

Article original

Qualification de la forme de deux pins maritimes en liaison avec la structure de leur bois

M Radi, P Castera *

Université de Bordeaux I, Unité mixte CNRS/INRA, laboratoire de rhéologie du bois de Bordeaux,
Domaine de l'Hermitage, BP 10, 33610 Cestas Gazinet, France

(Reçu le 15 mai 1991; accepté le 10 décembre 1991)

Résumé — La description fine de la forme par une méthode de géométrie dans l'espace et la répartition du bois de compression ont été étudiées sur 2 pins maritimes âgés de 23 ans et présentant des inclinaisons basales différentes. Cette méthode a permis de retracer en 3 dimensions (3D) la forme de l'arbre matérialisée par sa ligne moyenne. L'inclinaison de l'1 des arbres serait due à un basculement, celle du second serait plutôt due à un effet phototropique.

La répartition radiale et longitudinale du bois de compression est irrégulière. La relation entre la variation de l'inclinaison locale et le pourcentage de bois de compression avec la hauteur est très faible, toutefois l'excentricité tend à varier dans le même sens que le pourcentage de bois de compression en fonction de la hauteur jusqu'à 6 m. D'autre part, l'inclinaison basale ne donne, pour ces arbres, aucune indication sur le pourcentage total en volume du bois de compression dans l'arbre. Néanmoins, la formation du bois de compression était influencée par la première éclaircie.

***Pinus pinaster* = pin maritime / forme de l'arbre / bois de compression / angle du fil du bois**

Summary — Qualifying the shape of two maritime pine trees (*Pinus pinaster*) in connexion with their wood structure. The shape and distribution of the compression wood in the stem of a tree have been described using a geometrical method applied to 2 maritime pines (*Pinus pinaster*) which were both 23 years old but differing in their basal inclination. The lean in one of them was attributed to tilting, while the other could have been due to a phototropic effect. The radial and longitudinal distribution of compression wood is irregular. The relation between local inclination variation and percentage of compression wood is weak. Nevertheless, in a tree between 0 and 6 m in height the excentricity varies in the same manner as the compression wood percentage. However, the basal lean was not related to the total volumetric percentage of compression wood in the tree and the first thinning was found to have had an influence on the compression wood formation.

***Pinus pinaster* = maritime pine / tree shape / compression wood / spiral grain**

* Correspondence et tirés à part

INTRODUCTION

Les défauts de rectitude du tronc, fréquents chez le pin maritime landais (*Pinus pinaster*), sont le plus souvent à l'origine d'une forte dépréciation de la valeur économique de ce bois, d'une part à cause des courbures locales sur la grume conditionnant le façonnage et entraînant au minimum des pertes en rendement matière, d'autre part, du fait d'une hétérogénéité locale de structure du bois. Les conséquences technologiques de ces défauts sont visibles tant sur les produits déroulés (hétérogénéité des plis entraînant des déformations de panneaux) que sciés (déformation des planches, fil tranché).

Des travaux effectués au cours des dernières décennies sur les défauts de forme du tronc chez cette espèce, il ressort que l'inclinaison accidentelle de l'arbre à un stade jeune reste un facteur majeur de flexuosité de la tige (Polge et Illy, 1967; Keller, 1973; Arbez, 1979; Keller et Mosnier, 1987). Ce facteur est généralement associé à une hétérogénéité circonférencielle de fonctionnement du cambium, caractérisée par une croissance radiale plus forte dans la direction de l'inclinaison avec formation d'un secteur plus ou moins étendu de bois d'une constitution particulière (bois de compression), auquel on attribue un rôle actif dans le redressement gravitropique de la plante (Boyd, 1950; Archer et Wilson, 1973; Timell, 1986).

Dans l'état actuel de nos connaissances, il semble que la présence de bois de compression chez de nombreux résineux soit liée à la réorientation d'un axe en croissance secondaire, le gravitropisme étant un stimulus parmi d'autres. Chez le pin maritime des Landes, l'inclinaison de l'arbre reste un facteur général de réorientation expliquant la «courbure basale» du tronc, du fait de l'exposition des peuplements aux vents dominants d'ouest; néan-

moins d'autres événements sont susceptibles d'engendrer du bois de réaction. Une étude récente de Chanson *et al* (1990) a montré que le développement d'une branche relais à la suite d'une déficience du bourgeon terminal est également un phénomène générateur de bois de compression, à la fois sur la branche qui se redresse, mais aussi sur la tige préexistante. L'arbre conserve par la suite une trace observable de cet événement sous la forme d'une baïonnette.

Certains auteurs (Larson, 1962; Cown, 1974) signalent également l'influence marquée de traitements sylvicoles (éclaircies) sur l'induction de bois de compression. Cette observation pourrait témoigner d'un contrôle actif de la cime de l'arbre, qui subit une expansion brusque après l'éclaircie, sur l'activité cambiale.

Ces résultats sont, pour l'essentiel, qualitatifs et ne donnent pas d'indication sur l'importance (durée de formation) et la répartition spatiale du bois de réaction dans l'arbre en fonction de la nature et de l'intensité de la perturbation. Low (1964), à partir d'une classification subjective de la forme chez le pin sylvestre (*Pinus sylvestris*) avait apporté des éléments de réponse à cette question. Si l'étude de Keller et Mosnier (1987) confirmait la relation entre l'inclinaison et le pourcentage de bois de compression à la base du tronc chez le pin maritime, elle a aussi montré que les phénomènes étaient plus complexes lorsque l'on considérait l'arbre entier.

Nous nous proposons ici d'analyser de façon détaillée la forme du tronc de deux pins maritime de 23 ans, en relation avec l'intensité et la localisation du bois de compression dans les 2 arbres. L'objectif de l'étude est de savoir s'il existe une régulation locale de la forme par l'activité cambiale, ou si les 2 phénomènes doivent être considérés au niveau de l'arbre entier.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Matériel végétal

Les arbres étudiés proviennent d'une parcelle expérimentale de l'INRA (Pierroton). Il s'agit en l'occurrence d'un essai de descendance âgé de 23 ans depuis la graine. L'inclinaison basale moyenne des arbres dans la parcelle était de 10° en 1989 et 7° en 1976. Les 2 arbres choisis étaient flexueux, mais de formes apparement différentes. L'arbre 57 était incliné à la base et avait tendance à se redresser dans la partie supérieure du tronc. L'arbre 8 avait plutôt une courbure à mi-hauteur avec une inclinaison faible à la base.

