne et orme); à l'optimum climatique correspond une extension de l'épicéa (*abies* suivi d'*omorikoïdes*). La fin de l'oscillation est marquée par l'association pin-épicéa-bouleau dominant un sous-bois d'Ericacées, principalement à callunes. À noter que le couvert forestier est certainement resté ouvert, comme en témoigne la persistance des héliophytes.

Les végétations du Nord de l'Allemagne et de la Hollande sont très proches de celles du Danemark durant cet interstade de Brörup, bien que

semblant un peu plus thermophiles pour la Hollande (Zagwijn, 1961 ; Andersen, 1961).

- Odderade

C'est à Odderade en Allemagne, dans le Schleswig-Holstein, au nord de l'embouchure de l'Elbe, que la palynologie des tourbes intercalées dans des sables a permis de révéler un interstade postérieur à celui de Brörup (Averdieck, 1967); le diagramme est le seul à montrer la présence simultanée des trois oscillations; Amersfoort, Brörup et Odderade. Les végétations de Brörup et Odderade sont très proches.

En Allemagne du Nord, l'interstade d'Odderade se distingue de Brörup par le faible développement de l'épicéa *abies*, la rareté de *omorioides* et le rôle effacé de l'aulne.

Le Würmien ancien, contemporain de la civilisation néandertalienne et de ses industries moustériennes est resté longtemps mal calé dans le temps, entre la fin du dernier interglaciaire éémien et le début du Würmien récent avec l'avènement du Paléolithique supérieur. C'est la progressive corrélation des trois interstades du Würmien ancien avec le diagramme de la Grande Pile (Fig. 4) (Woillard, 1978 ; 1979; Woillard et Mook, 1982; Zagwijn, 1989) et la mise en parallèle des améliorations climatiques révélées par la palynologie avec celles enregistrées le long de la courbe climatique obtenue par le rapport  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  dans les tests de foraminifères des carottes marines profondes, qui ont permis de proposer des datations absolues; en effet les carottes marines conservent des intercalations de cendres

**Propositions de datations (BP)**

	Labeyrie, 1984	Douglas <i>et al.</i> , 1987	Bassinot <i>et al.</i> , 1994
<b>Amersfoort</b> base de St Germain 1 ; base stade 5.c ou 5.3	108 000	de 107 à 103 000	de 106 à 97 000
<b>Brörup</b> somet de St Germain 1 somet de stade 5c ou 5.3	# 100 000	99 à 96 000	de 97 000 à 86 000
<b>Odderade</b> Saint Germain 2; stade 5.a ou 5.1	85 à 75 000	90 à 79 000	79 000

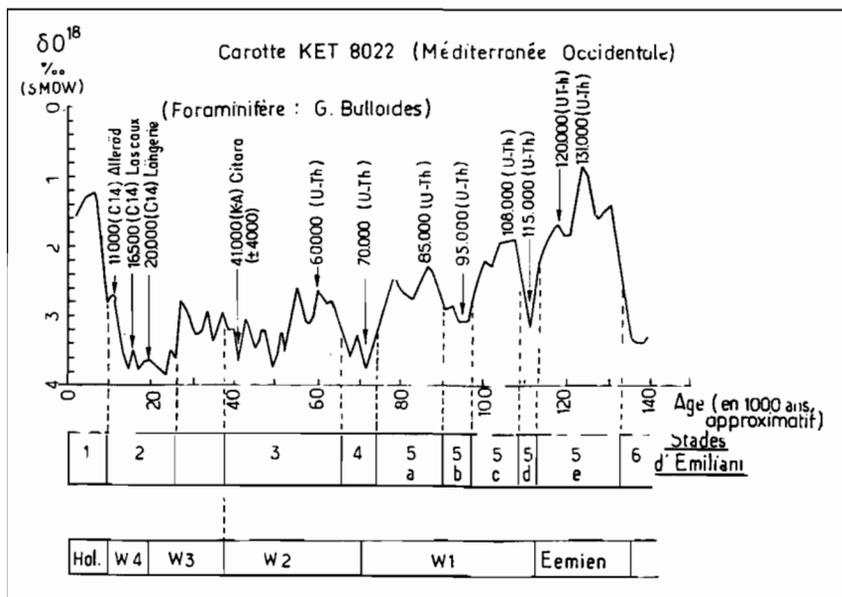


Fig. 5 : Mise en parallèle des variations climatiques enregistrées le long de la courbe  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  dans les tests de foraminifères de la carotte KET 8022 (Méditerranée occidentale), avec des datations absolues et les épisodes würmiens (Labeyrie, 1984).

volcaniques datées par la méthode Uranium-Thorium. Ainsi les corrélations avec les stades isotopiques et les datations absolues suivantes peuvent être proposées (Fig. 5, Labeyrie, 1984; Douglas *et al.*, 1987; Bassinot *et al.*, 1994).

