



HAL
open science

Polycyclisme, vigueur et forme chez de jeunes Hêtres plantés (*Fagus sylvatica* L.)

Sylvie Dupré, Bernard Thiébaud, Eric Teissier Du Cros

► **To cite this version:**

Sylvie Dupré, Bernard Thiébaud, Eric Teissier Du Cros. Polycyclisme, vigueur et forme chez de jeunes Hêtres plantés (*Fagus sylvatica* L.). *Revue forestière française*, 1985, 37 (6), pp.456-464. 10.4267/2042/21838 . hal-03423571

HAL Id: hal-03423571

<https://hal.science/hal-03423571>

Submitted on 10 Nov 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

POLYCYCLISME, VIGUEUR ET FORME CHEZ DE JEUNES HÊTRES PLANTÉS (*Fagus sylvatica* L.)

Sylvie DUPRÉ, B. THIÉBAUT, E. TEISSIER DU CROS

En 1978, la Direction technique de l'Office national des Forêts a alerté l'Institut national de la Recherche agronomique à propos des nombreux problèmes de forme posés par les jeunes Hêtres. A cette époque, d'ailleurs, ce défaut avait été implicitement lié aux plantations. Le groupe Hêtre du Département des Recherches forestières a recensé les facteurs suivants susceptibles d'influencer la forme : origine génétique, mode d'élevage des plants, mode de plantation (y compris densité de plantation), entretiens et éclaircies.

Une tournée en République fédérale d'Allemagne et au Danemark a permis à quelques chercheurs et gestionnaires ⁽¹⁾ de préciser lesquels, parmi ces facteurs, avaient déjà été pris en compte expérimentalement.

Leurs principales observations sont résumées ci-après :

Origine génétique

Si les essais comparatifs de provenances les plus anciens sont danois, ce sont ceux de la province de Basse-Saxe, en République fédérale d'Allemagne, qui sont les plus démonstratifs, puisqu'ils n'ont subi aucune éclaircie. Malgré des densités de plantation de 20 000 plants par hectare, des différences de forme sont encore détectables à 20 ans. Si, en général, les provenances de moyenne et haute altitude ont une forme satisfaisante, elles ne sont pas assez productives lorsqu'elles sont transférées à basse altitude. Les forestiers recherchent donc un compromis entre les deux critères, vigueur et forme, et le trouvent chez certaines provenances de basse altitude.

Densité de plantation

Ce facteur joue deux rôles : une densité élevée augmente les possibilités de choix du sylviculteur, au moment des premières éclaircies sélectives ; une densité élevée diminue le taux de plants fourchus. Dans un essai allemand, le passage d'une densité de plantation de 5 900 pl/ha à 15 300 pl/ha divise par 3 le taux de fourchaison.

(1) Michel BUFFET, Direction technique O.N.F. ; André MORMICHE, Directeur régional O.N.F.-Normandie ; Helfried OSWALD, C.N.R.F.-Nancy et Eric TEISSIER-du-CROS, I.N.R.A.-Orléans.

Pratiquement, aucun autre facteur tel que le mode d'élevage, les techniques de plantation, d'entretien ou d'élagage n'a été étudié d'une façon systématique.

En France, le Hêtre est planté en général à une densité locale de 5 000 plants par hectare qui paraît trop faible. Nous avons donc suggéré, dans l'ouvrage « *le Hêtre* » (page 269), publié par l'I.N.R.A. en 1981, de modifier les normes du Fonds forestier national pour que la densité locale de plantation tende vers 10 000 plants par hectare jusqu'à ce qu'une solution génétique ou sylvicole soit apportée, qui permette de diminuer de nouveau cette densité.

On a pu lire récemment, dans la *Revue forestière française*, deux publications sur ce thème ⁽²⁾. La première décrit les modalités de croissance du Hêtre et nous y reviendrons. La seconde apporte un élément explicatif à la mauvaise forme, en particulier en montrant le rôle du polycyclisme, et précise que ce phénomène n'est pas lié à la plantation mais aux conditions du milieu où croissent les plants (lumière, fertilité), puisque des semis naturels et des plants plantés dans le même site présentent les mêmes défauts de forme. Le titre et la conclusion de cette deuxième publication sont lourds de sens : mauvaise forme et développement en plein découvert sont associés.

Notre souhait est d'apporter ici diverses précisions sur le rôle du polycyclisme dans l'expression de la forme, grâce à une description détaillée de la morphologie, sur un nombre élevé de plants dans plusieurs sites.