Les figures 1 et 2 décrivent sommairement la forme des arbres 8 et 57 pris en considération. Après les mesures de forme, des rondelles ont été prélevées à chaque interverticille. Sur les 2 arbres abattus, les caractéristiques dendrométriques sont indiquées dans le tableau I.

Méthodologie

Mesure de la géométrie de la tige

Une description en 3 dimensions (3D) de la ligne moyenne du tronc a été réalisée sur les 2 individus. La ligne moyenne de l'arbre est donnée à partir des coordonnées (R, θ, z) des points pris au niveau des interverticilles sur la ligne fictive passant au centre de l'arbre, en considérant le tronc comme étant de section circulaire*. Sauf erreur due aux incertitudes des appareils de mesure, cette méthode a donné des résultats cohérents. La figure 3 donne une description de la méthode.

Une génératrice a été tracée dans une direction identifiée le long de l'arbre à l'aide d'une nacelle. Pour chaque point *M_i* localisé au milieu d'un interverticille à la hauteur *z_i*, on a effectué les mesures suivantes à ce point et à la base :

$$\alpha_i = \frac{\text{arc de circonférence mesuré à la base}}{\text{circonférence totale mesurée à la base}} \times 2 \pi$$

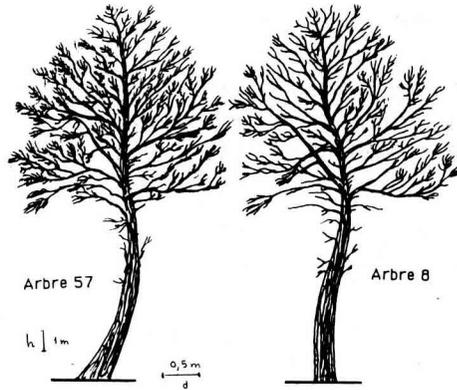


Fig 1. Forme des arbres étudiés.

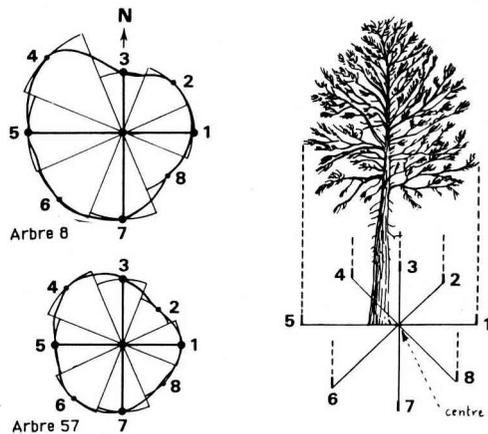


Fig 2. Évaluation de la surface projetée par la mesure de 8 rayons.

$$\beta_i = -(\text{azimuth mesuré} - \text{azimuth de référence}) \times \pi / 200$$

$$\Gamma_i = \frac{\text{arc de circonférence mesuré à la hauteur } z_i}{\text{circonférence totale à la hauteur } z_i} \times 2 \pi$$

* L'ovalité de la section, très difficile à mesurer sur un arbre sur pied, n'a pas été pris en compte.

Tableau I. Données dendrométriques des deux arbres.

<i>N° arbre</i>	<i>H (m)</i>	<i>IB (dg)</i>	<i>AIB (dg)</i>	<i>SH (m²)</i>	<i>D_{max} (m)</i>	$\frac{D_{\max} - D_{\perp}}{D_{\max}}$	<i>AD_{max} (dg)</i>
8	17,5	3,96	276,3	16,51	0,30	0,049	302,4
57	17	12,96	108	10,31	0,24	0,016	108

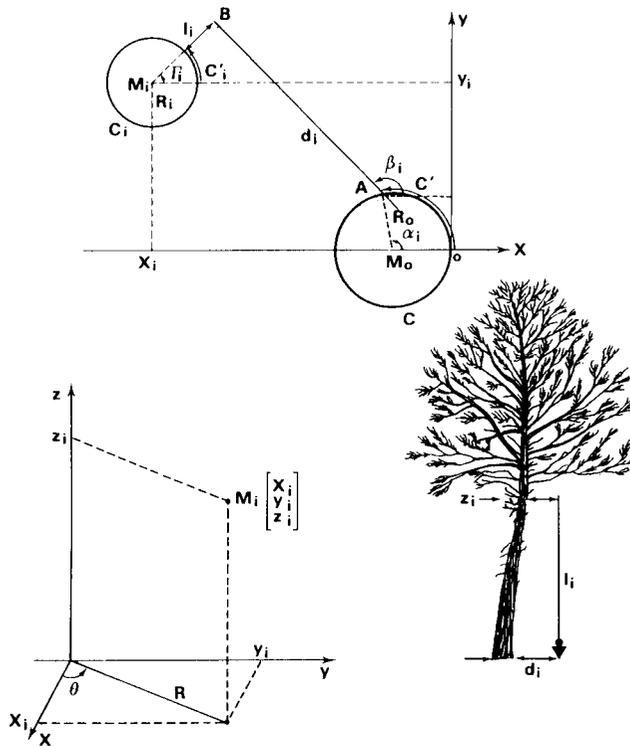


Fig 3. Description de la méthode de mesure fine de la forme.

$R_o = (\text{circonférence totale mesurée à la base}) / 2\pi$

$l_i = \text{distance horizontale (écorce - fil à plomb)}$
à la hauteur z_i

$R_i = (\text{circonférence totale mesurée à la hauteur } z_i)$
 $/ 2\pi$

$d_i = \text{distance horizontale (écorce - fil à plomb)}$
mesurée de la base à la hauteur z_i

le point *Mo* a pour coordonnées : $(-Ro, 0, 0)$

le point *Mi* est tel que :

$$\vec{OMi} = \vec{OMo} + \vec{MoA} + \vec{AB} + \vec{BMi}$$

Mi a pour coordonnées : (xi, yi, zi) telles que :

$$xi = -Ro + (Ro \cdot \cos \alpha) + (di \cdot \cos \beta) - (Ri + li) \cdot \cos \Gamma$$

$$yi = 0 + (Ro \cdot \sin \alpha) + (di \cdot \sin \beta) - (Ri + li) \cdot \sin \Gamma$$

$$zi = zi$$

Au point *zi*, on a mesuré la circonférence totale *Ci*, l'arc de circonférence de la génératrice au point de suspension du fil à plomb *C'i*, la distance horizontale (écorce-fil à plomb) *li*, sa direction est supposée passer par le centre de la section supposée circulaire.

