sommaire

numéro spécial

Sylviculture du châtaignier

Dossier coordonné par Jean Lemaire

8 **Le groupe de travail châtaignier : 25 ans, des résultats** R. Lempire

9 **Le châtaignier : un or blond en péril ?** J. Lemaire

14 **Estimer la potentialité de son taillis de châtaignier et y adapter les éclaircies** J. Lemaire

18 **Autécologie du châtaignier : un fougueux qui craint la sécheresse !** J. Lemaire

25 **Des outils pour cuber ses taillis de châtaignier** J. Lemaire

29 **La roulure du châtaignier est mieux cernée** Le groupe de travail châtaignier

30 **La roulure du châtaignier : un défaut fréquent que le sylviculteur peut atténuer** G. Cousseau et J. Lemaire

34 **L'impact des éclaircies tardives sur le risque de roulure dans les taillis de châtaignier I** G. Cousseau et J. Lemaire

37 **L'impact des éclaircies tardives sur le risque de roulure dans les taillis de châtaignier II** G. Cousseau et J. Lemaire

41 **Prévoir le risque de roulure et son impact financier dans un taillis de châtaignier** G. Cousseau et J. Lemaire

45 **Détecter la présence de roulures dans un arbre sans l'abattre** G. Cousseau et J. Lemaire

49 **Prendre en compte le risque de roulure dans la conduite des éclaircies de châtaignier** J. Lemaire

53 **La valeur financière des taillis en fonction de la modalité d'éclaircie** J. Lemaire

57 **Sélectionner ses arbres d'avenir** J. Lemaire et G. Pichard

60 **Extrait du guide des sylvicultures du châtaignier en Castagniccia : traitement irrégulier à vocation bois d'œuvre** A. Pavie, F. Torre et J. Lemaire

63 **Le groupe de travail châtaignier : des résultats et perspectives** J. Lemaire

Le groupe de travail châtaignier : 25 ans, des résultats

René Lempire, Président du groupe de travail châtaignier



Vingt-cinq ans déjà – ou plutôt seulement – que le groupe développe la sylviculture et la filière de ce bois aux reflets blonds. Les 6 et 7 mars 2007, le groupe de travail châtaignier s'est réuni en Dordogne pour fêter ses 25 ans.

Au début des années 80, le châtaignier est un inconnu pour l'administration. C'est une espèce fruitière et non forestière. Il ne bénéficie d'aucune aide, ni pour les régénérations ni pour les éclaircies. Le groupe de travail est créé en novembre 1981 grâce à la volonté politique de Jean Lacoste, Georges Illy et Jacques Marion, alors respectivement futur président du groupe de travail, directeur du CRPF Languedoc-Roussillon et directeur de l'IDF. Au début, le groupe compte des personnes issues de la filière fruit et bois. Les réunions sont pittoresques et ancrées dans les traditions occitanes, son terroir majoritaire. L'arrivée d'un secrétaire technique en 1985 dynamise les études sur la sylviculture du châtaignier, à partir de rien. Le Nord est alors admiratif de la filière dynamique du Sud. Puis, la tempête de 1987 en Bretagne bouleverse la filière châtaignier. Les acheteurs portugais et italiens découvrent la qualité des grumes de châtaignier du Nord de la Loire qui produit de gros bois. La sylviculture du châtaignier s'affine et les expériences s'accumulent grâce aux organismes forestiers et aux propriétaires, Jacques Pelcé (président d'honneur du groupe de travail) en particulier. Depuis 2001, l'accent est mis sur la nécessité de la régénération et les problématiques associées. Aujourd'hui, le châtaignier est une essence emblématique qui ne laisse personne indifférent mais reste peu connue. Sa filière est sous-développée au regard de la qualité de ce bois durable. Son bois est encore trop rarement utilisé en France contrairement aux Pays méditerranéens comme l'Italie, le Portugal et l'Espagne qui valorisent nos plus belles grumes.

Les 25 ans de travaux du groupe ont permis des avancées tant en sylviculture qu'en valorisation des bois. Ces travaux ont été synthétisés dans l'ouvrage : Le châtaignier, un arbre, un bois (seconde édition parue en 2004). Suite au dossier du numéro 165 de Forêt-entreprise consacré aux sylvicultures à développer face aux pathologies du châtaignier, ce numéro spécial présente tous les outils permettant de gérer au mieux les taillis de châtaignier.Économie, indices de fertilité, tarif de cubage, autécologie, diagnostic de la roulure, itinéraires sylvicoles pour limiter le risque de roulure… : autant de thèmes abordés dans ce numéro spécial consacré à « l'or blond ».

Mais avant de vous laisser à la lecture de ce dossier, je tenais encore à remercier, en tant que président du groupe, tous les passionnés du châtaignier, les membres du groupe de travail et les invités présents aux tournées qui sont venus animer et échanger dans ces réunions toujours constructives et chaleureuses. ■

Les actualités du châtaignier

Venez découvrir l'ensemble de ces personnes réunies par une passion commune : le châtaignier.

Un film de quelques minutes du groupe de travail châtaignier est téléchargeable sur le site internet : *www.ozarbrescitoyens.canalblog.com*

Nous vous invitons à venir découvrir le premier film de Marc-Antoine Deprat consacré à « **l'illustre inconnu** » le châtaignier. Vous pouvez regarder ce film de onze minutes en vous connectant sur le site *www.ozarbrescitoyens.canalblog.com*.

Deux guides de sylviculture consacrés au châtaignier viennent de paraître. Le premier est édité en Corse. Il restitue les résultats des études entreprises par le Cetef et le CRPF de Corse, l'IDF et l'IFN (*voir article page 60*). Le second est consultable en ligne sur le site *www.coopcft.org/feuillus/telechargement.php*. Il a été réalisé en Montagne Noire et plus précisément par la charte forestière de territoire du Haut-Cabardès.

Le châtaignier : un or blond en péril ?

Jean Lemaire, ingénieur à l'IDF

Rarement cité dans la littérature relatant les ventes de bois, le châtaignier n'en est pas moins l'or blond de la forêt privée. Du statut d'arbre du pauvre, il est devenu un feuillu très précieux à condition qu'il soit droit et d'une circonférence d'au moins 90 cm.

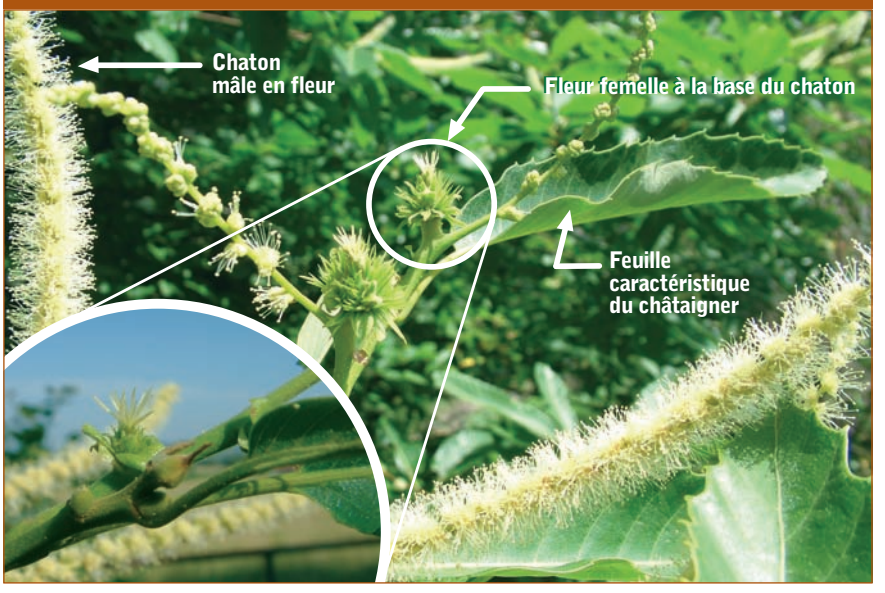
Les prix ne fléchissent pas depuis 1987, année de la tempête en Bretagne. Mais les gros bois de châtaignier sont rares et quasi exclusivement exportés. La transformation française est axée sur les petits bois mais là aussi, le marché est en évolution.

Petit rappel historique

Le châtaignier (*Castanea sativa*) appartient à la même famille que les chênes et le hêtre. Il est aisément reconnaissable avec ses longues feuilles allongées, simples et dentées sur les bords. Les longs chatons (fleur mâle produisant le pollen) de couleur miel typique fleurissent en juin. Plus discrètes, les fleurs femelles sont présentes à la base des chatons, elles formeront les châtaignes groupées par 1 à 4 dans une bogue piquante.

Le châtaignier est présent sur tout le bassin méditerranéen, de la Turquie au Portugal. Au nord, il s'étend jusqu'en Angleterre. L'aire naturelle de notre châtaignier est délicate à définir tant l'homme a bouleversé sa répartition par la culture qu'il en a pratiqué. Grâce aux études des gènes, on commence à reconstituer le chemin qu'il a parcouru. Originaire de l'est de la Turquie et de l'Arménie, sa culture aurait été propagée en Europe de l'Ouest grâce aux Grecs et aux Romains ensuite. Étymologiquement, châtaignier viendrait de *kashtah* (fruit sec), mot d'origine perse.

Figure 1 : La floraison du châtaignier

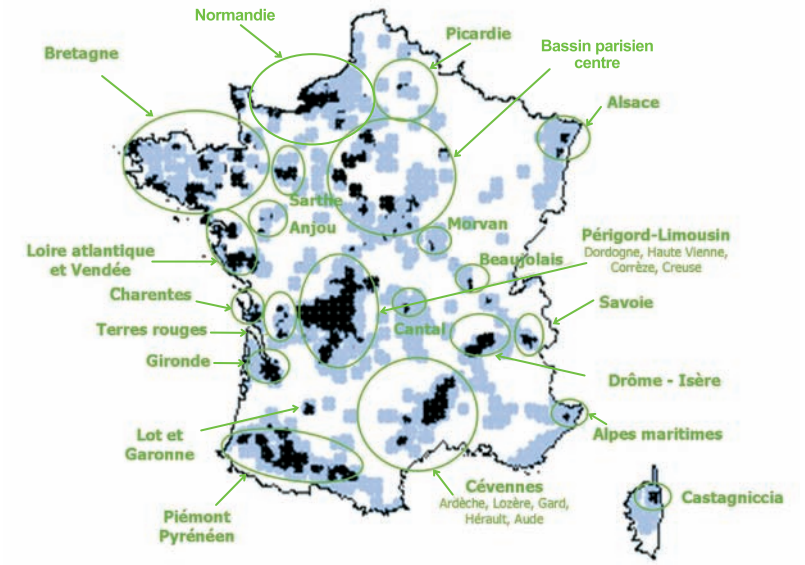


© J. Lemaire IDF

Le châtaignier serait indigène dans certaines régions du Sud de la France où il s'est réfugié durant les glaciations, mais il est difficile aujourd'hui de savoir où il est réellement autochtone.

Le châtaignier était probablement présent à l'époque gauloise mais disséminé. En effet, les Gaulois vouant un mythe aux arbres, il est très probable qu'ils aient vénéré le châtaignier au même titre que le chêne. Le châtaignier a été cultivé durant le Moyen Âge mais c'est réellement pendant l'Époque moderne que sa culture s'est développée. Après les crises des grandes pestes, la population a commencé à coloniser les campagnes les plus reculées. Le châtaignier a ainsi été implanté dans les régions peu accessibles, aux sols acides et pauvres. Il nourrissait l'homme là où la culture des céréales atteignait ses limites. La véritable civilisation de « l'arbre à pain » est ainsi née. À la fin du XIX^{e} siècle, on estimait à plus de 500 000 ha la surface occupée par les vergers à fruits de châtaignier. La révolution industrielle, conjuguée au développement des usines à tanin et à l'apparition de l'encre, a eu raison de cette civilisation durant le XX^{e} siècle. À ce jour, on évalue à moins de 20 000 ha la surface des vergers à fruits. Au début du XX^{e} siècle, une grande partie des vergers a été exploitée pour le tanin dont le procédé technique venait d'être mis au point à Lyon. Un grand nombre de nos taillis sont nés de cette exploitation et la

Figure 2 : Répartition du châtaignier à bois en France



Le châtaignier a été implanté par l'homme. Nos taillis sont issus principalement des vergers à fruits abandonnés au début du XX[e] siècle (Cévennes, Périgord-Limousin…) ou des taillis pour les piquets de vigne (Loire-Atlantique, Gironde, Alsace…). Rien d'étonnant à ce que le châtaignier soit groupé en massifs forestiers comme le montre la carte ci-contre. Le traitement en taillis simple est de loin le plus courant encore de nos jours.

- Endroit où le châtaignier est abondant
- Endroit où le châtaignier est présent
- Endroit où le châtaignier est peu ou pas présent

Flore méditerranéenne IDF (à paraître)

culture du châtaignier s'est muée en sylviculture.

Le châtaignier a toujours été utilisé pour son bois. Son principal avantage est sa richesse en tanins et donc sa résistance à la pourriture. Il se fend aisément et sa culture en taillis permet de produire des petits bois de sciage ou des piquets aisément mobilisables à l'époque où la mécanisation n'existait pas.

Le châtaignier à bois en Europe et en France

En Europe, on estime à 2 millions d'hectares la surface de la châtaigneraie forestière. D'autres espèces du genre *Castanea* se rencontrent sur les continents d'Amérique du Nord et d'Asie. Mais le châtaignier a été très largement décimé par le chancre aux États-Unis ; et en Asie, il s'agit plutôt de châtaigniers à fruits. Les autres pays producteurs de bois sont principalement l'Italie, l'Espagne et le Portugal. Avec près de la moitié de la surface mondiale de la châtaigneraie à bois, la France est donc un interlocuteur incontournable. De plus, nos stations lui conviennent mieux que celles des autres pays méditerranéens. Voilà sans conteste des atouts par rapport à d'autres essences forestières françaises.

Le châtaignier, troisième essence feuillue en surface après le chêne et le hêtre, couvre actuellement un peu moins d'un million d'hectares de forêt en France. La quasi-totalité de cette forêt se situe en forêt privée, soit 94 % des 111 millions de m³ sur pied. 53 % de cette surface est cultivée en taillis simple. Le reste constitue les rejets des taillis-sous-futaie. La vraie futaie de châtaignier, issue de la graine et non du balivage de taillis, est quasi inexistante. 70 % du volume de la châtaigneraie se concentre sur six régions au sud de la Loire, par ordre d'importance : Aquitaine, Midi-Pyrénées, Rhône-Alpes, Limousin, Languedoc-Roussillon, et Poitou-Charentes.

La filière châtaignier en France

En France, la récolte de bois de châtaignier correspond à 25-30 % de son accroissement annuel estimé à 5,9 millions de m³/an. Le quart de ce volume exploité sert au sciage et à l'exportation de bois d'œuvre. Le solde est destiné à la trituration, au piquet, ou au bois de chauffage. Toutefois, la part non négligeable d'autoconsommation, notamment en piquet et bois de chauffage, ne facilite pas l'obtention de statistiques fiables sur la filière.

On assiste donc en France à une forte capitalisation sur pied. Cette difficulté de mobilisation du bois s'explique entre autres par :

→ la difficulté d'accès aux parcelles. L'IFN estime que seul un peuplement sur deux est aisément exploitable ;

→ le manque de bois de qualité répondant aux attentes des industriels.

Après la seconde guerre mondiale, l'exode rural a entraîné dans beaucoup de régions l'abandon des usages traditionnels du châtaignier comme le piquet… La faible valeur économique du châtaignier a engendré une non-gestion de ces forêts, voire leur conversion en futaies de résineux plus rémunératrices. Dès lors, il n'est pas étonnant de constater qu'en France seuls 10 % du volume sur pied sont constitués de bois de plus de 30 cm de

diamètre facilement exploitables et n'appartenant pas à d'anciens vergers à fruits. Ces bois de fortes dimensions sont prisés sur le marché ;

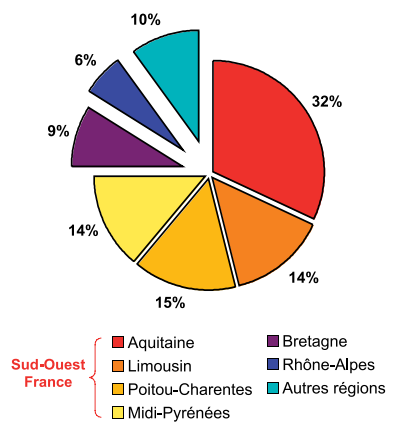
➔ le morcellement est un facteur très pénalisant. La majorité des parcelles de châtaignier s'étendent sur moins d'un hectare, compliquant la gestion forestière ;

➔ le vieillissement de la population et la mutation de la société (agricole en particulier). Bon nombre de taillis du Sud-ouest (tout particulièrement en Dordogne) sont gérés par des agriculteurs. La baisse de leur nombre et l'augmentation du coût de la main-d'œuvre compliquent la mobilisation des bois.

Trois quarts de la transformation s'effectue dans le Sud-ouest

Trois quarts des volumes de bois d'œuvre de châtaignier sont sciés dans le Sud-ouest, dont un tiers en Aquitaine (*Figure 3*). La Dordogne est particulièrement active. Ce département représente à lui seul le quart du volume de sciage produit en France. C'est aussi le premier département en surface de châtaignier, avec 170 000 ha. Cette transformation est axée sur le sciage de petits bois ; en particulier les parquets, lambris et autres bardages.

Figure 3 : Répartition des volumes de sciages usinés en France (moyenne 1999-2005)



© J. Lemaire IDF

Une filière au nord très active sur le marché de l'export

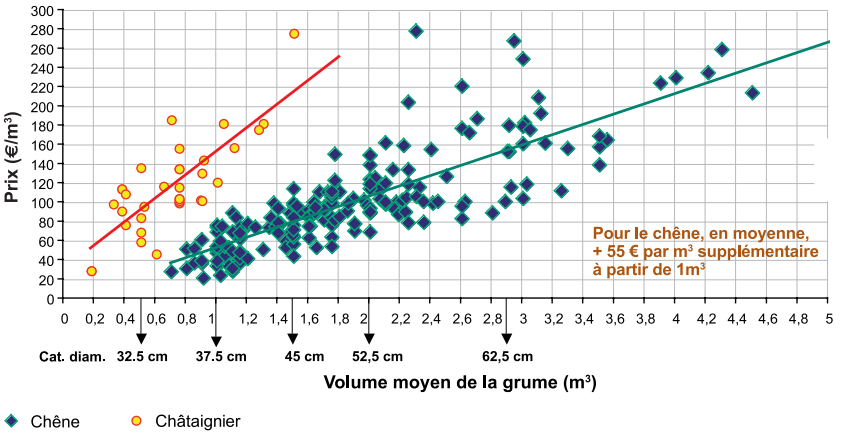
Le châtaignier est une essence très prisée en Italie et au Portugal notamment. Ces pays latins ont un « savoir-faire châtaignier » que nous n'avons pas ou trop peu. Depuis la tempête de 1987 en Bretagne, le marché du châtaignier a fortement évolué. Ces pays du Sud ont découvert les gros bois de qualité du Nord de la Loire. Les bois de qualité, c'est-à-dire droits et d'au moins 30 cm de diamètre non roulés, valent actuellement 100 à 110 €/m³ sur pied en moyenne (*Figure 4*). À titre de comparaison, pour ces dimensions, un châtaignier d'1 m³ équivaut au prix d'un chêne de 3 m³, soit 150 €/m³ en moyenne pour des bois sains non roulés. Un tel châtaignier peut être produit en 40 ans, contre 120 ans pour le chêne, soit trois rotations de châtaignier, avec autant – sinon plus – de bois d'œuvre exploité à chaque coupe



© J. Lemaire IDF

La mécanisation de l'exploitation des taillis se développe depuis la tempête de 1999.

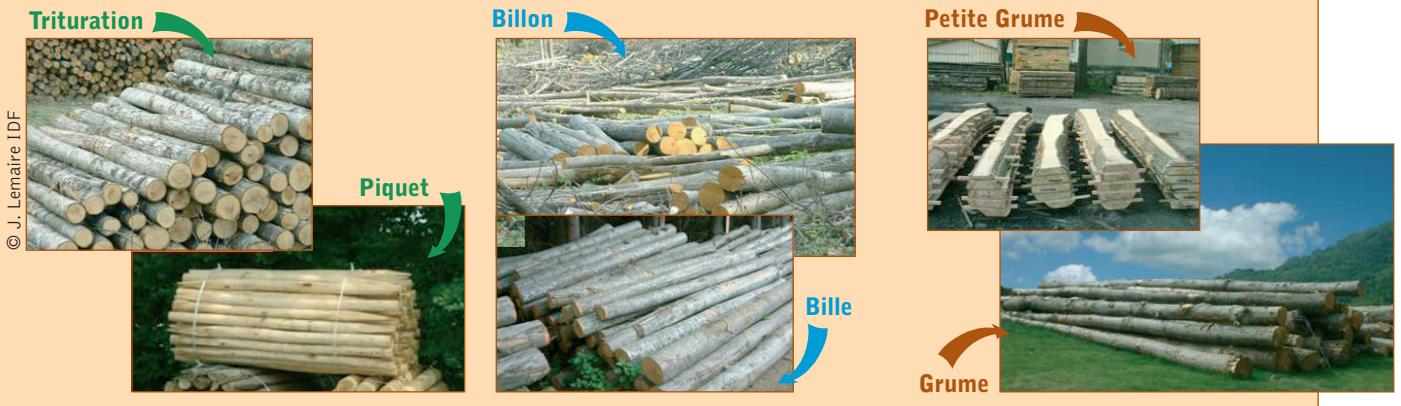
Figure 4 : Évolution des prix de vente moyens (bois sur pied sain et non roulé) en fonction du volume de la grume commercialisée*



** Prix estimé à partir de la moyenne de prix de ventes de 2002 à 2005 pour des peuplements faciles à exploiter.*

Les valorisations du châtaignier

Les appellations des produits valorisés à partir des taillis de châtaigniers divergent selon les régions de France. Ainsi on parle de tuteurs, échalas, piquets, merrains, douelles, billons, billes, billottes, grumettes, petites grumes et grumes… Ces appellations très différentes regroupent souvent des produits identiques. Ainsi les merrains et autres douelles servaient autrefois à la fabrication des tonneaux. L'évolution des marchés a amené la valorisation de ces produits en parquets. Nous proposons ci-dessous une harmonisation des appellations pour tous ces produits ; nous nous référerons à ces appellations par la suite. La valeur économique est exprimée en valeur relative par rapport au prix de vente du billon. Le billon est le produit standard des taillis de châtaigniers peu éclaircis. Ainsi le prix d'1 m³ de petite grume ou grume de châtaignier vaut en moyenne 4 à 15 fois le prix du m³ de billon. Mais ces normes ne doivent pas faire oublier au sylviculteur que la qualité du châtaignier c'est d'abord sa rectitude et l'absence de roulure. Notons également que les prix de vente sont très variables d'une région à l'autre, au regard notamment des conditions d'exploitation.



© J. Lemaire IDF

Valorisation	Bois de chauffage	Trituration	Piquet	Billon	Bille	Petite Grume et Grume
Longueur (m)	0,5 à 1	2	> 1	1 à 2,2	2 - 3	> 3
Diamètre fin bout minimal (cm)	≥ 7	≥ 7	Variable	14	20	> 20 bois > 0,5 m³ soit 90 cm de circonférence à 1,30 m)
Valorisation	Bois de chauffage	Papeterie Panneaux chauffage	Tuteurs et piquets	Avivés : Parquet - Lambris	Avivés, charpente, menuiserie, tranchage…	
Valeur relative par rapport à la qualité billon	0,5 à 1			1	≃ 3 à 4	4 à 15

rase. Ces prix élevés expliquent que la plus forte mobilisation du châtaignier se situe actuellement dans le Nord de la France sur ces régions les plus fertiles pour le châtaignier. L'Ile-de-France, la Picardie, la Sarthe et la Normandie se caractérisent par des taillis vieillissants abandonnés dans les années 1950 au moment où la valeur du châtaignier était très faible. Le climat et les sols étant très favorables à la croissance du châtaignier, ces peuplements ont produit des grumes (bois de plus de 120 cm de circonférence) et des petites grumes (bois de 90 à 120 cm de circonférence) de qualité malgré l'absence d'éclaircies pratiquées dans le jeune âge.

Le renouvellement : une priorité

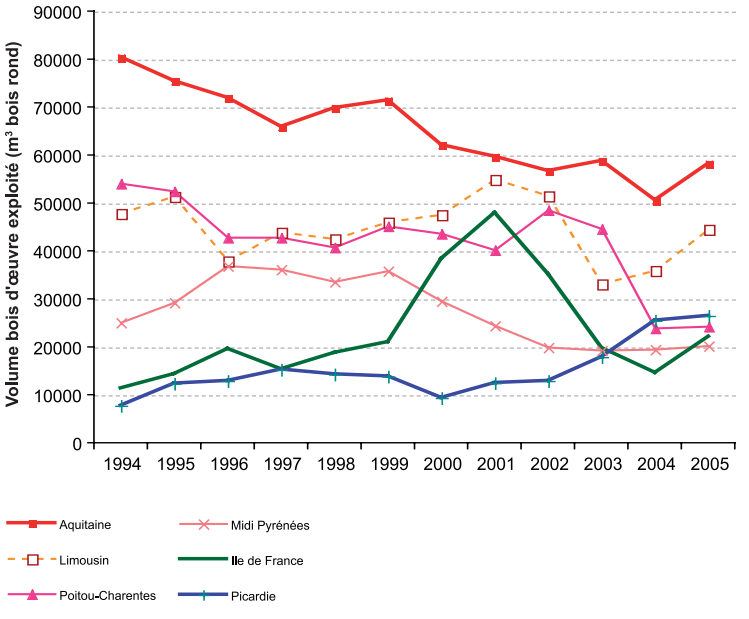
À l'heure où le bois prend de la valeur, le châtaignier n'est pas en reste. Son bois est écologique et durable.

Il bénéficie d'une image positive à l'étranger notamment au Benelux. C'est un arbre ancré dans le patrimoine et la mémoire des générations nourries par l'arbre à pain. La demande est soutenue sur tous les produits (parquet, meuble design, jardinerie, restauration de bâtisses…). Mais la filière fait face à un problème de taille : le manque de ressources de qualité. Au Sud, les taillis de qualité et de dimensions suffisantes pour être exploités sont de plus en plus rares. La mécanisation des coupes depuis la tempête a remplacé une main-d'œuvre qui prenait le temps pour trier les bois issus des exploitations. Au Nord, les grumes et petites grumes sont vendues à l'export, mais cette ressource n'est pas infinie et peu d'informations filtrent de ces marchés méridionaux… Dans tous les cas, le renouvellement n'a pas fait l'objet d'un soin suffisant. Les ensouchements sont vieux ; beaucoup datent des dernières vagues de plantations de châtaignier au début du XX^{e} siècle et parfois même d'avant. Il faut promouvoir des techniques de régénération qui ont maintenant fait leur preuve et éclaircir les taillis qui le méritent sous peine de tarir la ressource. ■

Le nord et le sud de la Loire

Il existe une différence d'évolution entre le nord et le sud de la Loire.
Le volume de bois d'œuvre exploité ne cesse de fléchir dans le Sud-ouest (*Figure ci-dessous*). L'Aquitaine, le Poitou-Charentes, le Limousin, le Midi-Pyrénées représentaient trois quarts du volume bois d'œuvre exploité au début des années 90. En 2005, ces régions représentent environ 65 % du volume exploité. Ces chutes importantes, sont dues à la conjonction de plusieurs facteurs. Le premier est bien sûr la tempête de 1999, le deuxième la mécanisation de l'exploitation des taillis qui a remplacé une main-d'œuvre déficitaire, le troisième le manque de bois de diamètres supérieurs à 80-90 cm, le quatrième la forte demande en bois de feu et de trituration qui concurrencent actuellement l'achat de ces bois pour le parquet. Enfin, le dernier est la présence de dépérissements de plus en plus marqués dans certains massifs du Sud-ouest et en Dordogne en particulier. Au nord de la Loire, la situation est inverse. La quantité de bois d'œuvre exploitée ne cesse d'augmenter. Deux régions expriment bien cette tendance : l'Ile-de-France et la Picardie. Elles représentent 3 % de la surface de la châtaigneraie française mais 20 % du volume de bois d'œuvre exploité en 2005. Ces bois sont quasiment exclusivement destinés à l'export, vers l'Italie ou le Portugal. Cette tendance qui ne cesse de se renforcer n'est pas sans risque sur l'amenuisement d'une ressource trop peu régénérée et éclaircie tardivement.

