Zeitschrift: Mémoires de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles

Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles

Band: 19 (1991-1999)

Heft: 3: Les troncs d'arbres fossiles des gravières du Duzillet (Ollon, VD, Suiss) et l'évolution du Chablais au tardi-et postglaciaire

Artikel: Exploitation dendrochronologique et analyses 14C

Autor: Hurni, Jean-Pierre / Monnard, Eric / Orcel, Christian

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-260093

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Mém. Soc. Vaud. Sc. Nat. 19.3: 277-298. ISSN 0037-9611

Exploitation dendrochronologique et analyses ^{14}C

par

Jean-Pierre HURNI[1], *Eric MONNARD*[1], *Christian ORCEL*[1]
et Jean TERCIER[1]

Historique de la recherche dendrochronologique

Le projet d'analyse dendrochronologique des bois fossiles du Duzillet a été mis en place dès 1984. A cette époque, la dendrochronologie en était encore à un stade de recherche et de constitution de références pour le chêne (*Quercus* sp.), particulièrement pour les périodes situées avant l'an mille.

En Europe, la création de référentiels dendrochronologiques se faisait principalement à partir de bois fossiles découverts dans les dépôts sédimentaires, notamment en Allemagne (Becker et Delorme 1978) et en Irlande (Baillie 1982). L'objectif des laboratoires était alors de créer des chronologies remontant le plus loin possible dans le temps. Des incertitudes subsistaient encore sur le raccord très peu étayé entre les chronologies du haut moyen âge et celles de la période romaine. Le raccord entre la période romaine et les périodes protohistoriques et préhistoriques était encore incertain. Les nombreuses chronologies établies à partir des bois provenant des sites lacustres de l'âge du Bronze et de ceux de la période néolithique étaient «flottantes»[3].

Les données géologiques dont nous disposions en 1984, concernant le remplissage de la vallée du Rhône à l'endroit du Duzillet, étaient trop lacunaires pour fournir des indications préalables sur l'âge des sédiments contenant les bois que nous allions étudier. Elles laissaient supposer des dépôts récents datant des deux derniers millénaires (Freymond 1971). Ainsi, les bois qui allaient être extraits des dix premiers mètres du matériel sédimentaire devaient avoir été déposés durant cette période. Cette hypothèse était du moins corroborée par les travaux de Bernd Becker effectués sur des bois provenant du remplissage des vallées du Rhin, du Main et du Danube en Allemagne (Becker 1983).

[1]Laboratoire Romand de Dendrochronologie, rue St.-Michel 4, CH-1510 Moudon.

CODEN: MSVNAU
© Société vaudoise des Sciences naturelles
Droits de reproduction réservés

La partie sud de la gravière a été exploitée dès 1974. D'après les indications fournies par les ingénieurs des routes nationales, des troncs ont été mis au jour dans ce secteur. A l'époque, ils n'ont cependant pas fait l'objet d'une attention particulière. A partir de 1983, l'exploitation a été déplacée dans la partie nord. Dans ce secteur, entre 1984 et 1994, date de la fin de l'exploitation de la gravière, 118 troncs ont pu être répertoriés et analysés.

Les premières séries d'analyses effectuées sur les chênes ont démontré que ces bois n'étaient probablement pas attribuables à la période présumée et qu'ils se situaient dans un cadre chronologique beaucoup plus large. En effet, à quelques exceptions près, les longues séquences dendrochronologiques ne pouvaient être datées sur la chronologie absolue établie pour le chêne et remontant jusqu'en l'an -4089. Cette dernière chronologie a été présentée en 1985; elle est le résultat d'une importante synthèse des recherches effectuées par les laboratoires de Hohenheim (D), Hemmenhofen (D), Moudon (CH), Neuchâtel (CH) et Zürich (CH) (BECKER *et al.* 1985).

Les bois du Duzillet présentaient donc effectivement un grand intérêt pour la constitution de référentiels dendrochronologiques, mais pour des périodes beaucoup plus anciennes que prévues. En Suisse, le Duzillet constitue le gisement le plus important de chênes fossiles connu pour les périodes antérieures à -4089. Les trouvailles de chênes aussi anciens sont en effet exceptionnelles et ne concernent que des bois isolés[4].

En Allemagne, les recherches de B. Becker se sont poursuivies et lui ont permis d'aboutir en 1992 à une chronologie continue pour le chêne remontant jusqu'en l'an -8022 (BECKER 1993). Avec sa collaboration et sur la base de ses récents résultats, nous avons tenté la datation absolue des séquences dendrochronologiques obtenues sur le site du Duzillet, bien que les distances entre le Chablais vaudois et les sites du sud de l'Allemagne soient importantes. Les résultats de cette tentative sont présentés plus loin.

Avant les premiers décapages, dans la partie nord de la gravière, la ferme du Duzillet, datant probablement du XVIIe siècle, a été détruite pour permettre l'exploitation de ce secteur. Il faut signaler quelques trouvailles archéologiques intéressantes qui ont été faites fortuitement lors de l'exploitation. Une roue de char à rayons en bois d'un diamètre de 105 cm environ, actuellement conservée au Musée Cantonal d'Archéologie, a été extraite à quelques mètres de profondeur. Sa datation[5] révèle que l'année d'abattage de l'arbre utilisé pour la construction de cette roue n'est pas antérieure à l'an 1598. «*Cette roue doit avoir appartenu à un coche ou à un char circulant sur les routes du Chablais à l'aube du XVIIe siècle*» [6]. Une structure de petit pieux en bois de feuillus, du hêtre, du saule et de l'érable, a également été découverte. Une datation par le radiocarbone la situe en 250 ± 50 ^{14}C BP[7].

PRÉLÈVEMENTS

Les prélèvements ont été effectués sur les troncs déposés sur les berges du plan d'eau après leur extraction. La première série de prélèvements a été faite en 1984 avec la collaboration des forestiers de Bex.

Par la suite, les visites sur le site et l'échantillonnage ont été effectués par nos soins au moins une fois par semestre, parfois en réponse à l'appel des

exploitants nous signalant la sortie de nouveaux troncs. Les prélèvements ont pris fin en 1993 avec l'abandon de l'exploitation.

Les forestiers de Bex ont réalisé les premiers échantillonnages par tronçonnage.

Les exploitants espérant trouver des débouchés pour les troncs dans la menuiserie ou l'ébénisterie, nous avons dû procéder à l'échantillonnage par carottage à la tarière manuelle, afin de ne pas endommager le bois. L'outil utilisé a été la sonde finlandaise, permettant d'obtenir au choix des carottes d'un diamètre de 5 mm ou de 12 mm et d'une longueur maximale de respectivement 40 ou 75 centimètres (fig. 3).

Figure 3.–Carottage d'un tronc de chêne à l'aide de la sonde finlandaise de 12 mm. Sur les contreforts des racines, on distingue l'aubier craquelé. Celui-ci est déjà manquant à l'emplacement du carottage.

A partir de 1987, nous avons eu la possibilité de prélever des sections de troncs, ceux-ci n'ayant pas trouvé d'acquéreurs (fig. 4).

Idéalement, l'échantillonnage doit être effectué dans les heures qui suivent l'extraction des bois. Sur le chêne, les quelques centimètres de la périphérie du tronc (aubier) se conservent parfaitement dans la nappe phréatique, mais se dégradent rapidement à l'air libre. Après quelques jours, l'aubier est desséché, déformé, il s'émiette et n'est plus prélevable. Lors de l'extraction des troncs pris dans le godet et le câble de la drague, l'aubier a souvent été sérieusement endommagé. Le bois de duramen, quant à lui, est d'une grande dureté et se conserve très bien.

Pour des raisons pratiques, notre présence lors de la sortie de chacun des troncs n'a pas été possible. Les cernes d'aubier n'ont donc pas pu être prélevés systématiquement. D'après nos observations, l'aubier était présent sur la majorité des troncs de chêne. Le but des analyses étant la constitution de chronologies, seuls les aubiers non déformés ont été prélevés. Tous les carottages ont cependant été pratiqués depuis la limite du duramen et de l'aubier jusqu'à la moelle de l'arbre.

Les échantillons sont rapidement emballés en sachets sous vide d'air, et stockés à l'abri de la lumière du jour. Cet archivage les préserve au maximum

Figure 4.–Echantillonnage à la tronçonneuse sur le mélèze 505VOD, daté du Dryas récent.

des dégradations physiques et bactériologiques. Il permet de conserver les bois dans de bonnes conditions, autorisant une reprise des analyses à n'importe quel moment si cela est nécessaire.

Les observations concernant la dimension des arbres, leur type de croissance, la présence de l'écorce, de branches, de racines, l'état de conservation et le degré d'érosion des troncs ont pu être faites sur le terrain. Compte tenu de la légère infrastructure de surveillance du site mise en place avec les exploitants de la gravière, il n'a pas été possible de situer la position stratigraphique des troncs dans les sédiments; nous avons de ce fait organisé quelques plongées de reconnaissance afin de rechercher des éléments en place et tenter de les positionner (fig. 5).