À la base du tronc, on a mesuré la circonférence totale *C*, la distance horizontale (écorce – fil à plomb) *di*, l'azimuth de *di*, l'arc de circonférence *C'* de la génératrice au point d'intersection avec *di* (écorce – fil à plomb).

Mesures sur rondelles

Les rondelles prélevées ont été divisées en 16 secteurs (fig 4) sur lesquels on a mesuré les paramètres suivants : rayon maximal (de la moelle au dernier cerne), rayon opposé, diamètre perpendiculaire au plus grand diamètre sous écorce, surface de bois de compression, largeur de cerne et pente de fil.

Mesure du pourcentage de bois de compression

Nous avons utilisé la méthode employée par Keller (1973). Sur les surfaces lisses des rondelles

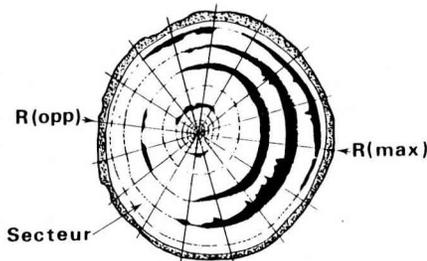


Fig 4. Section transversale d'une rondelle.

fraîchement sciées, les surfaces de bois de compression comme celles des rondelles servant de référence ont été délimitées, puis calculées grâce au logiciel Acad Trav à l'aide d'une table à digitaliser pour les 16 secteurs et pour chaque cerne. Le pourcentage de bois de compression a été calculé par le rapport surface du bois de compression/surface totale de la rondelle. L'ovalisation des sections qui aurait pu être définie par le rapport des diamètres maximal et minimal des rondelles n'a pas été prise en compte car cela ne correspondait pas à l'objectif de l'étude.

Mesure de la pente de fil

Nous avons utilisé la méthode employée par Boulet-Gercourt (1986) qui est assez utilisée également au Japon (Nakagawa, 1972). Sur les rondelles de 5 cm d'épaisseur aux faces parallèles et perpendiculaires à l'axe du tronc, un trait de scie passant par la moelle en évitant les zones de bois de compression a été amorcé; la rondelle a été ensuite fendue suivant le trait (fig 5). L'angle α a été calculé tous les 2 cerne suivant la formule suivante :

$$\alpha = \frac{1}{2} \left(\text{Arctg} \frac{dx}{y} - \text{Arctg} \frac{dx'}{y'} \right)$$

RÉSULTATS

Les principaux résultats concernant la forme, le bois de compression et la pente de fil sont illustrés pour les 2 arbres sur les figures 6–12. Le tableau II regroupe les résultats des calculs des paramètres de forme, d'excentricité de croissance, de bois de compression et de pente de fil pour les 2 arbres.

L'inclinaison générale (angle entre le premier axe d'inertie (I_1) et l'axe Z) est de $1,7^\circ$ avec une distance horizontale de 0,52 m pour l'arbre 8; elle n'est que $0,5^\circ$ avec une distance horizontale de 0,15 m pour l'arbre 57.

Qualification de la forme

La forme générale du tronc des 2 arbres, dessinée en 3 dimensions par un pro-

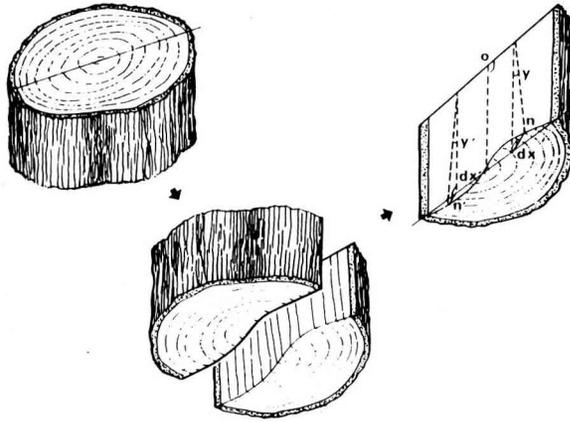


Fig 5. Méthode de mesure de l'angle de fil.

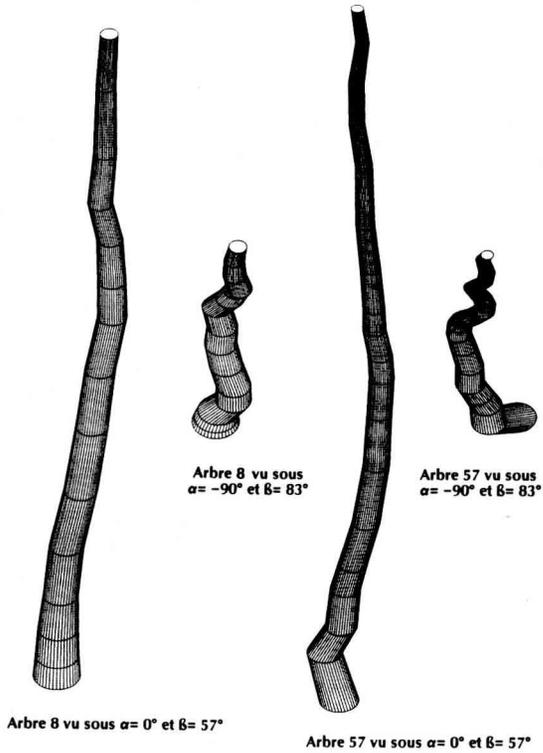


Fig 6. Présentation de la forme des deux arbres $\alpha =$ Azimuth; $\beta =$ Angle de vue par rapport à l'horizontale.