*

**

La croissance du Hêtre suit un nombre limité de modalités parmi lesquelles le polycyclisme semble jouer un rôle important, d'abord sur l'expression de la vigueur et ensuite par son influence sur la forme du plant (Moyen et Thiébaud, 1982 ; Le Tacon, 1983). Jusqu'ici, le polycyclisme a essentiellement été étudié selon le critère présence-absence et sous l'angle de la variabilité génétique de son apparition (pousse de la Saint-Jean et pousses d'août de Galoux, 1966 et Johannistriebe de Krahl-Urban, 1958). L'étude de son incidence sur la vigueur et sur la forme méritait un approfondissement.

Diverses plantations comparatives de provenances de Hêtre, installées grâce à une collaboration entre l'Office national des Forêts et la Station d'Amélioration des Arbres forestiers (I.N.R.A.-Orléans), aujourd'hui âgées de 5 à 8 ans nous ont permis :

- d'apprécier l'amplitude et les variations du polycyclisme,
- d'analyser ses relations avec la vigueur et la forme des jeunes Hêtres.

CROISSANCE DU HÊTRE

Modalités de croissance

Depuis quelques années, plusieurs morphologistes essaient de dégager les éléments simples sur lesquels repose l'architecture des ligneux en considérant la plante dans sa totalité. Cette démarche n'impose pas de nouvelles définitions. Cependant ces morphologistes ont jugé nécessaire de redéfinir de manière très précise les termes utilisés.

Les modalités de croissance du Hêtre ont été décrites récemment dans la *Revue forestière française* (Thiébaud et Puech, 1983 et 1984). Nous nous contenterons de les rappeler brièvement.

(2) B. THIÉBAUD et S. PUECH, R.F.F., vol. 35, n° 6, 1983, pp. 443-451 et F. LE TACON., R.F.F., vol. 35, n° 6, 1983, pp. 452-461.

Par définition, nous considérons qu'un axe est produit par un seul méristème terminal, depuis l'apparition de ce dernier jusqu'à son arrêt de fonctionnement. Tous les axes aériens du Hêtre ont une croissance **rythmique** caractérisée par des vagues successives d'allongement qui alternent avec des périodes de repos (Wareing, 1944 et 1954 ; Lavarenne-Allary, 1965 ; Lavarenne-Allary et al., 1971). Ainsi, l'axe est formé par une succession d'**unités de croissance** correspondant chacune à un **cycle** d'allongement continu (Hallé et Martin, 1968).

Pendant la période de végétation, la croissance se manifeste à l'extrémité des axes par la formation d'une **pousse annuelle** que nous définissons comme étant l'élongation totale de l'axe au cours d'une année, entre deux bourgeons dormants hivernés. Ces bourgeons laissent sur l'écorce de plants à faible croissance des cicatrices caractéristiques, visibles pendant 20 à 30 ans, qui permettent de repérer avec précision les pousses annuelles successives le long d'un axe. L'allongement des pousses peut se produire rapidement au printemps, en un seul cycle de croissance, la pousse est alors **monocyclique** et correspond à une unité de croissance. Mais cet allongement peut être discontinu et s'effectuer en plusieurs cycles de croissance, la pousse est alors **polycyclique** et correspond à plusieurs unités de croissance.

Chez le Hêtre, les pousses monocycliques et polycycliques se distinguent entre elles, non seulement par leur mode de croissance, mais aussi par la disposition des organes et la forme des feuilles (Thiébaut, 1981 et 1982 ; Thiébaut et Puech, 1983). Pendant le premier cycle d'allongement, le bourgeon terminal hiverné produit un axe **plagiotrope**, c'est-à-dire un axe oblique, aux feuilles alternes, insérées sur deux génératrices et dont les limbes sont disposés dans un seul plan contenant l'axe (phyllotaxie alterne distique). A partir du second cycle, l'axe devient **orthotrope**, c'est-à-dire un axe dressé verticalement, aux feuilles alternes, insérées en spirale et dont les limbes sont disposés dans plusieurs plans autour de l'axe (phyllotaxie alterne spiralée). Ces deux types d'axes portent des feuilles différentes par leur forme, leur structure, et même, leurs aptitudes physiologiques. Les cycles orthotropes sont issus de bourgeons fugaces dont les cicatrices s'effacent rapidement au bout de 4 à 5 ans. Le polycyclisme est important dans le développement et la forme d'un axe. En effet, lorsque les pousses annuelles successives sont monocycliques, l'axe présente la même organisation (ramification distique) et il est rectiligne ; par contre, lorsque les pousses sont plagiotropes puis orthotropes, l'axe présente deux types d'organisation (ramification distique et spiralée) et il devient sinueux.

