

# Etude dendroécologique et dendrochimique du hêtre en Forêt de Soignes

L'évolution des sols et l'état de santé de la Forêt périurbaine de Soignes constituent depuis plusieurs années déjà un des pôles d'activité du Laboratoire de Génétique et d'Ecologie végétales de l'Université Libre de Bruxelles. Dans la continuité des études traitant des relations entre paramètres édaphiques et statut nutritionnel du hêtre et du chêne pédonculé en forêt sonienne<sup>(1,2)</sup>, recherches entreprises notamment à la demande de la Région de Bruxelles-Capitale, les techniques complémentaires de la dendroécologie et de la dendrochimie sont utilisées en tant qu'indicateur de l'évolution de l'environnement en Forêt de Soignes au cours des cent dernières années.

La dendroécologie permet de lier l'évolution

de l'indice de croissance radiale annuelle des arbres aux variations des paramètres environnementaux, principalement climatiques.<sup>(3-4-5-6-19)</sup> La dendrochimie, c'est-à-dire l'analyse de la composition minérale des cernes d'accroissement, offre quant à elle la possibilité de lier l'évolution des concentrations en certains éléments à celle de paramètres édaphiques. Elle constitue donc un outil de détection des éventuelles dérives intervenues dans les caractéristiques physico-chimiques du sol.<sup>(7-8-9-10)</sup> A ce titre, la dendrochimie peut être considérée comme une source d'informations diachroniques capitale dans l'étude de la dynamique de croissance et de l'évolution de l'état sanitaire des peuplements forestiers.

Une première étude, associant dendroécologie et dendrochimie, a été réalisée sur *Fagus sylvatica* L. en Forêt de Soignes au départ d'un échantillon principal composé de sections de grumes prélevées sur 5 individus âgés de 135 ans environ. Ces individus provenaient d'une placette où les conditions stationnelles et la structure du peuplement ligneux étaient représentatives du milieu forestier sonien, c'est-à-dire une futaie équienne croissant sur un sol limoneux de type lessivé acide (série *Abc* de la Carte des Sols de Belgique).

## Les données dendroécologiques

La largeur des cernes correspondant aux 95 dernières années de croissance a été mesurée grâce à un dispositif du type "machine d'Eklund"<sup>(11)</sup>. Après standardisation des mesures par calcul d'un indice de croissance (indice  $I_t$  de Matalas<sup>(9)</sup>) et prise en compte de l'autocorrélation, nous avons testé les corrélations entre paramètres climatiques (précipitations mensuelles, températures mensuelles moyennes, températures minimales absolues, vitesses maximales du vent et ETP) et largeurs des cernes. Il est apparu que la valeur des précipitations du mois de mai est le paramètre le plus fortement corrélé à la croissance ( $P < 0,001$ ). Il est en outre indéniable que les vents violents ( $> 130$  km/h) affectent la croissance radiale, de même que les températures très faibles.

La figure 1 montre que les variations interannuelles de croissance radiale sont nettement plus prononcées pendant les 20 dernières années. L'amplitude de ces variations a été quantifiée par le coefficient  $MSx$  de sensibilité (tableau 1).<sup>(12)</sup> Elles atteignent, pour la période 1974 - 1994 un seuil ( $MSx > 0,3$ ) qui permet de les lier de manière quasi certaine à des variations environnementales plutôt qu'à un effet physiologique.<sup>(13)</sup>

Nous nous sommes alors plus particulièrement intéressé aux années comprises entre 1974 et 1994. Depuis 1974, quatre dépressions de croissance très fortes ont été enregistrées : en 1976, 1980, 1986 et 1990. Trois de ces déficits (1976, 1986 et 1990) sont

explicables par une *combinaison défavorable de paramètres climatiques*. Par contre, le déficit de 1980 n'a pu être expliqué par aucun des paramètres climatiques inclus dans l'analyse.

En résumé, ces premières données dendroécologiques permettent de formuler l'hypothèse selon laquelle les peuplements de hêtre de la Forêt de Soignes voient s'accroître leur sensibilité vis-à-vis des stress climatiques au cours des deux dernières décennies, cet accroissement de sensibilité a coïncidé avec la sécheresse exceptionnelle de 1976.