Évolution de la récolte de bois d'œuvre de châtaignier depuis 1994
en Aquitaine, Limousin, Poitou-Charentes, Midi-Pyrénées, Ile de France et Picardie



Source Agreste

Résumé

Le châtaignier est un feuillu très précieux au regard des prix de vente pratiqués. Le marché et la filière ne cessent d'évoluer. Le Sud-ouest est très actif sur le marché local du châtaignier et assure trois quarts de la transformation du châtaignier axée sur les petits sciages. Le nord de la Loire mobilise de plus en plus de bois d'œuvre. Ce bois est voué à l'export vers l'Italie et le Portugal. L'activité du Sud-ouest ne cesse de fléchir depuis la fin des années 90. Le manque de ressources de qualité et les difficultés de mobilisation depuis la tempête sont les principales explications. La demande en bois de châtaignier est, *a contrario*, soutenue. Il est donc urgent de renouveler la ressource et de pratiquer des éclaircies pour l'améliorer.

Mots-clés : châtaignier, marché, mobilisation, renouvellement.

Estimer la potentialité de son taillis de châtaignier et y adapter les éclaircies

Jean Lemaire, IDF Orléans

Le traitement de données régionales récoltées sur un grand nombre de taillis a permis de valider des courbes de fertilité au niveau national. Elles sont très utiles au sylviculteur car elles lui permettent d'estimer le potentiel de croissance de son taillis de châtaignier.

La hauteur moyenne des 100 plus grosses tiges à l'hectare à un âge de référence est appelée « hauteur dominante ». Elle est le reflet de la productivité d'une station pour des peuplements purs (taillis de châtaignier sans mélange) et équiennes (taillis du même âge). Dit autrement : plus la hauteur dominante à un âge donné est élevée, plus le taillis est vigoureux et « poussant ».

Il existe différentes courbes de croissance représentant la hauteur dominante en fonction de l'âge. On parle d'indices ou de « courbes de fertilité ». Ainsi des courbes de fertilité ont été publiées en Dordogne, Limousin et dans les Cévennes.

Nous comparons ici l'évolution de la croissance en hauteur dominante dans cinq régions aux climats contrastés : Picardie, Ile-de-France, Centre, Limousin, Aquitaine. Pour aboutir ensuite à un faisceau de courbes de fertilité validé au niveau national.

Tableau 1 : Répartition des parcelles inventoriées pour l'établissement de courbes de fertilité

Région	Département	Nombre de placettes	Nombre de tiges dominantes abattues pour l'analyse de tiges
Picardie	02 - 60	4	4
Ile-de-France	78 - 91 - 95	12	12
Centre	41 - 45	3	3
Limousin	87 - 23 - 19	37	109
Aquitaine	24	50	100
TOTAL		**106**	**228**

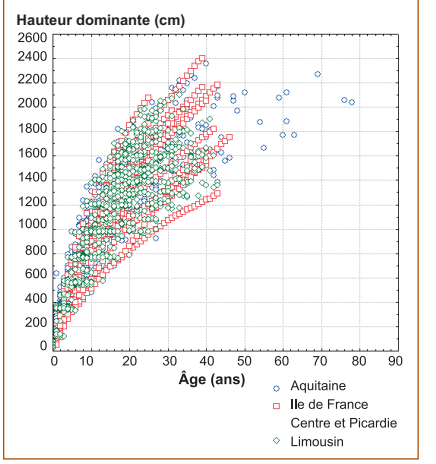
Comparaison de la croissance en hauteur dominante dans cinq régions

Pour comparer l'évolution de la croissance en hauteur dominante de taillis de châtaignier peu ou pas éclaircis, nous avons collecté et traité les données disponibles dans différentes études. La première étude a été réalisée par Paul Guesdon-Vennerie en 1985 en régions Centre, Ile-de-France et Picardie. La deuxième a été entreprise par Christian Riboulet et l'IDF en 1990 en Limousin et la dernière par Joël Lefièvre *et al.* en Aquitaine en 1998. Toutes ces études présentaient un protocole similaire. Les opérateurs ont sélectionné des taillis peu ou pas éclaircis situés sur des stations contrastées quant à leur fertilité. La placette une fois mesurée, les opérateurs abattaient les tiges dominantes dont ils reconstituaient la croissance en hauteur grâce à une analyse de tige. Au total, **228 tiges ont été abattues et billonnées soit un total de 3 057 comptages de cernes.**

La *figure 1* représente l'ensemble des courbes de croissance en hauteur dominante, soit 106 courbes au total. Il s'agit de l'évolution de la hauteur dominante moyenne par placette.

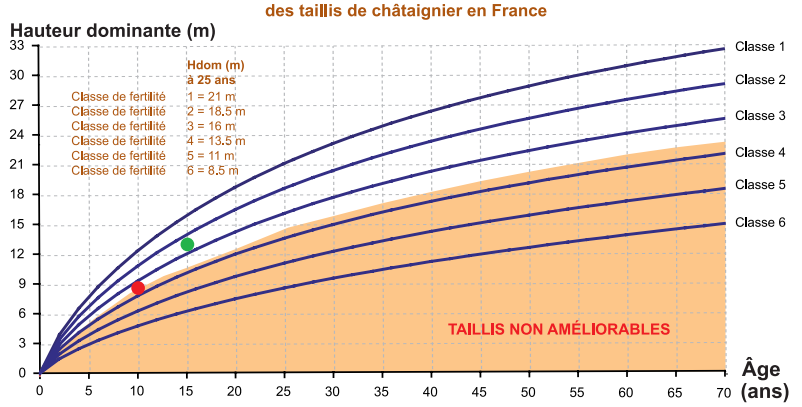
Il est intéressant de constater que les faisceaux de courbes de croissance se superposent et présentent les mêmes profils quelle que soit la région. Les valeurs s'étalent dans des intervalles équivalents de hauteur dominante : entre 12 et 26 m à 40 ans. Ce constat nous a permis de valider un faisceau de courbes de fertilité selon la

Figure 1 : Courbes de croissance en hauteur dominante sur les cinq régions d'étude



méthode de Duplat et Tran-ha (1986). Six niveaux de fertilité (*Tableau 3*) ont été définis pour couvrir la gamme de croissance observée. L'utilisation de ces courbes de fertilité lors d'une étude d'autécologie en Pays de la Loire en 2005 a permis de confirmer cette hypothèse de similitude de croissance en hauteur dominante des taillis de châtaignier dans les différentes régions de France. **Le groupe de travail national propose donc de valider ces courbes de fertilité comme référence au niveau national.**

Figure 2 : Faisceau de courbes de croissance en hauteur dominante des taillis de châtaignier en France



Exemple : Un taillis de 13 m à 15 ans se situe entre la classe de fertilité 2-3 (point vert), il est de fertilité moyenne et améliorable. Un taillis (point rouge) de 8 m hauteur dominante à 11 ans est en classe de fertilité 4. Il est situé dans la zone rouge et donc non améliorable par éclaircie.

Outil 1 : Situer son taillis sur le faisceau de courbes de croissance en hauteur dominante des taillis de châtaignier en France (ci-dessus).

La hauteur dominante correspond à la hauteur des 100 plus grosses tiges situées sur des cépées distinctes d'une parcelle d'un hectare. Ainsi sur une placette de 500 m², il faudra mesurer les cinq plus gros brins localisés sur des cépées différentes. Ces mesures s'effectuent hors feuille pour distinguer le bourgeon terminal. Attention, la mesure de la hauteur demande une certaine technicité et les erreurs peuvent être conséquentes. Une erreur d'un mètre peut déclasser un peuplement améliorable en peuplement non améliorable et vice versa. L'opération doit être répétée à raison de deux placettes par hectare ou par peuplement de moins d'un hectare. Il convient de bien visualiser la parcelle pour repérer les hétérogénéités stationnelles et donc de potentialité pour le châtaignier.

Outil 2 : Clé d'évaluation du potentiel (ci-dessous)

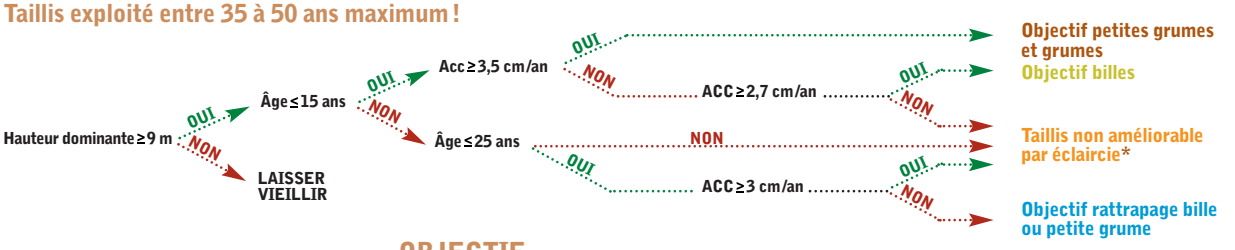
Pour rappel, cette clé est validée pour des taillis non éclaircis. Elle consiste à mesurer, sur une placette de 10 m de rayon installée visuellement, les circonférences à 1,30 m des cinq rejets non chancreux les plus gros situés sur des cépées distinctes. Une tige doit ensuite être abattue pour connaître précisément l'âge du taillis. Une erreur d'estimation de l'âge d'une année ou deux, peut engendrer des risques d'erreurs importants. La moyenne des cinq mesures sera divisée par l'âge du taillis pour obtenir l'accroissement annuel moyen des tiges dominantes non chancreuses. La clé (réponses « oui » ou « non ») donne l'objectif potentiel de production du taillis à condition d'éclaircir dynamiquement et à temps. L'opération doit être répétée à raison de deux placettes par hectare ou par peuplement de moins d'un hectare. Il convient de repérer la parcelle pour visualiser les hétérogénéités stationnelles et donc de potentialité pour le châtaignier.

Les précisions sont données dans le *Forêt-entreprise n°173 de mars 2007, page 53.*

Évaluation de la potentialité d'un taillis

Il existe un autre outil pour évaluer la potentialité de son taillis. Il s'agit de la clé d'évaluation du potentiel des taillis non éclaircis, publiée dans le Forêt-entreprise n°173 (mars 2007). Elle est basée sur la mesure de la circonférence des brins les plus gros

Taillis exploité entre 35 à 50 ans maximum !



* *Taillis non améliorable par éclaircie n'exclut pas la production de petits bois commercialisables.*
***Hauteur dominante (m)** : Hauteur des 100 plus gros brins (rejets dominants) à l'hectare situés sur des cépées distinctes.*
***Acc (cm/an)** : accroissement annuel en circonférence des tiges dominantes.*

OBJECTIF

L'objectif correspond à la dimension du produit majoritaire fourni à l'exploitation du taillis si j'ai la volonté de l'éclaircir suffisamment.

Bille : 70-90 cm de circonférence à hauteur d'homme
Petite grume : 90-120 cm de circonférence à hauteur d'homme
Grume : > 120 cm de circonférence à hauteur d'homme

de la parcelle. Contrairement à la mesure de la hauteur dominante qui nécessite une certaine technicité et des appareils de mesures précis et coûteux, tels le « Suunto » ou le « Vertex »… (vers 7-10 ans, une erreur de moins d'1 m sur la mesure de la hauteur dominante peut entraîner le déclassement d'un peuplement améliorable en un taillis non améliorable et vice versa), la mesure des circonférences des brins dominants dans la clé d'évaluation ne nécessite qu'un mètre ruban et un peu de bon sens pour installer ces placettes de mesures. En revanche, elle a été calée sur un ensouchement, et donc une densité de brins, moyens pour la France. Cet ensouchement peut varier d'une région et d'un taillis à l'autre, c'est là sa limite. En réalité, l'évaluation de la potentialité d'un taillis à partir des hauteurs dominantes et l'évaluation à partir de la clé sont complémentaires. Le forestier soucieux de diagnostiquer au mieux son taillis utilisera les deux méthodes et confrontera les résultats. C'est l'assurance du meilleur diagnostic.

Exemples d'itinéraires sylvicoles chiffrés

Dans le dossier châtaignier du numéro 173 de Forêt-entreprise, quatre itinéraires étaient déclinés (*Tableau 1*). Les tableaux suivants (*tableaux 2 et 3*) présentent des résultats chiffrés pour ces itinéraires. Ils sont issus de simulations à partir de données de placettes expérimentales récoltées au niveau national. Ils ont donc une valeur indicative, comme toute table de production, et constituent un optimum de production (taillis complet sans trouée et de bonne conformation). La comparaison des différents itinéraires sur une même classe de fertilité est présentée dans l'*article page 41*.

Éclaircies dynamiques pour les meilleures classes de fertilité

Les classes de fertilité 1 à 3 correspondent, sur la clé d'évaluation, au peuplement présentant un potentiel de croissance apte à la production de bois d'œuvre de qualité (objectif grume, petite grume ou bille) à condition de réaliser des éclaircies dynamiques et à temps. Un taillis de châtaignier trop âgé n'a plus la capacité de répondre à une éclaircie. Idéalement, la première éclaircie est réalisée entre 10 et 12 m de hauteur dominante, quand le peuplement est âgé de 8 à 15 ans selon la classe de fertilité. À ce stade, le fût est formé et la capacité de réponse à l'éclaircie encore suffisante. Au-delà de cette hauteur, seuls les peuplements situés sur les classes de fertilité 1 ou 2 pourront être rattrapés par des éclaircies de rattrapage de type

Tableau 1 : Présentation synthétique des quatre exemples d'itinéraires sylvicoles déclinés dans le Forêt-entreprise n°173 de mars 2007

Objectif	1re éclaircie		2e éclaircie		3e éclaircie		Récolte
	Âge (ans)	Opération sylvicole	Âge (ans)	Opération sylvicole	Âge (ans)	Opération sylvicole	
Petite grumes et grumes	**10** Hdom : 11 m	- Éclaircie en plein - Désignation et élagage des branches mortes de 180 tiges par hectare Si les produits de la coupe sont laissés sur place, il est préférable de réaliser l'élagage avant l'éclaircie. Pour la réalisation des éclaircies futures, il est pertinent, pour la mécanisation, de prévoir le marquage de cloisonnement de 4 m de large tous les 20 m environ	**16** Hdom : 14,5 m	Éclaircie en faveur des tiges désignées (300 tiges/ha)	**25** Hdom : 18,5 m	Éclaircie laissant les 180 tiges par hectare désignées	Coupe rase à 40-45 ans
Billes	**9** Hdom : 8 m	Éclaircie en plein laissant 800 tiges/ha	**14** Hdom : 11m	Éclaircie en plein (500)	-	-	Coupe rase à 30-40 ans
Rattrapage	**18** Hdom : 15,5 m	- Désignation et élagage des branches mortes de 140 tiges par hectare - Détourage des tiges désignées et légère éclaircie dans le reste du peuplement Si les produits de la coupe sont laissés sur place, il est préférable de réaliser l'élagage avant l'éclaircie. Pour la réalisation des éclaircies futures, il est pertinent, pour la mécanisation, de prévoir le marquage de cloisonnement de 4 m de large tous les 20 m environ	**22** Hdom : 17,3 m	Détourage des tiges désignées et légère éclaircie dans le reste du peuplement	**27** Hdom : 19 m	Détourage des tiges désignées et légère éclaircie dans le reste du peuplement	Coupe rase à 45-50 ans
Taillis non améliorable	Laisser vieillir ou régénérer avec une essence en station						Coupe rase à 20-40 ans

Tableau 2 : Table de production des quatre itinéraires sylvicoles

		Avant éclaircie							Éclaircie					Après éclaircie					Production cumulée		Accroissement en volume	
Objectif	Classe fertilité	Âge (ans)	Hdom (m)	NHA (/ha)	Cmoy (cm)	G (m^2/ha)	V7 (m^3/ha)	VBO (m^3/ha)	NHA (/ha)	Cmoy (cm)	G (m^2/ha)	V7 (m^3/ha)	VBO (m^3/ha)	NHA (/ha)	Cmoy (cm)	G (m^2/ha)	V7 (m^3/ha)	VBO (m^3/ha)	V7 (m^3/ha)	VBO (m^3/ha)	IV (m^3/ha/an)	ICV (m^3/ha/an)
Petites grumes et grumes	2	10	10,8	4040	26	22,8	115	0	3440	24	17,5	71	0	600	28	5,35	44	0	115	0	11,52	
	2	15	13,9	600	52	13,4	83	0											154	0	10,29	7,83
	2	16	14,4	600	55	14,7	92	0	300	52	6,7	33	0	300	55	7,96	59	3	163	0	10,21	8,96
	2	20	16,4	300	72	12,7	91	34											195	31	9,76	7,95
	2	25	18,5	300	85	17,7	131	86	120	82	6,6	41	26	180	86	11,11	90	61	236	84	9,42	8,09
	2	30	20,3	180	102	15,4	126	109											272	131	9,06	7,22
	2	35	21,8	180	114	19,1	162	146											307	169	8,78	7,15
	2	40	23,2	180	123	22,4	197	180											343	203	8,56	7,01
	2	45	24,4	180	132	25,4	231	212											377	235	8,37	6,84
Billes	3,5	9	8,0	5880	19	19,6	82	0	5080	19	15,5	47	0	800	18	4,10	35	0	82	0	9,11	
	3,5	14	10,7	800	43	12,0	71	0	300	41	4,1	16	0	500	41	7,92	54	0	118	0	8,43	7,21
	3,5	20	13,2	500	60	14,6	96	9											159	9	7,96	6,86
	3,5	25	15,0	500	68	19,0	130	34											193	34	7,74	6,86
	3,5	30	16,5	500	74	22,6	163	66											227	66	7,57	6,71
	3,5	35	17,8	500	79	25,8	196	101											260	101	7,42	6,51
	3,5	40	18,9	500	84	28,6	227	135											291	135	7,27	6,28
Rattrapage	2	10	10,8	4040	26	22,8	115	0											115	0	11,52	
	2	15	13,9	2906	35	29,6	184	0											184	0	12,29	13,81
	2	18	15,4	2529	40	33,4	225	0	1504	40	18,7	94	0	1025	42	14,7	131	0	225	0	12,49	13,50
	2	22	17,3	1025	43,7	18,9	151	4	544	46	9,2	54	0	481	50	9,7	97	4	245	4	11,16	5,17
	2	27	19	481	56	14	130	24	270	52	5,8	38	2	212	68	7,9	92	22	278	24	10,31	6,55
	2	35	22	212	83	13	136	80											322	82	9,20	5,47
	2	40	23	212	95	16	170	118											356	120	8,91	6,86
	2	45	24	212	105	20	210	157											396	159	8,80	7,94
	2	50	25	212	116	25	255	193											441	195	8,82	9,05
Taillis non améliorables	4	5	4,8	11514	11	12,2	44	0											44	0	8,90	
	4	10	7,7	6186	18	17,0	72	0											72	0	7,20	5,51
	4	15	10,0	4422	24	21,4	103	0											103	0	6,90	6,29
	4	20	11,9	3540	29	25,5	137	0											137	0	6,86	6,73
	4	25	13,5	3010	34	29,3	172	0											172	0	6,87	6,91
	4	30	14,9	2655	38	32,7	206	0											206	0	6,87	6,90
	4	35	16,1	2400	42	35,8	240	0											240	0	6,86	6,76
	4	40	17,2	2207	46	38,6	272	0											272	0	6,81	6,50

NHA : *Nombre de tiges par hectare.*
G : *Surface terrière.*
Cmoy : *Circonférence moyenne.*
V7 : *Volume bois fort tige (7 cm de diamètre à la découpe fin bout).*
VBO : *Volume bois d'œuvre non roulé. (20 cm de diamètre à la découpe fin bout).*
IV : *Accroissement moyen en volume bois fort tige.*
ICV : *Accroissement courant en volume bois fort tige.*

Remarque : *Pour la modalité rattrapage, ces données ne distinguent pas les 140 tiges désignées du reste du peuplement à savoir le peuplement de bourrage.*

détourage. Les objectifs de production seront alors moins ambitieux.

Les classes de fertilité 4 à 6 permettent la production de petits bois (piquet, voire billon). Ces stations à risque plus élevé pour la roulure et le chancre, ne présentent pas une croissance suffisante pour produire des bois de diamètre sciable (supérieurs à 70-90 cm de circonférence en moyenne à 1,30 m). Il est déconseillé d'améliorer ces taillis en y pratiquant les techniques d'éclaircies dynamiques présentées dans ce numéro spécial. ■

Tableau 3 : Évolution de la croissance en hauteur dominante des taillis de châtaignier en fonction de l'âge pour six classes de fertilité

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Classe 6
Âge	Hdom à 25 ans* 21 m	Hdom à 25 ans* 18,5 m	Hdom à 25 ans* 16 m	Hdom à 25 ans* 13,5 m	Hdom à 25 ans* 11 m	Hdom à 25 ans* 8,5 m
5	7,6	6,7	5,7	4,8	3,8	2,9
10	12,3	10,8	9,2	7,7	6,2	4,7
15	15,8	13,9	11,9	10,0	8,1	6,2
20	18,6	16,4	14,2	11,9	9,7	7,4
25	21,0	18,5	16,0	13,5	11,0	8,5
30	23,0	20,3	17,6	14,9	12,2	9,5
35	24,7	21,8	19,0	16,1	13,2	10,3
40	26,2	23,2	20,2	17,2	14,1	11,1
45	27,6	24,4	21,3	18,1	15,0	11,8
50	28,7	25,5	22,2	19,0	15,7	12,5
55	29,8	26,5	23,1	19,8	16,5	13,1
60	30,8	27,3	23,9	20,5	17,1	13,7
65	31,6	28,2	24,7	21,2	17,8	14,3
70	32,4	28,9	25,4	21,9	18,4	14,8
75	33,2	29,6	26,0	22,5	18,9	15,3

**Hdom à 25 ans : hauteur dominante à 25 ans.*

Résumé

Cet article présente un faisceau de courbes de croissance en hauteur dominante pour des taillis de châtaignier. Les données ont été récoltées en Ile-de-France, Picardie, Centre, Limousin et Aquitaine, régions aux climats contrastées. La comparaison de la croissance en hauteur dominante de taillis situés sur des stations tranchées quant à leur fertilité pour le châtaignier a démontré que la croissance des taillis était similaire dans ces différentes régions. Le faisceau de courbes de croissance en hauteur dominante publié dans cet article a donc une validité nationale.

Mots-clés : châtaignier, courbes de croissance en hauteur dominante, indice de fertilité, potentiel d'amélioration, itinéraires sylvicoles.

Autécologie du châtaignier : un fougueux qui craint la sécheresse !

Jean Lemaire, ingénieur à l'IDF

L'autécologie du châtaignier est connue depuis longtemps… pour ce qui est de ses grands traits. C'est une essence calcifuge craignant les sols à hydromorphie marquée (stagnation de l'eau en surface) et qui pousse bien sur des sols filtrants peu acides où la pluviométrie est supérieure à 700 mm/an. Cet article présente en détail l'autécologie du châtaignier en France et propose une clé de détermination simplifiée des stations aptes à produire du bois d'œuvre.

Il existe très peu de données chiffrées reliant la station à la production du châtaignier en forêt. Pourtant, la disponibilité en eau semble jouer un rôle clé dans le potentiel de croissance du châtaignier et là encore, on ne dispose que de très peu d'informations. Par ailleurs, la plupart des études sur l'autécologie du châtaignier considèrent les facteurs stationnels séparément les uns des autres. C'est une analyse très restrictive lorsque l'on sait que ce n'est pas seulement un paramètre stationnel qui intervient mais un ensemble de facteurs qui interagissent simultanément sur la croissance d'une essence. Les notions de facteur limitant et de valeur-seuil associée sont également très importantes. Par exemple, sur des sols présentant des traces d'hydromorphie en surface, le châtaignier est chétif : c'est un facteur limitant. Le châtaignier dépérit d'ailleurs lorsque cette hydromorphie est constatée dans les

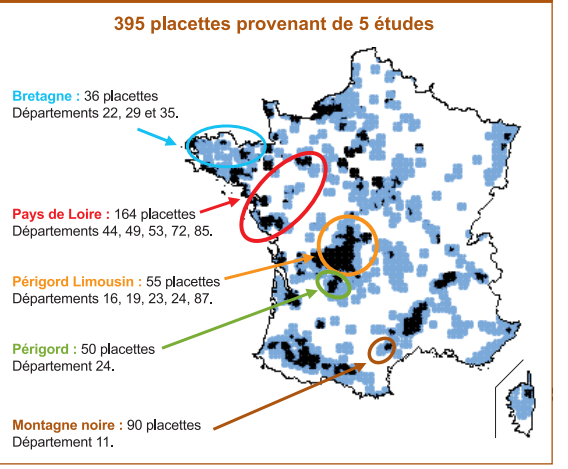
Qu'est-ce que l'autécologie ?

L'**écologie** est la science qui étudie les relations des êtres vivants entre eux et avec leur milieu (environnement). Étymologiquement, « écologie » vient du grec *oikos* (« maison », « habitat ») et *logos* (« science », « connaissance ») ; c'est la science de la maison, de l'habitat.

L'**autécologie** est la science qui étudie l'ensemble des relations spécifiques (« *auto* ») d'une espèce vivante avec son milieu. **Elle définit les conditions du milieu (climat, sol, topographie…) qui favorisent la survie, la reproduction, la croissance de cette espèce… Pour le sylviculteur, les études d'autécologie consistent à mettre en évidence les facteurs écologiques qui influencent la croissance d'une essence** ; ici le châtaignier. Pour mener à bien ce type de travail, on répertorie sur la zone d'étude l'ensemble des taillis de châtaignier. On réalise ensuite des relevés dendrométriques et phytoécologiques (analyse du sol, topographie, relevé floristique…) au sein de placettes situées sur des stations variées.

Tableau 1 et figure 1 : Localisation des cinq zones d'étude

Région	Nombre de placettes	Objectif de l'étude	Auteurs	Année
Bretagne	36 (6 futaies et 30 taillis)	Étude de la roulure	M. Bonenfant	1985
Pays de Loire	164 taillis	Relation station production	A. Coudert	1994
Périgord Limousin	55 taillis	Étude de la roulure	C. Riboulet et C. Bourgeois	1990
Dordogne	50 taillis	Relation station production et sylviculture des taillis	J. Lefièvre *et al.*	1998
Montagne Noire	90 taillis	Typologie des peuplements	Société Alcina	2006



quarante premiers centimètres du sol : c'est la valeur-seuil associée à ce facteur limitant.

Les données de l'étude

Cette étude se base sur différents travaux consacrés au châtaignier dans lesquels des données d'autécologie ont été récoltées (*Tableau et Figure 1*). Certaines de ces études ont plus de 20 ans, mais les données étant publiées à la fin des rapports, elles ont pu être intégrées dans une base de données. Au total, des données de 395 placettes ont été collectées sur des régions éloignées et très différentes climatiquement. En revanche, ces études ayant été menées à des époques et par des opérateurs différents, les protocoles ne sont pas toujours similaires et peuvent avoir des effets sur les mesures effectuées. Parfois la méthodologie employée pour mesurer le même paramètre diverge. C'est le cas de la profondeur du sol où tous les opérateurs ont opéré avec la tarière sauf en Dordogne où des fosses pédologiques ont été réalisées. Malgré ces disparités, nous disposions à peu de frais d'un ensemble important de données sur une coupe de plus de 1 000 km reliant le Finistère à l'Aude en passant par les Pays de la Loire et le Périgord-Limousin (*Tableau et Figure 1*).

Tableau 2 : Caractéristiques moyennes des taillis inventoriés

Région	Nombre Placettes	Âge (ans)	Classe de fertilité moyenne	G (m^2/ha)	Cmoy (cm)	V7 (m^3/ha)
Bretagne	36	57	3,5	42,2	121	375
Pays de la Loire	164	26	3,5	33,3	43	236
Périgord Limousin	55	32	4	32,5	39	224
Dordogne	50	42	4,5	33,5	52	257
Montagne Noire	90	33	3,5	44,4	52	325
Total	**395**	**33**	**3,7**	**36,6**	**53**	**270**

G : surface terrière ; Cmoy : circonférence ; V7 : volume bois fort tige.