Dans une ramification, le développement des axes est hiérarchisé par une dominance apicale plus ou moins nette qui influence qualitativement et quantitativement leur croissance. Quatre voies sont possibles :

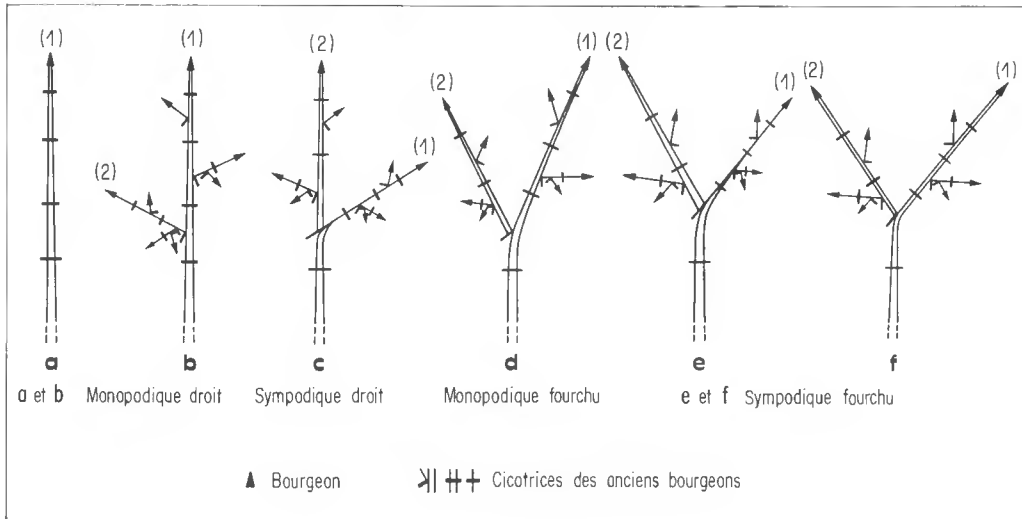
— La dominance apicale est forte et localisée dans un même méristème qui élabore la tige principale. Si les autres méristèmes donnent des axes latéraux, ces derniers sont obliques et petits. La tige principale est droite, formée d'un seul axe : son fonctionnement est **monopodique-droit** (figure 1 a et b).

— Tout en restant forte, la dominance apicale peut être transférée d'un méristème à un autre. L'ancien méristème dominant devient dominé et l'extrémité de l'axe primaire se latéralise. Un méristème latéral poursuit l'élaboration de la tige principale. Celle-ci est droite mais formée de plusieurs axes : son fonctionnement est **sympodique-droit** (figure 1 c).

— Lorsque la dominance apicale est faible et exercée par un seul méristème, la tige principale est oblique et monopodique ; elle est concurrencée par des axes latéraux, et des fourches apparaissent : le fonctionnement est **monopodique-fourchu** (figure 1 d).

— Lorsque la dominance apicale est faible et exercée successivement par plusieurs méristèmes, la tige principale est oblique et sympodique. Et quand la dominance est exercée simultanément par deux ou plusieurs méristèmes équivalents, il n'y a plus de tige principale distincte. Dans les deux cas, le fonctionnement est **sympodique-fourchu** (figure 1 e et f).

Figure 1 : MODALITÉS DE CROISSANCE DU HÊTRE.



Influence du polycyclisme sur la croissance

Les pousses polycycliques étant plus longues en général que les pousses monocycliques, les premières expriment la vigueur végétative d'un axe.

Selon Thiébaud et Moyen (1982), lorsque le polycyclisme se manifeste simultanément sur la tige principale et sur des axes latéraux qui deviennent alors compétitifs, la dominance apicale diminue et le polycyclisme peut favoriser alors l'apparition de fourches. Par contre, quand il n'apparaît que sur la tige principale, la dominance apicale est accusée, mais la tige devient sinueuse et le houppier étriqué, de sorte que la croissance privilégiée de la tige principale peut être remise en question en l'absence d'un houppier bien établi.