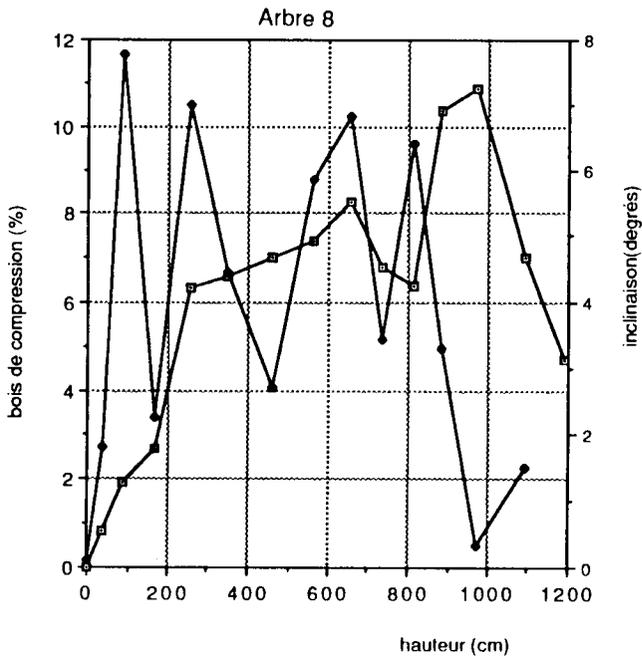
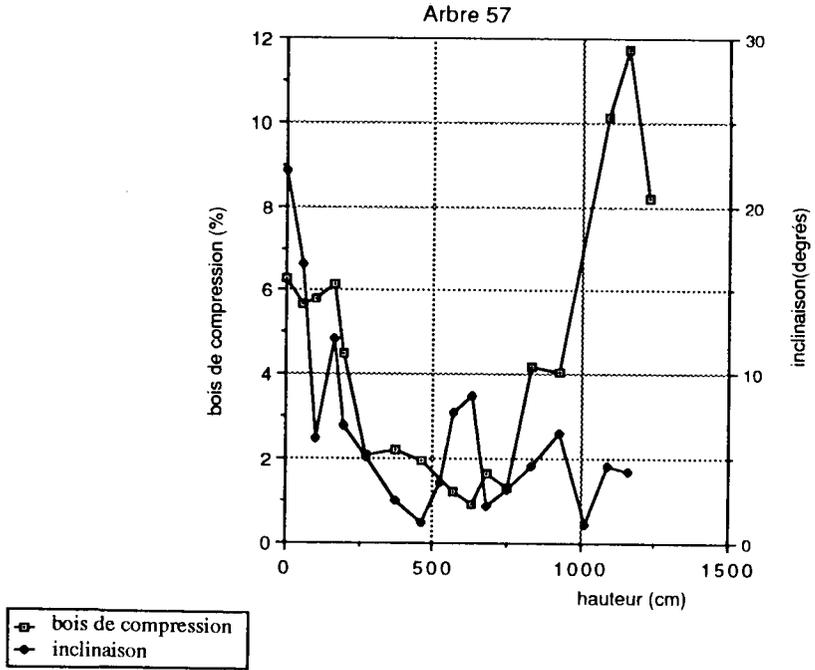


Fig 7. Évolution du pourcentage de bois de compression et de l'inclinaison locale avec la hauteur.

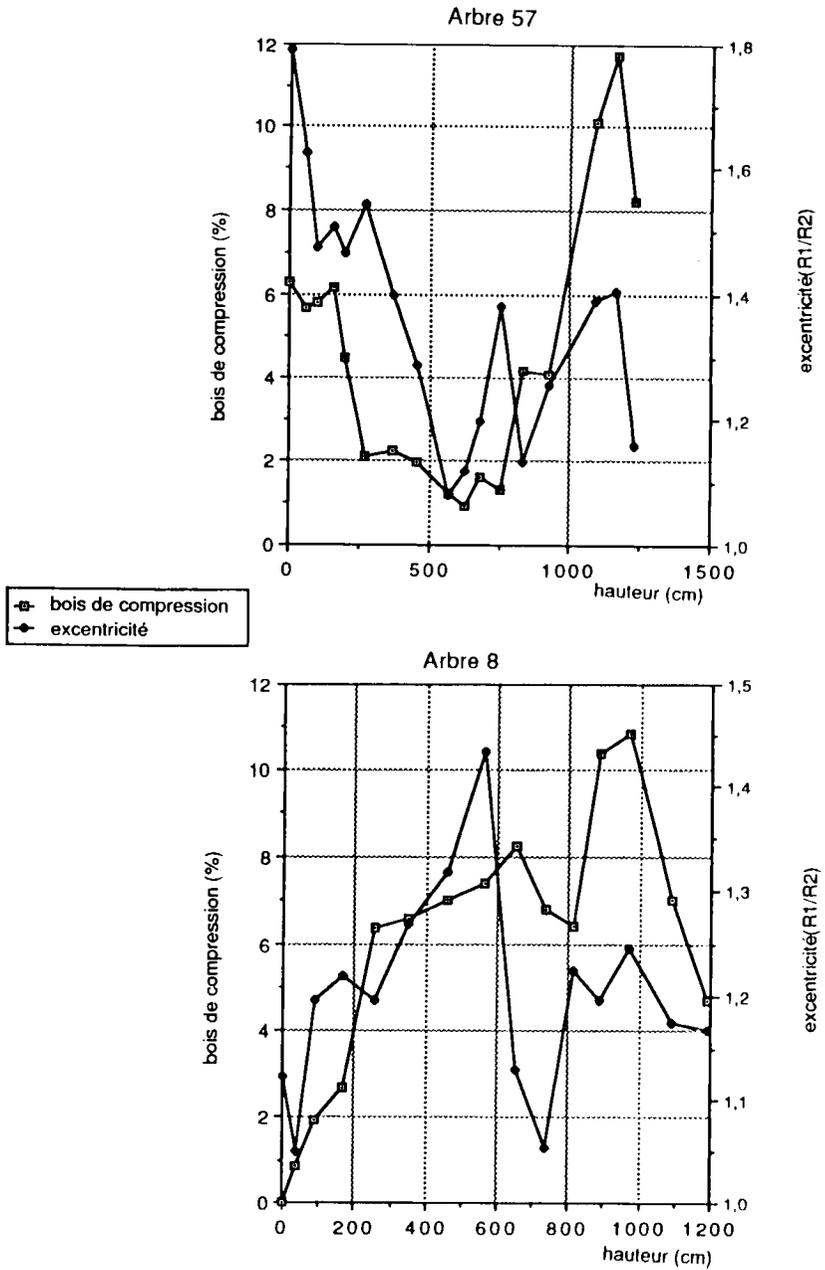


Fig 8. Évolution du pourcentage de bois de compression et de l'excentricité avec la hauteur.

