

Troncs subfossiles des bassins de la Meuse, de la Moselle et du Rhin

Prospection Thematic 2000, Rapport 1.

18. avril 2003

Introduction

Dans les sédiments alluviaux des fleuves du centre-ouest européen, déposés au cours des millénaires, il n'est pas rare de trouver des troncs d'arbre. Les plus anciens restes de ces arbres géants reposent au fond des vallées sous plusieurs mètres de graviers accumulés sur près de 10000 ans. L'intensification de l'exploitation des gravières au cours de ces trente dernières années a permis de mettre au jour à intervalles réguliers de véritables forêts-cimetières. L'étude de tels horizons de troncs, déposés au cours du postglaciaire, permet d'ouvrir une fenêtre sur le passé préhistorique et de fournir une nouvelle contribution pour le développement de la recherche du Quaternaire.

Les longues séries de croissance des chênes qui occupaient la forêt riveraine à bois durs sont particulièrement riches en informations que le dendrochronologue s'efforce de déchiffrer. Les largeurs de cernes et les critères anatomiques du bois permettent de définir et de compléter les interprétations dans une perspective paléoécologique, pour ce qui concerne l'évolution postglaciaire du climat, de la végétation et du paysage.

Les études dendrochronologiques ont, tout d'abord, pour but d'établir à l'échelle régionale une chronologie susceptible de servir de référence pour les datations futures. Malgré le grand nombre de bois découverts en contexte archéologique, il ne semble pas possible de développer sur cette base uniquement un calendrier dendrochronologique couvrant l'ensemble de l'holocène. Dans cette perspective, l'apport de nouvelles données par l'étude de bois subfossiles issus de dépôts naturels est sans aucun doute un facteur de progrès.

Cette mesure est urgente, car la réduction successive de l'exploitation des gravières dans les vallées fluviales - et cela pour de bonnes raisons au plan écologique -, fait que le dégagement de troncs devient de plus en plus rare.

Dans l'Europe entière, la constitution de référentiels régionaux est en forte progression. La construction de telles chronologies couvrant l'ensemble de l'Holocène semblait encore utopique il y a quelques années ; aujourd'hui cela paraît parfaitement possible à condition évidemment de s'en donner les moyens.

Il est cependant aussi évident que ces référentiels ne peuvent être construits sans l'aide des bois subfossiles, en particulier pour les phases non-représentées dans les sites archéologiques. Les longues chronologies européennes du chêne (Laboratoires de Belfast, Cologne, Göttingen, Stuttgart-Hohenheim) ont été élaborées à l'aide de matériaux subfossiles. Cependant, pour des raisons de représentativité, l'idéal est évidemment de disposer de différents référentiels basés sur des bois issus de contextes archéologiques et naturels.

A cela s'ajoute le problème de la provenance des échantillons : les bois subfossiles ne viennent jamais de très loin tandis que le commerce du bois « archéologique » (de construction) est souvent sous-estimé. Le recours exclusif à des bois archéologiques peut amener à des biais dans la construction des référentiels régionaux (Jansma, 1992).

En plus de l'élaboration de référentiels dendrochronologiques, les séries de croissance peuvent également être d'une grande utilité pour les études suivantes :

- l'étude de la dynamique fluviale ;
- l'étude de l'évolution des forêts riveraines depuis la fin du Tardiglaciaire ;
- l'influence de la dynamique fluviale et de l'évolution des forêts riveraines sur l'homme ;
- l'impact anthropique (indirect) sur la dynamique fluviale et l'évolution des forêts riveraines.

Vallée du Rhin

Pour la vallée du Rhin (Alsace), 57 arbres subfossiles ont été échantillonnés dans les communes suivantes : Herrlisheim, Nordhouse, Offendorf, Lauterbourg, Seltz et Baldenheim.

Herrlisheim (HERL001)

Très probablement de nombreuses séries d'arbres bien conservés gisent encore sur le fond des plans d'eau. En se fiant à des indications de plongeurs, certains de ces lacs ont été contrôlés en collaboration avec un club de plongée de Strasbourg. L'opération se révélait pratiquement toujours positive. Un premier échantillonnage systématique a eu lieu dans un lac près de Herrlisheim (Bas-Rhin). Les résultats ont été publiés dans une revue spécialisée en archéologie subaquatique. Ce travail collectif est repris ici comme exemple (Tegel et. al. 1999).