Tableau 3 : Ensemble des paramètres relevés par étude

Étude	Climat (Précipitation annuelle Température moyenne)	Géologie	Altitude	Topographie	Pente	Exposition	Type de sol	Texture dominante
Bretagne	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Pays de la Loire	Oui	Non	Non (mais toujours en plaine)				Non	Oui
Périgord Limousin	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Dordogne	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Montagne Noire	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Oui

Étude	Prof. du sol	Profondeur apparition horizon argileux	Profondeur hydromophie	pH (H_2O)	C/N	Réserve utile	Relevé végétation
Bretagne	Oui Tarière	Non	Oui	Oui	Non	Non	Oui
Pays de la Loire	Non	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Oui (relevé sommaire)
Périgord Limousin	Oui Tarière	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Oui
Dordogne	Oui Fosse pédologique	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Montagne Noire	Oui Tarière	Non	Oui	Non	Non	Non	Non

Les relevés de terrain

Les 395 relevés ont été réalisés de façon assez similaire : une fois le taillis repéré, les opérateurs effectuaient un relevé dendrométrique consistant à mesurer toutes les circonférences sur une placette de surface connue (*Tableau 2*). Une ou plusieurs tiges étaient ensuite abattues afin de connaître précisément l'âge du peuplement. La hauteur dominante était mesurée sur tige abattue ou sur pied.

Des relevés de végétation et de sol étaient ensuite effectués. Les conditions topographiques étaient également décrites. L'ensemble des paramètres relevés par étude sont repris dans le *tableau 3*.

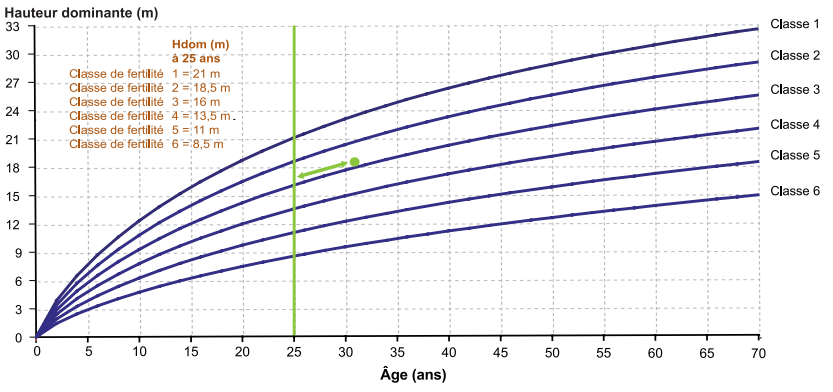
Les données saisies, nous avons dû, dans un premier temps, homogénéiser les variables relevées. Cette homogénéisation consiste à attribuer des codes similaires pour des variables identiques. Notre référence pour la recodification a été l'étude de Lefièvre *et al.* (1998) en Dordogne.

Méthodologie pour analyser les résultats

La hauteur dominante et l'âge d'un taillis connus, il est possible d'identifier la classe de fertilité à laquelle il appartient grâce aux courbes de croissance en hauteur dominante validées au niveau national (*Figure 2*). La classe de fertilité ainsi identifiée, la hauteur dominante que le taillis atteint à 25 ans est connue. Cet âge de référence a été employé car il correspond, en moyenne, à la hauteur d'un taillis à la moitié de sa vie. Il est ensuite possible d'établir grâce à des techniques statistiques appropriées le lien entre l'ensemble des facteurs phytoécologiques relevés et la hauteur dominante atteinte à 25 ans par chaque peuplement. Pour rappel, nous avons établi six classes de fertilité pour le châtaignier. Plus la classe est élevée, moins le peuplement est « poussant ».

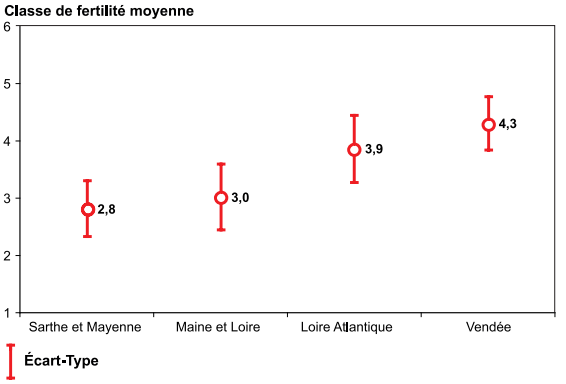
Certains paramètres phytoécologiques divergent d'une étude à l'autre, nous avons logiquement effectué les analyses statistiques des données étude par étude pour identifier les facteurs influençant le plus le potentiel de croissance du châtaignier région par région. Au final, ces facteurs étant similaires d'une région à l'autre, nous avons dressé une clé de détermination au niveau national (*page 15*).

Figure 2 : Identification de la classe de fertilité à laquelle appartient un taillis



Le point marqué par un rond vert appartient à la classe de fertilité 3. La hauteur dominante à 25 ans est de 16 m.

Figure 3 : Répartition de la classe de fertilité moyenne par département en Pays de la Loire



Étant donné le faible nombre de mesures en Mayenne (15 placettes), les données des départements de la Sarthe et de la Mayenne ont été regroupées.

En moyenne, on perd une classe de fertilité et demie du Nord du Pays de la Loire au sud.

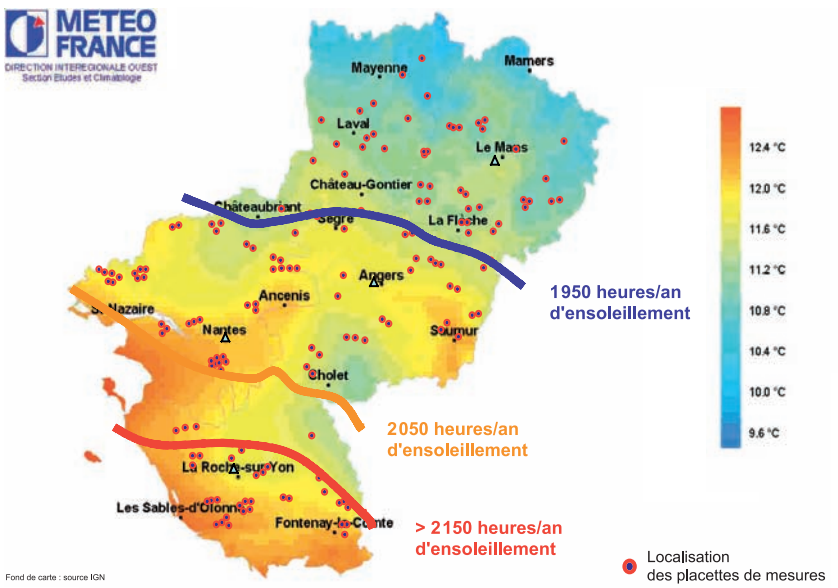
Quelques résultats écologiques

Juste une question de température ?

Les facteurs environnementaux influençant le plus le potentiel de croissance du châtaignier sont tous les éléments de la station agissant sur le bilan en eau. Le plus important est la température moyenne annuelle. Plus elle est élevée, plus la demande du climat en eau est importante. Ainsi dans l'étude menée en Pays de la Loire, le paramètre (variable) influençant le plus la croissance du châtaignier est le département auquel était rattachée la parcelle inventoriée : les taillis de châtaignier sont situés en moyenne en classe de fertilité 4,3 en Vendée et 3,9 en Loire-Atlantique contre une classe de fertilité 2,8 en Sarthe et en Mayenne (*Figure 3*).

Bien sûr le département est une entité administrative et n'est donc nullement un paramètre stationnel. Mais les départements des Pays de la Loire sont caractérisés par des climats très différents entre le nord de la Mayenne ou de la Sarthe et les Sables d'Olonne au sud de la Vendée (*Figure 4*). La température moyenne annuelle passe ainsi de 9,5 °C au nord des Pays de la Loire contre 12,5 °C au Sud de la Vendée et la durée d'ensoleillement annuelle oscille de 1 850 à plus de 2 150 heures. Cette durée d'ensoleillement est quasi équivalente à certaines régions de Provence. La pluviométrie est plus importante en Vendée (850 mm/an) mais elle est moins bien répartie qu'en Sarthe et en Mayenne où il pleut 680 et 730 mm/an en moyenne. Que l'on soit en Sarthe, en Mayenne ou en Vendée, il pleut en moyenne 320 mm durant les six mois de la période de végétation d'avril à septembre. Température plus élevée, période

Figure 4 : Températures annuelles sur les Pays de la Loire (période 1971-2000)



La région Pays de la Loire est caractérisée par des climats très différents entre la Mayenne et la Sarthe au nord et la Vendée au Sud.
Le climat est plus favorable au châtaignier au nord des Pays de la Loire qu'au sud où la demande du climat en eau est plus importante.

d'ensoleillement plus longue, pluviométrie équivalente durant la période de végétation : le châtaignier est soumis à des risques de stress hydriques plus importants au Sud des Pays de la Loire qu'au Nord et cela se ressent sur sa croissance.

Des résultats similaires sont obtenus dans l'étude réalisée en Dordogne. C'est en moyenne à partir de 275 m d'altitude que l'on trouve des taillis aptes à la production de bois d'œuvre (taillis situés en classes de fertilité 1 à 3). À cette altitude la température moyenne est inférieure à 12 °C et les précipitations supérieures à 900 mm, les risques de stress hydrique sont moins marqués.

Ces résultats mettent en évidence le rôle prépondérant du bilan en eau sur la croissance du châtaignier et en particulier celui de la température. Lorsque la température moyenne annuelle dépasse le seuil de 12 °C, la demande du climat en eau devient défavorable au châtaignier. S'il n'y a pas de paramètres compensateurs pour atténuer les effets du climat, le châtaignier est alors situé en classes de fertilité 4 et plus. Pour rappel, seuls les taillis situés en classes de fertilité 1 à 3 sont qualifiés d'améliorables par éclaircie. C'est un résultat important qui a été conforté au niveau national par d'autres méthodes. À l'inverse si la température devient trop basse, le châtaignier souffre de cet excès de froid. Le châtaignier est reconnu pour sa sensibilité aux gelées. Les castanéiculteurs conseillent de ne pas planter les châtaigniers à fruits dans les climats où la température moyenne annuelle est inférieure à 9 °C. Les fructifications sont alors trop irrégulières. Cette valeur-seuil nous a été confirmée en superposant la carte de répartition du châtaignier en France avec la carte de distribution de la température moyenne annuelle. Ainsi dans l'étude menée en Montagne Noire, le châtaignier devient absent dans l'étage montagnard, soit aux environs de 900 m d'altitude, à cette température moyenne annuelle de 9 °C.

En conclusion, pour la croissance du châtaignier, son optimum de température moyenne annuelle se situe entre 9 et 12 °C.

La pluviométrie

La littérature mentionne souvent la valeur-seuil de 700 mm/an comme limite pour le châtaignier. Cette valeur prise isolément sans intégrer tous les facteurs influençant le bilan en eau (températures, ensoleillement…) a peu de sens. De plus, la distribution des pluies durant l'année a bien plus d'importance que la valeur totale annuelle. À titre d'exemple, les plus beaux châtaigniers de France en termes de croissance et de qualité se situent en Ile-de-France et Picardie ; pourtant la pluviométrie annuelle y est inférieure à 700 mm/an. Globalement cette pluviométrie annuelle n'est donc pas un facteur déterminant bien qu'une valeur-seuil soit fixée à 600 mm/an. Au-delà de trois mois subsecs consécutifs dans l'année, les conditions sont défavorables à la production de bois d'œuvre de qualité. Un mois est qualifié de subsec lorsque la pluviométrie du mois est inférieure à trois fois la température moyenne mensuelle (exemple : la température du mois de juillet est de 19 °C, ce mois sera classé subsec si la pluviométrie est inférieure à 57 mm).

Les facteurs compensateurs

On peut produire du bois d'œuvre de qualité dans les régions où la température moyenne annuelle est comprise en 12 et 14 °C. Mais dans ces conditions climatiques, il faut des effets stationnels qui compensent ces températures élevées. Parmi ces facteurs de compensation, un des plus importants est la position topographique. Les taillis installés dans des situations où l'apport d'eau latérale (à condition

Figure 5 : Répartition des classes de fertilité par position topographique
(études Montagne Noire, Dordogne et Périgord-Limousin uniquement)

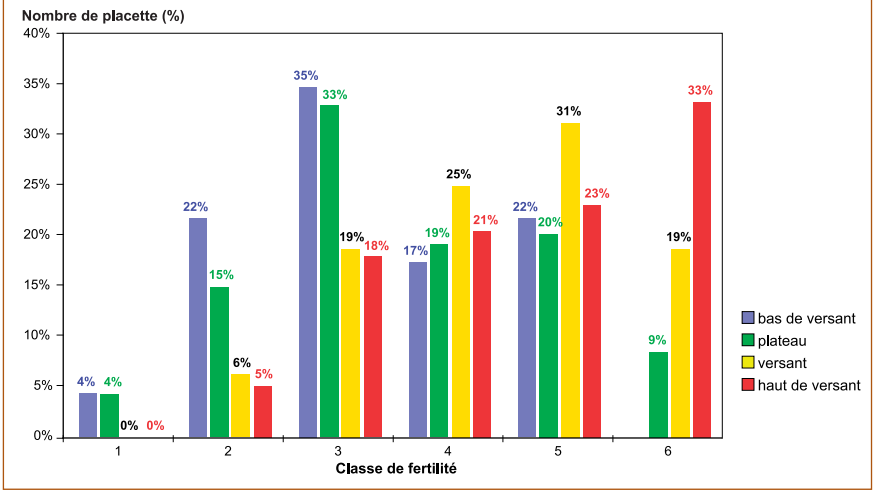
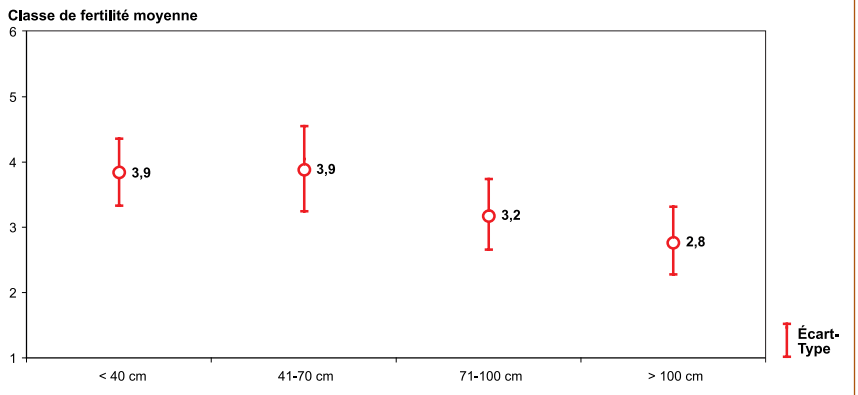
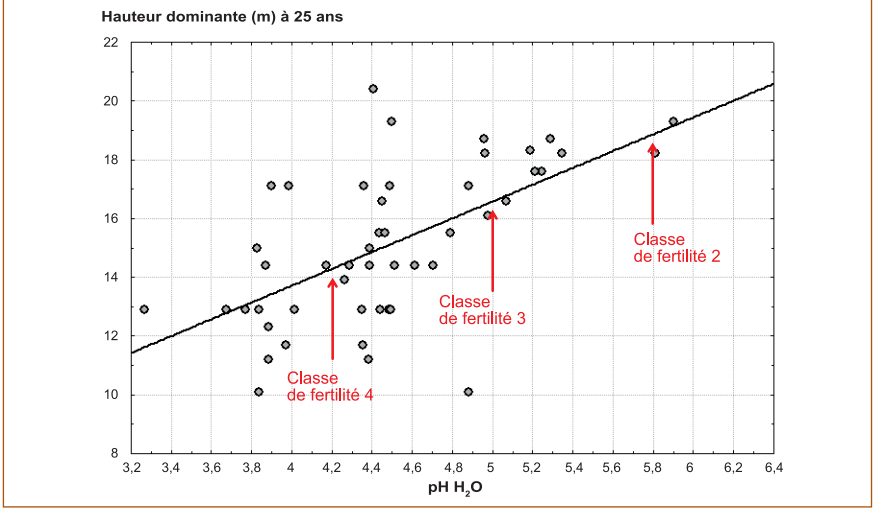


Figure 6 : Répartition des classes de fertilité par catégorie de profondeur du sol mesurée à la tarière
(études Montagne Noire et Périgord-Limousin uniquement)



En dessous de 70 cm de profondeur les taillis de châtaignier du Limousin et de la Montagne Noire se situent en moyenne en classe de fertilité 4 contre une classe 3 au-delà.

Figure 7 : Évolution de la hauteur dominante atteinte à 25 ans en fonction du pH (H_2O) en Périgord-Limousin



que le sol ne soit pas hydromorphe en surface comme dans les fonds de vallons propices au frêne et à l'aulne) est supérieur aux pertes sont alors aptes à produire du bois d'œuvre. Ainsi, les taillis en classe de fertilité 1 sont quasi systématiquement situés en bas de pente ou sur un replat, ou mieux encore dans le bas d'une combe ombragée. Cette importance de la position topographique a été constatée dans l'Aude où le relief est très marqué mais aussi en plaine, en Bretagne, en Dordogne, et en Limousin. La *figure 5* représente la répartition des classes de fertilité par position topographique des taillis de Dordogne, de Montagne Noire et de Périgord-Limousin. 60 % des taillis situés en bas de pente sont en classes de fertilité 1 à 3, contre 50 % s'ils sont situés sur plateau, 25 % pour les taillis en versant, et 5 % si les taillis sont en haut de versant c'est-à-dire en rupture de pente. En conclusion, dans ces régions du sud de la Loire, les situations de bas de pente et de plateaux sont beaucoup plus favorables au châtaignier. Les hauts de versants y sont donc à proscrire.

Un autre facteur compensateur est la profondeur du sol. Plus cette profondeur augmente, plus le « réservoir d'eau » à disposition des racines est important. La profondeur de sol est donc de première importance. Toutefois ce paramètre est un des plus délicats à estimer. Dans les différentes études, elle a été mesurée soit à la tarière soit à l'aide de fosses pédologiques (étude en Dordogne) creusées profondément pour visualiser la profondeur réelle de l'enracinement. Les résultats ne sont donc pas comparables. De plus, un « effet opérateur » important est souvent constaté pour cette donnée : la profondeur estimée à la tarière (la plus pratique à mesurer) dépend du nombre de relevés effectués par placette et surtout de la force de l'opérateur ! La *figure 6* permet de

fixer grossièrement la profondeur de sol minimale nécessaire à la bonne croissance du châtaignier soit environ 60-70 cm de profondeur.

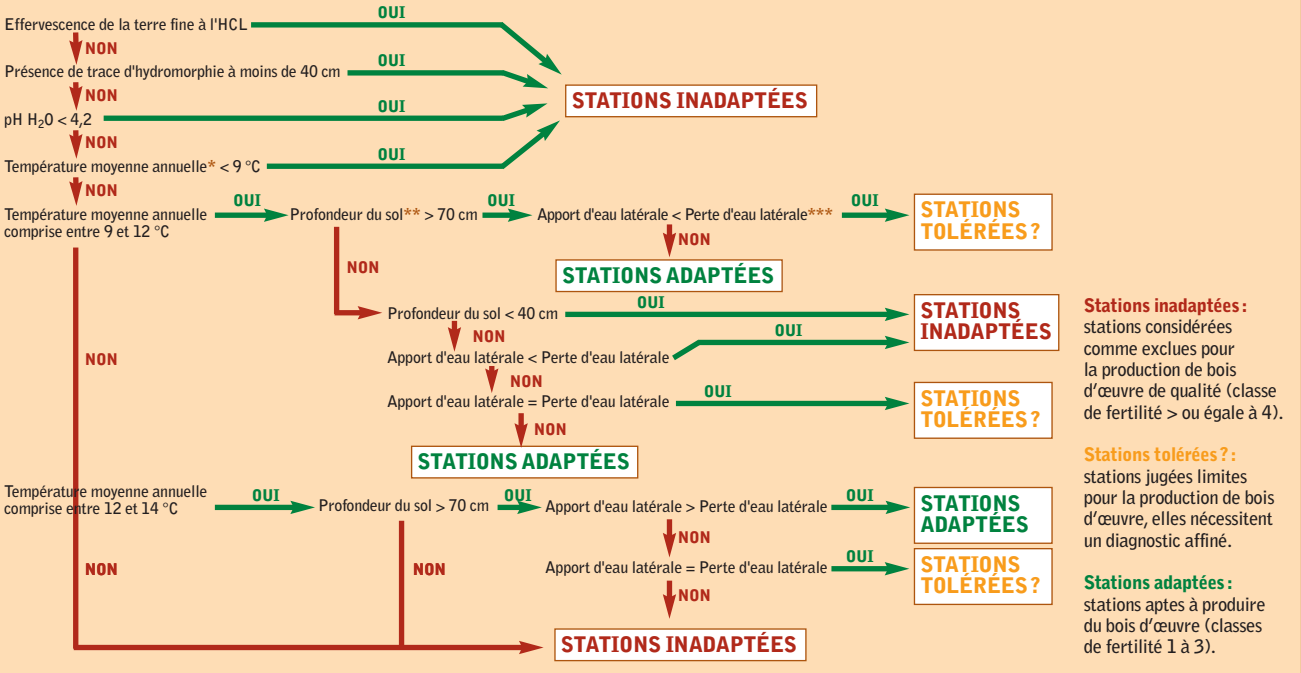
Et la richesse chimique du sol ?

L'acidité du sol est un autre facteur qui influence négativement la croissance du châtaignier. Plus un sol est acide, moins il est riche en minéraux disponibles pour l'arbre et moins le châtaignier est poussant. Néanmoins, ce facteur ne s'est révélé vraiment limitant que dans l'étude réalisée en Périgord-Limousin. En effet, dans cette région, les conditions climatiques (précipitations et surtout températures) sont moins limitatives pour la croissance du châtaignier qu'en Pays de la Loire ou en Dordogne. L'influence de la richesse chimique peut donc s'exprimer. L'optimum, en termes de pH pour le châtaignier se situe donc entre 4,5 et 6,5.

Une clé de détermination simplifiée des stations à châtaignier

Dans les paragraphes précédents, nous avons analysé isolément l'influence des facteurs du milieu. Il est beaucoup plus pertinent de tous les intégrer pour dresser une clé de détermination. Cette clé de détermination a pour but de distinguer les stations aptes à produire du bois d'œuvre (classes de fertilité 1 à 3) de celles qui ne le sont pas (classes de fertilité 4 et plus). Cette clé est de fait une simplification de la réalité où de nombreux facteurs environnementaux et biologiques interagissent. S'il existe une typologie des stations de référence sur le secteur étudié, il importe toujours de s'y référer, elle tiendra mieux compte de la réalité locale du terrain. **En cas de diagnostic d'un taillis sur pied, il est également préférable d'employer les outils de diagnostic permettant d'évaluer leur potentiel de croissance (*hauteur et circonférence dominantes page 15*). En effet, la croissance d'un taillis est le reflet de la potentialité de la station.**

Clé de détermination simplifiée des stations à châtaignier



** La température moyenne annuelle correspond à la moyenne des températures fournies par Météo France sur trois décennies. En zone montagneuse, il est plus facile de se référer à l'altitude plutôt qu'à la température moyenne. Sachant que l'on perd en moyenne 0,6 °C tous les 100 m d'altitude, il est facile à partir des données d'une station météorologique d'altitude connue de calculer la température moyenne. En région méditerranéenne, mieux que la fourchette de température, il faut se référer à l'étage de végétation. On remplacera dans la clé : « température moyenne annuelle < 9 °C » par « étage montagnard » ; « température moyenne annuelle comprise entre 9 et 12 °C » par « étage supraméditerranéen » ; et « température moyenne annuelle comprise entre 12 et 14 °C » par « étage mésoméditerranéen ». L'appartenance à un étage ou l'autre est définie par un relevé floristique.*

*** La profondeur du sol est estimée à la tarière.*

**** L'apport et perte d'eau latérale font référence à la position topographique. Est-ce que par sa position, le taillis reçoit plus d'eau latéralement qu'il n'en perd ? Un bas de pente, un replat… ont un bilan en eau positif, ils reçoivent plus d'eau qu'ils n'en perdent. Un haut de versant ou un taillis en rupture de pente ont un bilan négatif. Ils perdent plus d'eau qu'ils n'en gagnent latéralement. Pour un taillis sur plateau ou situé à mi-versant, l'apport latéral d'eau est égal aux pertes.*

Station inapte à la production de bois d'œuvre (hauteur dominante 12 m)



Station apte à la production de bois d'œuvre (hauteur dominante 19 m)



© J. Lemaire IDF

Ces deux taillis ont le même âge (26 ans). Le premier (à gauche) est un taillis cévenol en classe de fertilité 5. Il est situé sur un haut de versant, le sol est très superficiel. Le second (à droite) est un taillis sarthois. Il est installé en bas de versant sur sol riche et bien drainé. Il est en classe de fertilité 2. Observez la différence de grosseur et de hauteur des tiges!

Bilan et perspectives

Le châtaignier est une essence des climats océaniques et adaptées à l'étage supraméditerranéen dans le Sud de la France. Cette étude a permis d'affiner les connaissances sur les exigences du châtaignier pour produire du bois d'œuvre de qualité. Elle permet également de répondre aux évolutions pressenties de l'aire de répartition du châtaignier à bois face aux changements climatiques. Dans les zones de plaine où les températures annuelles dépassent les 13 °C, le châtaignier sera en difficulté et c'est déjà le cas dans certaines régions du Sud-ouest. Dans le Nord-est et plus en altitude dans les zones montagnardes, on pourra songer à implanter du châtaignier qui se trouvera dans un climat optimal pour sa croissance. Mais tout ceci fera l'objet de travaux futurs. Et il convient de ne pas tomber dans l'alarmisme puisqu'il est possible de récolter du bois d'œuvre de châtaignier dans un délai très court de 20 à 30 ans…

Résumé

Le châtaignier est une essence qui craint les sécheresses estivales. Sa température moyenne annuelle optimale de croissance se situe entre 9 et 12 °C. Au-delà, entre 12 et 14 °C, des facteurs compensateurs sont indispensables pour limiter l'effet de ces températures élevées.

Une clé de détermination des stations à châtaignier a été établie à partir des données de 395 placettes récoltées en Bretagne, en Pays de la Loire, Dordogne, Périgord-Limousin et en Montagne Noire dans l'Aude.

Mots-clés : châtaignier, autécologie, clé simplifiée des stations.

Bibliographie

- **Société Alcina Forêts, 2006** - *Typologie des peuplements de châtaignier du Haut-Cabardès et du Haut-Minervois.* Communauté de Communes du Haut-Minervois et du Haut Cabardès. 42 pages + annexes.
- **Bonenfant M., 1985** - *Croissance et qualité du châtaignier de futaie en Bretagne.* Mémoire ENITEF, 123 pages + annexes.
- **Bourgeois C., Sevrin E., Lemaire J., 2004** - *Le Châtaignier, un Arbre, un Bois.* Institut pour le développement forestier. 347 pages.
- **Charnet F. 1999** - *Ce que l'on sait de l'autécologie du châtaignier.* Forêt-entreprise n° 128 pages 24 à 26.
- **Courdert A., 1994** - *Approche des affinités stationnelles des taillis de châtaignier dans les Pays de la Loire.* École nationale du bois de Nantes et CRPF Pays de la Loire. Eaux et Forêts - Mémoire de 3e année. 124 pages + annexes.
- **Lefièvre J., Sevrin E., Mirlyaz W., 1998** - *Étude du châtaignier en Dordogne.* CRPF Aquitaine et Institut pour le développement forestier 79 pages + annexes.
- **Guesdon-Vennerie P., 1985** - *Contribution à l'étude des lois de croissance en hauteur des taillis. Cas du châtaignier dans le bassin parisien et quelques aspects relatifs aux charmes.* École nationale du génie rural des eaux et forêts et Institut pour le développement forestier.
- **Riboulet C., Bourgeois C., 1990** - *Données de l'étude du châtaignier en Limousin.* Document interne IDF non publié.

Des outils pour cuber ses taillis de châtaignier

Jean Lemaire, IDF Orléans

Le cubage des bois revêt une grande importance. Très souvent le sylviculteur estime le volume des arbres de manière empirique et manuelle. La circonférence de la grume à cuber mesurée, il estime à l'œil la hauteur de découpe et applique empiriquement un défilement pour évaluer ce volume. Le risque d'erreur peut être important.