### À la limite Würmien ancien – Würmien récent

#### • Hengelo

Le bassin de Hengelo aux Pays-Bas résulte de l'action glaciaire de l'inlandsis de la Saale.

Les sédiments accumulés dans le bassin ont donné matière à plusieurs analyses polliniques (Zagwijn, 1961 ; 1974a et b; Zagwijn und Paepe, 1968).

- Un léger réchauffement dans le sondage 1 au niveau daté au  $^{14}\text{C}$  :  $> 51\ 600 \text{ GrN-4289}$  et  $45\ 600 \pm 1900 \text{ GrN-3177}$  est nommé Moershoof (du nom de la localité située à l'extrême Sud-Ouest de la Hollande) et se place-

rait entre Brörup (interstadaire Würmien) et Hengelo, mais serait distinct de Odderade (autre interstadaire Würmien).

Cette même oscillation est retrouvée dans le sondage 2a pour une date de  $50\,000 \pm 4000 / 2400$  (Gr N-4252).

- Au niveau de la tourbière townhall, une oscillation datée au  $^{14}\text{C}$   $38\,700 \pm 400$  Gr N-2504 dans la fourchette  $39\,000 - 37\,000$  B.P. pour W.H. Zagwijn (1989), c'est-à-dire  $37\,000 - 35\,000$  BC, a aussi été appelée interstade d'Hengelo (Van der Hammen *et al.*, 1967).

#### • Les Cottés

Dans une couche archéologique de la grotte des Cottés (Vienne, France), séparant des niveaux moustérien et périgordien ancien, deux spectres polliniques indiquent une forte extension des arbres, en particulier du chêne, interrompant de vastes espaces steppiques parsemés de pins; l'amélioration climatique qui se manifeste ainsi, à la transition Paléolithique moyen — Paléolithique supérieur, est appelée « interstade des Cottés » (Bastin *et al.*, 1976). D'après les datations au  $^{14}\text{C}$  obtenues dans la couche moustérienne sous-jacente:  $35\,650$  BC. GrN-4421 et dans la couche périgordienne sus-jacente:  $31\,350$  BC GrN-4333, l'oscillation climatique peut se situer entre  $35\,000$  et  $31\,000$  BC. dans une fourchette de temps postérieure à Hengelo.

#### *Les interstades du Würmien (ou Wechselien) récent*

Si l'on admet que les interstades de Hengelo et Les Cottés se situent à la charnière Würmien ancien — Würmien récent, les interstades suivants interrompent le froid sec qui a régné en Europe occidentale durant presque tout le Paléolithique supérieur. Ils ont, pour la plupart, été mis en évidence à travers les spectres de la palynologie archéologique. Les sites éponymes sont, sauf exception, des gisements préhistoriques français.

Nous les énumérons dans l'ordre chronologique:

- Arcy (grotte du Renne à Arcy-sur-Cure, Yonne,  $28\,000 \neq 29\,000$  BC; Leroi-Gourhan, 1964; David *et al.*, 2001).

- Kesselt (sol, Belgique,  $\neq 26\,000$  BC; Gullentops, 1954).

- Tursac (Abri du Facteur, Dordogne,  $\neq 21\,500$  BC; Leroi-Gourhan, 1968).

- Laugerie (site de Laugerie-Haute, Dordogne  $\neq 17\,700 - 16\,500$  BC; Paquereau, 1978; Leroi-Gourhan, 1980).

- Lascaux (grotte de Lascaux, Dordogne,  $\neq 15\,000 - 14\,000$  BC; Leroi-

Gourhan, 1960 ; 1965 ; Leroi-Gourhan et Girard, *in* Leroi-Gourhan et Allain, 1979 ; Leroi-Gourhan, 1980).