## L'apport de la dendrochimie

Les concentrations des tissus ligneux en Ca, Mg, K, Mn, N et P ont été déterminées sur des groupes de 5 cernes successifs prélevés sur les 5 arbres utilisés pour l'analyse dendroécologique. Après séparation des quintets au ciseau, séchage et broyage, les poudres de bois sont minéralisées en milieu nitroperchlorique. Les concentrations en Ca, Mg, K, Mn ont été déterminées par spectrométrie d'absorption atomique et les concentrations en phosphore par colorimétrie; quant aux concentrations en azote, elles ont été déterminées par la méthode semi-micro-Kjeldahl après digestion en milieu sulfurique.

Globalement, l'évolution diachronique de la concentration xylémique des éléments étudiés peut être rattachée à un des trois types de comportements suivants :

1° Concentrations en éléments liées à un facteur physiologique (cas de l'azote et du phosphore) :

Les concentrations en N et P sont quasi constantes pendant la plus grande part de la chronologie et augmentent ensuite assez rapidement dans le bois formé durant les 20 dernières années (fig 2). Cette observation concorde avec le fait que N et P sont de bons marqueurs de la présence de cellules physiologiquement actives dans le bois.<sup>(14)</sup> L'évolution observée témoignerait d'une plus grande abondance de cellules vivantes à la périphérie du tronc qu'au centre.<sup>(15-16)</sup>

2° Eléments révélateurs d'une éventuelle évolution du milieu édaphique (cas du calcium, du magnésium et du manganèse) :

Ces trois éléments présentent un profil de variation qui ne correspond apparemment pas à une «dérive physiologique normale» liée au vieillissement des tissus ou à une migration radiale.

Le cas du magnésium est sans doute le plus flagrant puisque cet élément, pourtant caractéristique de cellules vivantes, montre une décroissance de concentration dans le bois formé depuis une trentaine d'années. (fig 3)

L'hypothèse d'une déficience en magnésium est souvent retenue comme une des explications possibles du "déperissement forestier" en Europe. Un lessivage accru des feuilles et/ou du sol par des

**Si vous vous intéressez au peuplier...**

## LE CENTRE DE POPULICULTURE DU HAINAUT ASBL

(attaché à l'Institut Agricole du Hainaut-Ath)

**vous documentera et vous conseillera par:**

- ses quatre bulletins trimestriels spécialisés
- son colloque annuel (+ publication intégrale)
- ses excursions de printemps et d'automne
- ses conseils pratiques et consultations aux membres

**Cotisation annuelle:**

**600 Frs à verser au compte 270-0207415-82 de l'A.S.B.L.**

**Centre de Populiculture du Hainaut rue de Quievrain, 108 - 7300 BOUSSU**

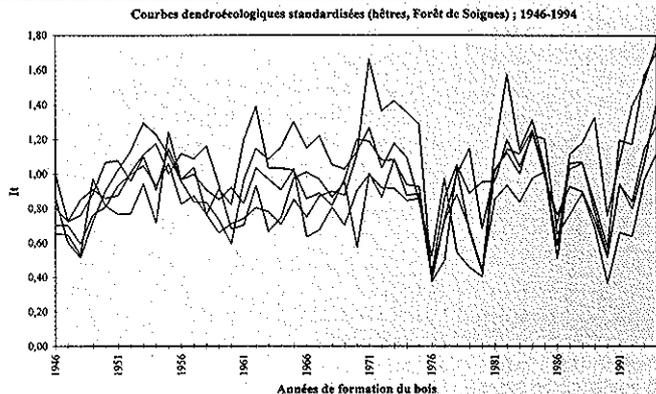
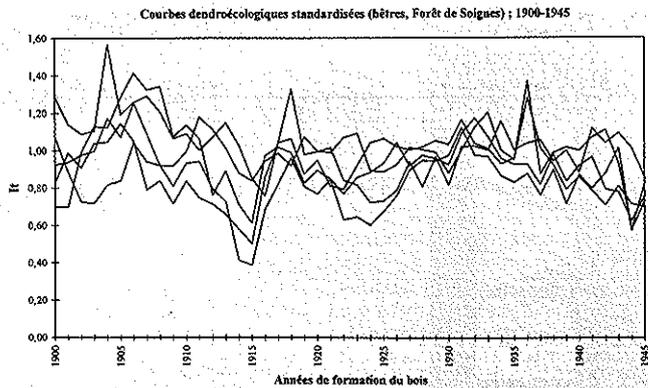
**Secrétariat:**