Les tarifs de cubage sont des outils précieux. Ils permettent d'estimer précisément à partir de mesures simples – la circonférence à 1,30 m et la hauteur – le volume d'une grume. Il existe deux types de tarif de cubage. Les tarifs de cubage « arbre » qui estiment le volume d'un arbre à partir d'une ou plusieurs caractéristiques dendrométriques (circonférence à 1,30 m, hauteur totale…). Les tarifs de cubage « peuplement » qui permettent d'estimer le volume à l'hectare d'un peuplement sur pied à partir de caractéristiques dendrométriques moyennes (surface terrière, hauteur dominante…).

Les taillis de châtaignier en plus d'être très souvent équiennes (tous les brins ont le même âge), présentent généralement un très grand nombre de tiges à l'hectare. Cette forte compétition engendre des bois au défilement régulier, avec un très faible nombre de grosses branches basses, améliorant ainsi la cylindricité de la grume. La réalisation d'un tarif de cubage est donc plus aisée et plus fiable que pour des essences aux formes très variables, comme nos chênes indigènes par exemple.

Cet article présente plusieurs **tarifs de cubage** :

→ deux sont des **tarifs arbre** qui permettent d'estimer le volume d'une tige issue d'un peuplement peu éclairci et d'un taillis éclairci (*Tableaux 2 et 3*) ;

→ un autre estime le **volume purgé pour un bois affecté par un défaut** (*Tableaux 4 et 5*) ;

→ les deux derniers sont des **tarifs de cubage peuplement** qui permettent d'estimer le volume bois fort tige sur pied et le volume bois d'œuvre d'un taillis (*Tableau 7*).

Tableau 1 : Répartition et caractéristiques des taillis inventoriés pour le tarif de cubage arbre

			Circonférence à 1,30 m (cm)				
Région	Dépt	Nb de parcelles	moyenne	nombre	écart-type	min	max
Aquitaine	24	50	79,2	98	16,5	50	131
Bourgogne	71	1	186,5	23	58,5	97	336
Ile-de-France	95	1	110,2	36	21,9	82	157
Limousin	87-23-19	21	48	149	14,6	23	92
Poitou-charentes	79	6	52,1	284	15,5	20	100
Total	-	-	**64,4**	**590**	**35,4**	**20**	**336**

Un tarif de cubage pour les arbres issus de taillis peu ou pas éclaircis

Les châtaigniers mesurés sont issus de taillis purs ou quasi purs. Ce sont des taillis peu ou pas éclaircis.

Les données prises en Dordogne et compilées dans ce tarif de cubage ont été récoltées durant l'étude de J. Lefièvre *et al.* en 1998 (*Tableau 1*). Les données du Limousin sont issues de l'étude entreprise par l'IDF en 1990 et celles du Poitou-Charentes nous ont été fournies par le CRPF. Ces données provenaient principalement du sud de la Loire. Elles étaient déficitaires en bois de plus fortes dimensions. Nous avons donc réalisé des mesures complémentaires sur 59 tiges abattues en Ile-de-France et en Bourgogne en 2005. Toutes ces tiges ont été exploitées dans des taillis faiblement ou pas éclaircis.

Le diamètre de la tige abattue était mesurée à la base, à 1,30 m et à différentes hauteurs jusqu'à la découpe finale (diamètre fin bout). Ces études ayant été réalisées par des opérateurs et à des époques différentes, les mesures des diamètres n'étaient pas toujours réalisées à la même hauteur. Néanmoins, si l'intervalle de hauteur entre les mesures était variable selon les études, il ne dépassait pas 2 m

Tableaux 2 et 3 : Tarifs de cubage en fonction des découpes pour des bois issus de taillis peu ou pas éclaircis

Tableau 2 : Volume unitaire (m³) par catégorie de circonférence à 1,30 m (C130 cm)

C130 (cm)	d130 (cm)	Diam fin bout 7 cm	Diam fin bout 14 cm	Diam fin bout 16 cm	Diam fin bout 18 cm	Diam fin bout 20 cm	Diam fin bout 22 cm	Diam fin bout 24 cm	Diam fin bout 26 cm	Diam fin bout 28 cm	Diam fin bout 30 cm
15	4,8	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
25	8,0	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
35	11,1	0,058	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
45	14,3	0,106	0,026	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
55	17,5	0,206	0,133	0,081	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
65	20,7	0,292	0,238	0,199	0,145	0,070	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
75	23,9	0,392	0,349	0,319	0,277	0,220	0,144	0,000	0,000	0,000	0,000
85	27,1	0,505	0,470	0,446	0,412	0,367	0,306	0,228	0,000	0,000	0,000
95	30,2	0,667	0,630	0,608	0,578	0,538	0,486	0,420	0,338	0,236	0,000
105	33,4	0,816	0,783	0,764	0,738	0,703	0,659	0,604	0,534	0,449	0,345
115	36,6	0,981	0,950	0,933	0,910	0,880	0,842	0,794	0,734	0,660	0,572
125	39,8	1,164	1,094	1,094	1,091	1,061	1,023	0,976	0,917	0,845	0,759
135	43,0	1,359	1,276	1,276	1,276	1,264	1,230	1,188	1,136	1,072	0,996
145	46,2	1,569	1,472	1,472	1,472	1,472	1,450	1,412	1,365	1,308	1,240
155	49,3	1,794	1,682	1,682	1,682	1,682	1,682	1,648	1,605	1,554	1,492
165	52,5	2,034	1,906	1,906	1,906	1,906	1,906	1,897	1,858	1,811	1,755
175	55,7	2,289	2,144	2,144	2,144	2,144	2,144	2,144	2,123	2,080	2,028
185	58,9	2,558	2,397	2,397	2,397	2,397	2,397	2,397	2,397	2,362	2,314
195	62,1	2,843	2,663	2,663	2,663	2,663	2,663	2,663	2,663	2,657	2,612
205	65,3	3,143	2,616	2,616	2,616	2,616	2,616	2,616	2,616	2,616	2,599
215	68,4	3,458	2,877	2,877	2,877	2,877	2,877	2,877	2,877	2,877	2,877
225	71,6	3,788	3,151	3,151	3,151	3,151	3,151	3,151	3,151	3,151	3,151
235	74,8	4,133	3,437	3,437	3,437	3,437	3,437	3,437	3,437	3,437	3,437
245	78,0	4,492	3,736	3,736	3,736	3,736	3,736	3,736	3,736	3,736	3,736

Tableau 3 : Volume unitaire (m³) par catégorie de diamètre à 1,30 m (d130 cm)

d130 (cm)	C130 (cm)	Diam fin bout 7 cm	Diam fin bout 14 cm	Diam fin bout 16 cm	Diam fin bout 18 cm	Diam fin bout 20 cm	Diam fin bout 22 cm	Diam fin bout 24 cm	Diam fin bout 26 cm	Diam fin bout 28 cm	Diam fin bout 30 cm
12,5	39,3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
17,5	55,0	0,189	0,121	0,073	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
22,5	70,7	0,347	0,300	0,267	0,220	0,156	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
27,5	86,4	0,522	0,488	0,464	0,432	0,388	0,329	0,253	0,157	0,000	0,000
32,5	102,1	0,771	0,737	0,717	0,690	0,654	0,608	0,550	0,477	0,387	0,278
37,5	117,8	1,030	1,000	0,983	0,961	0,932	0,895	0,849	0,791	0,721	0,635
42,5	133,5	1,304	1,248	1,248	1,248	1,248	1,199	1,156	1,103	1,038	0,960
47,5	149,2	1,629	1,559	1,559	1,559	1,559	1,547	1,510	1,465	1,410	1,345
52,5	164,9	1,990	1,905	1,905	1,905	1,905	1,905	1,895	1,856	1,809	1,753
57,5	180,6	2,387	2,285	2,285	2,285	2,285	2,285	2,285	2,279	2,237	2,188
62,5	196,3	2,820	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,698	2,654

avant la hauteur de 6 m de grume et 3 m ensuite. Au total, 590 tiges ont été abattues, ce qui représente 5 776 mesures de diamètres à différentes hauteurs.

Le profil de tige de chaque arbre, à savoir la variation du diamètre sur la longueur de la grume, a été tracé. Sans entrer dans le détail des calculs, ce profil de tige permet d'estimer le volume de la grume à différents diamètres fin bout. Le châtaignier étant exploité à différentes découpes, la présentation du volume par catégorie de grosseur à 1,30 m (*Tableaux 2 et 3*) et par diamètre fin bout est intéressante. Ce diamètre fin bout est ainsi de 7 cm pour l'aménagiste ou la trituration, 14 à 16 cm dans le Sud-ouest, et 18 cm ou 20 cm dans le Nord.

Le tarif de cubage a été testé sur le terrain. Il surestime très légèrement (+ 4 %) les volumes mesurés sur le terrain. Les résultats obtenus sont donc satisfaisants.

Exemple d'utilisation

Prenons un arbre issu d'un taillis peu éclairci mesurant 122 cm de circonférence à 1m30, il appartient à la catégorie de circonférence 125 cm. Si je cube cette grume à 28 cm de diamètre fin bout, le volume estimé est de 0,845 m³. Je désire connaître maintenant le volume entre les découpes fin bout de 28 cm et 18 cm de diamètre. Il suffit de réaliser la soustraction 1,091 m³ (volume total jusqu'à 18 cm de diamètre fin bout) – 0,845 m³ (volume total jusqu'à 28 cm de diamètre fin bout) soit 0,246 m³.

Un tarif de cubage pour les arbres issus de peuplements éclaircis

Le tarif de cubage pour les arbres issus de taillis peu ou pas éclaircis a été testé sur 242 tiges issues de peuplements éclaircis. Logiquement ce tarif de cubage surestime le volume des arbres provenant de peuplements éclaircis. Cette surestimation est en moyenne de 10 %. Autrement dit, pour estimer le cube d'un arbre issu d'un peuplement éclairci, il suffit de se référer au tableau 2 ou 3 puis de retrancher 10 % à la valeur obtenue.

On considère qu'un taillis est éclairci lorsque sa surface terrière est inférieure à 30 m²/ha. Cette estimation du volume des arbres provenant de taillis éclaircis est empirique. Des mesures complémentaires seront à réaliser pour affiner cette estimation du volume.

Exemple d'utilisation

Prenons à nouveau un arbre de 122 cm de circonférence à 1,30 m mais issu cette fois d'un taillis éclairci. Si je cube cette grume à 28 cm de diamètre fin bout, le volume estimé est de 0,845 m³ auquel je dois retrancher 10 %, soit 0,845 m³ – 0,0845 m³ = 0,761 m³.

Tableau 4 et 5 : Tarifs de cubage de la purge selon la hauteur de la roulure ou autre défaut

Tableau 4 : Volume de la purge (m³) par catégorie de circonférence à 1,30 m (C130 cm)

C130 (cm)	Hauteur de purge					
	50 cm	1 m	1,5 m	2 m	2,5 m	3 m
15	0,002	0,002	0,003	0,003	0,004	0,005
25	0,005	0,006	0,007	0,010	0,012	0,014
35	0,012	0,015	0,018	0,023	0,029	0,034
45	0,016	0,019	0,024	0,031	0,038	0,045
55	0,024	0,029	0,036	0,047	0,058	0,068
65	0,034	0,040	0,050	0,066	0,081	0,096
75	0,045	0,054	0,067	0,087	0,108	0,127
85	0,058	0,069	0,085	0,112	0,138	0,163
95	0,072	0,086	0,106	0,139	0,172	0,203
105	0,088	0,105	0,129	0,170	0,210	0,248
115	0,105	0,126	0,155	0,204	0,252	0,298
125	0,120	0,145	0,167	0,221	0,273	0,323
135	0,145	0,174	0,202	0,266	0,328	0,389
145	0,167	0,201	0,233	0,307	0,379	0,449
155	0,191	0,229	0,266	0,350	0,433	0,513
165	0,217	0,260	0,301	0,397	0,490	0,581
175	0,244	0,293	0,339	0,447	0,552	0,654
185	0,272	0,327	0,379	0,499	0,617	0,731

Tableau 5 : Volume de la purge (m³) par catégorie de diamètre à 1,30 m (d130 cm)

d130 (cm)	Hauteur de purge					
	50 cm	1 m	1,5 m	2 m	2,5 m	3 m
12,5	0,007	0,015	0,018	0,024	0,029	0,034
17,5	0,014	0,029	0,035	0,046	0,057	0,067
22,5	0,024	0,048	0,059	0,078	0,096	0,113
27,5	0,036	0,071	0,088	0,116	0,143	0,169
32,5	0,050	0,100	0,122	0,161	0,198	0,235
37,5	0,066	0,133	0,163	0,214	0,264	0,312
42,5	0,085	0,170	0,197	0,260	0,321	0,381
47,5	0,106	0,213	0,246	0,325	0,401	0,476
52,5	0,130	0,260	0,301	0,397	0,490	0,581
57,5	0,156	0,312	0,361	0,476	0,588	0,697
62,5	0,184	0,368	0,427	0,562	0,694	0,823

Exemple d'utilisation

Prenons un taillis de 30 ans dont les éclaircies ont ramené la densité à 400 tiges par hectare. Sa surface terrière est de 28 m²/ha et sa hauteur dominante de 20 m.

Son volume bois fort tige équivaut à 22,391 + 0,378 x 28 m²/ha x 20 m, soit 234 m³/ha.

Cubage de la purge engendrée par la roulure

Le tarif de cubage présenté aux tableaux 2 et 3 donne le volume total de la grume. Il peut être intéressant de connaître le volume purgé en cas de présence de la roulure ou tout autre défaut devant être éliminé à l'abattage. Les tableaux 4 et 5 donnent, selon la hauteur de propagation de la roulure dans l'arbre, le volume de purge par catégorie de grosseur (circonférence ou diamètre : *Tableaux 4 et 5*). La hauteur de purge a délibérément été arrêtée à 3 m de hauteur. Bien que certaines tiges soient affectées sur des longueurs supérieures à 3 m, elles restent rares (moins de 6 % des cas).

Exemple d'utilisation

Prenons à nouveau notre arbre issu d'un taillis peu éclairci mesurant 122 cm de circonférence à 1,30 m. À l'abattage, je constate une roulure que le bûcheron doit purger sur 1 m. Le tableau 4 indique que le volume de purge représente 0,145 m³ soit un volume sain (pour une découpe à 28 cm fin bout) de 0,845 m³ – 0,145 m³ = 0,7 m³.

Deux tarifs de cubage pour les peuplements

Cubage du volume bois fort tige d'un taillis

Pour établir ce tarif de cubage peuplement, nous nous sommes basés sur l'inventaire de 198 placettes dans des taillis éclaircis et non éclaircis (*Tableau 6*).

La formule qui permet d'estimer le mieux le volume bois fort tige (volume à la découpe de 7 cm de diamètre fin bout) est :

V7 = 22,391 + 0,378 x G x HDOM (R^2 = 0,904 et coefficient de variation résiduelle : 14,5 %)

V7 (m³/ha) : Volume bois fort tige (7 cm de diamètre fin bout à la découpe).
G (m²/ha) : surface terrière - HDOM (m) : hauteur dominante (hauteur moyenne des 100 plus grosses tiges à l'hectare situées sur des cépées distinctes).

Cubage du volume bois d'œuvre d'un taillis

À partir du volume bois fort, il est intéressant de connaître le volume bois d'œuvre de la parcelle. La circonférence moyenne (ou le diamètre moyen) des tiges de la parcelle et le diamètre de découpe fin bout connus, ce calcul est aisé grâce aux valeurs du *tableau 7*.

Tableau 6 : Répartition et caractéristiques moyennes des placettes inventoriées pour le tarif de cubage peuplement

Région	Nombre	Âge (ans)	G (m²/ha)	C130 (cm)	V7 (m³/ha)
Languedoc-Roussillon	99	33	44,4	52	324,959
Limousin	55	31	32,5	39	223,783
Pays de la Loire	44	26	33,3	43	235,787
Total	**198**	**31**	**38,6**	**46**	**277,039**

G (m²/ha) : *surface terrière.*
C130 (cm) : *circonférence moyenne à 1 m 30.*
V7 (m³/ha) : *volume bois fort tige (découpe 7 cm de diamètre fin bout).*

En effet, il existe une relation étroite et fiable entre le rapport volume bois d'œuvre et le volume bois fort tige en fonction de la circonférence moyenne du taillis comme le montre la figure ci-dessous.

Évolution du volume bois d'œuvre à 20 cm fin bout (V20) et à 14 cm fin bout (V14) en fonction de la circonférence moyenne du taillis

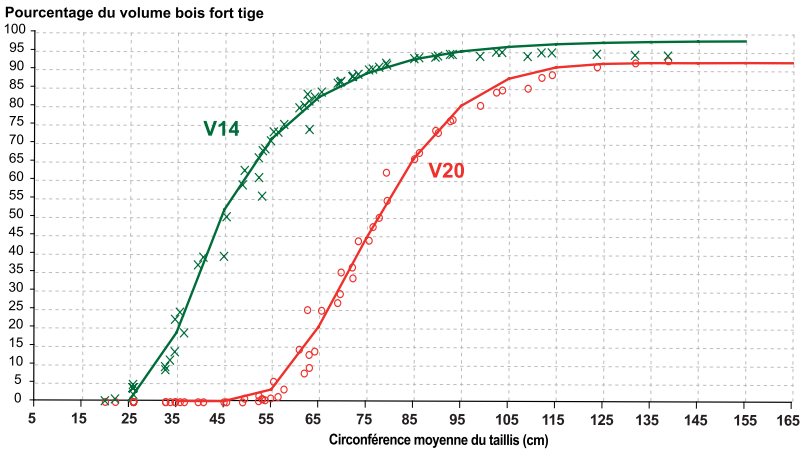
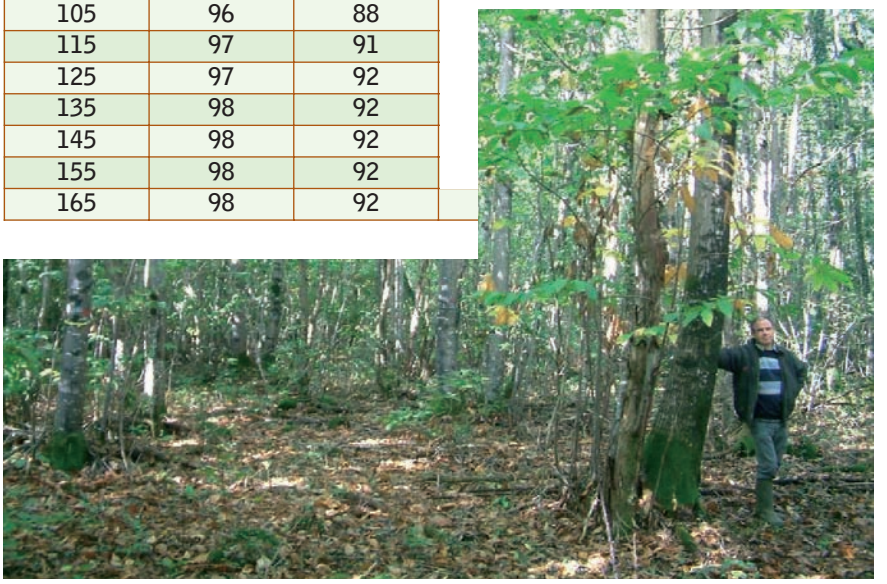


Tableau 7 : Rapport (en %) entre le volume bois d'œuvre au diamètre découpe fin bout de 14 cm (V14/V7) et 20 cm (V20/V7)

C130 (cm)	V14/V7 (%)	V20/V7 (%)	d130 (cm)	V14/V7	V20/V7
25	0	-	12,5	35	0
35,0	19	0	17,5	71	90
45	52	0	22,5	87	92
55	71	3	27,5	93	92
65	82	20	32,5	96	92
75	89	44	37,5	97	92
85	93	66	42,5	98	92
95	95	80			
105	96	88			
115	97	91			
125	97	92			
135	98	92			
145	98	92			
155	98	92			
165	98	92			



© J. Lemaire IDF

La surface terrière de ce taillis est de 35 m²/ha et sa hauteur dominante de 20 m. On estime à : 22,391 + 0,378 x 35 m²/ha x 20 m = 287 m³/ha son volume bois fort tige (voir formule page 27). Sachant que la circonférence moyenne du peuplement est de 65 cm, le volume bois d'œuvre à la découpe 20 cm fin bout est de : 0,2 x 287 m³/ha = 57 m³/ha (Tableau 7).

Exemple d'utilisation

Prenons à nouveau notre taillis de 30 ans de l'exemple précédent. La circonférence moyenne du taillis est de 94 cm (classe de circonférence 95 cm). Le volume bois d'œuvre à la découpe de 20 cm fin bout équivaut à 80 % du volume bois fort tige soit 0,8 x 234 m³/ha = 187 m³/ha.

Conclusion

Les nombreuses études et références expérimentales récoltées ces vingt dernières années dans les taillis de châtaignier ont permis de présenter des outils permettant d'estimer le volume d'une grume mais aussi le volume bois d'œuvre et bois fort d'un taillis de châtaignier. Mais vu la forte valeur économique du châtaignier, surtout pour les grosses dimensions, il importe de vérifier localement la validité de ce tarif de cubage national.

Résumé

Cet article présente différents tarifs de cubage arbre permettant d'estimer le volume d'une grume de châtaignier à différents diamètres de découpe fin bout. Un tarif de cubage pour estimer le volume purgé engendré par la roulure est également présenté. Deux tarifs de cubage peuplement pour estimer le volume bois fort tige et le volume bois d'œuvre sont aussi proposés. Ces tarifs de cubage ont été validés dans des taillis de châtaignier recensés dans différentes régions castanéicoles françaises.

Mots-clés : châtaignier, tarifs de cubage, taillis.

La roulure du châtaignier est mieux cernée

Jean Lemaire, secrétaire technique du groupe de travail châtaignier

La roulure est un défaut qui colle à l'écorce du châtaignier… Parlez bois de châtaignier et on vous répondra roulure, ce décollement de deux cernes qui pénalisent cette essence. En juin 2005, le groupe de travail rencontre Guillaume Cousseau, alors étudiant à l'ENGREF de Nancy. C'est le début d'une aventure qui s'achève par ce numéro spécial et par la réalisation de deux diaporamas audiovisuels abondamment illustrés et disponibles sur le site www.foretpriveefrancaise.com/chataignier.

En 2005, le groupe de travail se consacre à la recherche bibliographique. Les données de trois études, entreprises dans les années 80 et 90, en Bretagne et en Limousin, sont ainsi « passées au peigne fin ». L'âge, l'acidité de la station et la vitesse de croissance semblent être des facteurs prépondérants dans le risque d'apparition de la roulure. Mais toutes ces études ont été menées dans des taillis non éclaircis. Les contraintes de croissance sont tellement fortes qu'elles gomment l'effet des autres facteurs (station, âge) susceptibles d'intervenir dans le mécanisme d'apparition de la roulure. En octobre et en novembre 2005, le groupe de travail valide un protocole d'étude de l'impact des éclaircies tardives sur le risque de roulure en comparant des couples de taillis non éclaircis et éclaircis. Afin d'appuyer Guillaume Cousseau dans son stage, un Fogefor de référence consacré à la roulure est créé en Picardie. Le stage débute en janvier 2006 pour se terminer en juillet de la même année. La zone de prospection est large et s'étend du Poitou-Charentes à la Picardie. L'enveloppe budgétaire est peu conséquente (6 000 €) et chacun collabore pour permettre l'aboutissement du projet, notamment les propriétaires qui mettent à disposition un hébergement, des bûcherons et les grumes. La prospection des coupes de l'hiver 2005-2006 est assurée avec l'appui des ingénieurs et techniciens de CRPF, de coopératives et de l'ONF. La société SDMO Quiniou prête le matériel nécessaire pour détecter la roulure et l'INRA, le matériel de mesure des cernes en laboratoire. Des appuis scientifiques sont fournis par l'ENGREF et l'Université de Limoges. S'ensuivent de longues journées à récolter et analyser les rondelles (450 au total) puis les nuits interminables de cogitation « statisticienne » à l'IDF… Mais les résultats sont là, novateurs et décisifs dans la compréhension du mécanisme de la roulure. Nous tenons à remercier chaleureusement le groupe de travail et tous ceux qui nous ont aidés à mener à bien ce projet. ■

Les prochains articles rapportent les principaux résultats d'une étude récemment réalisée par le groupe de travail châtaignier. Pour vous accompagner dans leurs lectures et leurs compréhensions, nous vous invitons à télécharger deux diaporamas audiovisuels (format PowerPoint©), d'une dizaine de minutes chacun, sur le site internet de la Forêt privée française (www.foretpriveefrancaise.com). Les plus curieux pourront également télécharger le rapport complet (format PDF) de cette étude sur le même site.





Diaporama n°1 et n°2.



Rapport complet de l'étude.

La roulure du châtaignier : un défaut fréquent que le sylviculteur peut atténuer

Guillaume Cousseau (CRPF) * et Jean Lemaire (IDF)(1)**

Le bois de châtaignier est remarquable en raison de ses nombreuses utilisations : menuiserie, charpente, parquets, piquets, échalas… mais il traîne sa réputation d'arbre sensible à la roulure. Il est pourtant possible de limiter l'impact économique de ce défaut.

La roulure est un **défaut du bois dit « rédhibitoire »**, c'est-à-dire que la portion de la grume affectée par la « roulure » n'est plus utilisable et perd ainsi une partie de sa valeur marchande. Le châtaignier n'est pas la seule essence concernée par la roulure. On l'observe aussi chez d'autres feuillus ou résineux. Les arguments apportés pour expliquer les mécanismes d'apparition de ce défaut chez le châtaignier sont divers. Cet article fait le point sur les connaissances actuelles.

Qu'est-ce que la roulure ?

On retrouve dans la littérature « ancienne » de nombreuses définitions. Elles sont souvent contradictoires et incomplètes. C'est seulement au début des années 1980 qu'une définition sans équivoque est admise : **« La roulure est une fente tangentielle (qui suit la direction d'un cerne), séparant, sur une longueur et une profondeur très variables, deux portions du bois d'une même tige ou d'une même planche »** (Chanson *et al.*, 1989). Cette fente tangentielle peut être partielle ou totale (*Photos 1 et 3*). La fente démarre généralement du



© G. Cousseau

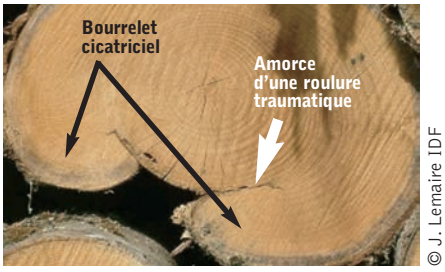
Photo 1 : La roulure du châtaignier : une fente tangentielle (partielle dans cet exemple, puisqu'elle ne forme pas un anneau complet).

pied de l'arbre et se propage sur une **hauteur variable**. On peut exceptionnellement l'observer dans les branches et elle est *a priori* **absente des racines** (Fonti *et al.*, 2002).
On distingue deux types de roulures : les « **roulures traumatiques** » et les « **roulures saines** ».

Les différents types de roulure

Les « roulures traumatiques »

Elles sont provoquées par **des blessures** (blessures d'exploitation, place de feu, dégâts de gibier, maladies…). Suite à ce traumatisme, deux bourrelets cicatriciels se mettent en place (*Photo 2*) et vont progressivement recouvrir la zone blessée. Le nouveau bois ainsi fabriqué n'adhère pas au bois de la zone blessée. Par ailleurs, ce type de roulure peut aussi apparaître dans la « zone de compartimentation ». C'est une barrière biologique installée par l'arbre pour se protéger de la propagation des parasites suite à un traumatisme. La fracture se produit alors dans les cellules anormales de cette zone.



© J. Lemaire IDF

Photo 2 : Amorce d'une roulure traumatique.

Les **roulures traumatiques sont présentes dans l'arbre sur pied et bien visibles à l'abattage**. Elles sont souvent accompagnées de coloration et de pourritures. Elles représenteraient **6 à 18 %** des roulures selon les observations de Chanson (FE n°69). **On peut les éviter** en soignant les exploitations et en veillant à ne pas blesser les arbres.

Les « roulures saines »

Ce sont les plus **fréquentes**. Elles sont aussi **les plus graves et les plus « imprévisibles »**. Elles ne sont liées à **aucune maladie** mais sont d'**origine « mécanique »** (*Photo 3*). Selon Fonti



Photo 3 : Exemple d'une roulure saine et complète engendrant le décollement total du bois.

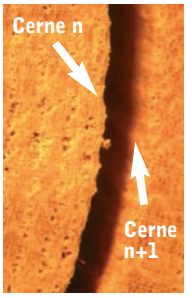




Photo 4 : Le décollement (à gauche) et la cassure (à droite).