*Mise en évidence des interstades*

**Arcy**: spectre pollinique

- Grotte du Renne, couche VII, niveau aurignacien daté de 28 420 BC (ou en mesures par AMS: 30 800±250 B.P., Gr N-1717-31 800±250 BP, Ly-2162, David *et al.*, 2001), poussée du boisement au milieu de la steppe, avec pins, bouleaux, saules, genévriers et quelques taxons thermophiles.

**Kesselt**: formation d'un sol (daté ≈ 26 000 BC).

- spectre pollinique dans le diagramme d'Arcy au-dessus de l'interstade d'Arcy, montée du taux de boisement.

**Tursac**: spectre pollinique

- fluctuation tempérée dans le niveau périgordien V à burins de Noailles et Vénus, marquée par le développement du couvert forestier à bouleaux, genévriers, aulnes, saules et un fort indice d'humidité à la base.

**Laugerie**: spectre pollinique

- dans le Solutréen supérieur, le taux de boisement s'élève à 41 % avec des pins, de nombreux noisetiers et aulnes et plusieurs taxons très thermophiles (chênes, ormes, tilleuls, charmes, érables... lierres, buis, fusains); à noter la présence sporadique du noyer et du pin maritime. Ce réchauffement se situerait à la limite Würmien III — Würmien IV.

**Lascaux**: spectre pollinique au niveau Magdalénien II (date ≈ 15 240–14 150 BC).

- couvert forestier important (AP ≈ 60 %): chênaie mixte et essences thermophiles telles que le noyer, accompagnées de noisetiers et pins plus rares.

Il est à souligner que les spectres archéo-polliniques apportent parfois des précisions chronologiques plus fines que les seules études typologiques; souvent corrélés avec des datations absolues, ils peuvent témoigner de certaines contemporanéités climatiques et culturelles et prouvent souvent que l'évolution des stades industriels n'est pas spécialement liée, ni inféodée aux variations du climat (Leroi-Gourhan *in*: Art et civilisations des chasseurs de la Préhistoire, 1984; Renault-Miskovsky et Petzold, 1989-1992).

### **Le Tardiglaciaire**

À partir de cette période, c'est la méthode de datation au  $^{14}\text{C}$  qui est systématiquement appliquée.

La fin du Paléolithique supérieur et le début de l'Épipaléolithique se superposent à une période climatique durant laquelle des oscillations vers des températures plus clémentes se rapprochent et s'intensifient; c'est le Tardiglaciaire entre  $\approx$  14 000 et 10 000 BP qui précède le réchauffement de la période interglaciaire actuelle appelée le Postglaciaire.

Les interstades du Tardiglaciaire ont été définis au Danemark. Le plus ancien, mis en évidence au lac de Bölling près de Viborg, est l'interstade de Bölling marqué polliniquement par une poussée du bouleau (Iversen, 1942 ; 1954 ; Nilsson, 1983). Il se situe entre 13 300 et 12 500 BP et est parfois scindé en deux parties dans les diagrammes, le Pré-Bölling et le Bölling. Mais l'interstade le plus tempéré et donc le mieux marqué dans les diagrammes, est celui d'Alleröd, mis en évidence dans la localité d'Alleröd, il est caractérisé par une extension de la forêt thermophile (Hartz & Milthers, 1901) entre 11 800 et 10 800 BP. Mais parfois, il est indissociable du précédent et l'on parle alors de complexe Bölling-Alleröd.

Les deux interstades danois ont une durée d'environ 1000 ans. Quand ils sont distincts, ils sont séparés par des retours du froid et de la sécheresse qui privilégient les espaces steppiques où s'impose une petite rosacée à fleurs blanches et à 8 pétales: *Dryas octopetala*. Ces stades froids interrompant les interstades portent ainsi le nom de Dryas.

Ce sont :

- le Dryas I qui débute autour de 16 000 ou 14 000 BP (selon les auteurs et avec ou sans Pré-Bölling),
- le Dryas II entre 12 300 et 11 800 BP (souvent mal ou pas perçu),
- et le Dryas III entre 10 800 et 10 000 BP.