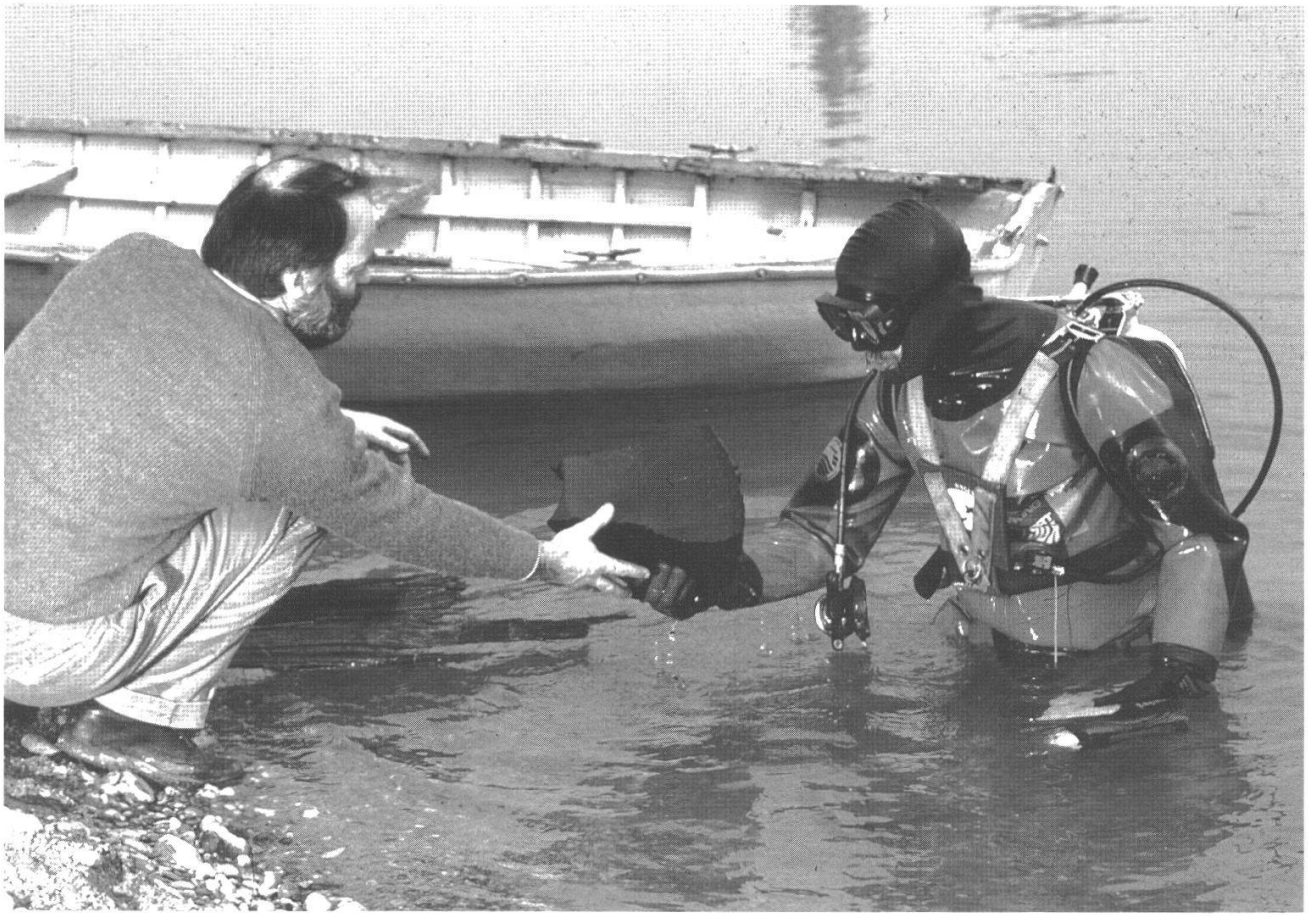

Figure 5.–Prélèvement en plongée du chêne 11004VOD.

ETAT ACTUEL DES RECHERCHES EN DENDROCHRONOLOGIE DANS LA RÉGION DU CHABLAIS

Les acquis dendrochronologiques spécifiques à la région chablaisienne sont constitués en grande partie par l'analyse de bois provenant de sites de l'époque médiévale[8]. Les essences végétales les plus couramment rencontrées dans les sites ou les bâtiments analysés sont le chêne, le sapin blanc (*Abies alba*),

l'épicéa (*Picea abies)* et le mélèze (*Larix decidua).* Ces sites fournissent des bois dont la datation est assurée et de nombreux référentiels bien étayés ont pu être constitués pour ces quatre essences. Le Chablais constitue donc une région propice à l'analyse et la datation dendrochronologique.

Etat des recherches pour le chêne

A ce jour, les référentiels disponibles pour dater les bois de chêne sur l'ensemble du territoire suisse remontent jusqu'en l'an -4089. Ils sont particulièrement bien étayés pour les périodes médiévale, romaine, pour l'âge du Fer, l'âge du Bronze et le Néolithique, époques riches en bois archéologiques. Au-delà de cette date, les travaux de B. Becker effectués au sud de l'Allemagne peuvent servir de référence pour dater les bois plus anciens.

Pour le chêne du Chablais, les datations sont effectuées sur la base de tous les référentiels disponibles pour l'ensemble du territoire suisse.

En ce qui concerne la préhistoire, un seul site a été analysé par la dendrochronologie. En effet, l'analyse et la datation de quelques bois provenant d'un site néolithique près du Château de Chillon[9] au bord du lac Léman, ont permis d'obtenir une séquence moyenne de 161 ans. Cette séquence est parfaitement synchronisée avec les référentiels obtenus sur les sites néolithiques de la région des trois lacs[10].

Etat des recherches pour les conifères

Pour l'épicéa, le sapin blanc et le mélèze, les datations sont effectuées, en fonction de la provenance des bois, sur la base des référentiels constitués à partir de bois provenant des régions de plaine, préalpines ou alpines. Pour ces trois essences, c'est sans doute en Suisse sur les régions du Jura, du Moyen-pays et de l'arc alpin que les travaux sont actuellement les plus avancés et les référentiels les mieux étayés. Ils permettent de remonter jusqu'en l'an 1013 pour l'épicéa, 846 pour le sapin blanc et 620 pour le mélèze.
Pour les périodes romaine et gallo-romaine, il faut mentionner le site de Massongex[11], qui a fourni des bois de sapin blanc exceptionnellement âgés, permettant la constitution d'une séquence moyenne de 356 ans. Celle-ci a pu être corrélée de manière excellente avec une séquence moyenne obtenue par l'analyse de bois provenant de glissements de terrain aux Diablerets (SCHŒNEICH *et al.* 1996, 1997). Ces référentiels du sapin blanc s'étendent de la Tène moyenne à l'époque romaine. Ils ont servi de base pour la datation absolue de bois mis au jour sur les sites de Carouge[12], Nyon[13], Avenches[14], Yverdon-les-Bains[15], Lyon[16], Besançon[17] et Strasbourg[18]. La portée géographique de ce référentiel est particulièrement remarquable et ceci pour dater des bois de provenances écologiques différentes. Pour la même période, les bois d'épicéa fournis par les sites archéologiques ou par les gisements naturels sont difficiles à travailler. Ces bois sont rarement agés de plus de 150 ans.

Il faut signaler qu'en Suisse et en Allemagne, des bois fossiles provenant de moraines, de glissements de terrain, de gravières et de tourbières, ont fourni des séquences flottantes situées chronologiquement par des datations ^{14}C. L'état actuel des chronologies ne permet pas encore de les dater dans l'absolu.

Le corpus

Caractères dendrologiques des bois analysés

Dans ce chapitre, l'aspect général du matériel est décrit tel qu'il est apparu sur le terrain. Les renseignements fournis par l'analyse de laboratoire, essence végétale, diamètre des troncs et durée de vie des arbres sont présentés dans un deuxième temps.

L'état de conservation des bois du Duzillet, enfouis depuis des millénaires en milieu anaérobie, est excellent. Les troncs de chêne dégagés sont d'une longueur comprise entre 8 et 15 mètres. Il s'agit aussi bien de troncs trapus que de chênes de haute futaie. Ils présentent à la souche le départ des grosses racines et à la tête le départ des branches principales. La plupart de ces troncs possèdent de l'aubier et de l'écorce. Ils sont sains et ne présentent pas de creux ou de pourrissement au cœur.

Ces arbres ne sont certainement pas morts de vieillesse, mais sont tombés lors d'événements naturels tels que l'érosion des berges et les coups de vent violents. La présence des départs de branches, des racines et de l'écorce indique qu'ils n'ont pas été charriés mais qu'ils se sont sédimentés non loin du lieu de leur chute et qu'ils ont été rapidement recouverts par des apports fluviatiles.

Les troncs de conifères sont longs d'environ 10 mètres. Il s'agit de troncs droits, sans racines, le fût, côté cime, sectionné aux deux tiers environ de la longueur. Le départ des branches a complètement disparu, la partie périphérique des troncs, écorce et aubier, est absente dans la plupart des cas. Ces arbres ont été roulés et sont fortement érodés. Ils peuvent avoir été charriés loin de leur lieu d'origine.

Des troncs d'autres essences végétales ont été extraits. Il s'agit de bois de feuillus tels que le saule (*Salix* sp.), l'aulne (*Alnus* sp.), le frêne (*Fraxinus excelsior*), et le peuplier (*Populus* sp.). Ces bois de faible densité sont moins bien conservés et ont été sérieusement endommagés lors de leur extraction. La plupart d'entre eux présentent un rythme de croissance rapide, les cernes de croissance étant larges et relativement peu nombreux. Ces bois ne rentrant pas dans le cadre défini par la recherche, ils n'ont pas fait l'objet d'analyse dendrochronologique.

Les bois ont été sélectionnés en fonction des essences présentant un intérêt fondamental pour la constitution de chronologies. Les analyses de laboratoire se sont donc concentrées sur le chêne et les conifères, prioritairement sur les individus fournissant les plus longues séquences dendrochronologiques. La quasi-totalité des chênes et des conifères ont été analysés. Les résultats donnent des indications sur les individus les plus importants par la taille et par l'âge et une vision quasi complète de l'ensemble des chênes découverts au Duzillet.