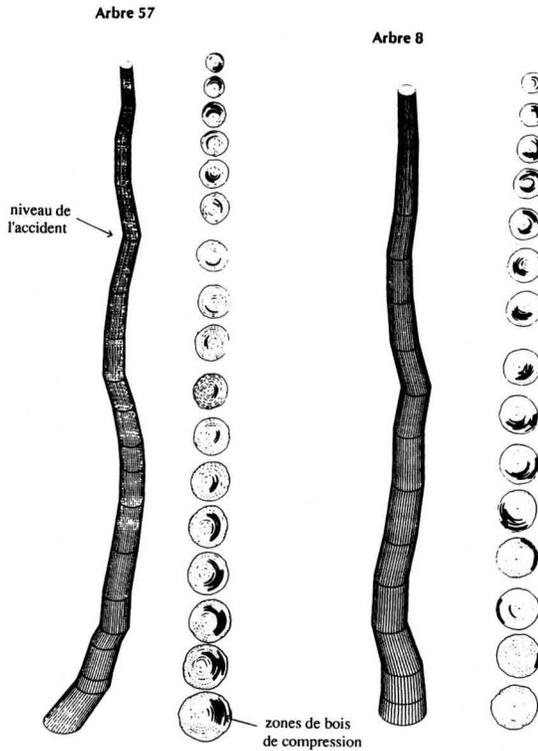


Fig 9. Distribution du bois de compression dans les sections transversales en fonction de la hauteur des arbres vue à 90°. Les deux arbres sont représentés avec la même échelle (0 à 12 mètres).

gramme interactif GKS (logiciel GKS.Bx), est présentée sur la figure 6 selon un azimuth de 0° et - 90°.

L'évolution avec la hauteur de l'inclinaison locale suit une tendance différente pour les 2 arbres (fig 7). Dans le cas de l'arbre 57, l'inclinaison est nettement plus marquée à la base qu'aux niveaux supérieurs. L'arbre 8 présente une inclinaison faible à la base mais une inclinaison générale plus marquée que l'arbre 57 (quoique relativement faible). Les coordonnées (x_i, y_i, z_i) des points de mesures ont été traitées par une

analyse en composantes principales, afin de déterminer les axes principaux d'inertie. Le pourcentage d'inertie globale expliqué par chacun des axes donne une information sur la géométrie du tronc. L'axe 1 explique un pourcentage d'inertie très élevé : 99,86% pour l'arbre 57 et 99,95% pour l'arbre 8. Ce résultat explique l'élanement des arbres mais ne permet pas de comparer les courbures. Le rapport d'inertie des axes 2 et 3 (I_2/I_3) facilite la comparaison des courbures : plus ce rapport tend vers 1, plus l'arbre est tordu.

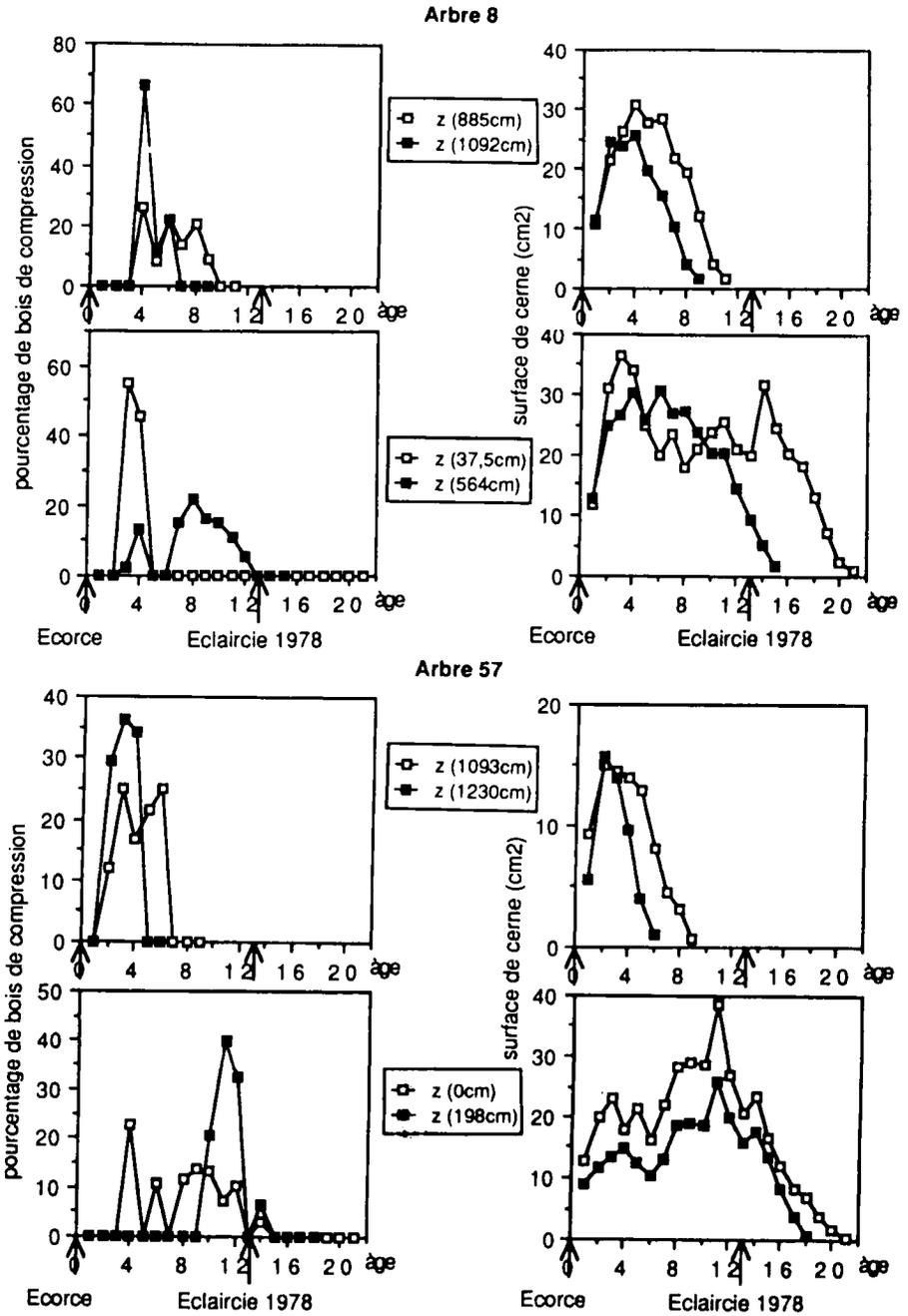


Fig 10. Distribution radiale du pourcentage de bois de compression et surface de cerne à différentes hauteurs.