Pour Le Tacon (1983), le polycyclisme semble être une cause essentielle de fourchaison quel que soit le cas de figure. La dernière unité de croissance automnale semble ne pas avoir le temps de constituer un bourgeon terminal aoûté. Plus fragile, celui-ci est détruit pendant l'hiver. Au printemps suivant, la croissance reprend à partir de plusieurs bourgeons latéraux, créant ainsi la formation de fourches simples ou multiples.

LE POLYCYCLISME : CAUSES ET CONSÉQUENCES

Matériel et méthodes

Nous avons travaillé sur 4 plantations comparatives de provenances, installées à découvert. La première est située en Basse-Normandie dans la forêt domaniale d'Ecouves (Orne), la seconde dans le Limousin en forêt domaniale de Chaud (Haute-Vienne) et les deux dernières en région Centre, dans la pépinière de l'I.N.R.A. d'Orléans. Ont été ainsi observés 2 947 plants ; ils ont 8 ans depuis la graine, sauf ceux d'une des deux plantations d'Orléans qui n'ont que 5 ans. Dans nos observations, toutes les provenances ont été confondues, nous n'avons pas étudié l'effet génétique dont le rôle est abordé dans un autre article des mêmes auteurs publié dans les *Annales des Sciences forestières*, 1986 (1).

Après passage en pépinière (1 an de semis et 2 ans de repiquage), la plantation a été suivie d'une période d'adaptation (au moins deux ans) avant de pouvoir manifester les compétences individuelles vers 5 ou 6 ans. Nous avons donc effectué nos observations sur les deux dernières années de croissance, à 7 et 8 ans (1982 et 1983), en examinant la tige principale et l'axe latéral polycyclique le plus en concurrence avec cette première. Nous avons mesuré les longueurs des parties plagiotropes et orthotropes, sans distinguer le nombre de cycles orthotropes. La vigueur et la forme ont été décrites selon les variables suivantes :

— **la vigueur** a été caractérisée par la hauteur totale et le diamètre au sol de la tige principale ;

— **la forme** a été caractérisée par le nombre d'années pendant lesquelles le plant a eu un fonctionnement monopodique-droit (MD), sympodique-droit (SD), monopodique-fourchu (MF) et sympodique-fourchu (SF). Nous avons, de plus, retenu le nombre de fourches, c'est-à-dire « Fourches » = MF + SF.

Résultats

● *Amplitude et variations du polycyclisme* (tableaux I et II)

La fréquence du polycyclisme et la longueur des parties orthotropes varient suivant les conditions du milieu d'un site à l'autre.

Rôle de la fertilité

Dans les deux plantations d'Orléans, fertilisées et arrosées durant les quatre premières années, la fréquence du polycyclisme et la longueur des parties orthotropes sont beaucoup plus élevées qu'à Ecouves et à Chaud. Il faut ajouter qu'à Orléans les plants n'ont pas subi de repiquage et ont été installés définitivement après un an de semis, ce qui favorise certainement leur vigueur.

Ainsi, fertilisation et irrigation favorisent le polycyclisme. Et dans ce cas, il aurait été intéressant d'examiner si le polycyclisme se manifestait avec la même intensité sur la tige principale et les axes latéraux.

Rôle du climat

Une étude des données météorologiques pour la plantation de Chaud montre que l'année 1982 a été chaude et sèche, alors que 1983 a été chaude et humide. Parallèlement, le polycyclisme a été beaucoup plus fréquent en 1983 (81 %) qu'en 1982 (52 %), et les parties orthotropes ont été plus développées en 1983 (23 % de la pousse annuelle) qu'en 1982 (17 %). L'influence des conditions météorologiques semble donc nette. Nous avons remarqué de plus qu'une année favorable profite davantage à la tige principale qu'aux axes latéraux, accentuant ainsi la dominance apicale.

Rôle de l'âge

Dans les deux plantations d'Orléans, le nombre de plants par unité de surface et les conditions de milieu sont égales. Or, le polycyclisme a été beaucoup plus fréquent à Orléans 2 (92 et 97 %) où les plants ont 5 ans, qu'à Orléans 1 (79 et 91 %) où les plants ont 8 ans. De plus, la contribution de la partie orthotrope à la croissance annuelle est plus importante pour les plants de 5 ans (56 et 61 %) que pour ceux de 8 ans (32 et 42 %). Ainsi, il semble qu'à partir de 5-6 ans à Orléans l'importance du polycyclisme diminue au fur et à mesure que l'âge augmente. Cette constatation est en accord avec les observations selon lesquelles le polycyclisme est un caractère juvénile (Illy et Castaing, 1968 ; Moyen et Thiébaud, 1982).