Ces stades froids sont néanmoins télescopés quand Bölling et Alleröd sont réunis dans un même complexe ou quand les séquences analysées sont trop courtes.

### **L'Holocène**

Succédant au Pléistocène, deux types de chronologies se superposent, l'Holocène et le Postglaciaire. En effet, il n'y a pas concordance exacte entre la limite Tardiglaciaire/Postglaciaire qui se situe vers 10 250 ans BP et la limite Pléistocène/Holocène qui elle est localisée vers 11 750 ans BP.

L'Holocène - terme créé par Paul Gervais en 1867 - débute avec l'Alleröd auquel fait suite le Dryas III. Il a été défini comme une subdivision géologique du Quaternaire faisant donc directement suite au Pléistocène. Le Postglaciaire, qui débute avec le Préboréal, en représente une division climatique correspondant à la période postérieure à la dernière glaciation (voir Leroi-Gourhan, 1988).

Dans leur ensemble, les sédiments holocènes traduisent un adoucissement du climat aux moyennes et hautes latitudes, une élévation du niveau des mers et une lente reconquête de la forêt sur la steppe, tous corrélatifs d'un recul des glaciers, en particulier des inlandsis de l'hémisphère nord.

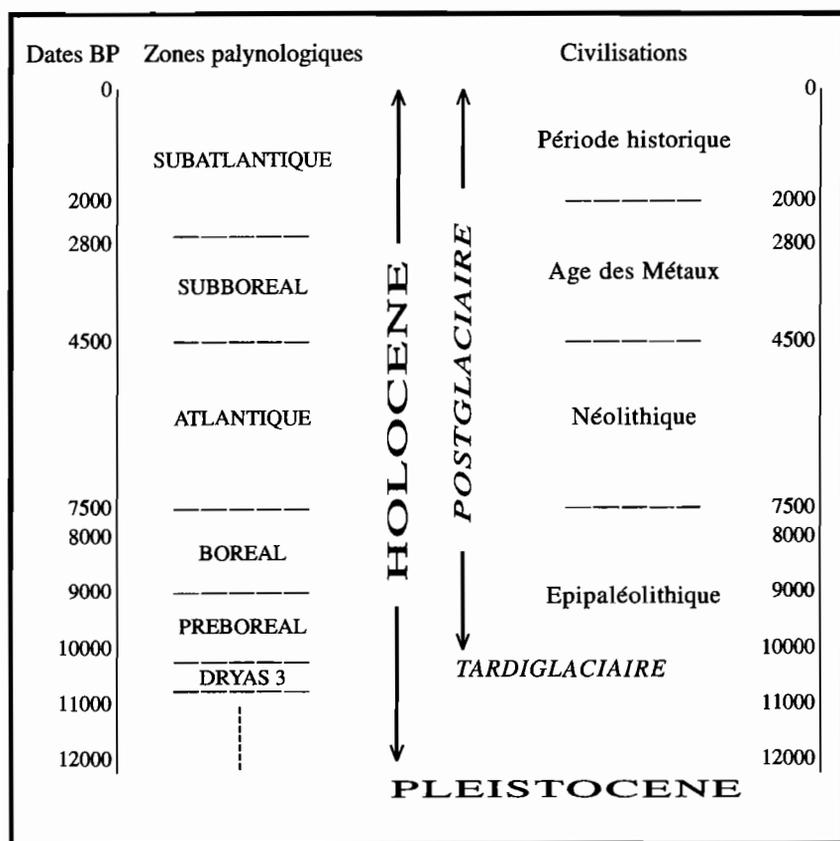


Fig. 6: Tableau récapitulatif des subdivisions de l'Holocène (d'après Firbas 1949 ; 1954 ; Wegmuller 1977).

Le Postglaciaire correspond au rétablissement des conditions tempérées en Europe à l'issue de la dernière glaciation. Les différents étages chronologiques du Postglaciaire ne tiennent pas leurs noms de sites éponymes stricts comme c'est le cas pour le Pléistocène. Leurs appellations sont plus générales et basées sur les notions géographiques de Boréal et Atlantique. C'est en effet de ces régions septentrionales que proviennent les principales descriptions : analyse des varves glaciaires, observation des anciennes lignes de rivage de la mer Baltique et palynologie. Cette dernière est à l'origine du découpage chronologique du Postglaciaire en cinq phases (Blytt, 1876) : Préboréal, Boréal, Atlantique, Sub-boréal et Sub-atlantique (voir également Huntley *et al.*, 1983).