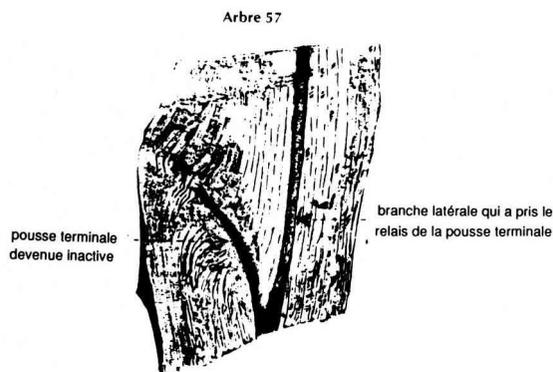


Fig 11. Coupe longitudinale au niveau de l'accident.

Distribution du bois de compression

Dans notre cas, l'inclinaison basale n'est pas représentative de la quantité totale en volume de bois de compression qui se trouve dans l'arbre, en effet le pourcentage total en volume de bois de compression dans l'arbre 8 (5,97%) était supérieur à celui de l'arbre 57 (3,89%) alors que l'inclinaison basale de l'arbre 57 était supérieure à celle de l'arbre 8.

Variation du bois de compression avec la hauteur

L'évolution comparée du bois de compression et de l'inclinaison locale en fonction de la hauteur est présentée sur la figure 7. Pour l'arbre 57, on constate que le pourcentage de bois de compression est en liaison avec l'inclinaison locale jusqu'à 5 m environ, au-delà, on n'observe aucune liaison. Pour l'arbre 8, la liaison est peu marquée même à la base. La relation entre excentricité et bois de compression (fig 8) paraît assez marquée pour les 2 arbres, toutefois, cette liaison est également plus

lâche au-delà de 6 m. La localisation du bois de compression dans la section à différentes hauteurs est représentée sur la figure 9. Pour l'arbre 57, sur les 6 premiers m, le secteur de bois de compression se trouve, comme attendu, sur la partie inférieure, au-delà, l'orientation varie. Pour l'arbre 8 l'orientation varie sur toute la hauteur.

Variation radiale

La variation radiale du pourcentage de bois de compression montre clairement que la formation de bois de réaction pour les 2 arbres est consécutive à 1 année d'éclaircie (1978). Pour l'arbre 57 on constate (figs 9 et 10) 2 perturbations; la 1^{re} est due à l'éclaircie survenue en 1978 qui se manifeste par une augmentation du pourcentage de bois de compression à la base (3 m). Le bois de compression a continué à se former jusqu'à 18 ans. Dans la partie supérieure, où la redressement est plus rapide, la formation de bois de compression a cessé bien avant, sauf au niveau de la partie qui matérialise la deuxième perturbation (pousse terminale devenue inactive, fig 11) où le bois de compression a continué de se former au-delà de ce niveau et jusqu'aux derniers cerne.

Pour l'arbre 8 l'effet de l'éclaircie est marqué entre les niveaux 2,5 et 7 m; en dessous l'éclaircie semble n'avoir aucun effet.

La 2^e éclaircie (1983), quant à elle, apparaît n'avoir aucune influence remarquable sur la formation de bois de compression pour les 2 arbres.

Angle de fil

La figure 12 présente les variations de l'angle de fil en fonction de la hauteur pour