Photo 5 : Fente radiale. Les contraintes sont libérées. Le risque de roulure est diminué.



Photo 6 : Une grume peut parfois être roulée de la tête au pied.

© G. Cousseau

et al. (2003), la fissuration peut avoir lieu **en limite de deux cernes** (« les décollements », *Photo 4, à gauche*) ou bien dans le **bois de printemps** (ou bois initial) d'un cerne (« les cassures », *Photo 4, à droite*). Les « cassures » sont les formes les plus fréquentes (85 % des cas) et s'observent **après l'abattage**. « Les décollements », quant à eux, s'observent le plus souvent **après séchage** (Fonti *et al.*, 2003).

Selon la littérature, les roulures saines **ne seraient jamais présentes dans l'arbre sur pied** (Chanson *et al.*, 1989). Une partie des roulures saines se produirait **après l'abattage**. L'autre partie (non négligeable) **s'exprimerait plus tard, lors de la transformation** des bois (sciage, séchage, mise en œuvre…).

L'absence des roulures saines dans l'arbre sur pied est aujourd'hui un **sujet controversé**. Les observations de terrain et l'utilisation d'outils de détection reposant sur les ultrasons laissent penser qu'une partie non négligeable des roulures serait déjà présente dans l'arbre sur pied (Fonti *et al.*, 2002). Cette question n'a pas d'intérêt direct pour un gestionnaire. Néanmoins, elle revêt une grande importance d'un point de vue méthodologique et expérimental. Il est impossible de **déterminer la date d'apparition de la roulure.** Nous connaissons seulement **l'année de formation du cerne sur lequel la roulure s'exprime**…

Il est important de noter que la présence d'une **fente radiale** (dans le sens du rayon) à la culée de l'arbre abattu **réduit considérablement le risque d'apparition** de roulure (*Photo 5*).

La distinction entre les roulures traumatiques et les roulures saines n'est pas aussi évidente que la description faite ci-dessus le suggère.

Les conséquences de la roulure : la purge

La portion de la grume affectée par une roulure ne peut être usinée (Photo 3). Seules les petites roulures centrales sont parfois acceptées pour les usages en charpente. Le plus souvent, **les bois roulés sont purgés** (*Photo 6*).

La perte de la valeur marchande dépend alors de la **hauteur de propagation** des roulures dans l'arbre. L'article page 41 met en évidence la **perte de volume provoquée** par la roulure. La perte économique qui en découle est souvent **modérée pour les grumes de forte dimension**.

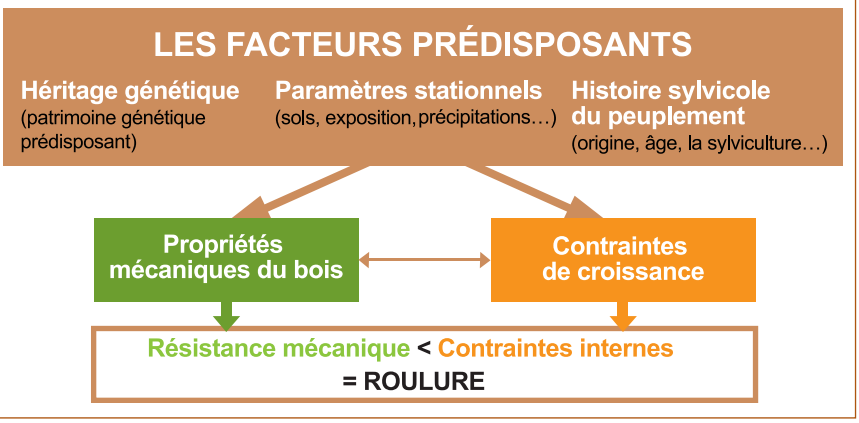
Les mécanismes d'apparition de la roulure saine

Dans ce numéro spécial, il ne sera question **que des roulures saines**, les plus fréquentes et les plus dommageables. Les études menées jusqu'à présent s'accordent sur le fait que la roulure résulte de mécanismes multifactoriels qui interagissent. Nos connaissances sur ces mécanismes sont encore partielles. La *figure 1* synthétise les différents facteurs en cause dans l'apparition de la roulure.

La roulure résulte **d'un déséquilibre entre la résistance radiale du bois et les forces auxquelles il est contraint**. Autrement dit, la rupture se réalise lorsque **les forces internes** accumulées dans l'arbre sont supérieures à sa résistance mécanique.

Les tests de résistance mécanique radiale réalisés en laboratoire expliquent

Figure 1 : Les mécanismes de formation de la roulure



Fonti *et al.*, 2002

en partie la prédisposition du châtaignier à la roulure. Sa résistance radiale **est en moyenne deux fois inférieure** à celle du chêne (CTBA, 1972). De plus, chez le châtaignier, les **fibres du bois sont très longues** ce qui facilite la propagation des fentes. La résistance radiale varie beaucoup entre les arbres d'un même peuplement mais elle est assez constante au sein d'un même individu (Frascaria, 1991).

La résistance mécanique du bois et les forces internes **sont elles-mêmes conditionnées** par de très nombreux facteurs. Parmi les nombreux facteurs susceptibles d'influencer le risque de roulure, trois ont été clairement identifiés : l'âge, l'origine des tiges et la station.

La distribution de la roulure dans l'arbre

La roulure n'est pas distribuée aléatoirement dans un arbre (Bonenfant, 1985). La *Figure 2* représente la distribution de la roulure sur le rayon de l'arbre. La roulure est plus fréquente vers le milieu du rayon de l'arbre (*Figure 2*). En revanche, aucune fissure n'est décelée dans les cernes les plus récents. **Il n'y a quasiment jamais de roulures dans les dix derniers cernes** (Chanson *et al.*, 1990).

Les facteurs qui prédisposent à la roulure

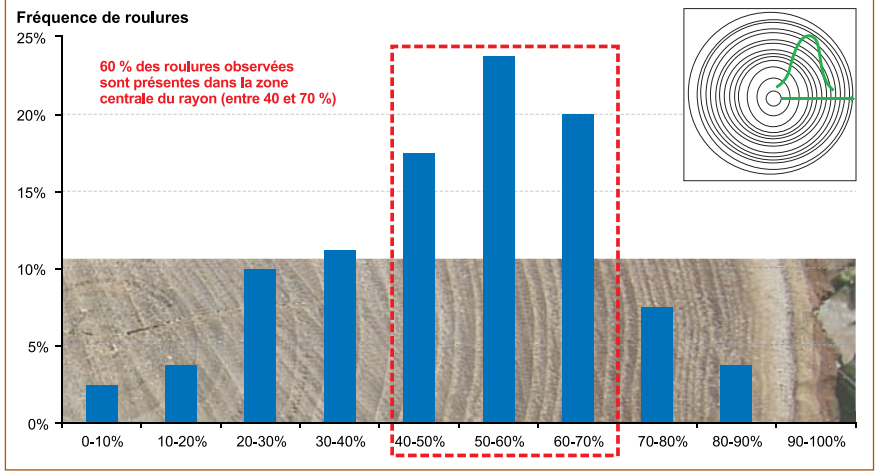
L'âge

L'âge est l'un des principaux facteurs prédisposant à la roulure mais les mécanismes responsables ne sont toujours pas bien identifiés. Plusieurs études montrent que **la proportion de tiges roulées augmente très nettement avec l'âge du peuplement**. Le pourcentage d'arbres roulés est en moyenne de 30 % à 40 ans et de 50 % à 60 ans (*Figure 3*). Il est donc important de préconiser l'abaissement de l'âge d'exploitabilité par une sylviculture **dynamique et précoce**.

La fertilité du sol

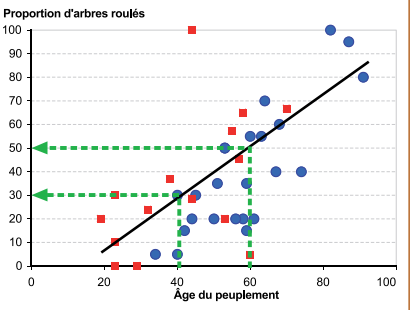
La relation entre le risque de roulure et le pH (l'acidité du sol) a fait l'objet de nombreux travaux par le passé mais n'a jamais été clairement mise évidence avant l'étude menée en Bretagne par Gilles Pichard entre 1990 et 2000. Cette étude montre que **le pourcentage de tiges roulées dans un taillis est multiplié par trois entre un sol peu acide et un sol très acide** (*Figure 4*).

Figure 2 : Distribution de la roulure suivant le rayon de l'arbre (nombre de rondelles = 491)



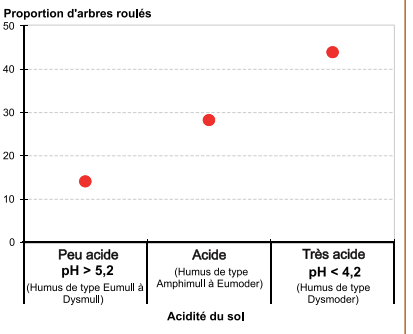
Cousseau et Lemaire, 2006

Figure 3 : L'impact de l'âge sur le risque de roulure



■ *Bonenfant, 1995, nombre de placettes = 36,*
● *Cousseau et Lemaire, 2006, nombre de placettes = 16.*

Figure 4 : L'impact de l'acidité du sol sur le risque de roulure



Pichard et al., *2006, nombre de placettes = 105.*

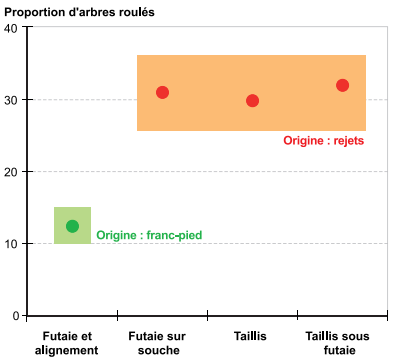
La carence en calcium d'un sol est souvent évoquée (Verger, 2003). Elle diminuerait la cohésion des parois cellulaires (notamment la lamelle moyenne) et pourrait prédisposer à la roulure (Freyssac *et al.*, 1994).

L'origine des tiges

Les **francs-pieds** (c'est-à-dire, ici, les arbres issus directement d'une châtaigne) **sont moins sensibles** à la roulure **que les rejets de souche**. Dans le cadre de l'étude bretonne (Pichard *et al.*, 2006), le risque de roulure est d'environ 10 % pour les francs-pieds et 30 % pour les arbres issus de rejets (*Figure 5*).

L'âge de la souche, le bois de tension

Figure 5 : L'impact de l'origine des tiges sur le risque de roulure



Pichard et al., *2006, nombre de placettes = 105.*

induit par la courbure basale du rejet, ou bien encore la vitesse de croissance, sont autant de facteurs susceptibles d'expliquer ce phénomène.

Les arbres de **francs-pieds** sont à privilégier lors du renouvellement ou de l'amélioration du peuplement.

D'autres facteurs ?

D'autres paramètres semblent agir sur le déclenchement de la roulure. Ils sont parfois sujets à controverse (*Tableau 1*).

Plusieurs études suggèrent un **déterminisme génétique**. D'une part, Frascaria (1992) met en évidence une relation entre la résistance mécanique radiale et le patrimoine héréditaire (génotype). D'autre part, l'analyse de la fréquence de la roulure à l'intérieur d'un taillis simple de châtaignier indique que le phénomène n'est pas distribué aléatoirement dans le peuplement mais, au contraire, se concentre sur quelques cépées (Macchioni et Pividori, 1996).

Contrairement à ce que l'on pourrait croire, **aucune étude n'a pu mettre en évidence d'années à risque** (Chanson *et al.*, 1990). Il n'y a pas de correspondance entre la roulure et les années où se sont déroulés des événements climatiques exceptionnels (gelées, tempêtes, sécheresse…).

L'impact des éclaircies dans l'apparition de la roulure ne ressort pas clairement dans la littérature. En effet, au sein d'un même taillis, les arbres non roulés ont un accroissement moyen plus important que les arbres roulés. De plus, d'autres études montrent que la résistance mécanique du châtaignier est d'autant plus importante que les cernes sont larges (Fonti *et al.*, 2003, Zürcher et Cousseau, 2006). Ainsi, les éclaircies, favorisant l'accroissement des arbres, permettraient de réduire le risque de roulure.

En revanche, Fonti (2003) met en évidence une augmentation significative du nombre de roulures dans les cernes précédant une éclaircie. **Face au manque de références et à l'ambiguïté des conclusions, nous avons étudié précisément l'impact des éclaircies tardives sur le risque de roulure dans les taillis de châtaignier** (*lire l'article suivant*).

Tableau 1 : Bilan des facteurs prédisposant à la roulure

	Facteurs	Effet sur la roulure	Validité
Sylviculture	**Âge**	Augmentation du risque de roulure avec l'âge	Admis, **pas de controverses**
	Origine des tiges	Augmentation du risque de roulure pour les rejets	Admis, **peu de controverses**
	Hétérogénéité de croissance	*A priori*, les irrégularités de croissance favorisent la roulure	**pas étudié**
	Accroissement	Une croissance soutenue favorise la résistance mécanique. L'augmentation de l'accroissement est favorable à la diminution du risque de roulure	Controversé, **peu étudié**
	Traitement sylvicole	Impacts des éclaircies ?	**pas étudié**
Station	**Climat**	*A priori*, pas d'années à risque	Admis, **peu de controverses**
	Fertilité	Augmentation de la proportion d'arbres roulés avec une acidité du sol croissante	Admis, **pas de controverses**
Hérédité	**Génétique**	Prédisposition à la roulure chez certains individus	Admis, **pas démontré**

(1) CRPF Nord-Pas-de-Calais-Picardie, 96 rue Jean Moulin, 80000 Amiens.*

*** IDF Orléans, 13 avenue des Droits de l'Homme, 45921 Orléans.*

Résumé

La roulure (fente tangentielle) est un défaut très fréquent chez le châtaignier. La portion roulée d'une grume est inutilisable. Il est important de distinguer les roulures saines et les roulures traumatiques. Ces dernières sont provoquées par des blessures. Les roulures saines seraient d'origine mécanique ; et résultent de mécanismes complexes. La proportion d'arbres roulés augmente avec l'âge des arbres et l'acidité du sol. Les rejets sont quant à eux plus sensibles à la roulure que les francs-pieds. Le lien entre la roulure et le génotype est admis mais la démonstration reste à établir.

Mots-clés : châtaignier, roulure, facteurs prédisposants.

L'impact des éclaircies tardives sur le risque de roulure dans les taillis de châtaignier

I. Le protocole

Guillaume Cousseau (CRPF) et Jean Lemaire (IDF)

Il est admis que les éclaircies tardives influencent l'apparition de la roulure mais cela n'a jamais fait l'objet d'études. Face à ce constat, le groupe de travail châtaignier décide en 2005 d'appréhender objectivement le rôle des éclaircies sur le risque de roulure.

L'effet des éclaircies tardives sur l'apparition de la roulure est une question décisive pour la construction d'itinéraires sylvicoles adaptés. L'étude a été lancée en janvier 2006 et achevée neuf mois plus tard.

Objectifs de l'étude

L'objectif général de l'étude est d'évaluer **l'impact des éclaircies tardives sur le risque de roulure dans les taillis de châtaignier**. Quatre principaux axes de travail se dégagent :

→ **comparer la proportion d'arbres roulés** entre taillis éclaircis tardivement et taillis non éclaircis ;

→ évaluer l'effet de la **reprise de croissance** suite aux éclaircies tardives sur l'apparition de la roulure ;

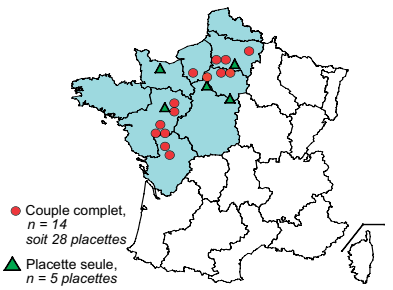
→ évaluer les **pertes économiques** dues à la roulure ;

→ créer et tester des **outils** permettant d'estimer la présence de roulure sur pied.

La zone géographique de l'étude

L'étude a porté sur le **Nord-ouest** de la France où les potentialités du châtaignier sont les plus favorables à la production de petites grumes et de grumes (bois de plus 30 cm de diamètre). Elle couvre ainsi 7 régions (*Figure 1*). Grâce aux connaissances de terrain des membres du groupe de travail (propriétaires, personnels des CRPF, coopératives et conseillers forestiers), environ 30 sites potentiels ont été préalablement retenus. La première phase du projet fut consacrée à la prospection de chacun de ces sites pour rechercher des peuplements répondant aux critères décrits ci-dessous.

Figure 1 : Couverture géographique de l'étude (régions en bleu)



Normandie : *1 couple + 1 placette,* ***Centre et Ile-de-France :*** *3 couples + 2 placettes,* ***Picardie :*** *3 couples + 1 placette,* ***Pays de la Loire :*** *5 couples + 1 placette,* ***Poitou-Charentes :*** *2 couples,* ***Bretagne :*** *une placette pour étudier l'anatomie et la biochimie des bois roulés et non roulés. Cette étude est en cours (G. Costa).*

Stratégie d'échantillonnage

Caractéristiques des parcelles recherchées

Pour atteindre les objectifs fixés, nous avons recherché des « **couples** ». Un **couple** est composé de **deux parcelles :** la première est fortement **éclaircie** et la seconde (le témoin) est **non éclaircie** (*Photos 1a et 1b*).

Pour permettre la comparaison, les parcelles composant un couple devaient être :

→ **du même âge** (à plus ou moins 6 ans près) ;

Éclaircie



Pas d'éclaircie : témoin



© G. Cousseau

Photos 1a et 1b : Exemple d'un couple de placettes. Les parcelles sont « identiques » (âge sensiblement identique, même sol…). La seule différence est l'éclaircie.

➔ installées sur **les même classes de fertilité** ;
➔ **géographiquement proches** (moins de 2 km) ;
➔ avec une **histoire sensiblement identique**.
Enfin, la première éclaircie devait au moins avoir 10 ans d'âge. L'étude a porté **uniquement sur des taillis**.

Nombre de couples – « stratification » par classe d'âge et par classe de fertilité

L'objectif était de réaliser au moins 12 couples bien répartis par classe d'âge et par classe de fertilité (*Tableau 1*). Pour chaque modalité, trois répétitions étaient exigées afin d'assurer la validité et l'interprétation statistique (Nombre « théorique »). La « stratification » de l'échantillonnage par classes d'âge et de fertilité était justifiée par les résultats des précédentes études. Comme le décrit l'article précédent, l'âge est un facteur aggravant. Au-delà de 45-50 ans, le risque de roulure est plus important. Par ailleurs, plus les sols sont acides, plus le risque de roulure augmente.
À l'issue de cette importante phase de prospection, 14 couples et 5 placettes expérimentales comportant une seule modalité (témoin ou éclaircie tardive) ont été retenus. **L'échantillonnage obtenu correspond à l'échantillonnage théorique** préalablement fixé comme le montre le *tableau 1*. Chaque modalité contient au moins 3 couples.

Les limites de l'échantillonnage

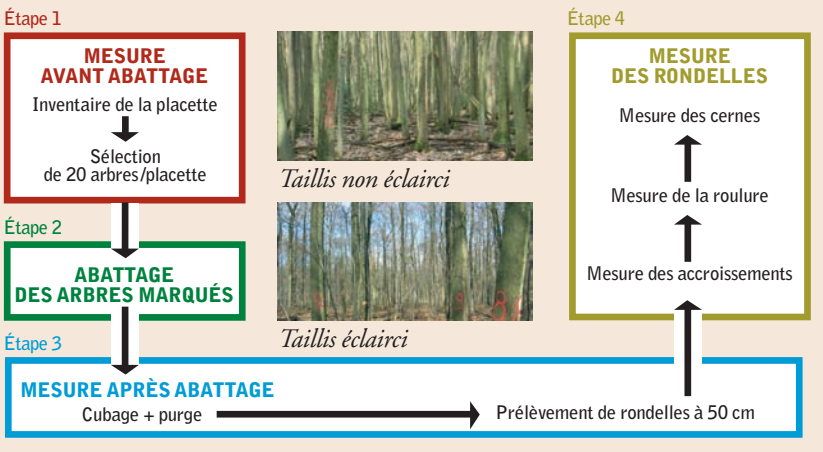
L'âge auquel les éclaircies sont réalisées constitue la limite majeure de l'échantillonnage. En effet, **les éclaircies ont été, le plus souvent, réalisées tardivement** voire très tardivement (d'où le nom de l'étude). Rappelons que la **première éclaircie** doit être réalisée idéalement **entre 7 et 12 ans**.
Les peuplements de plus de 45 ans retenus dans cette étude ont connu une sylviculture obsolète. Les éclaircies ici étudiées ont toujours été réalisées après l'âge de 25 ans… Il n'existe pas aujourd'hui, sauf rares exceptions, de peuplements de plus de 45 ans éclaircis avant l'âge de 15 ans. Il nous faudra attendre 10-20 ans l'arrivée à maturité des jeunes taillis éclaircis récemment.
Les peuplements de moins de 45 ans ont été éclaircis entre 12 et 20 ans, ce qui reste économiquement viable mais toujours en retard !

Tableau 1 : Comparaison entre l'échantillonnage réel et l'échantillonnage théorique

	Classe d'âge du taillis	
	Moins de 45 ans	**Plus de 45 ans**
Fertilité du sol : « **Moyenne** » (Classe 3 et 4)*	Nombre de couples réalisés : **3 couples** (Nombre théorique de couples : 3)	Nombre de couples réalisés : **4 couples** (Nombre théorique de couples : 3)
Fertilité du sol : « **Bonne** » (Classe 1 et 2)*	Nombre de couples réalisés : **4 couples** (Nombre théorique de couples : 3)	Nombre de couples réalisés : **3 couples** (Nombre théorique de couples : 3)

* *Les classes de fertilité sont définies à partir des courbes de croissance en hauteur dominante présentées dans ce numéro spécial à la page 14.*

Figure 2 : Les grandes étapes de la réalisation d'une placette



Le protocole

Une fois les placettes de chaque couple identifiées, les mesures dendrométriques et l'abattage des tiges ont été réalisés. La placette repérée, quatre étapes se succédaient (*Figure 2*).

Étape 1 : les mesures avant abattage

Chaque placette contient au moins 40 tiges numérotées. La **circonférence** de chacune d'elles est mesurée à 1,30 m. La **hauteur dominante** est relevée sur les plus gros arbres de la placette.
La **station** est ensuite décrite (altitude, exposition, pente et position topographique). Un inventaire floristique exhaustif et une fosse pédologique sont également réalisés. Les données floristiques sont analysées à l'aide du logiciel ECOFLORE© (Bartoli, 2000).

Étape 2 : désignation et abattage des tiges

10 ou 20 tiges sont abattues par placette. Elles sont désignées au hasard (tirage au sort) et doivent être représentatives du peuplement (distribution en circonférence de tiges prélevées


© G. Cousseau

Photo 2 : Prélèvement de rondelles à 50 cm.

équivalente à celle du peuplement). Une seule tige est prélevée par cépée. Dans la mesure du possible, un délai minimum d'une semaine séparait l'abattage et la purge (ressuyage partiel des bois).

Étape 3 : cubage et purge

Chaque tige abattue est cubée. La longueur, le diamètre fin bout et le diamètre médian de la grume sont mesurés. Les billes de pied roulées sont purgées. Cette purge est également cubée. Pour chaque grume abattue, **une rondelle est prélevée à 50 cm** du sol (*Photo 2*). **434 rondelles ont été stockées et analysées**. (*Photo 3*).

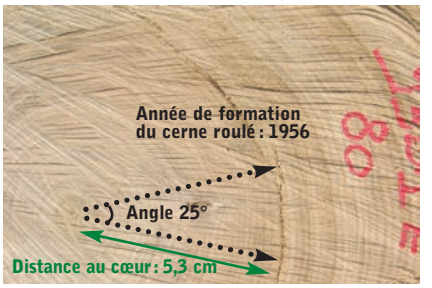

© G. Cousseau

Photo 3 : Stockage des rondelles après analyse.

Étape 4 : mesures des rondelles

➔ **Mesures de la roulure :** Sur chacune des rondelles, on notait la **présence ou l'absence** de roulures, leur **origine** (saine ou traumatique), leur **nombre, leur angle, leur distance au cœur** ainsi que les années de formation des cernes roulés (*Photo 4*).

➔ **Mesures des accroissements avant et après éclaircie :** rappelons que **l'accroissement courant** correspond à l'accroissement entre deux



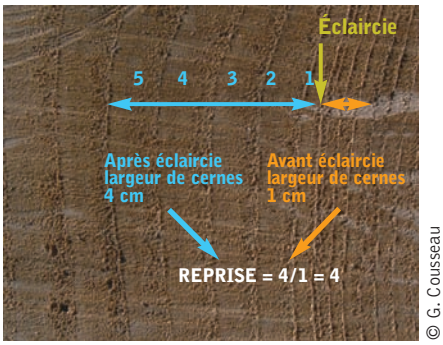
© G. Cousseau

Photo 4 : Caractérisation de chaque roulure : origine, angle, distance au cœur…

dates assez proches (5 à 10 ans par exemple). **L'accroissement moyen**, quant à lui, correspond à l'accroissement depuis l'origine du taillis.

Pour chaque arbre éclairci, nous avons mesuré sur la rondelle, la largeur des 5 cernes précédant et succédant l'éclaircie. **La reprise de croissance est définie** comme le rapport entre l'accroissement courant **après** éclaircie (5 ans) et l'accroissement courant **avant** éclaircie (5 ans) (*Figure 3*).

➔ **89 individus ont fait l'objet d'une mesure de la largeur des cernes.** Ces arbres sont issus de **10 couples**. Au sein de **chaque placette, 3 ou 4 tiges sont sélectionnées**. Un ou deux individus appartiennent à la classe des arbres moyens, un autre à la classe des dominants et le dernier à la classe des dominés. Cette analyse a été réalisée en laboratoire grâce à la chaîne de mesures prêtée par l'INRA.



© G. Cousseau

Figure 3 : Reprise de croissance suite à une éclaircie tardive. Elle est définie par le rapport entre l'accroissement courant avant éclaircie et l'accroissement courant après éclaircie. Une reprise de croissance égale à 4 signifie que l'arbre pousse 4 fois plus vite après éclaircie qu'avant.

Conclusion

La roulure est un phénomène complexe et multifactoriel. Son étude exige donc la mise en place d'une stratégie d'échantillonnage rigoureux reposant sur les connaissances acquises par les précédentes études.

La mise en œuvre technique d'une étude sur la roulure est lourde. L'abattage des arbres, étape incontournable pour l'observation des roulures, ne permet pas de multiplier en très grand nombre les placettes. La recherche d'outils permettant de diagnostiquer la présence de roulure dans l'arbre sur pied pourrait être une voie de recherche à privilégier… ■

Résumé

L'étude de l'impact des éclaircies tardives sur le risque de roulure a reposé sur la recherche de couples de placettes. Un couple est composé d'une parcelle fortement éclaircie et d'une parcelle non éclaircie (le témoin) d'âge identique (+/- 5 ans) et installées sur la même classe de fertilité. Au total, 14 couples répartis par classes d'âge et par classes de fertilité ont pu être analysés. Chaque arbre abattu (environ 500) a fait l'objet de nombreuses mesures avant et après abattage. Comme toutes les études destinées à mieux comprendre le phénomène de la roulure, la mise en œuvre s'est aussi révélée techniquement complexe.

Mots-clés : châtaignier, taillis, roulure, éclaircies tardives, protocole.

Remerciements

Nous remercions l'ensemble des membres de groupe de travail pour leur participation à l'élaboration de la stratégie d'échantillonnage ainsi que les propriétaires ayant mis leurs parcelles à disposition. Nous remercions aussi François Lebourgeois (INRA-ENGREF) et René Canta (INRA Champenoux) pour le prêt de la chaîne de mesures.

L'impact des éclaircies tardives sur le risque de roulure dans les taillis de châtaignier

II. Résultats de l'étude : éclaircir avant que l'accroissement en circonférence ne soit inférieur à 2,5 cm/an

Guillaume Cousseau (CRPF) et Jean Lemaire (IDF)

Les observations de terrain laissent envisager un lien entre éclaircies tardives et risque de roulure. Cet article fait le point grâce aux résultats de l'étude récente menée par le groupe de travail châtaignier.