Essences végétales

Au total, 118 troncs ont été analysés. Le chêne, avec 108 bois, représente l'essence dominante. Les conifères ne sont représentés que par 10 individus, soit 5 mélèzes, 4 pins sylvestres (*Pinus silvestris*) et 1 sapin blanc. Contrairement aux chênes qui ont poussé *in situ*, ils proviennent certainement de régions situées en amont, ce qui peut expliquer leur faible représentation.

Diamètre des arbres
La plupart des arbres analysés présentent un diamètre supérieur à 35 cm (fig. 6). Les plus gros d'entre eux mesurent jusqu'à 1 m de diamètre, soit une circonférence de plus de 3 mètres à hauteur d'homme. Les plus gros chênes atteignent un diamètre supérieur à celui des conifères, ce qui correspond à ce que l'on rencontre dans nos forêts actuelles.

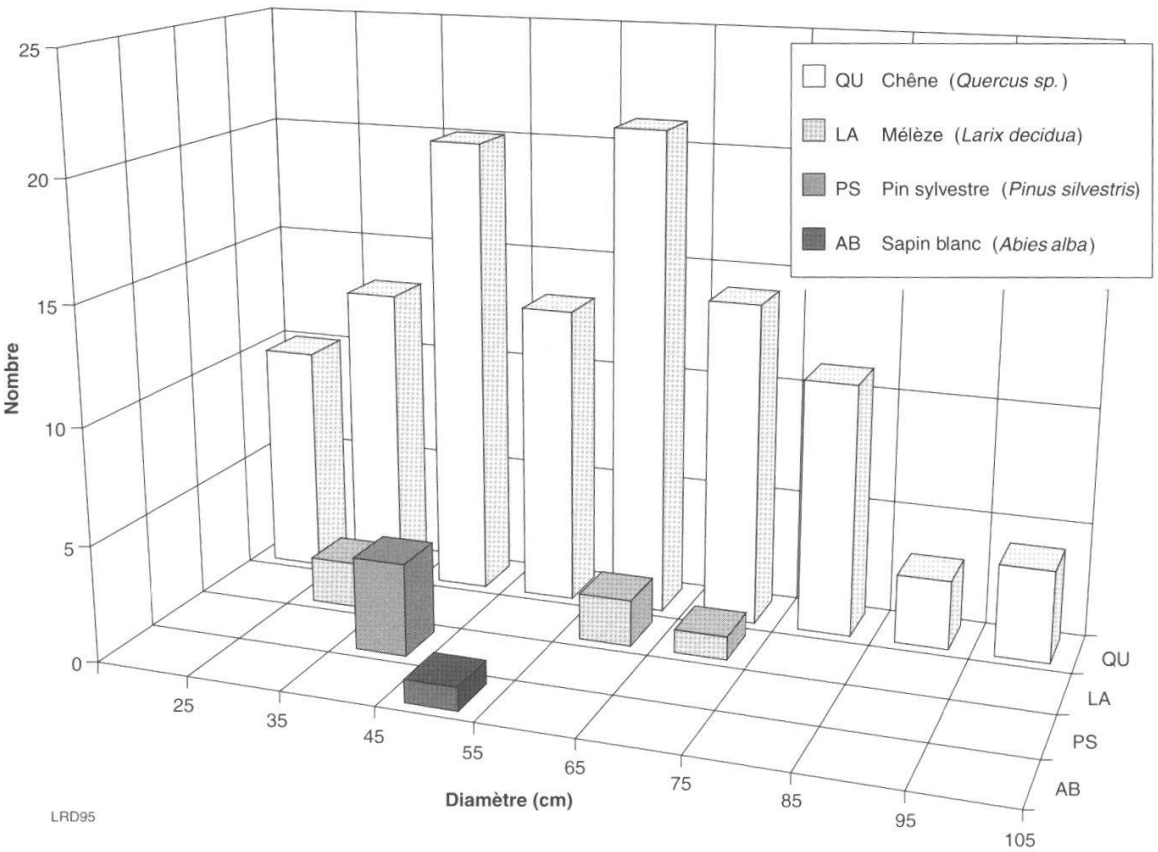

Figure 6.–Histogramme sur la répartition des troncs par diamètre.

Age des arbres
Toutes les classes d'âge sont représentées parmi les bois extraits du Duzillet (fig. 7).
Les saules, les peupliers et les aulnes, comptent très peu de cernes de croissance et sont parmi les arbres les plus jeunes. Ces feuillus ont en général une durée de vie beaucoup plus faible que les chênes et les conifères et ne deviennent que rarement centenaires.

Les chênes analysés ont un âge moyen de 128 ans, le nombre de cernes mesurés correspondant dans la plupart des cas à l'âge réel des bois. La plupart d'entre eux se situent dans une tranche d'âge comprise entre 60 et 200 ans et certains individus dépassent les 300 ans. Des chênes de tous âges sont donc présents dans le sédiment, confirmant l'hypothèse que ces bois ont été arrachés par des événements naturels.

Les pins sont relativement jeunes. Le plus vieux d'entre eux compte 143 cernes de croissance. Les sapins et les mélèzes sont en général plus âgés que les chênes et les pins. Sur l'un des mélèzes, 363 cernes de duramen ont été mesurés. Il s'agit d'un arbre qui devait avoir plus de 400 ans lors de sa mort, ce qui correspond dans nos forêts actuelles à un individu très âgé. Cet arbre est le seul sur lequel un pourrissement au cœur ait été observé, ce qui indique que sa mort et sa chute sont probablement liées à un état de faiblesse dû à son âge.

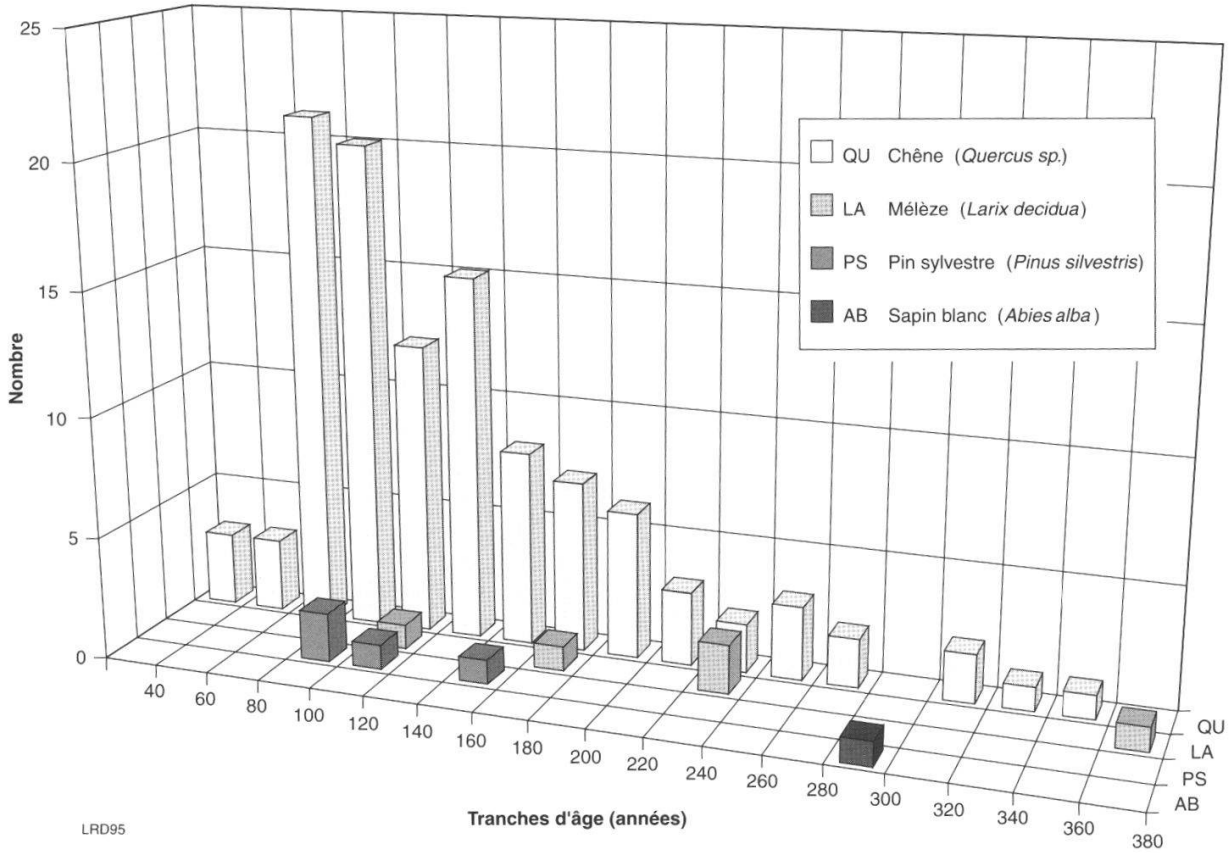

Figure 7.–Histogramme sur la répartition des troncs par classe d'âge.

Résultats dendrochronologiques et ^{14}C

Dans ce chapitre nous présentons la synthèse et les résultats les plus significatifs du point de vue de la chronologie, soit les bois datés par dendrochronologie et les bois ou groupes de bois plus anciens datés par la méthode du radiocarbone (voir tableau 1).