L'échantillonnage sous l'eau a nécessité le développement de techniques spécifiques.

Pour pallier un prélèvement par sciage, qui sous l'eau réclame un certain investissement, nous avons employé une tarière de Pressler (modèle de la firme Suunto, Finlande), utilisée généralement pour l'échantillonnage en sylviculture. Avec cette technique, nous sommes parvenus avec un peu d'expérience à extraire des échantillons de qualité. A cette fin, le corps de la sonde a été élargi de 2 mm par W. Schoch (Labor für quartäre Hölzer, CH Adliswil) pour éviter une torsion de la carotte, gonflant dans l'eau. Cette technique de prélèvement, satisfaisante à nos yeux, offre désormais la possibilité d'échantillonner les nombreux arbres situés dans les plans d'eaux de gravières (fig.1).

Fig. 1. Prélèvement en plongée à l'aide de la tarière de Pressler.



La plupart des quarante troncs échantillonnés sont des chênes. On notera deux saules (*Salix sp.*), et un fruitier à pépins (*Pomoideae sp.*), vraisemblablement un sorbier. Les analyses dendrochronologiques ont porté sur 25 chênes à raison de deux carottes par individu (fig. 4). Ce choix s'est effectué en fonction des arbres qui possédaient le plus grand nombre de cernes, en moyenne entre 100 et 200 ans. L'aubier, plus tendre chez le chêne, était absent dans chaque cas. Il a probablement été victime de l'érosion peu de temps après la chute des arbres. De ce fait, les arbres, déracinés à la suite de l'activité des hautes eaux et du recoupement des rives, ont été déplacés par l'eau sur de courtes distances avant d'être couverts par les sédiments fluviaux.

Les séries de 14 arbres ont été synchronisées, permettant la construction d'une chronologie moyenne de 381 années. Cette dernière a été calée sur la chronologie du chêne du sud de l'Allemagne entre 2603 av. J.-C. et 2223 av. J.-C. (fig. 2).