Depuis la mise en place de ces subdivisions, le développement des recherches paléoclimatiques a permis d'affiner et de préciser les résultats globaux obtenus présentés ici (voir encadrés p. 50 à 52).

### ***Le Préboréal***

Suivant les auteurs, cette période débute entre 10 200 et 10 000 BP et se termine vers 8800 BP. C'est une période de réchauffement interglaciaire au cours de laquelle reprend l'extension de la forêt.

Durant le Préboréal, le climat est malgré tout encore relativement froid, des tourbières se forment, la steppe est envahie par des forêts de pins et de bouleaux alors que les plantes thermophiles font leur apparition (Pons, 1970).

Une partie de la faune glaciaire (le renne, le lemming) disparaît de l'Europe moyenne et se retranche vers le Grand Nord, les mammoths meurent en Sibérie, l'antilope saïga ne se maintient que dans les grandes steppes eurasiatiques. La réduction des steppes et prairies voit également rapidement décroître le nombre des chevaux, bisons et bœufs. Ils sont remplacés par des animaux vivant en forêt comme les sangliers et les cervidés.

Vers 10 250 BP, dans les régions de la Baltique, un lac glaciaire s'est formé puis, l'inlandsis régresse à la faveur de la déglaciation ; des connexions se font entre ce lac et la mer du nord (Chaline, 1972) entraînant la formation d'une mer à *Yoldia*\* (Andrén *et al.*, 2000).

### ***Le Boréal***

La deuxième subdivision de l'Holocène dure de 8800 BP à 7500 BP. Un climat chaud et sec s'installe en Europe. Avec la période suivante,

---

\* *Portlandia (Yoldia) arctica* est un mollusque marin arctique vivant en eaux froides.

Atlantique, elle correspond aux moments les plus chauds du Postglaciaire.

Aux forêts de pins et de bouleaux succède, dans un premier temps, une essence pionnière, le noisetier puis, dans une seconde phase, les arbres à plus grand développement de la chênaie mixte : chênes, orme, aulne, tilleul, frêne.

Au Moyen-Orient, la couverture végétale subit déjà les premières atteintes dues aux pasteurs et aux agriculteurs. Ceux-ci atteignent les Balkans à la fin du Boréal, mais ce n'est que lors des périodes suivantes que les défrichements des forêts suivis de dégradation des sols progresseront à l'ouest jusqu'à l'Océan Atlantique.

La mer Baltique, qui a évolué en lac, est caractérisée par les mollusques qui l'habitent (lac à *Ancylus*\*\*).

### L'Atlantique

Cette zone paléobotanique, également mise en évidence par les analyses polliniques réalisées dans des tourbières, fait suite au Boréal vers 7500 BP. Durant cette phase, un climat chaud et humide a permis l'extension de la chênaie mixte sur une grande partie de l'Europe.

Atlantique et Boréal correspondent aux périodes les plus chaudes du Postglaciaire. Les températures, ont du atteindre et même dépasser celles de notre époque.

Les conditions d'humidité et de température étaient alors plus favorables qu'actuellement au développement de la végétation.

L'extension des aulnes élimine les derniers pins tandis que s'installent des forêts diversifiées selon les milieux et notamment la chênaie mixte formée de chênes caducifoliés, d'ormeaux, tilleuls et frênes. La chênaie mixte caractérise la flore de la période Atlantique ; les pollens de chêne se sont répandus en grande quantité sur lacs et tourbières. En effet, dans les régions littorales, la remontée du niveau de la mer consécutive à la fonte des glaces entraîne à son tour la remontée des nappes souterraines et la formation de ces tourbières.

En fait, l'installation de la chênaie mixte s'est faite progressivement voyant tout d'abord le développement d'arbres pionniers comme les saules, bouleaux, sorbiers qui se reproduisent jeunes et peuvent conquérir rapidement des espaces vierges. Ces derniers ont ensuite laissé la place à des arbres dits climaciques, en équilibre avec le climat, comme les chênes,

---

\*\* *Ancylus fluviatilis*, mollusque d'eau douce.

tilleuls, ormeaux qui se reproduisent âgés, s'installent lentement mais durablement et limitent la concurrence. La première étape de la mise en place de la chênaie mixte, avec les pionniers, correspondrait au Boréal alors que la seconde étape, avec le développement de la forme climacique de la forêt se situerait à l'Atlantique. Il n'y aurait donc pas de réelle coupure entre ces deux périodes climatiques.