Tableau I **Fréquence relative du polycyclisme sur la tige principale en 1982 et 1983**

Sites expérimentaux	Fréquence des plants polycycliques	
	1982	1983
Écouves : 1 017 plants âgés de 8 ans	46 %	65 %
Chaud : 829 plants âgés de 8 ans	52 %	81 %
Orléans 1 : 922 plants âgés de 8 ans	79 %	91 %
Orléans 2 : 179 plants âgés de 5 ans	92 %	97 %

Tableau II **Longueurs des parties plagiotropes et orthotropes de la tige principale en 1982 et 1983**

Sites expérimentaux	Longueurs absolues en cm						Longueurs relatives en %					
	Pousse 1982			Pousse 1983			Pousse 1982			Pousse 1983		
	Plagio.	Ortho.	Total	Plagio.	Ortho.	Total	Plagio.	Ortho.	Total	Plagio.	Ortho.	Total
Écouves : 1 017 plants âgés de 8 ans	18,2	4,9	23,1	21,9	10,1	32	85	15	100	76	24	100
Chaud : 829 plants âgés de 8 ans	27,2	8,5	35,7	32,8	14,3	47,1	83	17	100	77	23	100
Orléans 1 : 922 plants âgés de 8 ans	32,2	16,8	49	38,5	31,2	69,7	68	32	100	58	42	100
Orléans 2 : 179 plants âgés de 5 ans	21,3	28,2	49,5	26,5	49,2	75,7	44	56	100	39	61	100

● *Influence du polycyclisme sur la vigueur et la forme*

Nous avons limité nos observations aux sites d'Écouves et de Chaud qui, seuls, présentaient un nombre suffisamment proche de plants polycycliques et non polycycliques pour permettre des comparaisons. Les plants ont été répartis en 3 catégories selon l'importance du polycyclisme : absence de polycyclisme, polycyclisme uniquement sur la tige principale, polycyclisme sur la tige principale et les axes latéraux. Les variables de vigueur et de forme ont été analysées en fonction de ces trois catégories en procédant à une analyse de variance multivariable à un seul facteur.

Polycyclisme et vigueur (tableau III)

Les variations de hauteur et de diamètre sont très significatives d'une catégorie de plants à l'autre.

Tableau III

**Incidence du polycyclisme sur la vigueur
(valeurs moyennes observées)**

Stations et nombre de plants étudiés		Tige principale	
		Hauteur en cm	Diamètre en mm
Écouves	1	101	17,4
	2	114	18,5
	3	<u>127</u>	<u>21,9</u>
Analyse de variance		**	**
Chaud	1	136,7	21,9
	2	140,5	21,3
	3	<u>165,5</u>	<u>26,3</u>
Analyse de variance		**	**

1 Polycyclisme absent.

2 Polycyclisme localisé sur la tige principale.

3 Polycyclisme sur la tige principale et les axes latéraux.

Les valeurs soulignées sont les valeurs maximales de chaque groupe.

** Différences significatives au seuil de 1 %.

Les individus les plus vigoureux présentent du polycyclisme à la fois sur la tige principale et les axes latéraux. Le polycyclisme va donc de pair avec une vigueur importante. Et on constate que le polycyclisme sur les axes latéraux ne nuit pas au développement de la tige principale.

Polycyclisme et forme (tableau IV)

Si on en juge par le résultat des analyses statistiques, la présence et la localisation du polycyclisme jouent un rôle majeur sur la forme. La seule observation de la variable « Fourches » montre que les plants les mieux conformés présentent un polycyclisme localisé sur la tige principale. Les plants les moins bien conformés ont un polycyclisme généralisé. Enfin, les plants sans polycyclisme (valeur 1) forment un cas intermédiaire.

Tableau IV

Incidence du polycyclisme sur la forme.