Les premiers itinéraires sylvicoles du châtaignier ont été tracés par le groupe de travail durant les années 1980. En raison d'une croissance juvénile « explosive », il conseille d'intervenir précocement et dynamiquement dans les taillis de châtaignier. Mais pour des raisons techniques et économiques, l'âge d'intervention préconisé est bien souvent retardé.

Quel est l'impact des éclaircies tardives sur la proportion d'arbres roulés ?

La proportion d'arbres roulés[(1)], au sein des taillis éclaircis tardivement de moins de 45 ans, est en moyenne de 29 % pour les stations de bonne fertilité et de 47 % pour les stations de fertilité moyenne (*Tableau 1*). En comparaison, la proportion d'arbres roulés au sein des taillis non éclaircis du même âge est respectivement de 10 et 21 %. Dans cette situation, **l'éclaircie tardive** a donc, en moyenne, **induit une augmentation de la proportion d'arbres roulés** de 23 % (statistiquement significatif au seuil de 5 %). De la même façon, la proportion d'arbres roulés au sein des taillis de plus de 45 ans éclaircis très tardivement sur les stations de bonne fertilité est 20 % supérieure à celle des témoins.

En revanche, cette conclusion est différente pour les taillis de plus de 45 ans installés sur les stations de fertilité moyenne. La proportion d'arbres roulés au sein des peuplements éclaircis tardivement est identique à celle des témoins. Dans cette situation, les éclaircies tardives n'ont donc pas engendré d'augmentation de la population d'arbres roulés. Tous ces taillis ont un point commun : ils ont été éclaircis très tardivement, c'est-à-dire au-delà de 40 ans. Ils étaient déjà probablement roulés au moment de l'intervention. Une analyse plus fine montre que ces éclaircies très tardives n'ont pas affecté la proportion de tiges roulées mais ont nettement amplifié l'intensité de la roulure. Autrement dit, le pourcentage d'arbres roulés est identique mais le nombre de roulures par grume est plus élevé pour ces peuplements éclaircis très tardivement.

Tableau 1 : Comparaison de la proportion d'arbres roulés entre les peuplements éclaircis tardivement et les témoins par classes de fertilité et d'âge

Classe de fertilité	Taillis de moins de 45 ans			Taillis de plus de 45 ans		
	Taillis Eclairci (E)	Taillis non éclairci : le témoin (T)	Différence E-T	Taillis éclairci (E)	Taillis non éclairci : le témoin (T)	Différence E-T
Moyenne (Classes 3 et 4)	Proportion d'arbres roulés : **47 %** n=3, CV = 30 %	Proportion d'arbres roulés : **21 %** n=3, CV = 55 %	**+26 %**	Proportion d'arbres roulés : **58 %** n=3, CV = 17 %	Proportion d'arbres roulés : **56 %** n=3, CV = 18 %	**+2 %**
Bonne (Classes 1 et 2)	Proportion d'arbres roulés : **29 %** n=4, CV = 33 %	Proportion d'arbres roulés : **10 %** n=4, CV = 115 %	**+19 %**	Proportion d'arbres roulés : **48 %** n=2, CV = 25 %	Proportion d'arbres roulés : **28 %** n=2, CV = 41 %	**+20 %**

n : *nombre de taillis étudiés.*

CV : *Coefficient de variation de la proportion d'arbres roulés par taillis (plus CV est grand, plus la dispersion autour de la moyenne est grande).*

L'explication est apportée en détail, au paragraphe « Comment se répartissent les roulures dans un arbre éclairci tardivement ? » (*page 39*).

En conclusion, une éclaircie tardive (au-delà de 12 ans) engendre l'augmentation de la proportion d'arbres roulés d'environ 20 % par rapport à un taillis non éclairci installé dans les mêmes conditions.

Qu'en est-il des éclaircies réalisées à temps ?

Il existe à ce jour très peu de taillis éclaircis selon les itinéraires conseillés dans ce numéro spécial. Néanmoins, en 2007, nous avons eu la possibilité de récupérer des rondelles provenant d'un taillis éclairci selon les itinéraires dynamiques préconisés. Ce taillis était âgé de 44 ans, la densité était de 342 tiges par hectare pour un volume bois d'œuvre de 341 m³/ha. La circonférence moyenne était de 130 cm pour un accroissement moyen de 2,97 cm/an. Aucune roulure n'a été diagnostiquée… Malgré le manque de recul, les résultats présentés dans les prochains paragraphes convergents tous vers la même conclusion : **l'éclaircie limite le risque de roulure à condition qu'elle soit pratiquée à temps.**

En revanche, l'éclaircie tardive augmente le risque de roulure. Il reste maintenant à déterminer si l'augmentation de la proportion de tiges roulées dans ces taillis éclaircis est compensée par la production de bois de plus gros diamètre à forte valeur ajoutée. La réponse à cette question est apportée dans l'article page 49.

Pourquoi les éclaircies tardives provoquent-elles l'augmentation de la proportion d'arbres roulés ?

Dans les taillis non éclaircis, l'accroissement en circonférence diminue très rapidement en raison de la forte concurrence entre les rejets. Si cette croissance est supérieure à 3 cm/an lors des premières années de repousse du taillis, elle est inférieure à 2,5 cm/an dès l'âge de 8 ans et passe sous le seuil de 2 cm/an à 20 ans (*Figure 1*). À titre de comparaison, un rejet en croissance libre, sur une station de bonne fertilité, maintient un accroissement en circonférence de l'ordre de 3 à 6 cm/an.

On peut dès lors logiquement penser que l'augmentation du risque de roulure au sein des peuplements éclaircis résulte de la modification de croissance. Notons que **la croissance d'un arbre se caractérise par sa vitesse** (rapide ou lente) **et son homogénéité** (irrégularité de la largeur des cernes).

Nous avons classé les arbres des parcelles éclaircies en fonction de leur âge et de la présence ou non de roulures (*Tableau 2*). À partir de ce tri, nous observons la valeur moyenne des accroissements avant et après l'éclaircie et donc la valeur moyenne de la reprise de croissance. Elle se définit par le rapport entre l'accroissement après éclaircie et l'accroissement avant éclaircie comme vu dans l'article précédent.

Chez les **peuplements de moins de 45 ans, l'accroissement avant éclaircie est en moyenne plus faible** (1,75 cm/an) **chez les arbres roulés que chez les arbres sains** (2,16 cm/an). Cette différence est statistiquement significative. L'accroissement courant après éclaircie étant équivalent (2,5 cm/an), la **reprise de croissance après éclaircie est donc plus marquée chez les arbres roulés** (1,67).

Ainsi, **le risque de roulure est plus important chez les arbres présentant des accroissements fins avant éclaircie**. Il n'est donc pas étonnant d'observer que les arbres dominés laissés sur pied lors d'une éclaircie sont à terme presque deux fois plus affectés par la roulure que les sujets dominants (*Figure 2*).

Les zones de ralentissement de croissance précédant une éclaircie tardive favorisent l'apparition de la roulure. Il est nécessaire de favoriser une **croissance rapide** et régulière pour éviter la formation d'une zone de compression aux cernes inférieures à 4 mm (*Photo page 39*).

Figure 1 : Évolution de l'accroissement courant en circonférence pour les arbres dominants et moyens

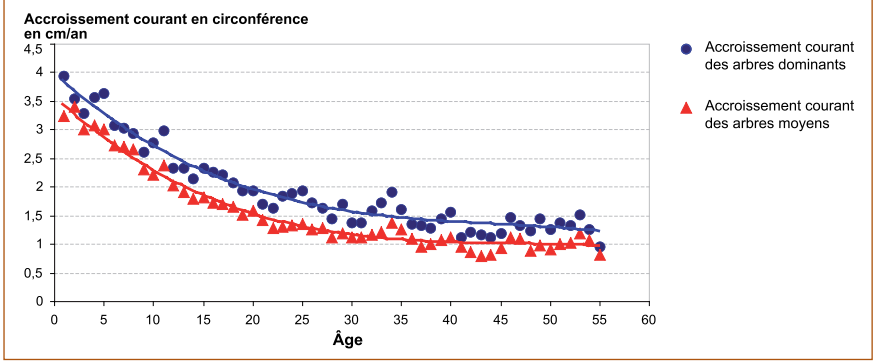
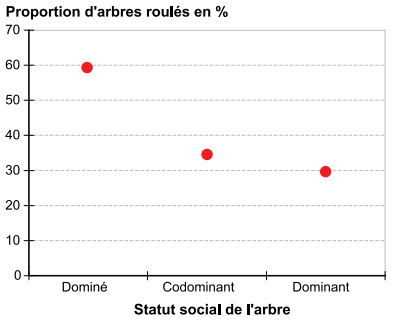


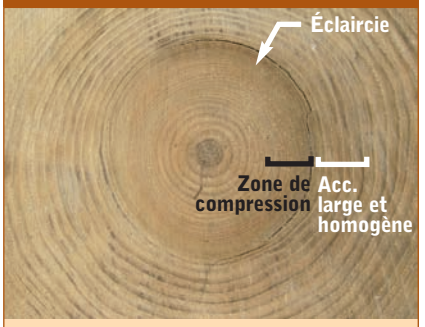
Tableau 2 : La reprise de croissance après éclaircie pour les arbres sains et les arbres roulés au sein des taillis de moins de 45 ans

	Moins de 45 ans	
	Arbres roulés (n = 52)	Arbres non roulés (n = 56)
Accroissement courant en circonférence avant éclaircie (1)	en moyenne 1,75 cm/an	en moyenne 2,16 cm/an
Accroissement courant en circonférence aprés éclaircie (2)	en moyenne 2,5 cm/an	en moyenne 2,5 cm/an
Reprise de croissance Rapport (2)/(1)	1,67	1,26

Figure 2 : Proportion d'arbres roulés suivant le statut social parmi les taillis éclaircis de moins de 45 ans



Formation d'une zone de compression et localisation de la roulure



Cette photo illustre parfaitement l'impact d'une éclaircie tardive sur le risque de roulure. Cette tige, âgée aujourd'hui de 62 ans, longtemps comprimée, a été éclaircie à l'âge de 29 ans. La roulure s'est déclarée dans la zone de compression quelques années avant reprise de croissance suivant l'éclaircie. Chez cet arbre, la reprise de croissance est de 4,5. L'accroissement courant après l'éclaircie est donc 4,5 fois plus rapide qu'avant l'éclaircie.

Existe-t-il un seuil de croissance à partir duquel le risque de roulure est diminué ?

La réponse est apportée par les études de technologie du bois (Fonti, 2003 ; Cousseau et Zürcher, 2005). Elles démontrent que la résistance mécanique du bois de châtaignier augmente avec la vitesse de croissance. Comme l'illustre la figure 3, la résistance radiale est d'autant plus forte que les cernes sont larges. De plus, il semble exister un seuil à partir duquel la résistance mécanique atteint un plafond. La résistance mécanique atteint cette valeur seuil lorsque l'accroissement en circonférence dépasse 2,5 cm/an en moyenne. Enfin, il est remarquable de constater sur la figure 3 qu'aucun arbre n'est roulé lorsque la largeur de cernes dépasse 4,2 mm. On en conclue que les zones de compression caractérisées par des accroissements inférieurs à 4 mm (ou 2,5 cm en circonférence) sont mécaniquement fragiles. La roulure peut donc s'y installer de façon privilégiée. Le risque de roulure est d'autant plus fort que le nombre de cernes constituant cette zone de compression est élevé. À partir de la *figure 1*, on peut définir l'âge optimal d'intervention afin d'assurer une **croissance soutenue** et d'**éviter la formation d'une zone de compression**. C'est l'une des bases des préconisations sylvicoles. Ainsi, les arbres moyens d'un taillis situé en classe de fertilité moyenne franchissent ce « seuil de résistance mécanique » (en moyenne 2,5 cm/an) dès l'âge de 8 ans. Les arbres dominants, quant à eux, passent sous cette valeur seuil vers l'âge de 12 ans.

L'intervention optimale doit avoir donc lieu avant 12 ans, au profit des arbres dominants.

Dans les taillis non éclaircis de plus de 20 ans, l'accroissement courant en circonférence est largement en dessous de ce seuil et avoisine 1,5 cm/an. La zone de compression est inévitable. L'éclaircie aura un impact sur le pourcentage d'arbres roulés.

Comment se répartissent les roulures dans un arbre éclairci tardivement ?

Les éclaircies tardives modifient nettement la répartition de la roulure dans l'arbre. Les observations réalisées sur les rondelles confirment le rôle de la zone de compression (zone aux cernes de moins de 4 mm de large). Dans un arbre éclairci tardivement, **les roulures se concentrent majoritairement sur les dix cernes précédents la reprise de croissance (*Photo*)**. À l'inverse, dans un arbre non éclairci, elles vont suivre la distribution « normale » présentée à la *figure 2 de l'article page 32* : la roulure est plus fréquente vers le milieu du rayon de l'arbre et décroît progressivement vers l'écorce. Pour les taillis éclaircis très tardivement (après 40 ans), la proportion de tiges roulées est identique à celle du témoin mais la distribution de la roulure est profondément bouleversée (*Tableau 1*). En raison de l'âge avancé du peuplement lors de l'éclaircie, une partie des arbres était déjà affectée par la roulure. Vingt ans après l'éclaircie, on observe donc deux « pics » de roulures

Figure 3 : Relation entre largeur de cernes (en mm), résistance mécanique radiale (en N/mm²) et présence de roulure (Fonti et Sell, 2003)

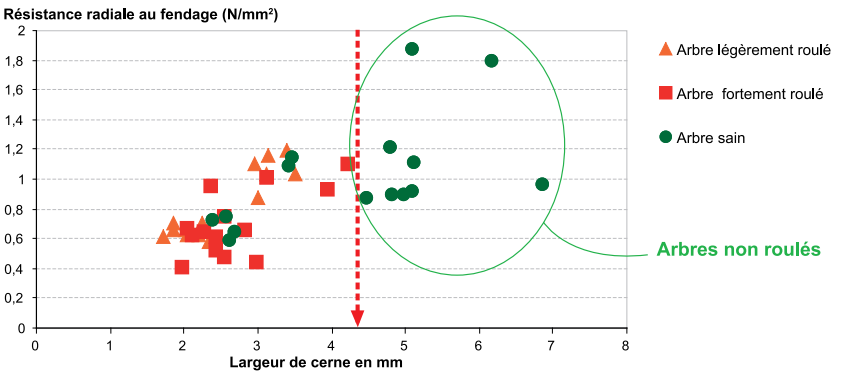
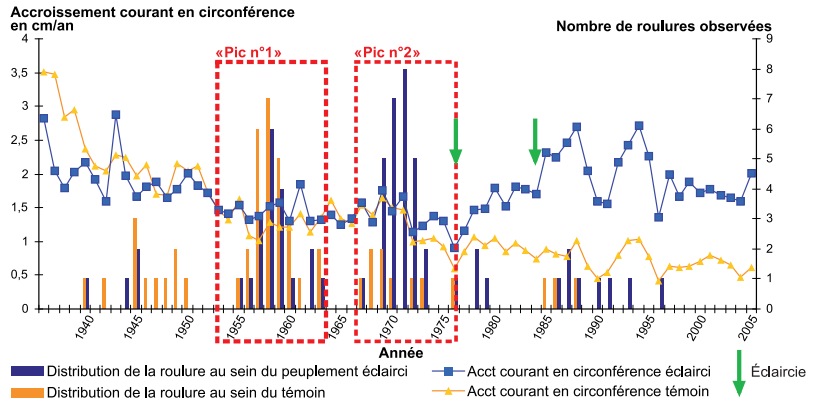


Figure 4 : Distribution de la roulure et évolution de l'accroissement courant en circonférence pour l'un des couples étudiés



Cette figure permet de visualiser la répartition du nombre de roulures au sein d'un même couple expérimental. Le taillis non éclairci (le témoin) était âgé de 70 ans durant l'hiver 2005-2006. Le taillis éclairci est légèrement plus jeune (64 ans). Tous deux sont situés en classe de fertilité 2. La première éclaircie a été réalisée très tardivement, en 1976, soit à l'âge de 43 ans ! La seconde en 1984. La première ordonnée (axe vertical à gauche) correspond à l'évolution de l'accroissement en circonférence de la modalité témoin (trait orange) et éclaircie (trait bleu). Le second axe des ordonnées (axe vertical à droite) représente le nombre de roulures comptabilisées sur les 20 tiges abattues par modalité (témoin ou éclaircie).

Pour ce couple, le nombre de roulures au sein du peuplement éclairci est **30 % supérieur au nombre de roulures dans le peuplement témoin**. La **distribution** est aussi largement **bouleversée**. Chez les arbres témoins, on observe un **« pic de roulures »** durant la décennie 1955-1965. Par contre, dans le taillis éclairci, on note deux « pics » de roulure. Le premier se superpose parfaitement à celui du témoin durant la décennie 1955-1965. Le second, quant à lui, se situe durant la décennie suivante (1965-1975). Il s'exprime donc dans la zone de compression quelques années précisément avant la reprise de croissance (caractérisée par des cernes plus larges) due à l'éclaircie tardive. Le second pic de roulures est la conséquence de l'éclaircie tardive.

Résumé

Les éclaircies tardives engendrent l'augmentation de la proportion d'arbres roulés de 20 % à 25 %. Les zones de compression précédant une reprise de croissance (après éclaircie) sont des zones privilégiées pour l'installation de la roulure. Pour éviter les zones de compression, il faut maintenir un accroissement en circonférence au-dessus de 2,5 cm/an. Cela exige des interventions précoces et dynamiques pour favoriser une croissance rapide. La première éclaircie doit donc avoir lieu avant l'âge de 12 ans et au profit des arbres dominants.

Mots-clés : châtaignier, roulure, éclaircies, seuil de croissance.

(*Figure 4*). Le premier correspond à la distribution de la roulure des arbres avant éclaircie (identique au témoin non éclairci). Le second pic est situé dans les dix cernes de la zone de compression précédents la reprise de croissance due à l'éclaircie. Ce second pic de roulure est dû à l'éclaircie qui a provoqué une hétérogénéité de croissance dans le bois.

Par ailleurs, nous verrons qu'il existe une relation entre le nombre de roulure et la hauteur de purge. La hauteur de purge est plus importante chez ces arbres éclaircis très tardivement.

Conclusions

Les éclaircies tardives augmentent la proportion d'arbres roulés de 20 à 25 %. Elles modifient le nombre et la répartition de la roulure dans les arbres.

Une zone de compression se forme lorsque l'accroissement courant en circonférence devient inférieur à 2,5 cm/an (ou 4 mm/an sur le rayon). La résistance mécanique du bois décroît alors et le risque de roulure augmente. L'éclaircie tardive, par l'hétérogénéité de croissance qu'elle engendre, sensibilise d'autant la grume à la roulure.

L'éclaircie doit être réalisée avant que l'accroissement en circonférence ne passe sous le seuil de 2,5 cm/an, c'est-à-dire avant l'âge de 12 ans environ. Elle doit être marquée au profit des arbres dominants de la parcelle dont la croissance est plus élevée.

L'effet des éclaircies sur le risque de roulure est aujourd'hui mieux connu et quantifié mais les mécanismes en cause restent encore à explorer. Ce travail est en cours de réalisation par l'équipe de Guy Costa du Laboratoire de chimie des substances naturelles de l'Université de Limoges. ■

(1) La proportion d'arbres roulés correspond au pourcentage de tiges affectées par une ou plusieurs roulures. L'intensité de la roulure est le nombre de roulures affectant une grume.

Prévoir le risque de roulure et son impact financier dans un taillis de châtaignier

Guillaume Cousseau (CRPF), Jean Lemaire (IDF)

La roulure est influencée par de nombreux facteurs. Malgré la forte variabilité du phénomène, des outils pertinents ont été validés sur le terrain. Ils permettent d'estimer la proportion de tiges roulées, la proportion de volume roulé, et la hauteur de purge.

Les outils présentés dans cet article ont pour objectif d'aider le sylviculteur dans la gestion de son taillis. Comme pour tous les outils d'aide à la décision, leurs utilisations se limitent à un domaine de validité… Ils ne se substituent en aucun cas à l'expérience d'un sylviculteur avisé.

Ce qu'il faut retenir :
Proportion de volume roulé (%) = Proportion d'arbres roulés (%) x 0,18
(découpe fin bout comprise entre 15 et 20 cm)

Comment évaluer la perte en volume provoquée par la roulure dans un taillis de châtaignier ?

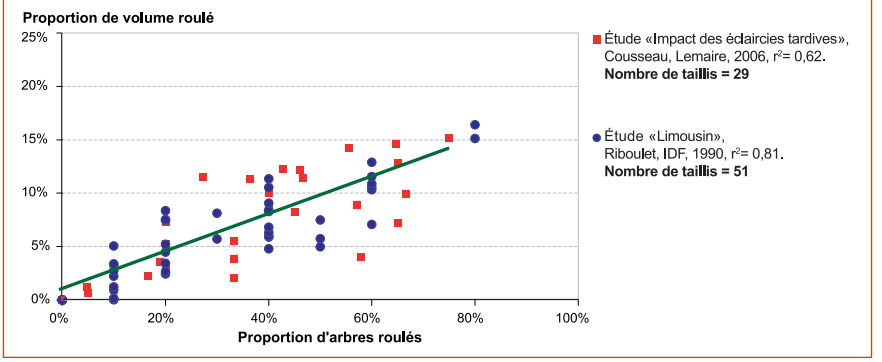
Il existe une relation simple entre la proportion de volume roulé et la proportion d'arbres roulés (*Figure 1*). Le résultat de ce travail confirme d'ailleurs une étude réalisée en Périgord-Limousin (Riboulet et IDF, 1990).



© G. Cousseau

Lot de châtaigner.

Figure 1 : Relation entre la proportion d'arbres roulés dans un lot de châtaignier et la proportion de volume roulé



Exemple : Comment utiliser cet outil sur le terrain ?
« À l'issue de l'exploitation de ma parcelle de châtaignier, j'observe que 40 % des arbres abattus (toutes tiges confondues) sont roulés. J'en déduis que la proportion de volume roulé va se rapprocher de 7,2 % grâce au calcul suivant : Proportion de volume roulé = 0,18 x 40 % ≃ 7,2 % ».

ATTENTION Cette relation **n'est plus utilisable si la proportion d'arbres roulés dépasse 80 %.** Au-delà de cette valeur, la proportion de volume roulé devient **imprévisible** (de 20 à 100 % suivant les cas observés).

Comment expliquer la relation entre la proportion de volume roulé et la proportion d'arbres roulés ?

La *figure 2* explique cette relation simple et reproductible.
Elle nous apprend que :
→ les **distributions des hauteurs de purge se superposent parfaitement** entre les deux études ;
→ dans respectivement **60 % et 80 % des cas, la hauteur de purge n'excède pas 1 m et 1,50 m** ;
→ en moyenne, la **longueur de purge est de 1,15 m**.

Figure 2 : Distribution de la hauteur de purge dans l'étude « Impact des éclaircies tardives » et dans l'étude « Périgord-Limousin »

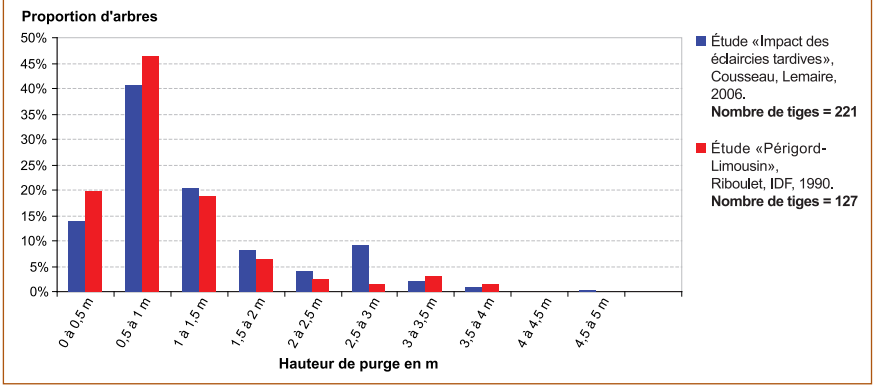


Figure 3 : Proportion d'arbres par hauteur de purge en fonction du nombre de roulures observées à la culée

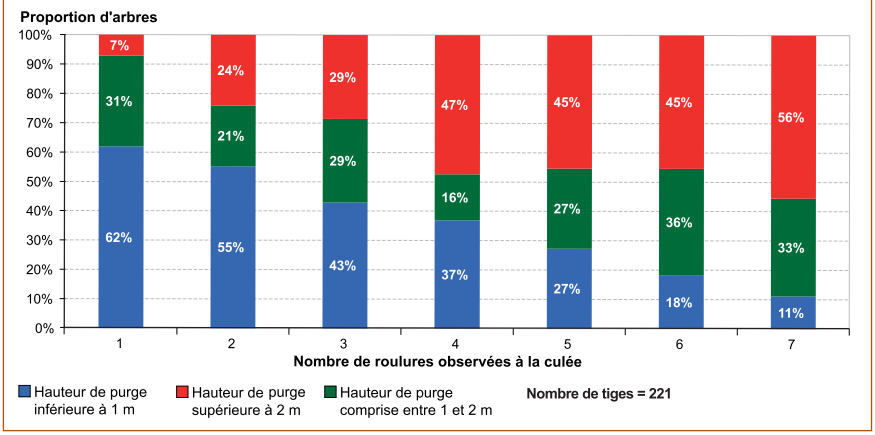
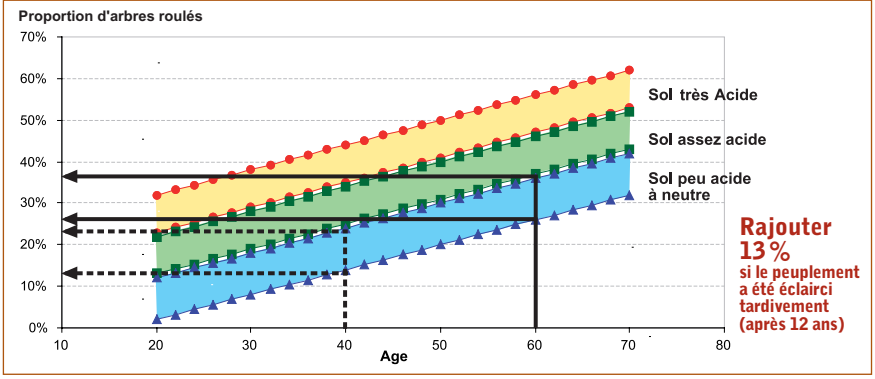


Figure 4 : Évaluation de la proportion d'arbres roulés pour des taillis non éclaircis ou éclaircis tardivement (après 12 ans)



Si on se réfère maintenant au tarif de cubage présenté au tableau 4, page 27, on comprend cette relation car le volume de purge équivaut en moyenne à 18 % du volume bois d'œuvre (découpe 15 à 20 cm de diamètre fin bout) pour une hauteur de purge moyenne de 1,15 m.

Peut-on déterminer la hauteur de purge en fonction du nombre de roulures ?

Il existe une **relation entre le nombre de roulures observées à la culée à l'issue de l'abattage et la hauteur de purge** (*Figure 3*). La hauteur de purge est d'autant plus importante que le nombre de roulures à la culée est élevé.

Exemple : *Si j'observe une roulure à la culée d'un arbre… :*

- *… la hauteur de purge sera inférieure à 1 m pour 62 % des arbres :*
- *… la hauteur de purge sera comprise entre 1 et 2 m pour 31 % des arbres :*
- *… la hauteur de purge sera supérieure à 2 m pour 7 % des arbres :*

Autrement dit, en purgeant la grume à 1 m, j'ai 62 % de chance environ de me « débarrasser » de la roulure.

Mais si j'observe six roulures à la culée d'un arbre… :

- *… la hauteur de purge sera inférieure à 1 m pour 18 % des arbres :*
- *… la hauteur de purge sera comprise entre 1 et 2 m pour 36 % des arbres :*
- *… la hauteur de purge sera supérieure à 2 m pour 46 % des arbres :*

Autrement dit, en purgeant la grume à 2 m, j'ai 54 % de chance environ de me « débarrasser » de la roulure.

Comment évaluer la proportion d'arbres roulés dans un taillis de châtaignier ?

En raison du nombre important de facteurs potentiellement impliqués dans le mécanisme d'apparition de la roulure, on analyse ces facteurs un par un. L'effet de l'âge, de la fertilité de la station ou bien encore de la sylviculture ont ainsi été mis en évidence (Article « La roulure du châtaignier : un défaut fréquent que le sylviculteur peut atténuer », page 29).