Concernant le chêne, les recherches en datation absolue ont été effectuées sur la base des chronologies existantes pour la Suisse[19]. Les recherches en synchronisation sur les séquences dendrochronologiques obtenues ont permis de réunir 61 séquences en 13 groupes distincts. Les recherches en datation ont été effectuées sur la base de ces 13 regroupements de séquences ainsi que sur les 47 séquences restantes. Le nombre total de bois datés par la dendrochronologie se monte à 16. Des analyses par le radiocarbone ont été effectuées sur les 13 groupes de bois et sur 7 bois isolés[20].

Tableau 1.–Synthèse des résultats dendrochronologiques et des datations ^{14}C (résultats LRD et Archéolabs).

DENDROCHRONOLOGIE					DATATION PAR LE RADIOCARBONE			
N° des séquences	Essence	Nombre de cernes	N° des échantillons	Situation chronologique	N° des échantillons et fragments soumis à l'analyse ^{14}C	N° de références	Age ^{14}C Brut	Date ^{14}C calibrée
505 VOD	LA	363 ans	505	actuellement hors référence	505 (cernes 217 à 252)	ARC 1026	10370 ± 65 BP	10535 - 9975 BC
310 VOD	QU	334 ans	310	actuellement hors référence	310 (cernes 1 à 23)	ARC 678	9645 ± 110 BP	9050 - 8430 BC
6001 VOD	QU	191 ans	10, 11, 14, 58, 61	actuellement hors référence	14 (cernes 57 à 77)	ARC 273	8230 ± 50 BP	7425 - 7040 BC
501 VOD	LA	230 ans	501	actuellement hors référence	501 (cernes 1 à 100)	ARC 994	8240 ± 65 BP	7420 - 7W BC
201 VOD	QU	190 ans	201	actuellement hors référence	201 (cemes 31 à 70)	ARC 349	7630 ± 60 BP	6620 - 6240 BC
6000 VOD	QU	221 ans	6, 9	actuellement hors référence	6 (cernes 16 à 35)	ARC 347	7260 ± 60 BP	6230 - 5980 BC
313 VOD	QU	201 ans	313	actuellement hors référence	313 (cernes 45 à 83)	ARC 679	7155 ± 55 BP	6120 - 5845 BC
11004VOD	QU	28 ans	11004	actuellement hors référence	11004 (cernes 1 à 25)	ARC350	7100 ± 70 BP	6100 - 5770 BC
6014 VOD	QU	133 ans	43, 64, 111, 112, 307	actuellement hors référence	307 (cernes 45 à 60)	ARC 676	7070 ± 55 BP	6080 - 5760 BC
6005 VOD	QU	193 ans	45, 60, 78	actuellement hors référence	60 (cernes 40 à 50)	ARC 115	6880 ± 60 BP	5955 - 5630 BC
12VOD	QU	301 ans	12	actuellement hors référence	12 (cernes 115 à 173)	ARC 275	6860 ± 60 BP	5950 - 5580 BC
6004 VOD	QU	349 ans	48, 53, 55, 56, 104, 202	actuellement hors référence	48 (cernes 1 à 33)	ARC 274	6840 ± 50 BP	5830 - 5570 BC
6017 VOD	QU	289 ans	117, 200, 306, 311, 315	actuellement hors référence	200 (cernes 47 à 67)	ARC 281	6000 ± 50 BP	5060 - 4780 BC
6016VOD	QU	129 ans	308, 309	actuellement hors référence	308 (cernes 63 à 78)	ARC 677	5540 ± 50 BP	4500 - 4260 BC
6018 VOD	QU	172 am	203, 303, 304, 701	actuellement hors référence	303 (cernes 47 à 61)	ARC 675	5495 ± 55 BP	4465 - 4240 BC
6019 VOD	QU	139 ans	704, 705, 706	actuellement hors référence	705 (cernes 58 à 73)	ARC 1027	5320 ± 50 BP	4330 - 4005 BC
6003 VOD	QU	107 ans	8, 15, 17, 30, 40, 41, 72	actuellement hors référence	17 (cernes 20 à 30)	ARC113	5220 ± 45 BP	4225 - 3970 BC
6006 VOD	QU	94 ans	42, 59, 205	en limite de référence	59 (cernes 30 à 45)	ARC 114	5200 ± 55 BP	4225 - 3823 BC
316 VOD	QU	241 ans	316	-3220 à -2980	316 (cernes 70 à 85)	ARC680	4610 ± 50 BP	3515 - 3105 BC
500 VOD	AB	289 ans	500	actuellement hors référence	500 (cernes 258 à 270)	ARC996	4570 ± 50 BP	3500 - 3100 BC
6002 VOD	QU	178 ans	44, 46, 57, 62, 105, 708, 711	-3166 à -2960	62 (cernes 52 à 67)	ARC 116	4550 ± 50 BP	3490 - 3050 BC
6007 VOD	QU	173 ans	71, 73, 76, 79, 110, 113, 115, 116	-3128 à -2956	79 (cernes 35 à 50)	ARC 117	4440 ± 50 BP	3340 - 2920 BC
7 VOD	QU	208 ans	7	pas encore datée	7 (cernes 57 à 75)	ARC 348	2370 ± 50 BP	760 - 370 BC

Pour les conifères (mélèzes et sapins blancs), les référentiels disponibles actuellement permettent de dater les bois jusqu'au 8e siècle de notre ère. Les bois du Duzillet se sont révélés plus anciens. Deux bois isolés (mélèze et sapin blanc) ont été datés par la méthode du radiocarbone.

Nous savons maintenant qu'un pourcentage élevé des bois de ce gisement est antérieur au 4e millénaire avant notre ère.

Datations dendrochronologiques

Les 16 bois datés dans l'absolu sont contemporains. Les séquences dendrochronologiques sont synchronisées et constituent la séquence moyenne de 265 ans N° 0600VOD (fig. 8), située entre les années -3220 et -2956. Cette position chronologique a été confirmée par trois analyses ^{14}C sur les bois N° 62, 79 et 316.

Au cours de la constitution de ce groupe, la datation des séquences a été obtenue sur les référentiels constitués par l'analyse des bois provenant des sites néolithiques de Suisse romande, notamment Portalban (FR), Montilier (FR), Yvonand (VD), Clendy-Yverdon-les-Bains (VD) et Auvernier (NE). La meilleure corrélation est cependant obtenue avec un bois fossile provenant d'Arbon (TG)[21], ce qui confirme l'hypothèse selon laquelle ce sont les données environnementales qui sont à retenir comme facteurs prédominants dans le processus de corrélation des séquences dendrochronologiques, plutôt que la proximité géographique. Cette constatation n'est cependant pas fortuite. Il n'est en effet pas étonnant que les séquences dendrochronologiques de bois, trouvés en milieux fluviatiles hors cadre archéologique, synchronisent entre elles, même si ces trouvailles proviennent de sites éloignés les uns des autres. Par contre, les bois provenant des sites archéologiques lacustres sont le plus souvent des bois sélectionnés par l'homme à des fins bien précises. Ces bois portent souvent les marques d'exploitations forestières répétées inscrites dans leur rythme de croissance.

Du point de vue du rythme de croissance, ces 16 bois forment un groupe dendrotypologique homogène. Leur croissance, relativement régulière, s'est effectuée sous l'influence de facteurs environnementaux semblables. Ils proviennent probablement d'un même secteur (moyenne de croissance annuelle de 2.2 mm).

Quatre classes d'âge sont répertoriées dans ce groupe, 3 arbres d'environ 120 ans, 9 d'environ 170 ans, 3 d'environ 200 ans et 1 de plus de 250 ans.

On observe sur le bois N° 708, une reprise de croissance dès l'année -3135, probablement due à un phénomène d'éclaircie (fig. 8). Les arbres N° 39, 115 et 711 (échantillons avec moelle) ainsi que les arbres N° 73, 76 et 110 (échantillons sans moelle) ont débuté leur croissance à partir de cet épisode. Aux environs de l'an -3136, il s'est produit un événement A qui a détruit une partie des arbres de la forêt, occasionnant ainsi par la suite sa régénération.

Les deux bois sur lesquels l'aubier et le cambium sont présents (N° 116 et 708) montrent un rythme de croissance très régulier jusqu'à l'année de leur mort. Aucun indice de déstabilisation n'est observable sur la fin des séquences et le dernier cerne de croissance sous l'écorce indique une fin de vie au printemps. Chacun de ces arbres est mort violemment, probablement lors d'événements liés aux crues printanières, et ceci dans un intervalle de cinq années, l'un en -2961 et l'autre en -2956.