Valeurs exprimées en nombre moyen d'années de croissance présentant l'une des modalités MD, SD, MF ou SF

		MD	SD	MF	SF	Fourches
Écouves	1	[6,53	[<u>0,57</u>	[0,14	[0,76	0,90
	2	[<u>6,67</u>	[<u>0,57</u>	[0,14	[0,62	0,76
	3	6,37	0,37	<u>0,29</u>	<u>0,97</u>	<u>1,26</u>
Analyse de variance		**	**	**	**	**
Chaud	1	[7,02	0,18	0,39	0,41	0,80
	2	[<u>7,24</u>	0,23	0,21	0,29	0,50
	3	6,79	<u>0,27</u>	0,35	<u>0,59</u>	<u>0,94</u>
Analyse de variance		**		*	**	**

MD, SD, MF, SF et Fourches, voir définition page 460.

1 Polycyclisme absent.

2 Polycyclisme localisé sur la tige principale.

3 Polycyclisme sur la tige principale et les axes latéraux.

Les valeurs soulignées sont les valeurs maximales de chaque groupe.

[: il n'y a pas de différence significative entre les 2 niveaux.

* : différences significatives au seuil de 5 %

** : différences significatives au seuil de 1 %.

CONCLUSIONS

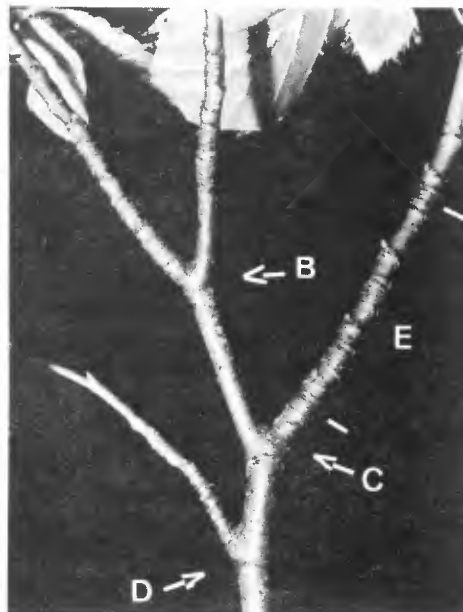
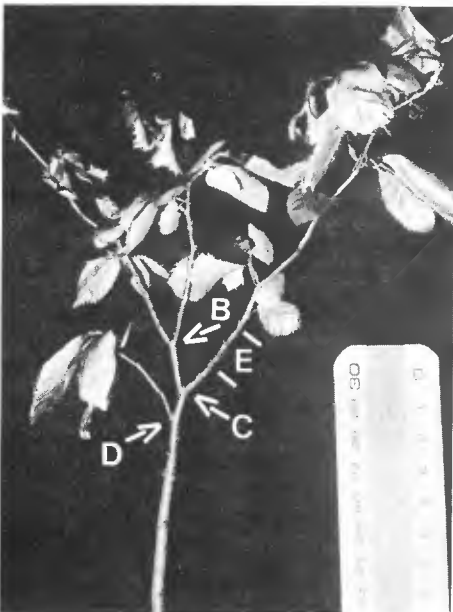
Le polycyclisme est sous la dépendance de **facteurs internes**, comme le montrent son expression morphologique régulière et identique chez tous les Hêtres ainsi que l'influence de l'âge du plant. Mais, par ailleurs, des **facteurs externes** interviennent, comme la luminosité ou la fertilité. En fait, nous sommes encore peu renseignés sur le déterminisme du polycyclisme.

Jeunes Hêtres récoltés, le 13 juin 1983, sous couvert, dans la forêt de Lingas au massif de l'Aigoual.



Hêtre n° 46

A gauche, vue d'ensemble. A droite, détail : A) Développement monopodique fourchu ; après la ramification, l'axe latéral est moins grand que l'axe principal.



Hêtre n° 47

A gauche, vue d'ensemble. A droite, détail : B) et C) Développement sympodique fourchu ; après la ramification, l'axe latéral est plus grand ou au moins égal à l'axe principal. D) Développement monopodique droit ; après la ramification, l'axe latéral est plus petit que l'axe principal. E) Développement monopodique droit, sans ramification.

Pourtant, une hypothèse se dégage de nos observations : le polycyclisme permet de tirer profit de ressources abondantes (fertilité, eau, luminosité, espace vital) et, dans les travaux publiés jusqu'ici, aucun fait ne contredit cette hypothèse (Galoux, 1966 ; Lavarenne-Allary et al., 1971 ; Le Tacon, 1983 ; Moyen et Thiébaud, 1982...).