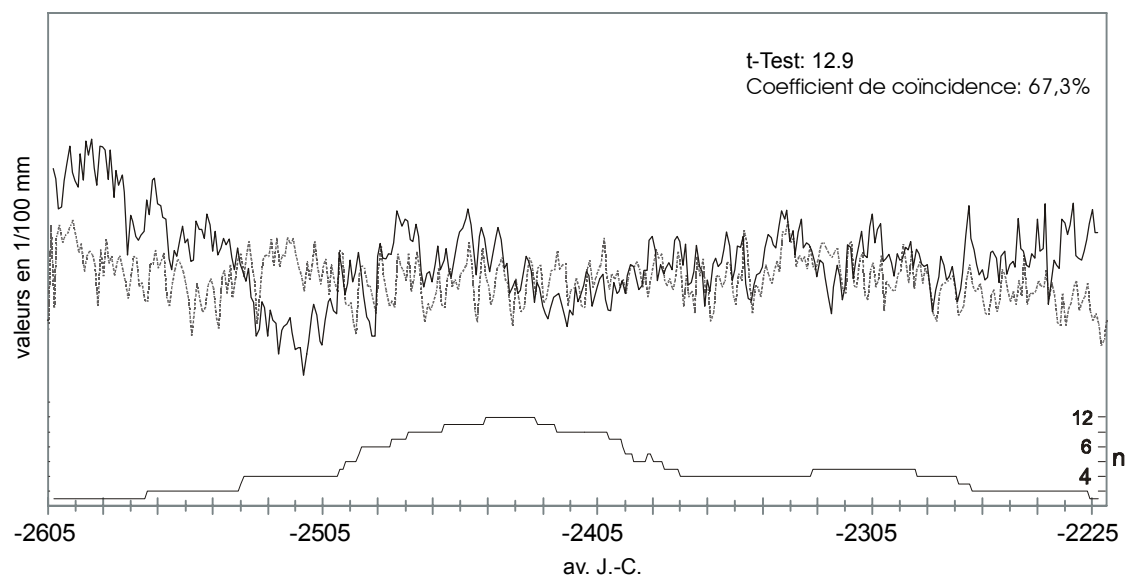


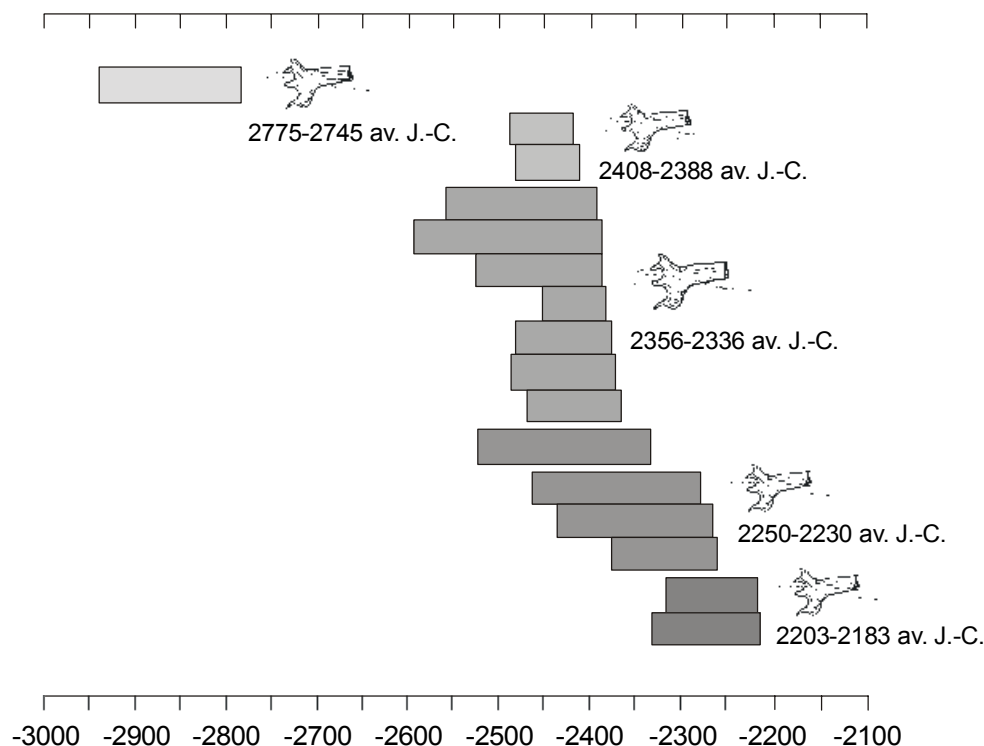
Fig. 2. La séquence d'Herrlisheim en position synchrone avec la chronologie du chêne du Sud de l'Allemagne (B. Becker, Hohenheim). Le diagramme inférieur représente la couverture de la chronologie d'Herrlisheim. En haut à droite sont également reportées les valeurs des tests de corrélation (test de coïncidence et t-test selon E. Hollstein).

Les recherches menées sur de nombreuses années par l'Université de Hohenheim sous la direction de Bernd Becker ont permis d'élaborer pour les principales vallées de l'Allemagne du Sud des référentiels qui couvrent plusieurs millénaires (Becker 1983). Dans notre cas, la chronologie établie n'a pas pu être mise en relation avec des séquences issues de contextes archéologiques. Cela s'explique par une lacune dans les documents archéologiques, notamment pour la période du Néolithique final. Dans l'état actuel des recherches, les chronologies néolithiques constituées principalement à partir de bois palafittiques, ne s'étendent pas en deçà du 25^e siècle av. J.-C.

En raison de l'absence d'aubier, il n'a pas été possible de déterminer précisément la date de mort des quinze arbres datés. En effet, il s'agit ici exclusivement de datations sur bois de cœur qui se rapportent uniquement à la période de croissance du bois conservé. Il est tout de même possible de mieux cerner la période de dépérissement par estimation des cernes manquants - éventuellement des cernes du bois de cœur, probablement dégradés, et en tout cas ceux de l'aubier, qui font défaut -. L'analyse de deux rayons par arbre a donné des résultats concordants ce qui confirme l'hypothèse qu'il ne manque que très peu de bois de cœur. De ce

fait, la fourchette de datation peut être limitée à 40 ans en ajoutant au dernier cerne mesuré vingt cernes de bois de cœur et vingt cernes d'aubier (fig. 3). Ce procédé tient compte des variations habituelles du nombre de cernes dans l'aubier des chênes (Hollstein 1980).

Fig. 3 : Bloc-diagramme des troncs datés. Chaque bloc représente la position des séries de croissance dans le temps. La fourchette relative à l'estimation de la période de dépérissement des arbres est également indiquée.