Des alternances humides et sèches se succèdent pourtant, marquées, en Europe occidentale, par la dominance des noisetiers entre les grandes périodes de la chênaie mixte.

La fin de l'Atlantique se situe entre 5500 à 4300 BP selon les études. La diversification géographique de la végétation rend en effet difficile la localisation exacte de la limite Atlantique – Sub-boréal.

Le développement forestier, durant l'Atlantique correspond au plein essor des civilisations à microlithes : Erteböllien du Danemark, Tardenoisien et Castelnovien en France, Mugien au Portugal.

Au même moment, apparaissent des cultures sans doute liées à l'exploitation de la forêt, et de nombreux indices permettent de penser que, très tôt, certains groupes s'adonnent à l'élevage dans des zones défrichées d'Europe occidentale.

La vague néolithique, déferlant depuis le Proche-Orient asiatique, gagne peu à peu toute l'Europe et atteint la France au cours du Ve millénaire.

C'est au cours de la phase atlantique que, par suite d'une importante transgression marine, l'Angleterre se trouve séparée du continent, et le lac à *Ancylus*, qui occupait l'emplacement de la Baltique durant le Boréal, se transforme en une mer (« mer à littorines\*\*\* ») submergeant de nombreux sites du début de la période postglaciaire.

### *Le Sub-boréal*

Cette période de la fin du Postglaciaire débute vers 4500 BP. La grande diversification de la végétation à cette époque rend difficile la comparaison entre les analyses polliniques des régions différentes. Suivant les auteurs, le Sub-boréal débute donc entre 5500 et 4300 BP.

Un climat relativement plus océanique que le précédent (un refroidissement général ainsi qu'une humidité marquée) va caractériser cette

---

\*\*\* *Littorine* ou *Littorina litorea*, *mollusque marin*.

période avec l'augmentation du hêtre, de l'aulne, du sapin et de l'if. Elle se termine sous un climat plus continental avec l'extension du noisetier.

L'influence de l'Homme néolithique sur la végétation se manifeste alors par les pratiques culturelles et pastorales et ce, très nettement, sur le pourtour de la Méditerranée.

### *Le Sub-atlantique*

Cette dernière période de la chronologie pollinique de l'Holocène, dans laquelle nous vivons toujours, débute en 800 av. J.-C. Elle se caractérise par un climat plus froid et une humidité qui s'atténueront par la suite; elle est marquée par le développement du hêtre.

À partir de cette époque, l'activité humaine est de plus en plus sensible. Vers 300 av. J.-C., débutent la déforestation et la culture des céréales.

Les études polliniques enregistrent alors des représentations régionales de la végétation et n'ont plus de valeur climatique absolue.

Le charme, venu de l'est, s'étend progressivement sans doute à la faveur de l'éclaircissement de la forêt par l'homme. Les landes à bruyères se multiplient. Plus tard, un effort de reboisement sera entrepris, avec le pin notamment.

Entre 1200 et 1500 de notre ère cependant, le « petit âge glaciaire », sensible sur toute la terre aura une influence importante sur la végétation, indépendante de l'activité de l'homme et repérable dans les analyses polliniques.

## EXEMPLE DU MASSIF CENTRAL

*Si l'histoire de la végétation postglaciaire du Massif central, en France, est cohérente avec les données générales, des particularités régionales peuvent être mises en évidence. Une étude palynologique a été menée à partir de nombreux sondages réalisés dans des marécages, des tourbières et des lacs (de Beaulieu et al., 1988 ; Reille et al., 1992 ; voir figure 7).*

### **Préboréal**

*Entre 10 000 et 9850 BP, les auteurs ont pu noter, parallèlement à la régression des espèces steppiques, une expansion du bouleau ainsi qu'une légère progression du pin. Entre 9850 et 9500 BP, on observe toujours la présence du bouleau et du pin à laquelle vient s'ajouter le chêne. Ce dernier diminue cependant vers 9500 BP avec le développement du noisetier.*