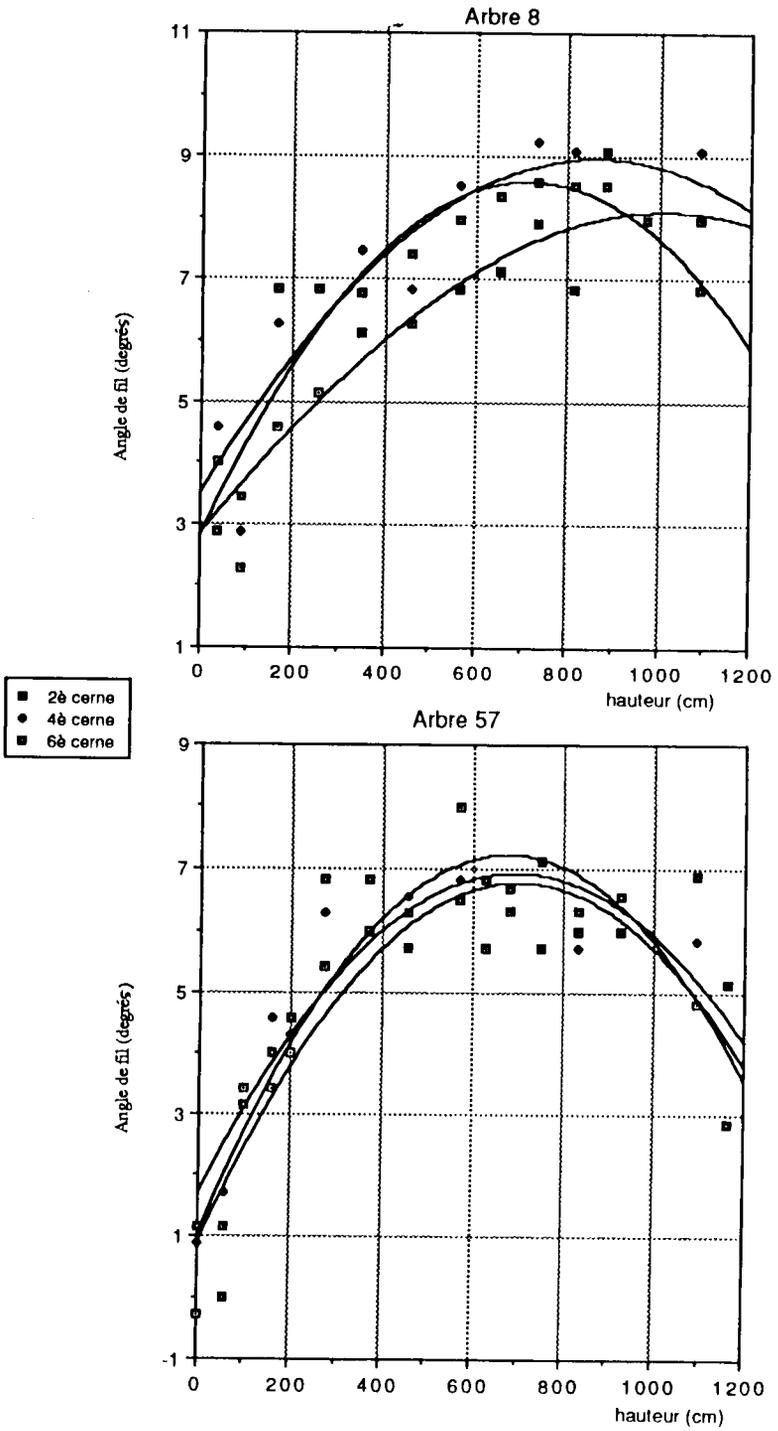


Fig 12. Variation de l'angle de fil avec la hauteur.

Tableau II. Paramètres de forme, bois de compression et angle de fil.

Z (m)	l (dg)	EX	BC (%)	RC (m)	α 2° ce	α 4° ce	α 6° ce
<i>Arbre 57</i>							
00,00	22,157	1,791	06,29		-0,28	0,85	1,14
00,57	16,574	1,623	05,67	00,98	1,14	1,72	0,00
01,00	06,180	1,474	05,80	02,21	3,43	3,15	3,15
01,61	12,149	1,507	06,16	04,26	3,43	4,57	4,00
01,98	06,980	1,466	04,49	03,85	4,00	4,29	4,57
02,73	05,073	1,543	02,09	13,45	5,42	6,28	6,84
03,71	02,511	1,400	02,24	17,44	5,99	6,84	6,84
04,59	01,150	1,286	01,98	16,02	6,27	6,56	5,71
05,26	03,575			08,47			
05,70	07,752	1,078	01,22	07,01	7,96	6,84	6,50
06,28	08,735	1,116	00,93	07,68	5,71	6,84	6,84
06,80	02,214	1,197	01,64	04,43	6,33	6,67	6,67
07,53	03,178	1,382	01,32	18,60	5,71	5,71	7,12
08,31	04,610	1,133	04,18	13,64	5,99	5,71	6,33
09,27	06,540	1,255	04,07	05,11	5,99	5,99	6,56
10,17	01,094			08,74			
10,93	04,591	1,391	10,10	07,45	4,80	5,82	6,89
11,62	04,231	1,405	11,70	04,46	5,14	5,14	2,86
12,30		1,158	08,21				
<i>Arbre 8</i>							
00,37	1,819	1,050	00,84	14,83	4,00	4,57	2,86
00,88	7,767	1,196	01,91	06,22	2,29	2,86	3,43
01,66	2,261	1,218	02,70	05,90	4,57	6,28	6,84
02,57	6,997	1,196	06,35	10,45	5,14	6,84	6,84
03,48	4,441	1,268	06,57	22,61	6,11	7,46	6,79
04,59	2,723	1,319	07,02	21,43	6,28	6,84	7,41
05,64	5,856	1,434	07,38	13,75	6,84	8,53	7,97
06,54	6,839	1,130	08,26	04,32	7,12	8,36	8,36
07,34	3,447	1,054	06,78	12,52	7,91	9,26	8,59
08,16	6,395	1,225	06,39	08,49	6,84	9,09	8,53
08,85	3,294	1,195	10,37	04,92	9,09	9,09	8,53
09,71	0,336	1,246	10,85	19,23	7,97	7,97	7,97
10,92	1,509	1,175	06,97	34,26	7,97	9,09	6,84
11,90		1,167	04,70				

Z = hauteur; l = inclinaison locale; EX = excentricité de la moelle (R_{max}/R_{opp}); BC = pourcentage de bois de compression; RC = rayon de courbure; α 2° ce = angle α (d°) 2° cerne à partir de l'écorce; α 4° ce = angle α (d°) 4° cerne; α 6° ce = angle α (d°) 6° cerne.

les cernes périphériques : 2°, 4° et 6° cernes à partir de l'écorce. On constate que cet angle augmente avec la hauteur,

puis diminue après être passé par un maximum. Les valeurs sont toutes comprises entre 0 et 9°.

DISCUSSION

La description fine de la forme actuelle de l'arbre a permis d'interpréter la distribution longitudinale et radiale du bois de compression dans l'arbre en relation avec la forme actuelle. Cette distribution dépend de la dynamique de croissance de l'arbre et des variations environnementales subies. Il apparaît que les phénomènes de réorientation ont un effet sur la forme actuelle de l'arbre et, par voie de conséquence, sur la répartition du bois de compression au cours de son histoire. Il reste cependant très difficile de définir actuellement des règles générales qui estiment la quantité et la localisation du bois de compression.

L'arbre 57 correspond assez bien à un schéma classique : forte inclinaison basale et bois de compression sur la partie inférieure dans les 5 premiers m. Low (1964), sur des pins sylvestres courbés dans un seul plan, avait trouvé une répartition régulière du bois de compression, en fonction du degré d'inclinaison et de courbure.

L'inclinaison basale de l'arbre 57 pourrait provenir d'un basculement du tronc au cours de l'éclaircie 1978 à la suite de laquelle il a commencé à produire du bois de compression (redressement). L'arbre 8 dont l'effet de l'éclaircie s'est manifesté plutôt par une recherche de la lumière a produit très peu de bois de compression à la base. La courbure importante qui s'est manifestée à la suite de la réorientation s'est produite à un niveau supérieur.

Le pourcentage total de bois de compression 3,89% pour l'arbre 57 et 5,97% pour l'arbre 8 n'est pas énorme. Zobel et Haight (1962) pour le pin taeda estiment à 3,3% le pourcentage de bois de compression pour les arbres classés droits et à 19% pour les arbres classés courbés.

L'excentricité de la croissance radiale change de direction pour les 2 arbres, cela

peut provenir du changement brusque des directions des inclinaisons.