Il est intéressant de dépasser ces rela-

tions « simples » **en analysant simultanément l'ensemble des facteurs reconnus** comme déterminants dans l'apparition de la roulure. On obtient alors **un « modèle »** dont il convient de tester et d'évaluer la validité. Ce modèle a pu être élaboré dans le cadre de l'étude. Il prend en compte trois facteurs qui interviennent significativement (au seuil de 5 %) : **l'âge, la fertilité et la sylviculture**. La *figure 4* présente ce modèle sous forme graphique.

Exemple d'utilisation : *Mon taillis de châtaignier, non éclairci, a aujourd'hui 40 ans. Le sol est peu acide. D'après la lecture de la figure 4, j'en déduis que la proportion d'arbres roulés est comprise entre 13 % et 23 %. Si je laisse vieillir le taillis encore 20 ans, le risque de roulure sera alors compris entre 26 % et 36 %. Si j'avais effectué une éclaircie tardive (après l'âge de 12 ans), je devrais rajouter 13 % à ces valeurs. À 40 ans, le risque de roulure serait alors compris entre 26 % (13 % + 13 %) et 36 % (23 % + 13 %).*

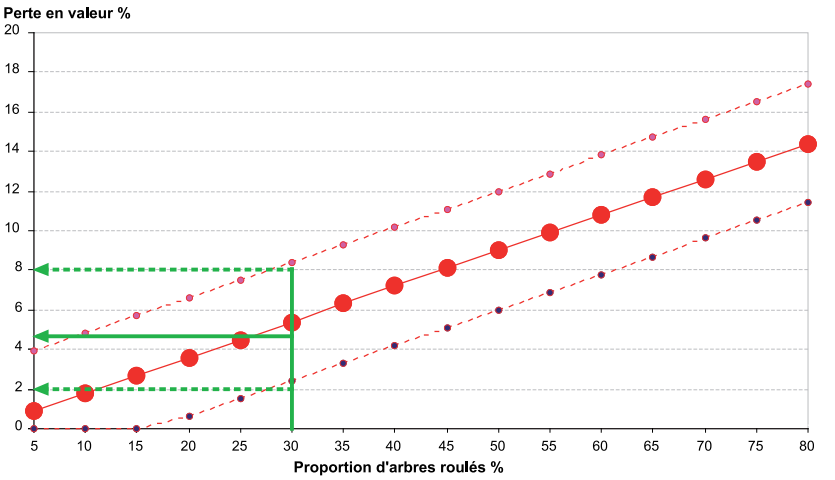
ATTENTION il convient d'utiliser ce modèle avec prudence car il n'a pas été validé sur un échantillon important. Toutefois, il explique 59 % de la variabilité globale du phénomène.

Comment évaluer la perte économique provoquée par la roulure ?

Une autre relation simple a été établie entre la proportion d'arbres roulés et la perte relative en valeur (*Figure 5*). Cette relation est **valable uniquement pour les taillis dont la circonférence moyenne dépasse 65-70 cm**.

Pour les autres taillis composés de petits bois (Cmoy < 70 cm), la roulure crée une perte relative en valeur beaucoup plus importante. Dans ces peuplements, cette perte dépasse 10 % dès que la proportion d'arbres roulés atteint 30 %.

Figure 5 : Évaluation de la perte économique provoquée par la roulure : relation entre la proportion d'arbres roulés et la perte en valeur (%)



Valable pour des taillis dont Cmoy > 70 cm

L'essentiel de la valeur économique d'un arbre est contenu dans les premiers mètres du tronc. Pour rappel, dans 80 % des cas (*Figure 2*), la hauteur de purge n'excède pas 1,5 m. La *figure 5* prend en compte la perte directe induite par la purge mais considère aussi une dépréciation du prix unitaire de la partie restante de l'arbre.

Ainsi, d'après la *figure 5* :

→ **si le pourcentage d'arbres roulés est égal à 30 %, la perte en valeur est comprise entre 2 et 8 % environ ;**

→ **si le pourcentage d'arbres roulés est égal à 50 %, la perte en valeur est comprise entre 6 et 12 % environ.**

La perte économique due à la roulure est donc en général assez limitée, de l'ordre de 10 % de la valeur du taillis à 45 ans. Une éclaircie tardive, entre 12 et 25 ans, **même si elle provoque une augmentation nette de la proportion d'arbres roulés, engendre en réalité une faible perte en volume roulé (5 à 10 %). Elle est économiquement justifiée**, à condition que ce taillis soit situé sur des stations adaptées pour produire à 45 ans des bois de plus de 100 à 120 cm de tour en moyenne (soit des classes de fertilité 1 ou 2). *L'article page 53* aborde largement cette question en comparant la rentabilité de différentes éclaircies.

Conclusions

Ces outils d'évaluation, malgré leurs limites de validité, permettent de **rationaliser les choix des sylviculteurs, d'affiner les itinéraires sylvicoles** et d'inclure le risque de roulure dans les calculs économiques.

La relation définie entre la proportion de volume roulé et le pourcentage d'arbres roulés permet d'apporter un regard critique sur la réputation du châtaignier « d'arbre à roulures ». En dehors de quelques situations extrêmes, la perte en volume induite par la roulure n'est pas si importante. Selon cette relation, la proportion de volume roulé dans un taillis dont le taux d'arbres roulés est de 50 % serait d'environ 9 à 10 %.

Enfin, l'analyse combinée des différentes variables expliquant individuellement la roulure permet d'établir un

modèle estimant la proportion d'arbres roulés pour les taillis éclaircis. Dans 65 % des cas, la différence entre le taux de roulure estimé et le taux de roulure observé est inférieure à 15 %. Ce type d'outil permet d'appréhender le risque de roulure sur des bases objectives. Un travail de terrain doit être poursuivi pour affiner sa fiabilité et généraliser son usage. ■



© G. Cousseau

La présomption de roulure dans un taillis vendu sur pied amène toujours une décote sur le prix de vente. Au regard de ces résultats, son importance est souvent justifiée. Il est vivement conseillé, surtout lorsque les bois sont de forts diamètres, de les vendre bord de route et de purger la roulure.

Résumé

Malgré la forte variabilité de la roulure, des outils pertinents ont été validés. Une relation simple est établie entre la proportion de tiges roulées et la proportion de volume roulé. De plus, l'observation du nombre de roulures à la culée permet d'évaluer la hauteur probable de purge. Enfin, l'analyse simultanée de l'ensemble des facteurs reconnus comme déterminants dans l'apparition de la roulure permet de construire un modèle. Il renseigne sur la proportion d'arbres roulés en fonction de l'âge, de la station ou de la sylviculture.

Mots-clés : châtaignier, roulure, modèles de prévision, pertes économiques.



Détecter la présence de roulures dans un arbre sans l'abattre

Guillaume Cousseau (CRPF) et Jean Lemaire (IDF)

Peut-on évaluer avec fiabilité la proportion de tiges roulées en s'affranchissant de l'abattage ? Cet article s'attaque avec succès à cette question qui trotte dans l'esprit des sylviculteurs depuis longtemps.

L'étude de la roulure est souvent fastidieuse, longue et coûteuse. L'abattage de l'arbre incontournable pour l'observation de la roulure, constitue la contrainte majeure. Une question s'est alors rapidement imposée : peut-on s'affranchir de l'abattage et évaluer avec fiabilité le taux de roulure ? Question d'autant plus intéressante qu'il est couramment admis que la roulure se déclenche au moment de l'abattage…

Contexte de l'étude

Malgré l'intérêt suscité par la détection de la roulure dans l'arbre sur pied, la littérature à son sujet est quasi inexistante. Les connaissances relatives aux mécanismes d'apparition de la roulure pourraient justifier l'absence d'expérimentations. En effet, il est admis que les roulures saines sont toujours absentes de l'arbre sur pied ; l'utilisation d'outils pour diagnostiquer la présence de roulure serait vouée à l'échec…

Néanmoins, Sandoz *et al.* (1996), Fonti et Guidici (1998) ont testé le **sylvatest®**. Cet appareil mesure **la vitesse de propagation des ultrasons** dans le bois. Les défauts à l'intérieur d'un arbre (pourritures par exemple) réduisent la vitesse des ultrasons qui doivent les contourner.

L'appareil a été testé sur un échantillon de 105 individus issus de deux sites expérimentaux suisses (dans le Tessin). Bien que partiels, les résultats obtenus par cette équipe sont encourageants. Pour l'un des deux sites, la vitesse de propagation de l'onde est significativement liée au nombre de roulures visibles après abattage. Pour le second, cette relation n'est pas vérifiée. Cette première expérience remet en cause l'affirmation selon laquelle les roulures saines sont toujours absentes de l'arbre sur pied.

Malgré les nombreuses incertitudes, nous avons persévéré dans cette voie en testant plusieurs outils, conscients de l'intérêt de cette démarche tant pour les sylviculteurs que pour les expérimentateurs.

Outils utilisés et stratégie d'échantillonnage

Trois outils ont été testés :

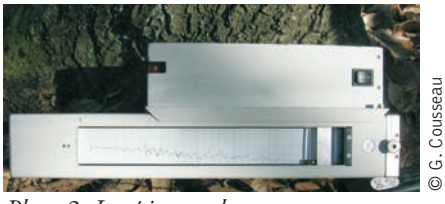
→ **Le marteau à impulsion** (*Photo 1*) est un instrument couramment utilisé pour le diagnostic des défauts internes des arbres de parc et d'alignement. Le diagnostic est établi à partir de la vitesse de propagation de l'onde dans le bois.

→ **Le résistographe** (*Photos 2 et 3*) est aussi fréquemment utilisé sur les arbres de parc et d'alignement. Une mèche s'enfonce à vitesse constante dans le bois. Cette mèche est reliée à un stylet traçant le profil de résistance du bois sur un morceau de papier. La résistance au perçage varie suivant les propriétés mécaniques du bois. Le résistographe permet ainsi de diagnostiquer et de localiser les



© G. Cousseau

Photo 1 : Le marteau à impulsion.



© G. Cousseau

Photo 2 : Le résistographe.



© G. Cousseau

Photo 3 : Mise en œuvre du résistographe.

altérations présentes dans le bois. Une altération sera révélée par une rupture de la résistance mécanique sur le tracé.

➔ Un outil sophistiqué et facile à transporter : **l'oreille humaine !** Certains exploitants, bûcherons, sylviculteurs… affirment qu'il est possible d'identifier un arbre roulé lors du martelage en fonction de la résonance du marteau sur le flachis (*Photo 4*). Outre la résonance de l'arbre au marteau, son aspect est aussi très important. Il est fréquent d'entendre « qu'il existe des écorces caractéristiques de la roulure ». On présume que l'évaluation de la roulure par les professionnels dans un lot de châtaignier sur pied résulte de la synthèse entre la résonance du marteau, l'aspect des arbres, la connaissance de la région, les coupes préalablement réalisées sur la parcelle, etc.

➔ **Le marteau à impulsion** a été testé sur 230 individus répartis sur **9 placettes géographiquement éloignées** (soit 11 à 33 individus par placette) ;

➔ puis, parmi ces 230 individus, 145 ont fait l'objet de mesures à l'aide du **résistographe** ;

➔ enfin, 70 individus ont été à la fois testés à l'aide du marteau à impulsion, du résistographe mais aussi grâce aux oreilles de deux techniciens d'une coopérative.

Cet article se concentre sur les résultats les plus concluants : ceux du **marteau à impulsion**. Les résultats du **résistographe et du diagnostic auditif** sont consultables sur le site ***www.foretpriveefrançaise.com***.

Principe de fonctionnement du marteau à impulsion

Le dispositif se compose de trois éléments (Figure 1) :

- une vis (à tête pleine) transmettant à l'arbre, le choc produit par le marteau (émetteur) ;
- le récepteur, diamétralement opposé à l'émetteur, vissé sur un tire-fond à tête creuse ;
- ces deux éléments sont reliés par câbles à l'ordinateur pour affichage de la vitesse de propagation.

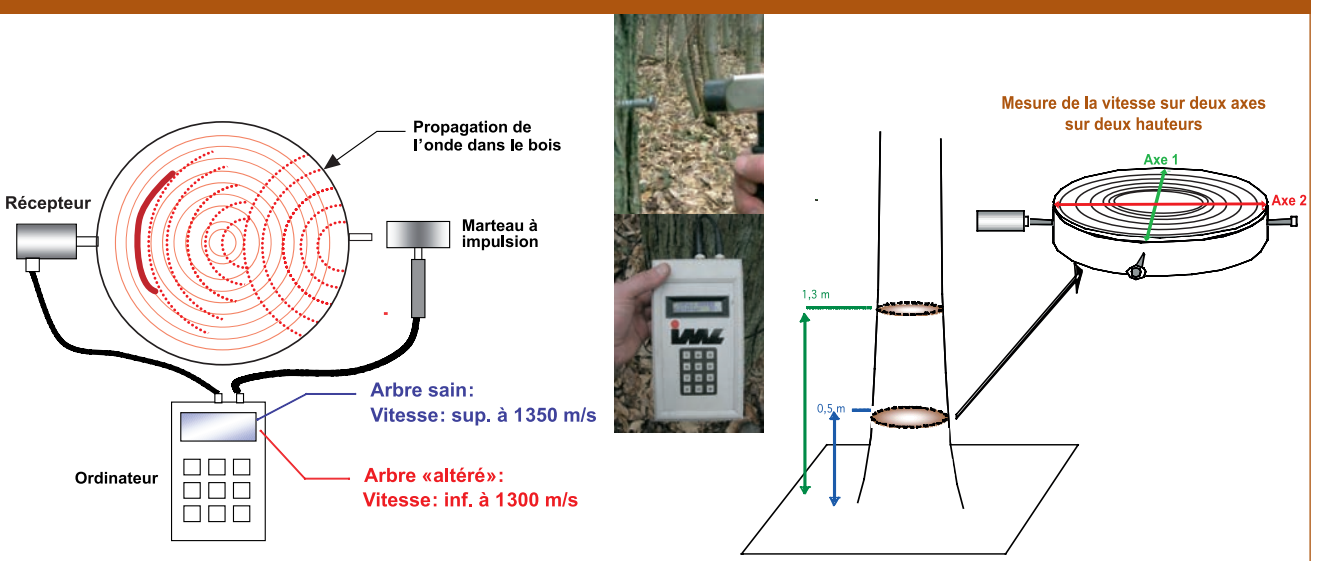
L'onde induite par le choc du marteau sur la vis se propage dans l'arbre avant d'atteindre le récepteur diamétralement opposé. La présence d'une tare à l'intérieur du bois provoque une diminution de la vitesse de propagation de l'onde. En effet, l'onde doit contourner ce défaut. *A priori*, la vitesse de propagation de l'onde est d'autant plus faible que le défaut est important.



Photo 4 : Test à l'oreille sur le flachis.

Pour chaque arbre, la vitesse de propagation de l'onde de choc a systématiquement été mesurée à **50 cm du sol** suivant deux axes perpendiculaires. À cette hauteur, la plupart des éventuels défauts présents au pied de l'arbre tels que les pourritures, les en-

Figure 1 : Diagnostic de la roulure à l'aide du marteau ; mesure de la vitesse sur deux axes et sur deux hauteurs (50 et 130 cm)



tre-écorces… disparaissent. En revanche, dans 87 % des cas, les roulures sont présentes à 50 cm. Le plus souvent, les mesures ont été répétées à 1,3 m, toujours suivant deux directions perpendiculaires (*Figure 1*).

Il faut compter environ 10 minutes par arbre (déplacement compris) pour effectuer les mesures sur une hauteur et deux axes.

Les **arbres testés sont abattus** pour y observer la roulure à la hauteur du test. Une rondelle est ensuite prélevée à cette même hauteur afin d'y effectuer des observations complémentaires après séchage.

Résultats

L'étalonnage du marteau à impulsion

Le marteau indique la **vitesse de propagation de l'onde de choc** dans le bois. Cette vitesse varie en fonction de plusieurs paramètres tels que l'essence, le diamètre ou la présence d'altérations. L'**étalonnage** de l'appareil est donc une étape **incontournable** et préalable à toute interprétation : **à partir de quelle vitesse de l'onde considère-t-on un arbre comme roulé ?**

Pour ce faire, les individus non roulés (observés après abattage) ont d'abord été isolés. Parmi cet échantillon de 65 tiges, la vitesse de l'onde choc varie entre **1 230 et 1 615 m/s**. Cette variabilité s'explique en partie par la circonférence[(1)] (*Figure 2*).

Pour une circonférence donnée, la **vitesse minimale de propagation de l'onde de choc au-dessus** de laquelle les arbres sont *a priori* sains a été fixée. Cette vitesse minimale se définie par : **Vitesse minimale théorique = 1,44 x Circonférence à la hauteur du test (50 cm) + 1 140** (ligne oblique bleue sur la *figure 2*).

Les arbres sains sont les individus dont la vitesse mesurée est supérieure à la vitesse minimale théorique (rectangle bleu sur la *figure 2*). Par défaut, les arbres altérés (pourris) ou roulés sont les individus dont la vitesse observée est inférieure à cette valeur-seuil.

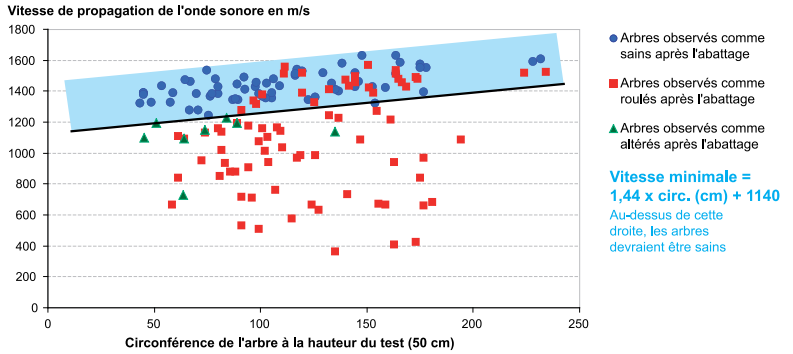
> ***Exemple :*** *« La circonférence de l'arbre à la hauteur à laquelle j'effectue le test est de 125 cm. La vitesse théorique est donc de 1 320 m/s (v = 1,44 x 125 + 1 140). Or, le marteau m'indique une vitesse de 1 255 m/s. L'arbre est donc* a priori *altéré ou roulé puisque la vitesse mesurée est inférieure à la vitesse minimale théorique. »*
>
> La *figure 2* permet de visualiser pour chaque arbre la relation entre la vitesse mesurée avant abattage et la présence ou non d'altérations ou de roulures.

La fiabilité de l'appareil

Le tableau montre que **98 % des arbres diagnostiqués comme altérés** (présence de pourritures) ou roulés à l'aide du marteau se sont **vérifiés comme tel** après abattage (vitesse mesurée < vitesse minimale théorique). On peut conclure qu'en dehors de quelques artéfacts méthodologiques (2 %), un arbre altéré ou roulé sur pied est **systématiquement diagnostiqué par le marteau**.

En revanche, **33 % des arbres diagnostiqués comme sains** (vitesse me-

Figure 2 : Évolution de la vitesse de propagation de l'onde de choc en fonction de la circonférence pour les arbres sains et les arbres roulés



La fiabilité du marteau à ondes sonores – Récapitulatifs des résultats obtenus (Nombre d'arbres testés = 182 issus de 9 placettes)

Diagnostic de la roulure avec le marteau	Diagnostic de la roulure après abattage
98 arbres ont été diagnostiqués comme sains (vitesse mesurée > vitesse minimale théorique)	Parmi ces 98, **66** étaient réellement sains après abattage
	mais **32** étaient roulés après abattage
84 arbres ont été diagnostiqués comme présentant un défaut interne (vitesse mesurée < vitesse minimale théorique)	parmi ces 84, **72** étaient roulés
	parmi ces 84, **10** étaient altérés (pourriture, cavités)
	mais **2** ne présentaient aucun défaut

surée > vitesse minimale théorique) **à l'aide du marteau étaient en fait roulés après l'abattage**. L'explication est simple : le marteau diagnostique avec une fiabilité proche de 100 % la présence d'altérations dans l'arbre ; il est donc probable que ces arbres n'étaient pas roulés sur pied, la roulure s'est exprimée après abattage.

Sur l'ensemble de l'échantillon (182 tiges), 81 % des arbres ont été correctement diagnostiqués. Au-delà de la fiabilité de l'appareil, cette expérimentation semble montrer qu'environ **70 % des arbres roulés le seraient déjà sur pied**. La roulure s'exprimerait après l'abattage pour les **30 % restants**.

Ajustement du diagnostic

À partir des résultats décrits dans le tableau et après simplification[(2)], retenons que **pour obtenir la proportion d'arbres effectivement roulés après abattage, il suffit d'ajouter 12 % à la proportion d'arbres roulés et altérés sur pied mesurée grâce au marteau.** Grâce à ce réajustement, dans 88 % des cas (8 placettes sur 9), il y a moins de 12 % de différence entre la proportion d'arbres roulés effectivement observée après abattage et la proportion d'arbres estimés comme roulés à l'aide du marteau.

Exemple : *« Je viens de diagnostiquer 20 individus à l'aide du marteau à ondes sonores. A priori, d'après ce dernier, 35 % des arbres sont altérés et/ou roulés. J'ai donc 88 % de chance pour que le taux d'arbres roulés après abattage soit compris entre 35 % et 47 % (35 % + 12 %). »*

Conclusion

Le marteau est efficace pour évaluer le risque de roulure dans l'arbre sur pied. Dans 88 % des cas, le marteau peut approcher la proportion d'arbres roulés au sein d'un peuplement avec une marge d'erreur inférieure ou égale à 12 %. Il est très sensible à la présence d'une fracture dans le bois. Plusieurs expériences l'illustrent et montrent qu'il est capable de détecter des fissures inférieures à $1/10^{e}$ de millimètre. **Cette expérimentation remet en cause l'affirmation selon laquelle la roulure est presque toujours absente de l'arbre sur pied**. Grâce au marteau à impulsion, environ 70 % des arbres roulés sont détectés avant l'abattage. **La roulure est le plus souvent déjà présente dans l'arbre sur pied**.

Le marteau à impulsion permet de lever de nombreuses contraintes techniques inhérentes à l'étude de la roulure grâce à l'évaluation de la proportion d'arbres roulés au sein d'un peuplement sans abattage. Il permet de systématiser les mesures et d'augmenter significativement l'échantillonnage. Le marteau à impulsion offre de nombreuses perspectives pour l'étude de la roulure.

Remerciements

Nous souhaitons remercier la société SDMO QUINIOU et Coforouest pour le prêt de matériel et les conseils donnés au lancement des expérimentations.

(1) Il est vraisemblable que l'impact de la circonférence sur la vitesse de propagation résulte d'un artéfact méthodologique. Une explication est fournie dans le rapport complet de l'étude disponible sur le site : www.foretpriveefrancaise.com/chataignier

(2) Proportion d'arbres roulés après abattage = Proportion d'arbres roulés et altérés sur pied selon le marteau - 5 % d'arbres altérés après abattage + 17 % d'arbres qui roulent après abattage.

Résumé

Cette étude a montré que le marteau à impulsion pouvait être utilisé pour évaluer le risque de roulure dans l'arbre sur pied. Dans 88 % des cas, il approche la proportion d'arbres roulés au sein d'un peuplement sur pied avec une erreur inférieure ou égale à 12 %. L'outil est donc efficace et fiable.

Mots-clés : Châtaignier, roulure, détection sur pied.

Bibliographie

- **Guidici F., Fonti P., Pohler E., Sandoz JL., 2001** - *Qualità del legname di castagno : diagnosi della cipollatura per mezzo di ultrasuoni,* pages 259 à 267.
- **Sandoz JL., Lorin P., 1996** - *Tares internes du bois : détection par ultrasons.* Revue Forestière Française XLVIII n°3, pages 231 à 240.



Prendre en compte le risque de roulure dans la conduite des éclaircies dans les taillis de châtaignier

Jean Lemaire, IDF Orléans

La largeur de cerne ne doit pas descendre sous le seuil de 4 mm, soit un accroissement annuel de 2,5 cm/an en circonférence. Il convient donc pour le sylviculteur de maintenir un accroissement supérieur ou égal à 2,5 cm/an pour produire un bois de qualité.

Cet article présente des outils de diagnostic permettant de conduire une sylviculture optimale et pragmatique dans les taillis de châtaignier situés sur des classes de fertilité de 1 à 3.

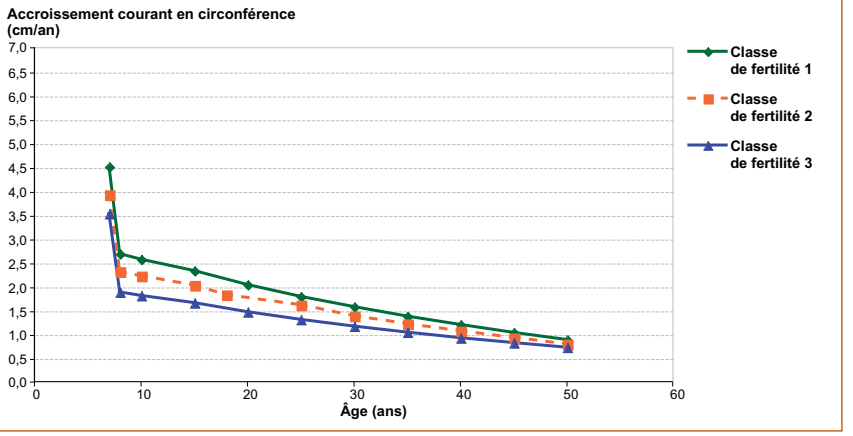
Le châtaignier : une course contre la montre !

Lorsqu'on exploite un taillis de châtaignier, il donne naissance à nombreux rejets (parfois plus de 15 000 à l'hectare 3 ans après la coupe rase). Ces jeunes rejets ont alors une croissance soutenue. Les accroissements en circonférence et en hauteur dépassent alors 3 cm/an et 1,5 m/an. Très vite la compétition s'installe et la croissance radiale des tiges ne cesse de faiblir. Il convient de réaliser la première éclaircie lorsque l'accroissement des tiges codominantes et dominantes (les tiges qui seront favorisées lors du marquage de l'éclaircie) équivaut à 2,5 cm/an, soit de 7 ans pour la classe de fertilité 3 à 10 ans en moyenne pour la classe de fertilité 1 (*Figure 1*).

Les taillis en classe de fertilité 4 et plus sont, pour rappel, inaptes à l'amélioration par éclaircie.

Toutefois, pour tenir compte de l'hétérogénéité de l'ensouchement et donc de la densité des rejets, **on situe cet âge optimal d'intervention en éclaircie entre 7 ans et 12 ans, voire 15 ans pour les taillis les moins denses**. Au-delà de cet âge, c'est une situation de rattrapage. Les éclaircies risquent d'engendrer une reprise de croissance et donc de la roulure. Mais d'un point de vue financier, malgré ce risque de roulure supplémentaire, il est encore possible d'améliorer les taillis les plus vigoureux en réalisant une sylviculture de rattrapage (*voir article page 14*) c'est-à-dire jusqu'à 20 ans pour les taillis en classe de fertilité 2 et 25 ans en classe de fertilité 1.

Figure 1 : Évolution de l'accroissement en circonférence des tiges dominantes et codominantes en fonction de l'âge et par classe de fertilité



La durée d'efficacité d'une éclaircie

Connaissant l'âge de la première intervention, il convient de connaître l'intensité optimale de l'éclaircie à pratiquer. D'un point de vue opérationnel, la première éclaircie est coûteuse en main-d'œuvre. Une éclaircie en plein nécessite en moyenne 6 à 9 personnes par jour et par hectare, il s'agit de l'investissement financier le plus important dans la gestion d'un taillis. D'autre part, dans de trop nombreux cas, la première éclaircie est réalisée mais rarement les suivantes. Il importe donc de proposer une intensité d'éclaircie suffisante pour obtenir une plus-value financière substantielle. Enfin, d'un point de vue technique, il convient de maintenir un accroissement supérieur à 2,5 cm/an en circonférence pour minimiser le risque de roulure et ne pas ouvrir trop le peuplement, ce qui détériorerait la qualité des tiges éclaircies.