Dans cette brève étude, nous pensons avoir montré qu'il ne faut pas toujours lier polycyclisme et mauvaise forme. En effet, les plants présentant du polycyclisme localisé sur la tige principale, arrivent à concilier une vigueur élevée et une forme correcte. Dans des études à venir sur le déterminisme du polycyclisme, il conviendra de distinguer les deux cas : polycyclisme localisé sur la tige principale et polycyclisme généralisé. Dans le premier cas, il pourrait être considéré comme l'expression d'une augmentation de la dominance apicale, alors que dans le second cas, la généralisation du polycyclisme traduirait plutôt une perte de la dominance apicale qui s'accompagne d'un risque accru de fourchaison.

Sylvie DUPRÉ
Ingénieur des Travaux
des Eaux et Forêts
OFFICE NATIONAL
DES FORÊTS
Subdivision
de Commercy-Saint-Mihiel
Château Stanislas
55200 COMMERCY

B. THIÉBAUT
Maître assistant
Laboratoire de Systématique
et Ecologie méditerranéennes
Institut de Botanique
UNIVERSITÉ DES SCIENCES
ET TECHNIQUES DU LANGUEDOC
163, rue Auguste Broussonnet
34000 MONTPELLIER

E. TEISSIER du CROS
Chargé de Recherches
Station d'Amélioration
des Arbres forestiers
INSTITUT NATIONAL
DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
ARDON
45160 OLIVET

BIBLIOGRAPHIE

- GALOUX (A.). — La variabilité génécologique du Hêtre commun (*Fagus sylvatica* L.) en Belgique. — *Station de Recherche des Eaux et Forêts, Groenendaal-Hoeilaart, Belgique. Travaux*, série 1, n° 11, 1966, 121 p.
- HALLÉ (F.), MARTIN (R.). — Etude de la croissance rythmique chez l'Hévéa (*Hevea brasiliensis* Müll-Arg.). Euphorbiacées — Crotonoïdées. — *Adansonia*, série 2, tome VIII, fasc. 4, 1968, pp. 476-503.
- ILLY (G.), CASTAING (J.P.). — Rythme saisonnier de croissance en diamètre et en hauteur chez le Pin maritime. — Société botanique de France. Colloque sur la physiologie de l'arbre, 1, 1966, pp. 173-179.
- KRAHL-URBAN (J.). — Vorläufige Ergebnisse von Buchen-Proveniensenversuchen. — *Allgemeine Forst — und Jagdzeitung*, 129, 1958, pp. 242-251.
- LAVARENNE-ALLARY (S.). — Recherches sur la croissances des bourgeons de Chêne et de quelques autres espèces ligneuses. — *Annales des sciences forestières*, vol. 22, n° 1, 1965, pp. 1-203.
- LAVARENNE-ALLARY (S.), CHAMPAGNAT (P.), BARNOLA (P.). — Croissance rythmique de quelques végétaux ligneux de régions tempérées cultivés en chambres climatisées à températures élevées et constantes et sous diverses photopériodes. — *Bulletin de la Société botanique de France*, 118, 1971, pp. 131-162.
- LE TACON (F.). — La plantation en plein découvert : une des causes de la mauvaise forme du Hêtre dans le Nord-Est de la France. — *Revue forestière française*, vol. XXXV, n° 6, 1983, pp. 452-459.
- MOYEN (G.), THIÉBAUT (B.). — Observations sur le développement de plantules du « Hêtre commun » (*Fagus sylvatica* L.) cultivées en pépinière : mode de croissance et forme des plants. — Colloque « Sciences et Industries du Bois », 20-22 septembre 1982, Grenoble, 1982.
- THIÉBAUT (B.). — Observations sur le polymorphisme des axes du Hêtre commun (*Fagus sylvatica* L.), orthotropie et plagiotropie. — *Comptes rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences*, sér. III, n° 292, 1981, pp. 483-488.
- THIÉBAUT (B.), PUECH (S.). — Développement du Hêtre commun (*Fagus sylvatica* L.). Morphologie et architecture de l'arbre.
1 — Le développement des plants. — *Revue forestière française*, vol. XXXV, n° 6, 1983, pp. 443-451.
2 — Le développement des arbres. — *Revue forestière française*, vol. XXXVI, n° 1, 1984, pp. 45-57.
- WAREING (P.F.). — Photoperiodism in woody species. — *Forestry*, 22, 1944, pp. 1-211.
- WAREING (P.F.). — Growth studies in woody species. VI The locus of photoperiodic perception in relation to dormancy. — *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 7, 1954, pp. 1-261.