**Monsieur Charles GHIO**

**Directeur de l'Institut**

**Provincial de l'Enseignement Secondaire. 92 bis, Bld Léopold - 7500 TOURNAI**

FIGURES 1A ET 1B :



Evolution de la concentration en phosphore mesurée par groupes de 5 cernes annuels successifs (hêtres, Forêt de Soignes). Valeurs moyennes (n=5), affectées de leur écart-type

FIGURE 2 :

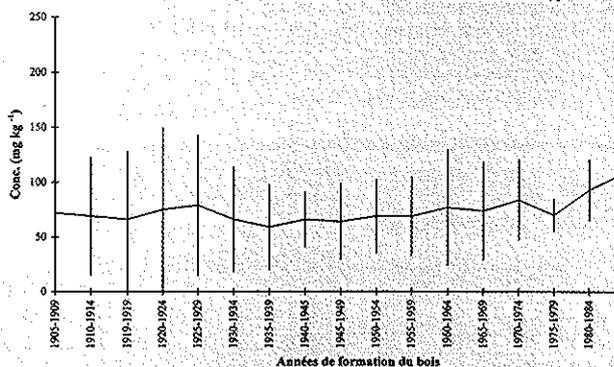


FIGURE 3 :

Evolution de la concentration en magnésium mesurée par groupes de 5 cernes annuels successifs (hêtres, Forêt de Soignes). Valeurs moyennes (n=5), affectées de leur écart-type

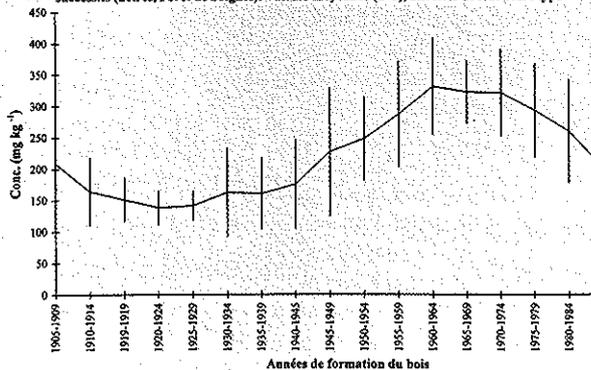


TABLEAU 1 : Coefficient de sensibilité ( $MSx$ ) des 5 hêtres échantillonnés sur la placette principale et valeur stationnelle moyenne.

Années	Fagus A	Fagus B	Fagus C	Fagus D	Fagus E	Moyenne placette
1899 - 1910	0,237	0,182	0,269	0,123	0,262	0,148
1911 - 1931	0,326	0,179	0,250	0,270	0,304	0,181
1932 - 1952	0,361	0,266	0,382	0,233	0,226	0,179
1953 - 1973	0,368	0,279	0,292	0,299	0,390	0,227
1974 - 1994	0,814	0,678	0,577	0,636	0,632	0,605
1899 - 1994	0,215	0,160	0,177	0,173	0,194	0,137

pluies acides a été évoqué<sup>(17)</sup>, il pourrait être la cause de déséquilibres de la balance nutritionnelle des arbres et entre autres être tenu pour responsable d'une carence magnésienne. Dans les hêtraies ardennaises, Weissen *et al.*<sup>(18)</sup> ont d'ailleurs mis en relation dépérissement et déficit de concentration en magnésium des feuilles.

On peut donc suggérer que la diminution de concentration en magnésium des cernes soit liée à une diminution de la disponibilité en magnésium du sol. De Visser<sup>(16)</sup> fait mention de plusieurs études dans lesquelles une telle relation a pu être vérifiée.

C'est également l'hypothèse d'une diminution de la biodisponibilité que nous pourrions avancer en ce qui concerne le calcium et le manganèse.

### 3° Comportement indifférencié (cas du potassium) :

Cet élément ne montre aucune tendance claire, les profils de concentration variant fortement entre les 5 arbres étudiés.

Cette étude dendroécologique et dendrochimique préliminaire nous a permis d'émettre plusieurs hypothèses concernant le déterminisme de la croissance du hêtre en Soignes et l'évolution de certains paramètres édaphiques. Les études dendroécologique et dendrochimique actuellement menées sur le chêne pédonculé (*Quercus robur* L.), dans le même massif forestier et sur des sols similaires, nous permettront de tester ces hypothèses.

PENNINCKX, V., MEERTS, P., HERBAUTS, J. & GRUBER, W.