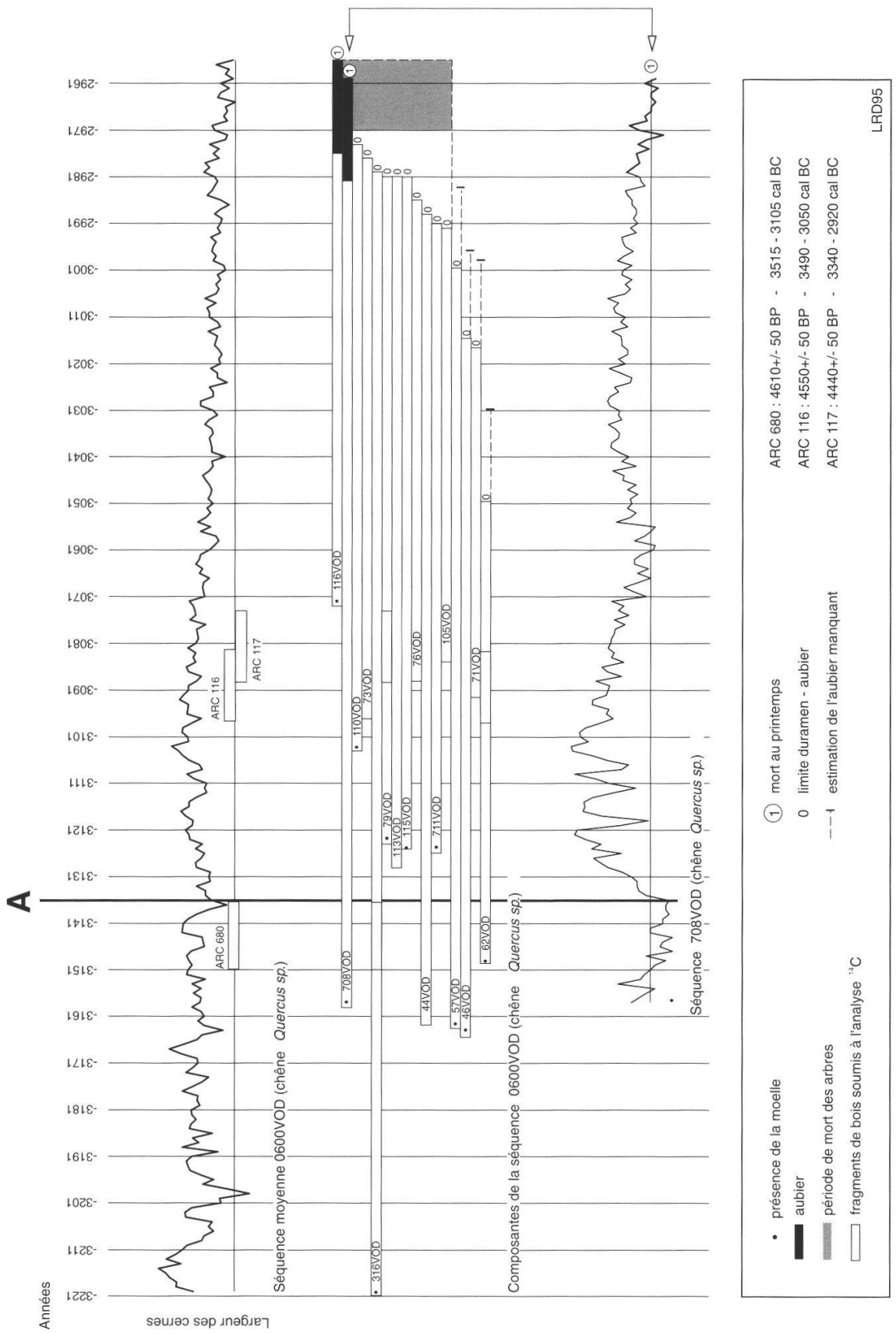

Figure 8.–Bois datés par la dendrochronologie. En haut, la séquence moyenne de chêne N° 0600VOD (265 ans), datée dans l'absolu et située entre les années -3220 et -2956.
Au centre, blocs diagrammes représentant, en position synchrone, les 16 séquences du groupe 0600VOD. La zone hachurée indique les années durant lesquelles les arbres sont morts.
En bas, présentation en position synchrone de la séquence du chêne N° 708VOD.

Pour les bois sur lesquels le cambium et l'aubier n'ont pas pu être prélevés, l'année et la saison de leur mort ne peuvent pas être précisées. Etant donné que les prélèvements ont été effectués en limite d'aubier, nous pouvons estimer la fin de vie en ajoutant un minimum de 20 cernes d'aubier manquants[22]. Avec cette estimation, nous obtenons, pour ce groupe de bois, des fins de vie échelonnées sur environ 80 ans entre les années -3032 et -2954, avec une phase importante entre les années -2971 et -2954. Cette dernière phase est particulièrement intéressante, puisqu'elle indique qu'un certain nombre d'arbres sont morts dans un intervalle d'environ 17 ans. Ce n'est donc pas lors d'un événement unique et dévastateur que ces arbres ont été déracinés, mais au cours d'une période particulièrement défavorable au milieu forestier de cette partie de la plaine du Rhône.

Relation entre les dates dendrochronologiques et les données archéologiques

Ces bois sont donc issus d'arbres qui poussaient sur les bords d'un chenal du Rhône au passage du 4e et du 5e millénaire avant notre ère.
Si nous mettons en relation le micro-événement qu'est la mort d'une quinzaine d'arbres entre les années -2971 et -2954, et les données archéologiques disponibles pour cette période, un certain nombre de constats peuvent être faits (fig. 9).

En Suisse, les connaissances actuelles concernant les sites palaffitiques de cette époque font apparaître deux périodes pour lesquelles un nombre important de sites sont répertoriés (BECKER *et al.* 1985). La première avant -2960 et la deuxième à partir de -2920. Entre ces deux dates, nous observons un intervalle de quarante ans durant lequel le seul site reconnu et daté est celui d'Yverdon-Clendy[23].

Cet intervalle est cadré en amont par les sites d'Auvernier-les Graviers 1 (NE), d'Auvernier-Port 6 (NE), de Twann-Horgen (BE) et d'Auvernier-Tranchée Tram (NE), avec globalement des occupations reconnues entre les années -3002 et -2958 et en aval par le site de Sutz-Lattringen (BE) (SUTER et FRANCUZ 1993) et Siplingen-Osthafen (Allemagne), qui marquent une reprise des occupations reconnues. Les sites de Sennweid-Steinhausen (ZG) (ELBIALI 1991) et Morges-Poudrière (VD) (ORCEL 1980) font la transition jusqu'à une deuxième période riche en sites qui commence aux environs de -2800[24].

La mort de certains chênes du Duzillet entre les années -2971 et -2954 intervient exactement à la fin de la première période riche en sites et marque le début d'un hiatus d'une vingtaine d'années pour lequel aucun bois provenant de sites palaffitiques n'a été daté.

La fin des occupations reconnues sur les sites palaffitiques entre -2980 et -2960 coïncide donc avec cette période de 17 ans durant laquelle les chênes du Duzillet sont morts et avec le début de ce hiatus.

Faut-il y voir un lien, dans le sens d'une péjoration des conditions climatiques, entre l'augmentation des précipitations provoquant une érosion accélérée des rives du Rhône en amont du lac Léman, déracinant un nombre important d'arbres et une élévation du niveau des lacs entraînant l'abandon des habitats littoraux pour une période d'au moins 20 ans? Un état lessivé ou érodé des couches archéologiques datant de cette période pourrait être un indice qui conforterait cette hypothèse.

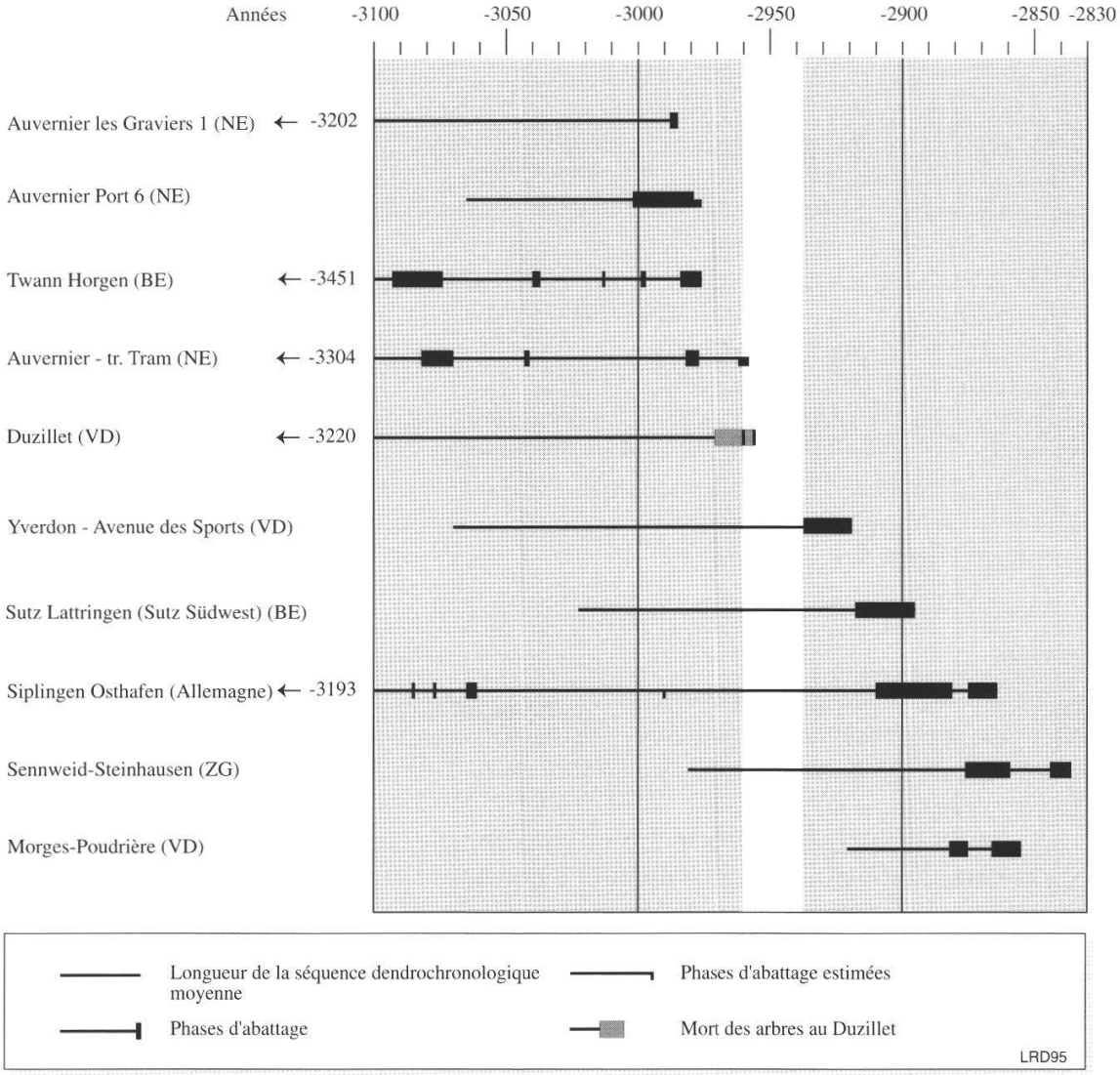

Figure 9.–Situation chronologique des troncs fossiles du groupe 0600VOD par rapport aux occupations littorales reconnues des lacs du plateau suisse, entre -3100 et -2820.