### **Boréal**

*A 9000 BP, les noisetiers atteignent leur maximum d'extension aux côtés du chêne et de l'aulne, peu de bouleaux persistent, le pin a pratiquement disparu. Cette période est considérée comme climatiquement sèche.*

### **Atlantique**

*A 8000 BP, les noisetiers déclinent au profit de la chênaie mixte mais ne disparaissent pas, même durant le maximum d'expansion de celle-ci ; ils couvriraient sans doute une zone de végétation de plus haute altitude que la chênaie. Le frêne n'apparaît pas avant 6500 BP, l'aulne est presque toujours présent alors que l'if, le hêtre et le sapin sont occasionnels. Ces caractères de la végétation correspondent à une augmentation de l'humidité et à des températures douces.*

### **Sub-boréal**

*À 5800 BP et 5500 BP, le hêtre et le sapin s'étendent à toute la région, le premier étant généralement plus abondant que le second. Ces deux phases à hêtre et sapin se sont faites aux dépens du chêne mais ont provoqué le développement du tilleul puis du frêne. Entre 4600 et 4200 BP, l'expansion régionale du hêtre entraîne le déclin des aulnes et la régression du tilleul, du frêne et du chêne sans pour autant disparaître. Parallèlement à cette expansion, on observe l'apparition du plantain, et d'autres rudérales. On note ainsi le témoignage de l'impact humain sur la végétation. À 4200 BP, la dominance de la forêt de hêtres associés à des sapins se confirme allant jusqu'à la quasi monospécificité au sud et au sud est du Massif central.*

### Sub-atlantique

Entre 2600 et 2200 BP, durant l'Age du Fer, sapins et hêtres dominant. Au cours de la période Gallo-Romaine, a lieu une phase de déforestation et d'exploitation des sapins. On note l'apparition du charme et occasionnellement du noyer. Après le Ve siècle, la région est pratiquement abandonnée. Au Moyen-âge, 820 BP, l'activité agro-pastorale voit le déclin de la forêt, la sur-exploitation du sapin, l'expansion du châtaigner et du noyer associés au charme.

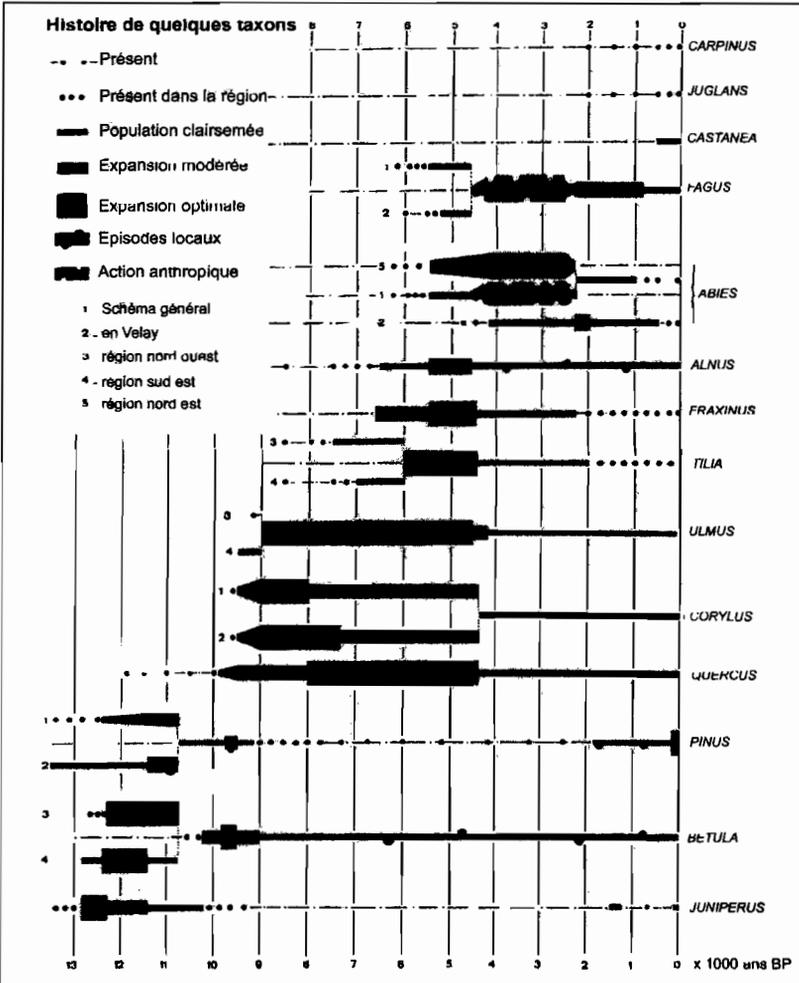


Fig. 7: Holocène du Massif central, Histoire de quelques taxons, (Reille et al., 1992).