Les résultats laissent conclure à des inondations importantes et régulières qui seraient à l'origine du dépôt des troncs dans la première moitié du troisième millénaire. Un arbre, mort au milieu de la 2^{ème} moitié du 3^{ème} millénaire, fait exception. Quatre phases de dépérissement ont pu être mises en évidence pour la 1^{ère} moitié du 25^{ème} siècle (fig. 3).

Les analyses effectuées par B. Becker dans la même région du bassin rhénan concernent des aspects importants de la dynamique de cette partie du Rhin au Postglaciaire (Becker 1992, 44-47). A cause des techniques d'exploitation des gravières à partir de bases flottantes, qui ne permettaient pas l'extraction des troncs, le nombre des bois étudiés restait très réduit. Pour cette raison, la technique d'échantillonnage expérimentée en plongée dans le lac de Herrlisheim peut servir de modèle pour des projets futurs.

Au niveau chronologique, les accumulations de troncs indiquent des phases successives d'inondation et de changement du cours du fleuve. La formation des terrasses sur les rives du Rhin est en relation avec la dynamique fluviale. Dans le Nord de l'Alsace, sept terrasses ont été formées, dont six au cours de l'Holocène (Schirmer 1985). Les troncs découverts à Herrlisheim correspondent à la formation de la terrasse, qui, comme l'ont montré des études précédentes (Striedter 1988), s'est effectuée à partir du début du Subboréal.

Les dates de dépérissement sur ce site s'insèrent dans la même fourchette que celles qui ont été mises en évidence par une analyse récente sur le cours de la Moselle près de Trèves (Dörfler, Evans, Löhr 1998). Il s'agit là du début d'une phase d'apogée de l'activité des fleuves dans l'Europe moyenne, phase postulée par B. Becker entre 2400 et 1800 av. J.-C.

Nordhouse (NORD002)

10 carottes provenant de 10 arbres subfossiles ont été prélevé dans la gravière de Nordhouse. 3 échantillons ne possédaient pas assez de cernes et étaient trop mal conservés pour permettre une analyse.

La série de croissance des échantillons a permis la création de deux courbes moyennes. La synchronisation des série DC1 et DC 2 a permis la création d'une courbe moyenne de 203 années intitulée NORD2100. Les échantillons DC3, 4, 5 et 7 ont permis la création d'une seconde courbe moyenne de 146 années intitulée NORD2101.

Pour l'instant, 6 arbres ont pu être datés (fig. 4). Du fait de l'absence d'aubier, il s'agit de datation de bois de cœur. Il est fort probable que pour arriver au dernier cerne de croissance de ces arbres, il ne manque au maximum que 50 cernes de croissances.

De ce fait il s'agit ici d'un premier dépôt d'arbres datant du début du 3^{ème} millénaire et un second dépôt datant du milieu du 3^{ème} millénaire.

Offendorf (OFFE001)

13 arbres d'une gravière située à Offendorf ont fait l'objet d'un prélèvement. L'aubier était absent sur l'ensemble des échantillons. Les premières analyses permettent d'établir qu'il s'agit d'accumulations d'arbres du Haut Moyen Age et de la période du Bronze Ancien et du Bronze Final (fig. 4).

Par la méthode de C14, un arbre de 2 mètres de diamètre, a été daté de la période romaine (1940 ± 30 BP, 25-140 AD cal.). Ce tronc qui possède plus de 200 cernes présente une croissance rapide qui se caractérise par un écart très grand entre les cernes. Cela n'est pas le cas pour les arbres datant de la période du Bronze. Il s'agit, par conséquent, d'un arbre provenant d'une zone de forêt dégagée qui a permis une croissance rapide.

Outre ces chênes, la gravière d'Offendorf a également livré 4 troncs d'ormes (*Ulmus sp.*). Cette essence n'a pas encore été analysée dans la mesure où l'étude initiale porte sur les chênes.



Fig. 5, Offendorf, chêne subfossile datés du 2ème siècle d'un diamètre de 2 mètres.