Résultats dendrochronologiques en relation avec les datations ^{14}C

Vingt-trois analyses ^{14}C ont été réalisées, permettant ainsi de déterminer une fourchette de datation pour un total de 70 bois. La synthèse des résultats dendrochronologiques et des résultats des analyses par le radiocarbone est présentée dans le tableau 1 et dans la figure 10. Sur cette figure, les séquences moyennes et les séquences isolées sont positionnées sur une échelle chronologique calibrée de 11 000 ans, la couverture indiquant le nombre de bois positionnés.

Pour chaque séquence dendrochronologique positionnée par la datation ^{14}C, l'extension maximale de sa position chronologique possible est calculée sur la base de la fourchette de la date ^{14}C calibrée et du positionnement, sur la séquence dendrochronologique, du fragment de bois soumis à l'analyse.

La datation ^{14}C la plus récente obtenue se situe en 2370 ± 50 ^{14}C BP pour le chêne N° 7, la plus ancienne en 10 370 ± 65 ^{14}C BP pour le mélèze N° 505.

Les dates obtenues ne sont pas disséminées; trois groupements se distinguent. Le premier, au 4e millénaire, est constitué de bois datés dans l'absolu par la dendrochronologie et a déjà fait l'objet de commentaires. Le deuxième se situe au 5e millénaire et le troisième entre les 6e et 7e millénaires.

Groupement du 5e millénaire

Les datations ^{14}C situent six groupes de bois (N° 6003 - 6006 - 6016 - 6017 - 6018 et 6019) dans la deuxième moitié de ce millénaire (âge ^{14}C brut compris entre 5200 ± 55 ^{14}C BP et 5540 ± 50 ^{14}C BP, dates calibrées: de 4500 à 3823 cal BC). Cela représente 20 bois situés sur la base des dates calibrées dans une fourchette chronologique d'environ 700 ans. L'extension maximale de celles-ci montre les possibilités de chevauchement entre les séquences dendrochronologiques. Aucune synchronisation n'a cependant pu être retenue, ces séquences étant relativement courtes, entre 70 et 160 ans; les chevauchements éventuels entre les séquences se situent sur un trop petit nombre d'années.

Ces groupes sont constitués par des bois dont le rythme de croissance est rapide et régulier (la largeur moyenne des cernes de croissance est d'environ 3 mm). Ce rythme de croissance est caractéristique d'arbres poussant en terrain humide et en milieu ouvert, en bordure de fleuves ou de rivières.

Aucun phénomène de déstabilisation n'est observé sur les portions de séquences correspondant aux cernes de l'aubier. Ces arbres sont par conséquent morts subitement. La présence du cambium sur un bois indique une mort en automne/hiver.

Ces bois sont importants pour la constitution des référentiels de chêne en Suisse romande puisqu'ils pourraient permettre de prolonger les références juste après la limite de l'an -4089.

Le groupe 6017 se situe dans la première moitié du 5e millénaire, avec une datation ^{14}C en 6000 ±50 ^{14}C BP (dates calibrées: de 5060 à 4780 cal BC). Il est constitué de 5 bois. La synchronisation des séquences a permis d'obtenir une séquence moyenne de 289 ans (fig. 11). Le chevauchement entre cette séquence moyenne et les séquences moyennes des groupes décrits plus haut est exclu.

Ces 5 arbres constituent un groupe dendrotypologique homogène, ils proviennent par conséquent d'un même secteur. Ils sont âgés entre 110 et 270 ans; leur rythme de croissance est régulier (moyenne de croissance annuelle de 1.6 mm). Les arbres de ce groupe sont morts durant deux périodes séparées d'une centaine d'années environ. Sur la fin de la séquence d'un de ces bois (N° 117), une phase de déstabilisation est clairement visible, une brusque chute du rythme de croissance se produit 4 ans avant la mort de l'arbre. La présence du cambium situe celle-ci en automne/hiver.

Groupement des 6e et 7e millénaires

Les datations ^{14}C situent quatre groupes de bois (N° 6000, 6004, 6005 et 6014) et quatre bois isolés (N° 12, 201, 313 et 11 004) dans la deuxième moitié du 7e millénaire et la première moitié du 6e millénaire (âge ^{14}C brut compris entre 6840 ± 50 ^{14}C BP et 7630 ± 60 ^{14}C BP, dates calibrées: de 6620 à 5580 cal BC). Cela représente 19 bois situés sur la base des dates calibrées dans une fourchette chronologique d'environ 1000 ans.

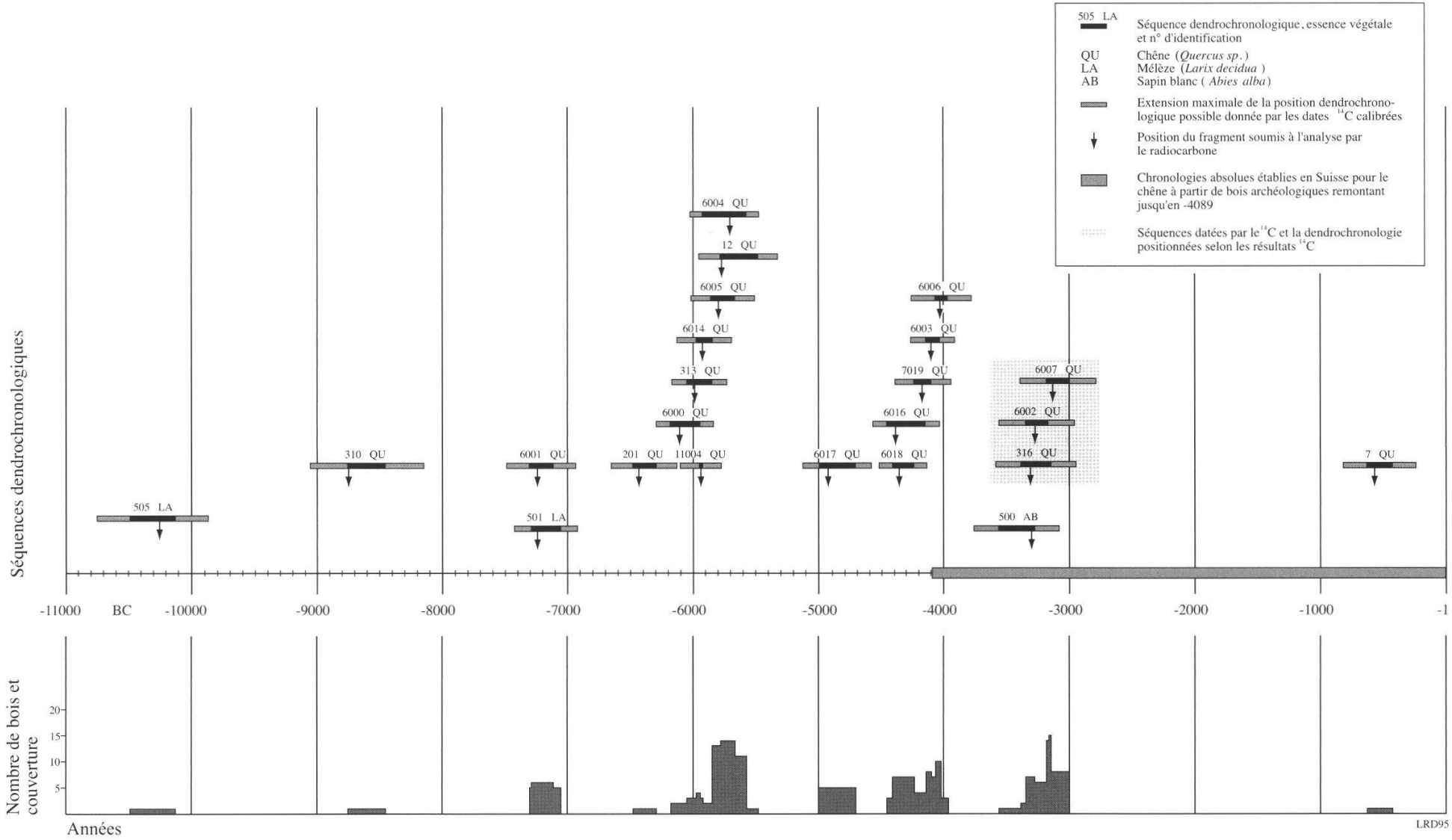

Figure 10.–Situation chronologique des séquences datées par le radiocarbone et par la dendrochronologie.
En haut, présentation des séquences dendrochronologiques de chêne, de mélèze et de sapin blanc, situées sur une échelle chronologique calendaire de 11 000 ans, sur la base des datations ^{14}C calibrées. La zone hachurée met en évidence les séquences de chêne datées par la dendrochronologie et par le radiocarbone. En bas, nombre de bois et couverture.