## EXEMPLE DE L'ESPAGNE MÉRIDIONALE

Un second exemple est pris dans le sud de l'Europe, dans la région de Grenade, au pied est de la Sierra Nevada. Deux sondages ont été réalisés sur le site de Padul (Pons et al., 1988 ; voir figure 8).

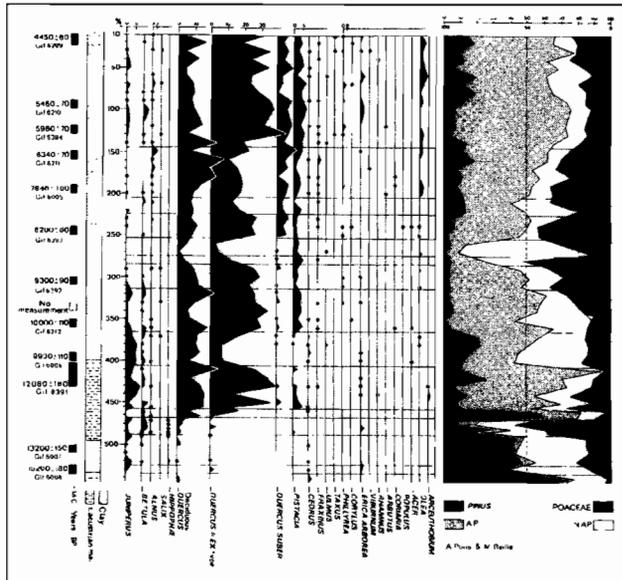
On note une différence assez importante par rapport aux données globales. En effet, l'amélioration climatique observable généralement vers 10 000 BP est ici enregistrée dès 13 000 BP et la phase chaude et humide apparaît avant 8000 BP. Ce décalage peut s'expliquer par la position très méridionale du site et la proximité des refuges de végétation aux périodes glaciaires. La restauration de la végétation se fait ainsi plus rapidement.

Le début du Postglaciaire est marqué à Padul par le développement du chêne vert et du pistachier avec la persistance des espèces steppiques. Le paysage est celui d'une forêt ouverte dans laquelle le pin est peu abondant. La chênaie se retrouve sur les reliefs de la Sierra Nevada, et le chêne liège à basse altitude dans la région. Les espèces steppiques régressent.

Alors que l'importance du chêne vert diminue, le développement du chêne liège marque le début de la période chaude et humide de l'Holocène vers 8200 BP, accompagné du pistachier et de l'olivier. L'extension de ce dernier pouvant être due à une intervention humaine.

A partir de 6000 ans BP, on note un maximum de chêne vert, un pourcentage important de chêne liège et de pistachier.

Fig. 8: Holocène d'Espagne méridionale, (d'après Pons et al., 1988).



Lebreton V., Renault Miskovsky J., Sémah Anne-Marie  
(2004)

La chronologie pollinique de la fin du Pliocène, du  
Pléistocène et de l'Holocène en Europe : stations  
éponymes et historiques : nouvelles données

In : Sémah Anne-Marie (dir.), Renault-Miskovsky J.  
(dir.), Le Thomas A. (préf.), Cheddadi R. (collab.),  
Chepstow-Lusty A. (collab.), Jolly D. (collab.), Lebreton  
V. (collab.), Ledru Marie-Pierre (collab.), Maley Jean  
(collab.), Scott L. (collab.), Van Campo E. (collab.).

*L'évolution de la végétation depuis deux millions  
d'années*

Paris : Artcom et Errance, p. 30-52. (Guides de la  
Préhistoire Mondiale.Paléoenvironnements)

ISBN 2-87772-278-3.