Fig. 4, listing des échantillons dendrochronologiques

A	=	Numéro dendrochronologique
B	=	Code du site,
C	=	Localisation
D	=	Essence : QUE-Chêne
E	=	Moelle
F	=	Premier cerne d'aubier
G	=	Saison d'abattage: WKS été/automne/hiver; WKF printemps; WK? cambium incertain
H	=	Nombre de cernes
I	=	Date du premier cerne mesuré
J	=	Date du dernier cerne mesuré

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	HERL001	Baum 1	QUE	-	0	---	118	-2387	-2270
2	HERL001	Baum 2	QUE	-	0	---	101	-2327	-2227
3	HERL001	Baum 3	QUE	-	0	---	168	-2569	-2402
4	HERL001	Baum 4	QUE	-	0	---	31	0	0
5	HERL001	Baum 5	QUE	-	0	---	57	0	0
6	HERL001	Baum 6	QUE	-	0	---	172	-2446	-2275
7	HERL001	Baum 7	QUE	-	0	---	61	0	0
8	HERL001	Baum 8	QUE	-	0	---	105	-2480	-2376
9	HERL001	Baum 9	QUE	M	0	---	116	-2497	-2382
10	HERL001	Baum 10	QUE	-	0	---	44	0	0
11	HERL001	Baum 11	QUE	-	0	---	42	0	0
12	HERL001	Baum 12	QUE	-	0	---	107	-2492	-2386
13	HERL001	Baum 13	QUE	-	0	---	155	-2949	-2795
14	HERL001	Baum 14	QUE	-	0	---	67	0	0
15	HERL001	Baum 15	QUE	-	0	---	72	-2499	-2428
16	HERL001	Baum 16	QUE	-	0	---	69	-2461	-2393
17	HERL001	Baum 17	QUE	-	0	---	48	0	0
18	HERL001	Baum 18	QUE	-	0	---	145	0	0
19	HERL001	Baum 19	QUE	-	0	---	71	-2491	-2421
20	HERL001	Baum 20	QUE	-	0	---	76	0	0
21	HERL001	Baum 21	QUE	-	0	---	185	-2474	-2290
22	HERL001	Baum 22	QUE	-	0	---	121	-2343	-2223
24	HERL001	Baum 23	QUE	-	0	---	140	-2535	-2396
26	HERL001	Baum 24	QUE	-	0	---	191	-2534	-2344
27	HERL001	Baum 25	QUE	-	0	---	207	-2603	-2397
1	LAUT001	Baum 1	QUE	M	137	WKS	160	686	845
2	LAUT001	Baum 2	QUE	-	146	---	154	659	812
3	LAUT001	Baum 3	QUE	M	150	---	150	651	800
4	LAUT001	Baum 4	QUE	M	163	---	170	641	810
5	LAUT001	Baum 5	QUE	M	162	WK?	179	661	839
6	LAUT001	Baum 6	QUE	M	150	---	152	651	802
1	NORD002	Baum 1	QUE	-	0	---	200	-3234	-3035
2	NORD002	Baum 2	QUE	-	0	---	137	-3168	-3032
3	NORD002	Baum 3	QUE	-	0	---	91	-2821	-2731
4	NORD002	Baum 4	QUE	-	0	---	88	-2816	-2729
5	NORD002	Baum 5	QUE	-	0	---	117	-2851	-2735
6	NORD002	Baum 6	QUE	-	0	---	132	0	0
7	NORD002	Baum 7	QUE	-	0	---	109	-2874	-2766
1	OFFE001	jan. 2000	QUE	-	0	---	77	0	0
2	OFFE001	jan. 2000	QUE	-	0	---	116	0	0
3	OFFE001	jan. 2000	QUE	-	0	---	97	-1173	-1077
4	OFFE001	jan. 2000	QUE	-	0	---	82	0	0
5	OFFE001	jan. 2000	QUE	-	0	---	222	456	677
6	OFFE001	oct. 2000	QUE	-	0	---	229	-1215	-987
7	OFFE001	oct. 2000	QUE	M	0	---	111	0	0
8	OFFE001	oct. 2000	QUE	M	0	---	166	-1190	-1025
9	OFFE001	oct. 2000	QUE	-	0	---	151	488	638
10	OFFE001	oct. 2000	QUE	-	0	---	178	-2084	-1907
11	OFFE001	oct. 2000	QUE	-	0	---	46	0	0
12	OFFE001	oct. 2000	QUE	-	0	---	152	0	0
13	OFFE001	oct. 2000	QUE	-	0	---	123	0	0
1	SELT001	oct. 2000	QUE	-	0	---	234	957	1190
2	SELT001	oct. 2000	QUE	-	0	---	118	0	0
3	SELT001	oct. 2000	QUE	-	0	---	202	986	1187
4	SELT001	oct. 2000	QUE	-	0	---	168	1041	1208
5	SELT001	oct. 2000	QUE	-	0	---	191	0	0
1	BALD002	oct. 2000	PIN	M	0	---	150	0	0

Lauterburg (LAUT001)

La gravière de Lauterbourg a permis l'échantillonnage de 6 arbres. Ces arbres étaient très bien conservés. Ils possédaient tous encore des restes d'aubier. Les 6 arbres ont été déracinés durant la première moitié du 9^{ème} siècle après J.C.