L'éclaircie 1978 semble avoir un effet remarquable sur l'augmentation du bois de compression; l'action de l'éclaircie se manifeste par l'ouverture du peuplement, et donc, une augmentation de la sensibilité au vent, mais aussi par l'augmentation de la croissance (inégalement dans les arbres en fonction de leur degré de compétition avec les voisins) qui induit une forte concentration d'auxine; ces facteurs vont promouvoir la formation de bois de compression.

Pour Cown (1974), l'augmentation de bois de compression est associée directement avec l'augmentation de la croissance. L'effet de l'éclaircie de 1978 est bien net sur l'augmentation de la surface de cernes qui correspond à une accélération de croissance, cause de la formation de bois de compression. La deuxième éclaircie a eu très peu d'influence sur l'augmentation de la croissance et n'a eu aucun effet sur le développement de bois de compression. Smith (1968), sur le Pin taeda, a remarqué qu'il n'y a pas de bois de compression formé après la deuxième éclaircie faible, par contre le bois de compression est bien développé après la première éclaircie forte.

Par ailleurs l'angle de fil varie avec la hauteur. Il augmente de la base vers la cime en passant par un maximum avant de décroître à nouveau.

Les valeurs de l'angle de fil dans les 2 arbres sont comparables. Nos résultats sont conformes à ceux observés par Elliott (1967) et Harris (1973). Keller (1973), Timell (1986) ont observé que le maximum de déviation à gauche est atteint entre 15 et 30 ans, s'annule entre 40 et 70 ans avant de passer à droite. La déviation à gauche des 2 arbres âgés seulement de 23 ans est justifiée. Pour Raunecker (1957), Krempl (1970), le bois de compression semble n'avoir aucun effet sur l'angle de fil.

CONCLUSION

L'objectif de cette étude était d'établir des relations entre la forme actuelle d'un arbre et la distribution du bois de compression dans le tronc. Pour cela, une méthodologie de mesure permettant de décrire la forme dans l'espace de la ligne moyenne du tronc a été utilisée. Bien qu'assez lourde, cette méthode nous a permis de restituer assez fidèlement la forme de la tige des 2 pins maritimes que nous avons choisis pour cette étude.

L'analogie qu'on trouve entre les courbes d'évolution, avec la hauteur, des paramètres de forme (inclinaison et courbure locale) et celles concernant le pourcentage de bois de compression montrent que dans les 2 cas, le bois de compression est associé à des phénomènes de réorientation de la tige. Le fait que l'apparition de bois de réaction soit consécutive à une éclaircie nous amène à nous interroger sur la perturbation induite par des variations brusques de l'environnement autour de l'arbre. Ce point qui pourrait avoir d'importantes conséquences sur la conduite des peuplements devra être confirmé sur des dispositifs à sylviculture contrôlée. Un deuxième point d'intérêt concerne le phénomène de baïonnette et les conséquences sur la structure du bois. Les observations que nous avons faites sont différentes de celles de Chanson *et al* qui mettaient en évidence une «coulée de bois de compression». Dans notre cas, la présence de baïonnette à un niveau assez élevé n'induit du bois de réaction qu'au niveau de la branche relais.

Il y a donc une réflexion à mener sur l'incidence d'un tel accident de croissance, qui ne semble pas rare chez le pin maritime, sur le fonctionnement de l'arbre.

RÉFÉRENCES

- Arbez M (1979) Contrôle génétique et mécanisme d'acquisition des défauts de rectitude du tronc de pin maritime Landais. *104^e Congr Nat Soc Savantes* Bordeaux 1979, Sci fasc II, 315-327
- Archer RP, Wilson BF (1973) Mechanics of compression wood response. II. On the location, action and distribution of compression wood formation. *Plant Physiol* 51, 777-782
- Boulet-Gercourt B (1986) Fentes des arbres chez *Abies grandis*; recherche de paramètre structure du bois pouvant expliquer la sensibilité de certains individus à ce défaut. DEA Sci bois (INRA)
- Boyd JD (1950) Tree growth stress I; Tree growth evaluation. *Aust J Sci Res Series B3* (3), 270-293
- Chanson B, Loup C, Fournier M (1990) Relation entre architecture mécanique et anatomie de l'arbre, cas d'un pin maritime (*Pinus pinaster* soland). In: *2^e Coll int de l'arbre*. Montpellier 10-15 septembre 1990
- Cown DJ (1974) Comparison of the effect of two thinning regimes on some wood properties of *Radiata* pine. *NZJ For Sci* 4, 450-551
- Elliott GK (1967) Some problems of spiral grain with special reference to conifers. *Proc 14th IUFRO Cong Munchen IX* sect 41, 413-435
- Harris JM (1973) Spiral grain and xylem polarity in *Radiata* pine; microscopy of cambial reorientation. *NZJ For Sci* 3, 363-378. *Proc 5th Meet IUFRO Safr* 2, 437-445
- Keller R (1973) Caractéristiques du bois de pin maritime, variabilité et transmission héréditaire. *Ann Sci For* XXX, 1, 31-62
- Keller R, Mosnier JC (1987) Influence de l'écart à la verticalité des arbres sur pied, sur la qualité du bois de pin maritime : observation sur la répartition du bois de compression et la place occupée par le duramen; *Actes du 2^e coll Sci Ind Bois I* Nancy
- Krempel H (1970) Untersuchungen über den Drehwuchs der Fichte. *Mitt Forstl Bundesversuchsanst Wien* 89, 116 p
- Larson PR (1962) A biological approach to wood quality. *Tappi* 45, 443-448
- Low AJ (1964) A study of compression wood in Scots pine (*Pinus sylvestris*). *Forestry* 37, 179-201

- Nakawaga S (1972) Distribution of spiral grain within stem and the spirality pattern of *Larix leptolepis* Gordon. *Bull Gov For Exp Stn* 248
- Polge H, Illy G (1967) Observations sur l'anisotropie du pin maritime des Landes. *Ann Sci For* 24, 205-231
- Raunecker H (1957) Beobachtungen über den Drehwuchs der Kiefer; *Holz-Zbl* 83-1121 (cité par Timell, 1986)
- Smith DM (1968) Wood quality of Loblolly pine after thinning. *US For Prod Lab Res Paper* FP L 89
- Timell TE (1986) *Compression wood in gymnosperms II*; Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo
- Zobel BJ, Haught AE Jr (1962) Effect of bole straightness on compression wood of Loblolly pine. *Nc State Coll For Tree Improv Prog Tech Rep* n° 15, 14 p