Le fragment de bois N° 11 004 a été prélevé en plongée et a été positionné stratigraphiquement à 4 m de profondeur.

Les séquences moyennes N° 6004 et 6014 et la séquence isolée N° 12 présentent un bon synchronisme. Les datations ^{14}C effectuées sur les bois N° 12, 48 et 307 confirment cette contemporanéité (fig. 12). Aucune synchronisation n'a pu être retenue avec les autres séquences de ce groupement.

La séquence moyenne N° 6004 est constituée par la synchronisation des séquences obtenues sur 6 troncs (N° 48, 53, 55, 56, 104 et 202). Les quatre premiers cités constituent un groupe dendrotypologique très homogène. Ils présentent un rythme de croissance extrêmement lent, avec une moyenne annuelle de croissance de 0.6 mm. Ils ont un âge compris entre 250 et 350 ans et figurent parmi les individus les plus âgés extraits des gravières. Leurs fûts sont droits et très élancés, d'un diamètre compris entre 50 et 65 cm. Ce type de croissance a été observé sur des bois analysés lors de l'exploitation dendrochronologique des sites lacustres néolithiques de la région des trois lacs; il correspond à des arbres de haute futaie issus d'un milieu forestier dense.

La séquence moyenne N° 6014 est constituée par la synchronisation des séquences obtenues sur 5 troncs (N° 43, 64, 111, 112 et 307). Ces arbres constituent un groupe dendrotypologique très homogène. Ils sont âgés entre 100 et 150 ans et ont un diamètre d'environ 60 cm. Leur rythme de croissance est régulier avec une moyenne de croissance annuelle de 1.7 mm. Les prélèvements ont été effectués en limite d'aubier.

Du point de vue dendrotypologique, les groupes N° 6000 et 6005 sont homogènes, ils sont constitués d'arbres deux fois centenaires dont le rythme de croissance est régulier et relativement rapide. La moyenne de croissance annuelle de ces groupes est comprise entre 1.2 et 1.8 mm. Ces données s'appliquent également aux bois isolés N° 201 et 313.

La présentation en position synchrone des séquences dendrochronologiques des groupes N° 6004, 6014 et 12 permet quelques observations. Ces groupes d'arbres ont vécu durant la même période et dans un même secteur. Le début de croissance des arbres du groupe 6014 coïncide avec une phase d'accélération du rythme de croissance marquée sur les bois du groupe N° 6004. A l'occasion d'un événement B, l'ouverture du milieu forestier a permis à des individus jusqu'alors dominés de se développer.

Environ 150 ans plus tard, un événement C provoque la mort des arbres du groupe 6014. Cet événement est marqué sur les bois du groupe 6004 par une chute du rythme de croissance et ceci pendant plus de 30 ans. L'événement C est de nature violente, puisqu'il entraîne la mort d'un certain nombre d'individus, mais il a aussi des incidences à long terme se répercutant sur la croissance des arbres du groupe 6004, moins directement touchés.

Un événement D met un terme, environ 120 ans plus tard, à l'existence des arbres du groupe 6004. La position des aubiers et la présence du cambium sur l'un de ces bois indiquent que ces arbres ne sont pas morts la même année.

Le rythme de croissance du bois N° 12 montre que la croissance de cet arbre a été influencée par des facteurs légèrement différents. Jeune, il débute sa croissance en milieu ouvert. Plus tard, il subit également l'événement B, mais, contrairement aux bois des groupes 6004 et 6014, cela se traduit par une chute momentanée du rythme de croissance. L'événement C est également marqué par un ralentissement du rythme de croissance de ce bois.

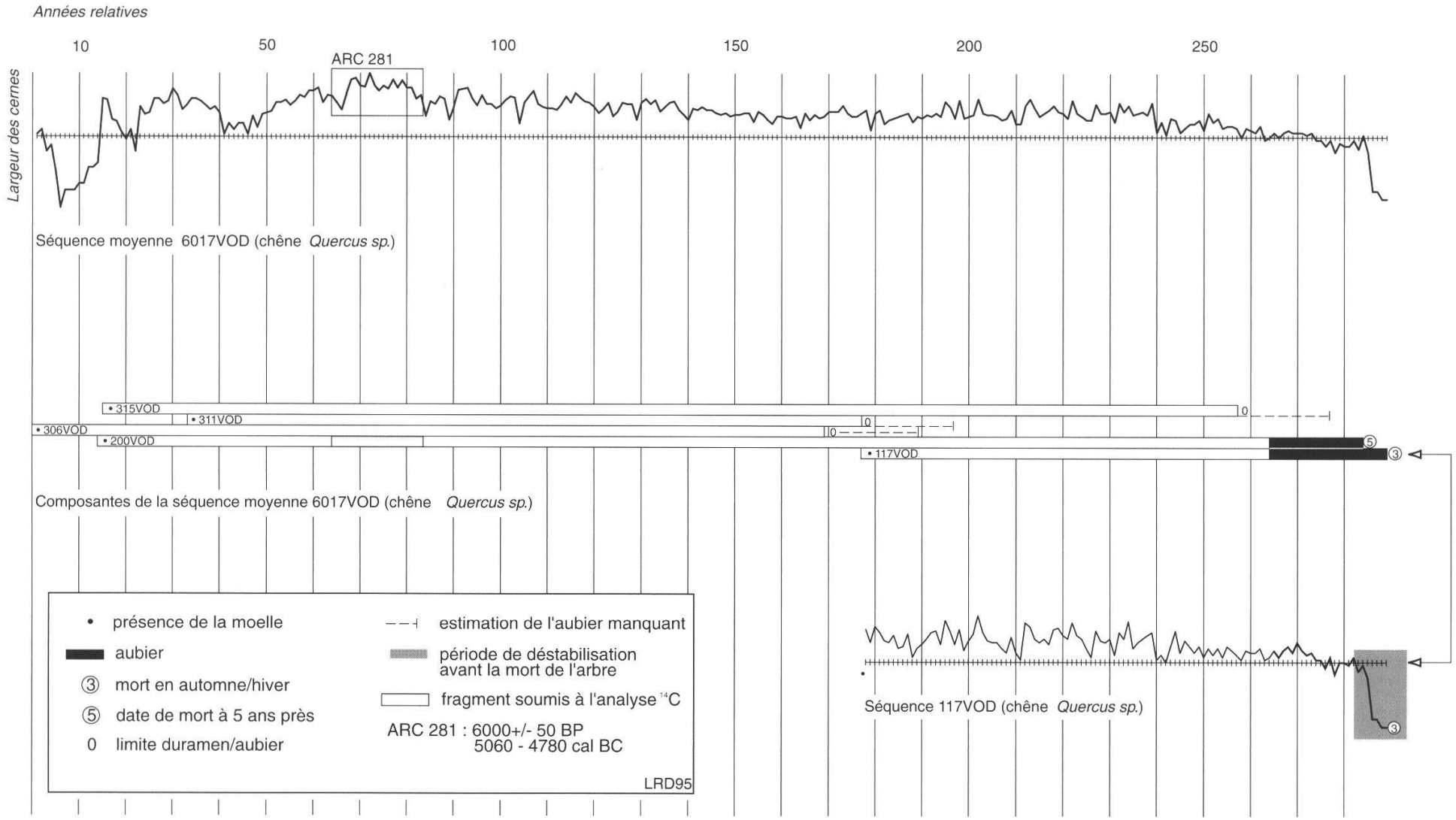

Figure 11.–Bois du 5e millénaire.
En haut, séquence moyenne de chêne N° 6017VOD (289 ans).
Au centre, blocs diagrammes représentant, en position synchrone, les 5 séquences du groupe 6017VOD. En bas, présentation de la séquence du chêne N° 117VOD. La zone hachurée met en évidence un brusque ralentissement du rythme de croissance qui indique une phase de déstabilisation survenue 5 ans avant la mort de l'arbre.