La série de croissance a permis d'établir une courbe moyenne couvrant la période de 641 à 845 après J.C.

Seltz (SELT001)

Les arbres qui proviennent de la gravière de Seltz sont les arbres subfossiles les plus récents répertoriés à l'heure actuelle dans le nord-est de la France. Sur les 5 arbres analysés, 3 sont datés du Bas Moyen Age. En prenant en considération les cernes d'aubiers absents, on peut conclure que ces arbres ont péri dans la première moitié du 13^{ème} siècle.



Fig. 6 : Seltz, Eichenstämme aus dem 13. Jh. AD.

Baldenheim (BALD002)

Deux échantillons prélevés sur des pins sub-fossiles issus de la gravière communale ont fait l'objet d'une analyse. Comme la chronologie de référence pour cette espèce est inexistante dans la région, il n'est pas possible actuellement d'envisager une datation dendrochronologique.

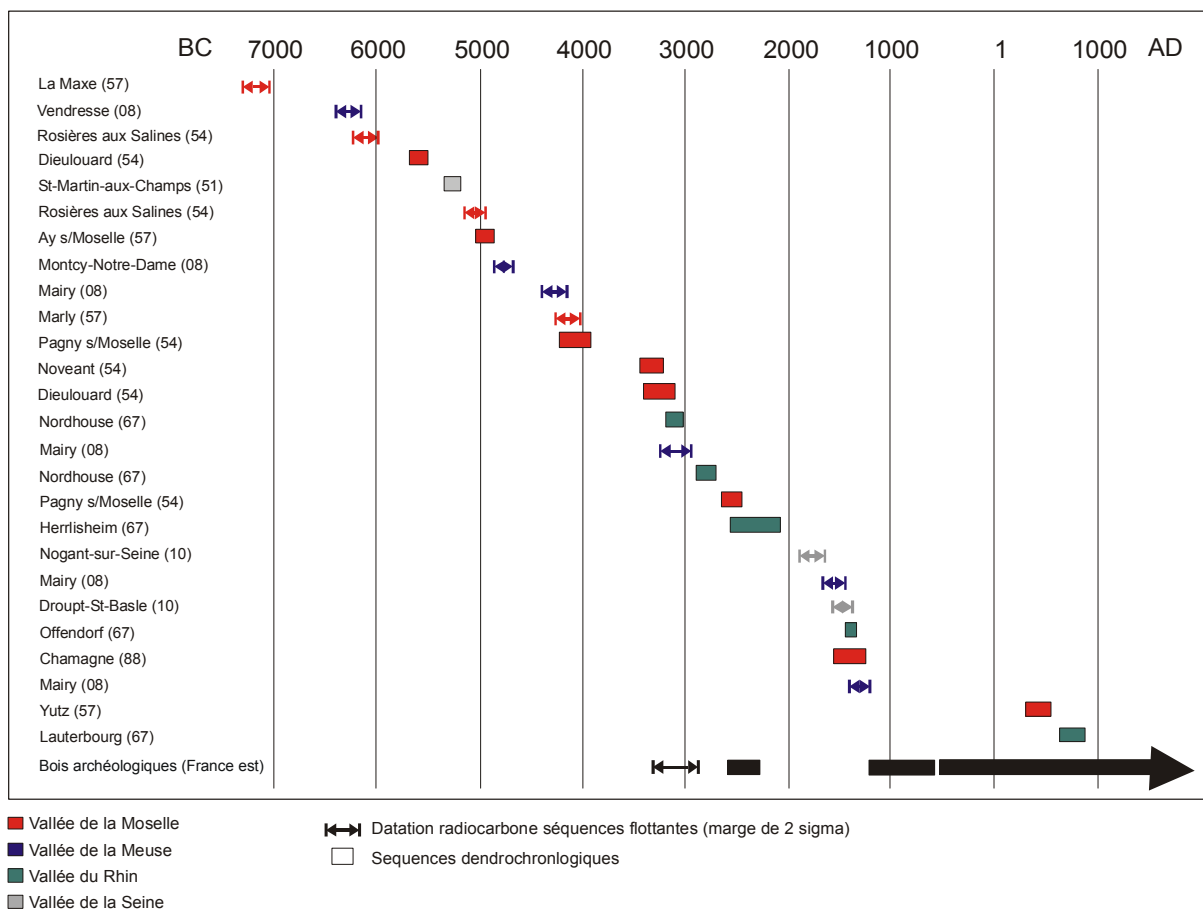
Une analyse par 14C a permis de dater ces arbres entre 8721-8299 avant J.C. (9300 BP).