(Université Libre de Bruxelles. Laboratoire de Génétique et d'Ecologie végétales, Jardin Expérimental Jean Massart, 1850 chée de Wavre, 1160 Bruxelles)

\* Les mesures de largeur des cernes d'accroissement ont pu être réalisées au Laboratoire de Palynologie et de Dendrochronologie de l'U.C.L., grâce à l'obligeance de Mr le Professeur André Munaut.

### Bibliographie

- (1) VASIG, M., HERBAUTS, J. & TANGHE, M. 1993. Soil available potassium and magnesium and oak dieback in acid soils from Middle Belgium. Proc. Symposium "Biological indicators of Global Change", Symoens J.J., Devois, P., Rammeo, J. & Verstaeten, C.H. (Ed.), Brussels, 179-184.
- (2) HERBAUTS, J., EL BAYAD, J. & GRUBER, W. 1996. Influence of logging traffic on the hydromorphic degradation of acid forest soils developed on foessic loam in Middle Belgium. *Forest Ecology and Management*, sous presse.
- (3) FRITIS H.C., 1976. *Tree rings and climate*. Academic press, London, 567 pp.
- (4) BIONDI, F. 1993. Climatic signals in tree-rings of *Fagus sylvatica* from the central apennines, Italy. *Acta Oecol.*, 14 (1) : 57-71.
- (5) DULIERE, J-Fr. & MALASSE, Fr. 1995. Etude dendroécologique du dépérissement du chêne. Actes du Colloque "Etat de santé du chêne et du hêtre en Forêt de Soignes", Centre Paul Duynvriend de Documentation écologique, Bruxelles, 48-60.
- (6) PILCHER, J.R. 1996. Dendrochronological insights into past oak growth. *Ann. Sci. For.*, 53 : 663-670.
- (7) GUTTIE, R.P. & CUTTER, B.E. 1994. Barium and manganese trends in tree-rings as monitors of sulfur deposition. *Water, Air and Soil Poll.*, 73 : 213-223.
- (8) BONDIFETTI, E.A., MOMOSHIMA, N., SHORTLE, W.C. & SMITH, K.T. 1990. A historic perspective on divalent cation trends in red spruce stemwood and the hypothetical relationship to acid deposition. *Can. J. For. Res.*, 20 : 1850-1858.
- (9) HAGEMEYER, J. 1993. Monitoring trace metal pollution with tree rings : a critical reassessment. In : *Plants as biomonitors. Indicators for heavy metals in the terrestrial environment*, Bernd Markert (Ed.), Cambridge, 644 p.
- (10) LEVY, G., BRICHET, Cl. & BECKER, M. 1996. Element analysis of tree rings in pedunculate oak heartwood : an indicator of historical trends in the soil chemistry, related to atmospheric deposition. *Ann. Sci. For.*, 53 : 685-696.
- (11) SCHWENGRUBER, F.H. 1988. *Tree rings. Basics and applications of dendrochronology*. D. Reidel (Ed.), 276 pp.
- (12) MUNAUT, A.V. 1978. *La dendrochronologie, une synthèse de ses méthodes et de ses applications*. Lejeune, N.S., n° 91 : 47 p.
- (13) JILLI, Cl. 1987. The summary response function of *Cedrus atlantica* (Endl.) Carriere in Morocco. *Tree-ring Bull.*, 47 : 23-36.
- (14) MARSCHNER, H. 1994. *Mineral nutrition of higher plants*. Academic press, London, 889 pp.
- (15) HUKKINEN, E. & HUTTUNEN, S. 1989. Acid deposition and the element composition of pine tree-rings. *Chemosphere*, 18 (9/10) : 1913-1920.
- (16) DE VISSER P.H.B., 1992. The relations between chemical composition of oak tree-rings, leaf, bark, and soil solution in a partly mixed stand. *Can. J. For. Res.*, 22 : 1824-1831.
- (17) BLANK L.W., ROBERTS T.M. & SKEPPINGTON R.A., 1988. New perspectives on forest decline. *Nature*, 336 : 27-30.
- (18) Weissen, E., Van Praag, H., Andre, P. & Marechal, P. 1992. Causes du dépérissement des forêts en Ardenne : observations et expérimentation. *Silva Belgica*, 99 (1) : 9-13.
- (19) BRCKER M., 1989. The role of climate on present and past vitality of silver fir forest in the vosges mountains of northeastern France. *Can. J. For. Res.*, 19 : 1110-1117.