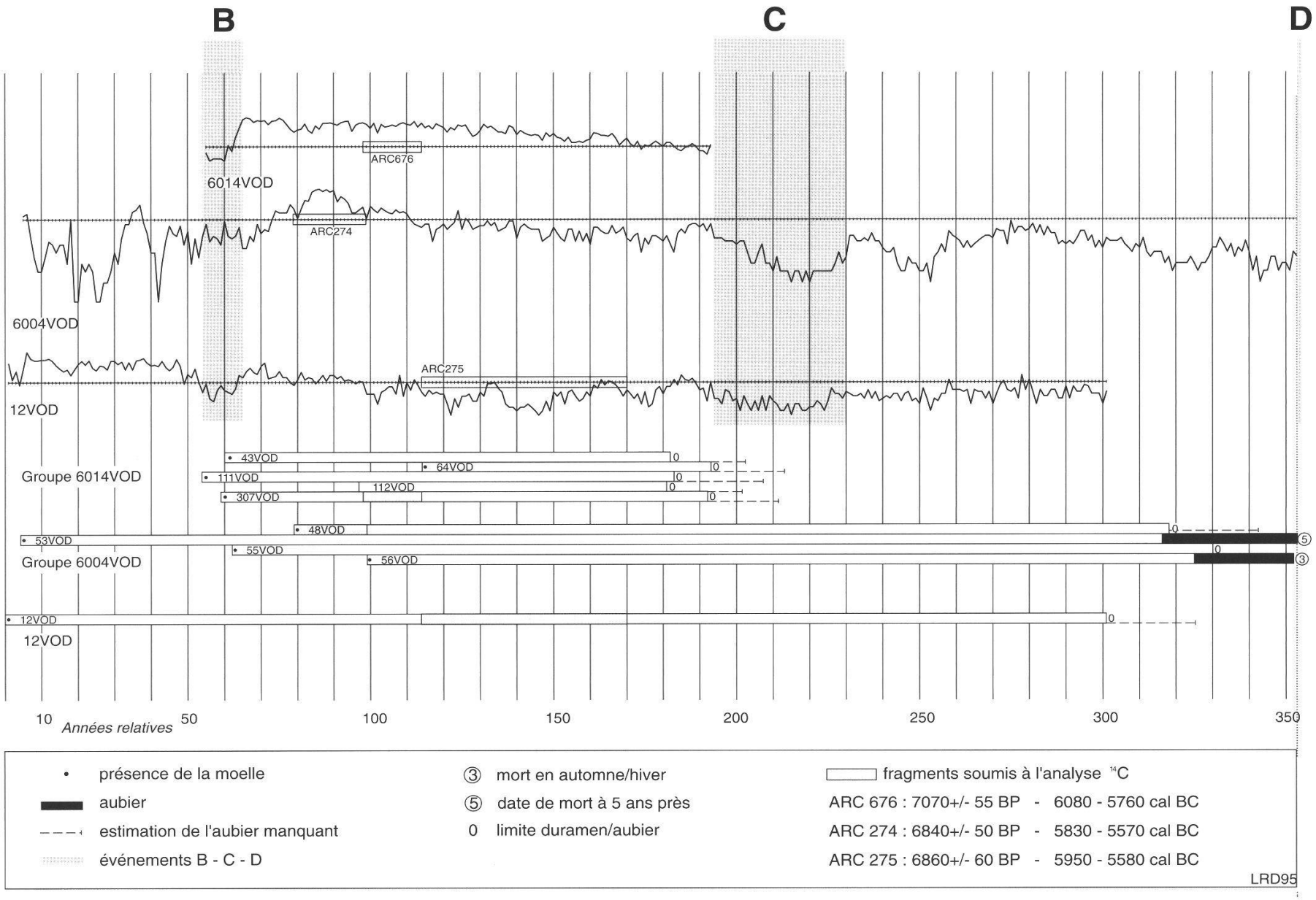

Figure 12.–Bois des 6e et 7e millénaires.
En haut, présentation en position synchrone des séquences moyennes de chêne des groupes 6014VOD, 6004VOD et 12VOD. Les zones hachurées situent les événements B, C et D. En bas, blocs diagrammes représentant les séquences en position synchrone des groupes 6014VOD, 6004VOD et 12VOD.

Le chêne le plus ancien
Pour les chênes, la date ^{14}C la plus ancienne a été obtenue sur le tronc N° 310 (ARC 678: 9645 ± 110 ^{14}C BP, de 9050 à 8430 cal BC). Cette datation indique que ce chêne est le plus ancien trouvé au nord des Alpes, avec celui découvert par Bernd Becker dans les environs de Strasbourg en France (B. Becker, comm. orale).

Etant donné le caractère exceptionnel de ce chêne, une collaboration a été engagée avec le laboratoire de Heidelberg afin d'effectuer des analyses isotopiques sur ce bois (voir KROMER, ce volume p. 305).

Cet arbre, avec 334 cernes de croissance mesurés de la moelle à l'écorce, figure parmi les individus les plus âgés découverts au Duzillet. Son rythme de croissance relativement lent (moyenne annuelle de 1 mm) ne le classe cependant pas parmi les plus gros puisque son diamètre est d'environ 60 cm.

La visualisation de la séquence dendrochronologique (fig. 13) montre un début de croissance rapide, dans un milieu favorable au développement du jeune individu. A partir de la 20e année un ralentissement progressif du rythme de croissance est observable, puis une croissance lente jusqu'à la 220e année. Ces 200 ans sont ponctués par des périodes d'une dizaine d'années environ durant lesquelles le rythme de croissance est plus rapide.

La courbe dendrochronologique montre cependant une tendance ascendante et ceci en dépit du vieillissement de l'arbre, on peut en déduire que les conditions de croissance de cet arbre se sont progressivement et régulièrement améliorées.

Aucun phénomène de déstabilisation n'est perceptible sur la portion de séquence correspondant aux cernes périphériques de l'aubier, la croissance est régulière jusqu'à la mort de l'arbre qui survient en automne ou en hiver.

Ces données dendrologiques et les observations effectuées lors de la mise au jour du tronc indiquent que cet arbre a certainement été déraciné violemment et qu'il a été pris dans les sédiments non loin du lieu de sa chute. En effet, son fût d'une dizaine de mètres possédait encore le départ des racines et des branches principales, le bois très bien conservé jusqu'au cœur ne présentait pas de pourrissement et l'écorce adhérait encore sur presque toute la circonférence du tronc.

En comparaison avec les chênes actuels, cet arbre est très âgé, son rythme de croissance lent et son tronc haut, régulier et bien cylindrique, correspondent à un arbre de haute futaie, provenant d'un milieu forestier dense.

Le mélèze le plus ancien
La date ^{14}C la plus ancienne a été obtenue sur le bois de mélèze N° 505 (ARC 1026: 10 370 ± 65 ^{14}C BP, de 10 535 à 9975 cal BC). Cette datation indique que ce mélèze est, à notre connaissance, le plus ancien et le seul trouvé au nord des Alpes pour cette période.

Cette datation le situe en effet à la fin du Dryas récent, selon la fourchette proposée par K. F. Kaiser entre 10 200 et 10 800 ^{14}C BP (KAISER 1993). Les bois de cette période étant rares, une collaboration a également été engagée avec le laboratoire de Heidelberg afin d'effectuer une série d'analyses isotopiques. Ces analyses ont pour but le prolongement de la courbe de calibration des dates ^{14}C (voir KROMER, ce volume p. 305).

Cet arbre, avec 363 cernes de croissance mesurés de la moelle jusqu'au cerne le plus récent, se classe parmi les plus âgés découverts au Duzillet.

L'aubier et l'écorce sont absents, cet arbre devait donc être âgé d'au moins 400 ans. Son rythme de croissance est relativement lent (moyenne annuelle de croissance: 0.95 mm) et son diamètre peut être estimé à environ 80 cm.

La visualisation de la séquence dendrochronologique (fig. 14) montre une croissance régulière. A l'instar du plus vieux chêne, la courbe dendrochronologique montre une tendance ascendante en dépit du vieillissement de l'arbre. Nous pouvons en déduire que les conditions de croissance de cet arbre se sont progressivement et régulièrement améliorées.

Lors de sa découverte, le fût de cet arbre était sectionné et présentait l'aspect d'un bois très érodé, sans racines ni départs de branches. Les cernes périphériques de l'aubier et une partie du duramen ont disparu sous l'effet de l'érosion. Un pourrissement du bois de cœur était visible sur la partie du tronc proche de la souche.

Ces observations indiquent que la mort de cet arbre peut être due à son grand âge et que le tronc a été charrié puis pris dans les sédiments loin du lieu de sa chute.

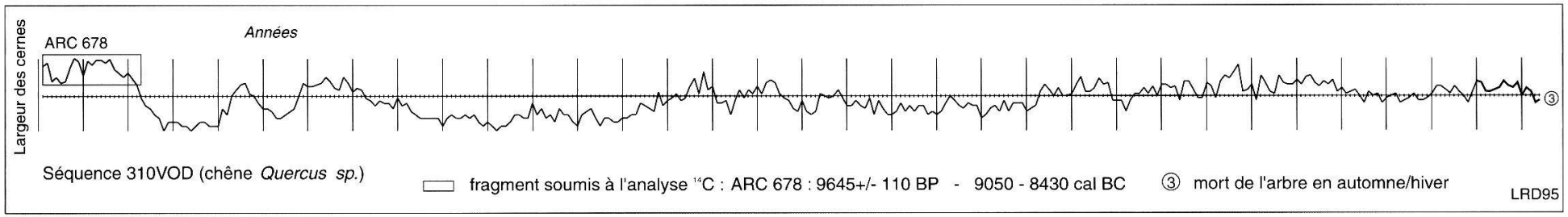

Figure 13.–Séquence dendrochronologique du chêne N° 310VOD.

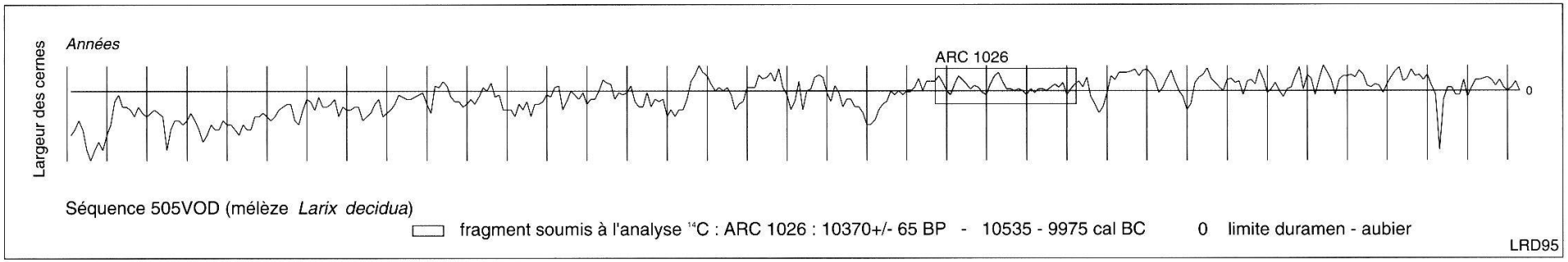

Figure 14.–Séquence dendrochronologique du mélèze N° 505VOD.