L'élaboration de courbes dendrochronologiques

A partir des bois fossiles issus de vingt gravières nous avons pu construire vingt-sept chronologies locales. Dans les vallées de la Moselle, de la Meuse et du Rhin, les datations de troncs appartenant à un horizon stratigraphique plus ou moins cohérent montrent des écarts de mille ans. En l'absence d'un contexte archéologique susceptible de livrer un cadre chronologique préliminaire et dans l'impossibilité d'ordonner ces bois dans le temps sur la base d'observations stratigraphiques, les datations dendrochronologiques sont associées à des facteurs d'incertitude.

Dans un champ potentiel de datation de 10000 ans, des positions fortuites ne sont pas à exclure. De plus, les conditions stationnelles des chênes des forêts riveraines, sur des sols fertiles, s'expriment par la formation de séries de cernes complacentes, de faible variabilité et peu exploitables pour le « cross dating ». Pour cette raison, nous avons eu recours à des datages radiocarbones. Après ce premier positionnement à l'intérieur du cadre chronologique, il a été possible, à l'heure actuelle, de dater à l'année près un tiers des chronologies locales. Mais il subsiste toujours de nombreuses séries flottantes (« floating chronologies ») ou des séries non datées. Avec l'accumulation de données qui serviront à leur tour de matériel de référence, le succès des datations se multiplie d'une façon exponentielle. Avec un peu d'optimisme, il devrait être possible d'élaborer prochainement une chronologie continue pour le chêne dans l'Est de la France (fig.3).

Fig. 3 :



Toute interprétation, autre que strictement chronologique, ne peut être que très provisoire au vu du nombre statistiquement insuffisant de troncs. Ce n'est que la concordance avec certains phénomènes déjà observés ailleurs, et particulièrement dans le sud de l'Allemagne (Becker, 1982) qui permet, sous toute réserve, d'aller un peu plus loin dans nos suggestions.

L'approche

En Alsace-Lorraine, dans les bassins de la Moselle et du Rhin, des échantillonnages effectués depuis quelques années, démontrent des arrivées massives de troncs subfossiles à certaines dates. Leur nombre important et le fait que ces phases ont souvent déjà été démontrées dans le sud de l'Allemagne permet de les traiter par dendrochronologie, sans recours à d'autres méthodes, au moins pour les principales.

D'après les premiers résultats obtenus en Champagne et d'après ce qu'on peut supposer par comparaison avec d'autres bassins similaires de la Mer du Nord, l'arrivée de ces arbres serait beaucoup plus régulière et moins massive ; en l'absence de séries d'arbres, plusieurs dates (dendro) sont possibles et le recours au 14C est nécessaire pour les situer grossièrement. Il apparaît ainsi clairement qu'il ne s'agit pas des mêmes phases que celles observées dans le bassin du Rhin-Moselle.

Cela rend cette recherche en même temps plus intéressante mais aussi plus difficile. Il faut en effet pouvoir multiplier les dates 14C dès lors que des possibilités probantes de datation dendrochronologique se présentent et accumuler ainsi progressivement des portions de courbe.

L'étude de l'évolution des forêts riveraines depuis la fin du tardiglaciaire

Cette approche ne peut se substituer à la palynologie ou à l'étude des macrorestes végétaux mais donne plus de précision sur la chronologie ; des compléments importants sur les variétés, sur la position exacte de certaines essences, les maladies (hanneton, etc.), types de forêts, etc.. peuvent être obtenus. Les problèmes de conservation différentielle (bois dur versus bois blanc) sont réelles mais restent maîtrisables.

L'idéal est évidemment de combiner les trois approches mais pour cela des moyens d'un autre ordre seraient nécessaires ; des compléments pourront cependant toujours être réalisés sur les parties conservées, en bordure des gravières, si cela s'avérait particulièrement important (en fonction des dates obtenues).

L'étude de la dynamique fluviale

La précision des dates et la facilité de quantifier ces phénomènes de dépôt d'arbres subfossiles sont une source de haute qualité pour cette étude. Becker avait déjà indiqué des phases de charriement de quantités impressionnantes de troncs correspondant à des forêts de surface importante ; pour la France, on ne connaît aucune étude sur l'holocène qui a intégré cet aspect, que ce soit en climatologie, palynologie, géologie alluviale, archéologie ou histoire.

Pour l'Alsace et la Lorraine, l'intérêt est surtout de pouvoir comparer deux bassins différents (Rhin et Moselle) qui semblent d'ailleurs s'opposer au Meuse et Seine pour lesquels on connaît déjà certaines des grandes phases de dépôt.

La relation homme-dynamique fluviale est complexe et des impacts réciproques peuvent être supposés.

L'influence de la dynamique fluviale et de l'évolution des forêts riveraines sur l'homme

Cette influence est complètement sous-estimée par les archéologues. Les phases de déposition de troncs d'arbres peuvent traduire une énorme érosion (et dépôt) de surfaces importantes de forêt (et éventuellement d'autres types de milieu). Cela a forcément été vu et vécu par l'homme et l'impact sur l'implantation de l'habitat, l'exploitation de l'environnement animal et végétal, etc. ne peut être nié. Il est ainsi surprenant qu'aucune (des milliers d') étude(s) sur le campaniforme ne fasse référence, voire traite, des grandes phases de charriable de la seconde moitié du troisième millénaire.

L'impact anthropique indirect sur la dynamique fluviale et l'évolution des forêts riveraines

L'origine, ou l'impact anthropique indirect, sur ces phénomènes ne doit pas être sous-estimé. Par le biais des défrichements, ou par le biais plus général de toute intervention dans la flore ou la faune, l'homme peut avoir un impact sur les forêts riveraines et la dynamique fluviale, ce qui peut se traduire par le dépôt d'arbres sub-fossiles. La preuve stricte n'a pas encore été établie mais l'exemple du haut moyen âge avec cette reprise très forte de déposition est assez troublant (Becker 1982). C'est précisément dans ce cadre que les comparaisons entre les bassins sont particulièrement intéressantes puisque des différences, apparaissant à certaines époques, pourront être corrélées à un impact anthropique.

Bibliographie

BECKER B. ; Dendrochronologie und Paläoökologie subfossiler Baumstämme aus Flussablagerungen. Ein Beitrag zur nacheiszeitlichen Auenentwicklung im südlichen Mitteleuropa. Verlag der österreichischen Akademie der Wissenschaften. Band 5, Wien 1982

DÖRFLER W., EVANS A., LÖHR H. ; Trier Walramsneustraße – Untersuchungen zum römerzeitlichen Landschaftswandel im Hundsrück-Eifel-Raum an einem Beispiel aus der Trierer Talweite. Studien zur Archäologie der Kelten, Römer und Germanen in Mittel- und Westeuropa. Hrsg. Andrea Müller-Karpe, Rahden/Westf. Leidorf 1998

HOLLSTEIN E. ; Mitteleuropäische Eichenchronologie. Trierer Grabungen und Forschungen, Band XI. Verlag Philipp von Zabern, Mainz 1980

JANSMA E. ; Dendrochronological methods to determine the origine of oak timber : a case study on wood from s'Hertogenbosch. *Helinium*, XXXII, 1-2, p. 195-214. Wetteren 1992.

MACE S., VEROT-BOURRELY A., BRAVARD J.-P. ; Genèse et fonctionnement holocène de la plaine alluviale du Rhône à Lyon. In Archéologie et environnement des milieux aquatiques : lacs, fleuves et tourbières du domaine alpin et de sa périphérie. Paris 1992, Editions du C.T.H.S.

SCHIRMER W., K. ; Alter und Bau der Rheinebene nördlich von Straßburg. Deuqua-Exkursionsführer 2, Hrsg. Heuberger H. Hannover 1985 (p. 3-13)

STRIEDTER K. ; Holozäne Talgeschichte im Unterelsaß. Diss. Math.-Nat. Fak, Universität Düsseldorf 1988 (235 p.)