Le tableau 1 présente la durée d'efficacité d'une éclaircie en plein en fonction de l'âge de la première intervention et de l'intensité de l'éclaircie. Cette durée d'efficacité est le nombre d'années durant lesquelles l'accroissement courant en circonférence des tiges du taillis reste supérieur à 2,5 cm/an. Ainsi, dans un taillis de 11 ans éclairci à 1 200 tiges/ha, la durée d'éfficacité de cette éclaircie est de 1 an, et ainsi de suite…

À la lecture de ce tableau, on comprend que les éclaircies à 1 000 tiges par hectare et plus ont une durée d'efficacité très courte, au maximum trois années. **L'optimum de la première éclaircie se situe vers 600 tiges par hectare après éclaircie en classes de fertilité 1 et 2**. À cette densité, la durée d'efficacité de l'éclaircie est de 5 à 7 ans. Sept années après, un second passage en éclaircie est alors indispensable. Le couvert se refermant assez vite, les gourmands ne se développeront pas en branche et le risque de coup de soleil est moins important. À cette densité, le sylviculteur aura déjà apporté une plus-value financière au taillis. En effet, un taillis éclairci à 600 tiges par hectare entre 8 et 10 ans possède à terme une circonférence moyenne de 20 cm supérieure à celle d'un taillis non éclairci. Les taillis situés sur la classe de fertilité limite pour être améliorés sont souvent des taillis soumis à des stress hydriques plus marqués. Nous conseillons dès lors à la première éclaircie de conserver 800 tiges par hectare. La seconde éclaircie devra alors être marquée cinq années après la première.

Toutefois, avec des intensités d'éclaircie aussi fortes, il est préférable de réaliser un élagage des branches mortes sur les 150-200 plus belles tiges à l'hectare. En effet, l'élagage naturel des branches mortes est très déficitaire chez le châtaignier. C'est une source de nœuds noirs très pénalisants pour le scieur.

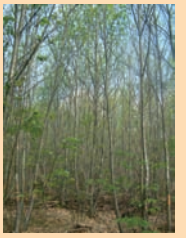
Tableau 1 : Durée d'efficacité d'une éclaircie en fonction du nombre de tiges laissées à l'hectare après la première éclaircie

	Densité de tiges laissée à l'hectare après la première éclaircie				
Âge la 1re intervention	**1 200**	**1 000**	**800**	**600**	**400**
8 ans	2 ans	3 ans	5 ans	7 ans	10 ans
11 ans	1 an	2 ans	4 ans	6 ans	9 ans
14 ans	0 an	1 an	3 ans	5 ans	8 ans

Au-delà de 15 ans, on se situe déjà dans un taillis en retard d'éclaircie.
Seuls les taillis en classes 1 et 2 de fertilité sont améliorables jusqu'à 25 ans.

Ex. : L'éclaircie réduit la densité à 800 tiges par hectare à 11 ans. La durée d'efficacité de l'éclaircie est de quatre années avant que la largeur du cerne ne descende sous le seuil de 4 mm.

Depuis sa création en 1981, le groupe de travail a développé des **techniques d'éclaircie** pour améliorer les taillis de châtaignier. L'étape initiale a été de chercher l'âge optimal de la première intervention et de définir les taillis aptes à produire du bois d'œuvre de qualité. En parallèle, les premières expériences de balivage étaient pratiquées. Dans certains taillis, la densité dépassait les 10 000 tiges par hectare au moment de la première intervention. Les premières interventions très dynamiques pour l'époque visaient à ramener, pour des taillis âgés de 6 à 15 ans, la densité entre 2 500 et 5 000 tiges par ha. Depuis, l'intensité des éclaircies testées n'a cessé de croître. Aujourd'hui, on préconise, en première intervention, de descendre la densité à moins de 800 tiges par hectare avec un optimum vers 600 tiges par hectare.



1re éclaircie à plus de 5 000 tiges/ha. Durée d'efficacité de l'éclaircie: 0 année.*



1re éclaircie à plus de 2 500 tiges/ha. Durée d'efficacité de l'éclaircie: 0 à 1 année.*



Vue des houppiers d'un taillis âgé de 24 ans. Ce taillis a été éclairci à 14 ans à 800 tiges/ha.

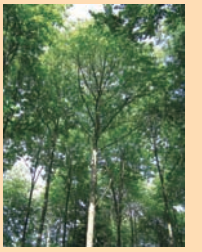
© J. Lemaire IDF



1re éclaircie à plus de 1 200 tiges/ha. Durée d'efficacité de l'éclaircie: 1 année.*



1re éclaircie à plus de 600 tiges/ha. Durée d'efficacité de l'éclaircie: 6 années.*



Vue des houppiers d'un taillis âgé de 30 ans. Ce taillis a été éclairci à trois reprises depuis l'âge de 12 ans. La densité actuelle est de 311 tiges/ha.

** Pour rappel, **la durée d'efficacité d'une éclaircie** est le nombre d'années durant lequel l'accroissement courant en circonférence des tiges du taillis reste supérieur à 2,5 cm/an suite à l'éclaircie.*

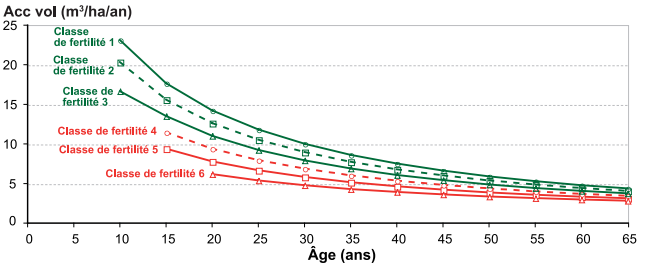
Un scénario optimal de conduite des éclaircies

Une sylviculture optimale du châtaignier vise à produire des bois de fortes dimensions aux cernes larges. L'intensité des éclaircies pratiquées par le forestier sont décisives. Sans éclaircie, un taillis à 20 ans présente un accroissement en circonférence inférieur à 2 cm/an (*Figure 1*). Ce même accroissement sera inférieur à 1 cm/an dès 40 ans.

En guise d'exemple pour cette sylviculture, nous prendrons un taillis situé en classe de fertilité 2. Ce taillis est conduit dynamiquement en vue de produire de la grume en 40-45 ans et de minimiser le risque de roulure.

À 10 ans, une première éclaircie est programmée, elle ramène la densité à 600 tiges par hectare. Cette opération laisse le plus fréquemment un brin par cépée. À l'occasion de cette éclaircie, le sylviculteur désignera les 180 plus belles tiges, les plus vigoureuses. Il élaguera les branches mortes sur ces tiges. La deuxième éclaircie est programmée sept ans plus tard. Elle réduira la densité à 300 tiges par hectare. La dernière éclaircie, à 25 ans, permettra d'atteindre la densité finale, soit 180 tiges par hectare. Les figures 3 à 5 présentent les évolutions de la surface terrière, de la circonférence moyenne et de l'accroissement courant en circonférence de ce taillis. Sur ces mêmes graphiques figurent, pour comparaison, l'évolution des mêmes paramètres pour un taillis non éclairci. L'éclaircie, si elle est pratiquée dans le jeune âge, permet de doubler quasiment la circonférence moyenne du peuplement au moment de la coupe rase à 45 ans. Cette circonférence est en effet de 69 cm pour le taillis non éclairci à 45 ans contre 133 cm pour le peuplement éclairci. Les gains finan-

Figure 2 : Évolution des accroissements courants en volume bois fort tige (volume à 7 cm diamètre fin bout) d'un taillis non éclairci en fonction de l'âge et par classe de fertilité



La figure ci-dessus présente, par classe de fertilité, l'évolution de l'accroissement courant en volume en fonction de l'âge. On comprend à la lecture de ce graphique que la différence de croissance entre un taillis situé en classe de fertilité 1 et un taillis situé en classe de fertilité 6 se situe dans le jeune âge. À 10 ans, la croissance des taillis en première classe de fertilité dépasse 20 m³/ha/an tandis que les taillis situés sur les fertilités les plus faibles ont une croissance deux à quatre fois inférieures… À 50 ans par contre, la différence de croissance en volume est très faible. Elle est de l'ordre de 2 m³/ha/an entre les classes de fertilité extrêmes. **Dès lors, si l'on veut profiter du potentiel de croissance du châtaignier pour produire des grumes (bois de 120 cm de circonférence et plus), il faut impérativement éclaircir très fortement vers 8-10 ans au maximum du potentiel de croissance d'un taillis.**

Figure 3 : Évolution de la surface terrière en fonction de l'âge pour un taillis éclairci selon une sylviculture optimale pour minimiser le risque de roulure comparée à un taillis non éclairci (taillis en classe de fertilité 2)

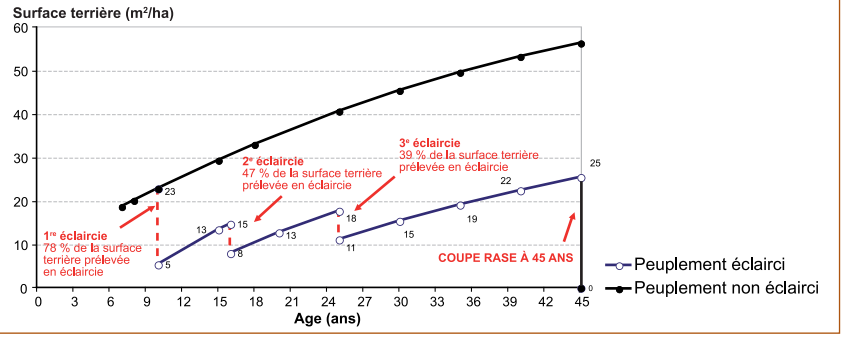


Figure 4 : Évolution de la circonférence moyenne en fonction de l'âge pour un taillis éclairci selon une sylviculture optimale pour minimiser le risque de roulure comparée à un taillis non éclairci (taillis en classe de fertilité 2)

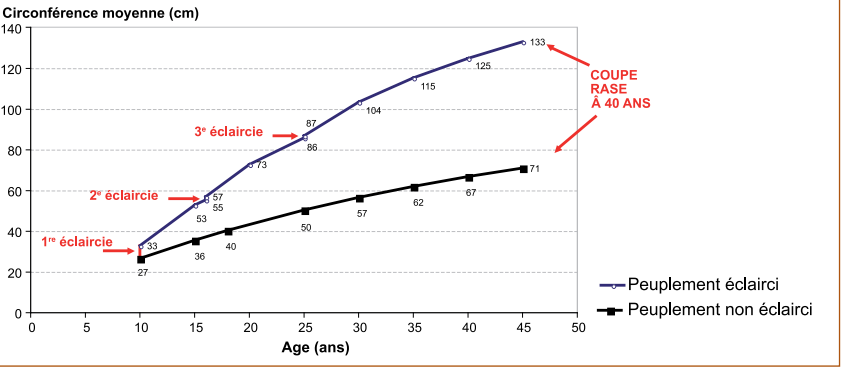


Figure 5 : Évolution de l'accroissement courant en circonférence en fonction de l'âge pour un taillis éclairci selon une sylviculture optimale pour minimiser le risque de roulure comparée à un taillis non éclairci (taillis en classe de fertilité 2)

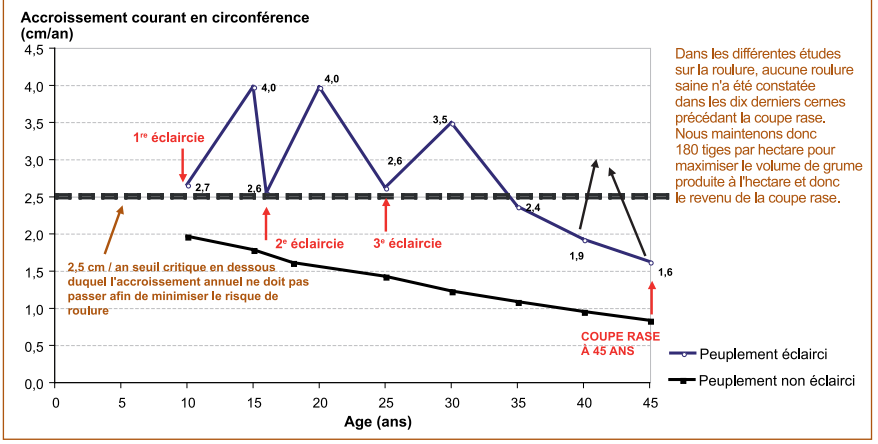
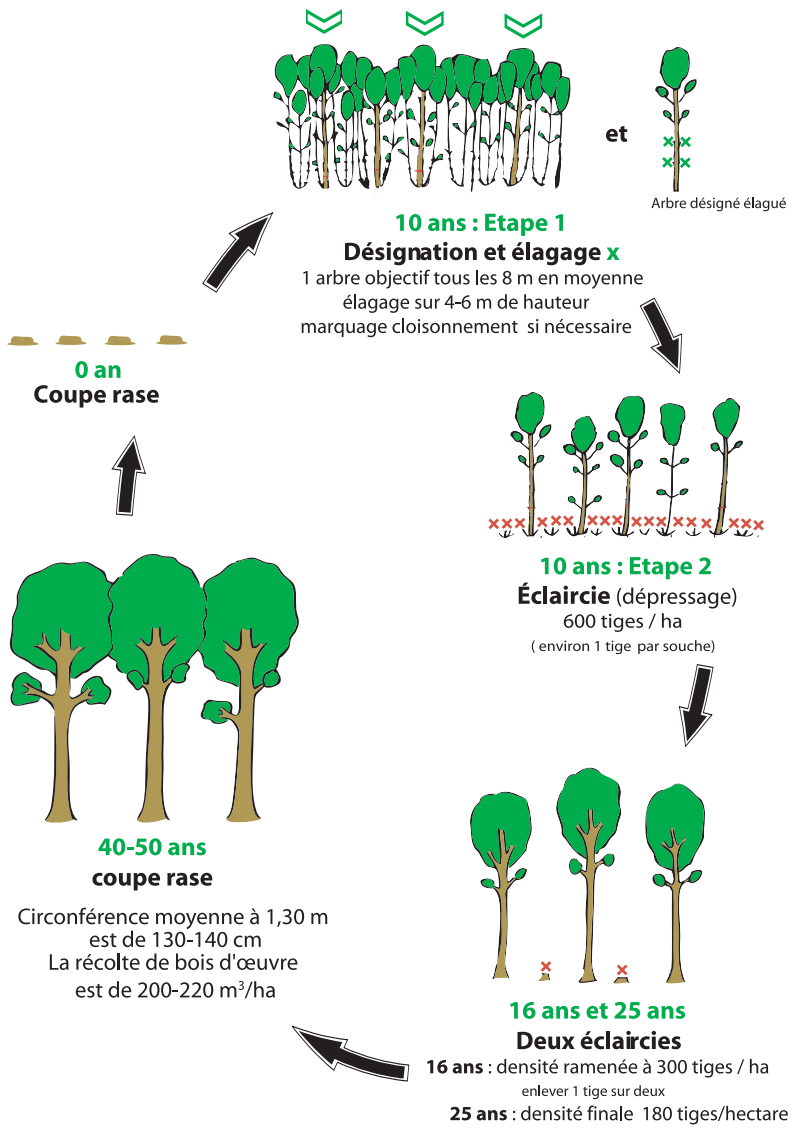


Figure 6 : Itinéraire petites grumes et grumes



© A.Pavie, Cetef Corse et J. Lemaire, IDF

ciers de la pratique d'une telle sylviculture sont évalués dans l'*article page 53*.

Un volume bois d'œuvre multiplié par six

Les rejets de taillis de châtaignier ont une croissance explosive dans les dix premières années de leur vie. Il importe pour le sylviculteur de ne pas éclaircir trop tardivement sous peine d'une perte importante du potentiel de croissance et d'une augmentation du risque de roulure. Les expérimentations et modélisations mises en place par le groupe de travail châtaignier ont permis d'aboutir à un modèle de sylviculture optimal visant à produire en 40 à 45 ans, 180 grumes de qualité par hectare, d'un volume unitaire moyen de 1,2 m³ (taillis de classe 2 de fertilité), six fois supérieur au volume du bois de bois d'œuvre d'un taillis non éclairci ! ■

Résumé

Cet article expose un modèle de sylviculture optimum pour les taillis de châtaignier. Ce modèle a été adapté au fort potentiel de croissance du châtaignier dans le jeune âge et pour minimiser le risque de roulure. Des évolutions de croissance en circonférence et en surface terrière sont comparées entre ce modèle de sylviculture optimale et un taillis non éclairci situé en deuxième classe de fertilité.

Mots-clés : châtaignier, taillis, éclaircie, sylviculture, croissance, roulure.

La valeur financière des taillis en fonction de la modalité d'éclaircie

Jean Lemaire, IDF Orléans

Les articles précédents ont présenté les outils et itinéraires sylvicoles pour produire du bois d'œuvre de qualité. Cet article compare maintenant la production et l'intérêt financier d'une telle gestion sylvicole.

Les données présentées dans cet article sont issues de taillis installés sur une station favorable au châtaignier. Ils appartiennent tous à la classe de fertilité 2, soit une bonne fertilité. Ces taillis sont considérés comme complets (pas de trouée) et de bonne conformation. Il s'agit donc d'une situation optimale. Six itinéraires sylvicoles sont comparés. Le premier nommé « éclaircie dynamique », correspond à l'itinéraire optimal de gestion présenté dans l'*article page 49*. Le deuxième itinéraire correspond au scénario de rattrapage (*décrit page 16, tableau 1*). Les trois autres itinéraires consistent en une sylviculture à éclaircie unique. Ces éclaircies abaissent la densité à 1 000, 800 et 600 tiges par hectare respectivement. Elles sont effectuées à l'âge de 10 ans (âge optimal d'intervention). Le dernier scénario est un taillis laissé sans aucune intervention sylvicole, c'est le témoin. Au regard des risques de roulure avec l'âge, le terme d'exploitabilité est fixé à 45 ans.

Tableau 1 : Valeur moyenne sur pied pour des bois non roulés

Catégorie circ. (cm)	Prix (€/m³)	Catégorie circ. (cm)	Prix (€/m³)
15	0	115	105
25	0	125	122
35	0	135	140
45	5	145	160
55	5	155	180
65	5	165	199
75	5	175	220
85	26	185	220
95	74	195	220
105	89	-	-

Prix estimé d'après la moyenne de prix de vente (volume bois d'œuvre et de trituration inclus) de 2002 à 2005 pour des peuplements aisés à exploiter et du Nord de la France.

Tableau 2 : Les itinéraires sylvicoles comparés

	1re éclaircie		2e éclaircie		3e éclaircie	
	Âge (ans)	Densité	Âge (ans)	Densité	Âge (ans)	Densité
Éclaircie dynamique	10	- Désignation et élagage des branches mortes de 180 tiges par hectare - Éclaircie en plein ramenant la densité à 600 tiges/ha	16	- Éclaircie en faveur des 180 tiges/ha désignées ramenant la densité à 300 tiges/ha	25	- Éclaircie laissant les 180 tiges par hectare désignées
Rattrapage	18	- Désignation et élagage des branches mortes de 140 tiges par hectare - Détourage des tiges désignées et légère éclaircie dans le reste du peuplement	22	- Détourage des 140 tiges/ha désignées et légère éclaircie dans le reste du peuplement	27	- Détourage des 140 tiges/ha désignées et légère éclaircie dans le reste du peuplement
1000 tiges par hectare	10	- Éclaircie en plein ramenant la densité à 1 000 tiges/ha	Pas d'intervention			
800 tiges par hectare	10	- Éclaircie en plein ramenant la densité à 800 tiges/ha	Pas d'intervention			
600 tiges par hectare	10	- Éclaircie en plein ramenant la densité à 600 tiges/ha	Pas d'intervention			
Témoin	Pas d'intervention sylvicole					

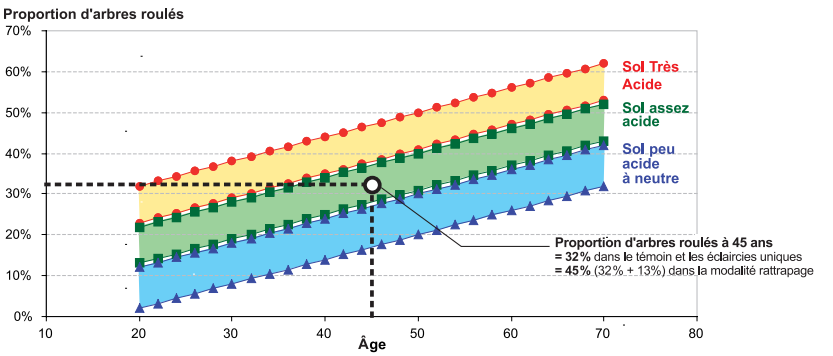
La découpe bois d'œuvre est arrêtée à 20 cm de diamètre fin bout. Le volume restant entre la découpe 20 cm et 7 cm de diamètre fin bout est destiné à la trituration ou au bois de chauffage. Son prix est estimé à 5 € du m³ sur pied (*Tableau 1*). La première éclaircie peut être assimilée à un dépressage car elle est coûteuse. Le prix de cette première intervention est de 1 600 € pour l'éclaircie dynamique. Elle comprend la désignation, l'élagage des branches mortes des 180 tiges désignées par hectare, et l'éclaircie. Le prix de la première éclaircie dans la modalité « rattrapage » est estimé à 800 € car une partie du bois exploité peut être commercialisée. Concernant les modalités à une éclaircie, leur coût est estimé à 1 000 €/ha pour la modalité « 1 000 tiges par hectare » et 1 200 €/ha pour les modalités « 800 » ou « 600 tiges par hectare » respectivement.

Les risques de roulure

Tous les peuplements, excepté celui éclairci dynamiquement, présentent des risques de roulure. Ce risque est accru dans la modalité rattrapage où une éclaircie tardive a été effectuée à l'âge de 18 ans. Pour les modalités à une seule éclaircie, le risque de roulure est similaire au témoin. En effet, si ces peuplements sont éclaircis à l'âge optimal d'intervention en éclaircie (à 10 ans), la durée d'efficacité de l'éclaircie (*voir article page 49*) est courte. La période durant laquelle l'accroissement courant est supérieur à 2,5 cm/an, est de 3 ans dans la modalité 1 000 tiges par hectare et de 6 ans dans la modalité 600 tiges par hectare. Ces peuplements sont donc en contrainte de croissance durant plus de trente années.

Selon la clé d'évaluation de la proportion d'arbres roulés dans un taillis et en considérant que les taillis sont situés sur des sols assez acides, le taux de roulure estimé à 45 ans est de 32 % dans les modalités « témoin » et « à éclaircie unique » et de 45 % dans la modalité « rattrapage » (*Figure 1*).

Figure 1 : Évaluation de la proportion d'arbres roulés



Le pourcentage de volume bois d'œuvre roulé équivaut donc respectivement à 8 % pour la modalité « rattrapage » et 6 % pour les autres.

La perte économique due à la roulure a ensuite été estimée à 10 % de la valeur totale du taillis pour toutes les modalités. Le volume roulé a été déclassé en bois de trituration. La perte financière peut sembler faible. Il faut toutefois rappeler que trois fois sur quatre, la roulure ne dépasse pas 1,50 m et dans 60 % des cas elle ne monte pas au-delà d'un mètre de hauteur. Elle se purge donc aisément. La roulure n'est donc pas si pénalisante.

Ne parlons plus de gourmands

Le châtaignier, comme les chênes, peuvent présenter de nombreuses formations épicormiques (*dossier « Le chêne, un nouveau potentiel » du Forêt-entreprise n°173*). Ces formations sont à l'origine des branches gourmandes lorsque l'on éclaircit tardivement. Mais chez le châtaignier,



© G. Cousseau

Le châtaignier, comme le chêne, peut se couvrir de brognes. Malgré tout, cette grume s'est bien vendue… Elle était de forte dimension.

il ne faut pas surestimer la décote entrainée par les gourmands (**décote bien inférieure à la décote due au retard d'éclaircie**). Ce qui fait d'abord le prix d'un châtaignier c'est sa grosseur et sa rectitude. Et il n'est possible d'obtenir une grume de châtaignier qu'en éclaircissant des taillis en station.

Quelle est la quantité de bois d'œuvre à 45 ans ?

Grâce aux éclaircies, le volume de bois d'œuvre produit est supérieur à celui du témoin. La modalité « 600 tiges par hectare » est celle qui maximise la quantité de bois d'œuvre récolté à 45 ans. Ceci s'explique par la forte densité

combinée à la circonférence moyenne atteinte par ce taillis à l'exploitation, soit 90 cm de circonférence.
Dans les taillis à plus de 1 000 tiges par hectare, seul un tiers du volume total produit est valorisable en bois d'œuvre à la découpe 20 cm de diamètre fin bout. Le reste, de trop petites dimensions, est destiné à la trituration ou au bois de feu.

La croissance de l'arbre produit à l'exploitation

Si la quantité de bois d'œuvre est une information importante, il est également très intéressant de connaître la circonférence et le volume moyen des arbres produits à l'exploitation. La valeur de la coupe en dépend fortement. La *figure 2* présente l'évolution de la croissance en circonférence en fonction de l'âge et par modalité d'éclaircie. La *figure 3* donne le volume unitaire moyen (volume bois d'œuvre) produit à l'exploitation par modalité d'éclaircie.
L'éclaircie dynamique produit des arbres (133 cm de circonférence en moyenne) quasiment deux fois plus gros que le témoin ou l'éclaircie à 1 000 tiges par hectare. **L'arbre moyen de la modalité dynamique est dix fois plus volumineux que celui d'un taillis non éclairci**.
L'effet de l'éclaircie unique sur la croissance en circonférence s'estompe très rapidement. À terme, si on exploite le peuplement à 45 ans, l'éclaircie à 1 000 tiges par hectare ne permet aucun gain en croissance et en volume par rapport au témoin. **Éclaircir à 1 000 tiges par hectare équivaut à effectuer ce que la nature aurait réalisé naturellement…** Par rapport au témoin le gain en circonférence est de l'ordre de 10 cm pour l'éclaircie à 800 tiges par hectare. Pour les peuplements éclaircis entre 800 et 1 000 tiges par hectare, il est pertinent d'exploiter ces peuplements entre 30 et 35 ans maximum, d'autant plus si les bois sont valorisés jusqu'à 14 cm de diamètre fin bout. Cet âge passé, la croissance du taillis est très faible (environ 1,5 cm par an en circonférence) et le risque de roulure s'accroît considérablement.
On visualise également sur cette *figure 2*, l'intérêt d'éclaircir les peuplements de bonne fertilité au minimum à 600 tiges par hectare lors de la première intervention à 10 ans. En effet, il est malheureusement très fréquent, qu'après la première éclaircie, le sylviculteur n'intervienne plus ou trop tard par rapport aux exigences des itinéraires sylvicoles. En éclaircissant à 600 tiges par hectare un gain substantiel de croissance en circonférence aurait déjà été réalisé : de l'ordre de 20 cm à 45 ans. La circonférence moyenne du peuplement à 45 ans étant de 90 cm. La moitié des tiges seront des petites grumes et grumes, c'est-à-dire des bois assez gros pour être bien valorisés sur le marché international. L'optimum, si une seule éclaircie est possible, serait de descendre à 400 tiges par hectare. Mais à de telles intensités d'éclaircie, nous manquons encore de recul…
La modalité détourage comprend en réalité deux populations : les 140 tiges désignées par hectare et le peuplement dit « de bourrage ». La circonférence moyenne présentée sur la *figure 2* correspond à celle du taillis dans son ensemble. Elle est estimée à 99 cm à 45 ans. Les 140 tiges d'avenir, quant à elles, mesurent 120 cm à 45 ans. **Le retard pris dans le marquage des éclaircies coûte très cher chez**

Figure 2 : Évolution de la circonférence moyenne par modalité d'éclaircie

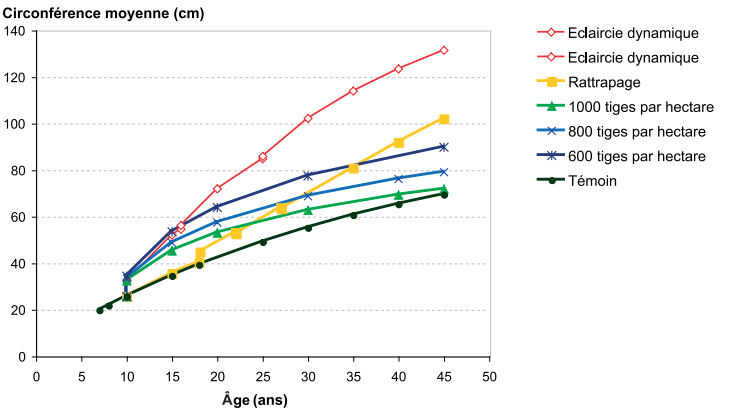
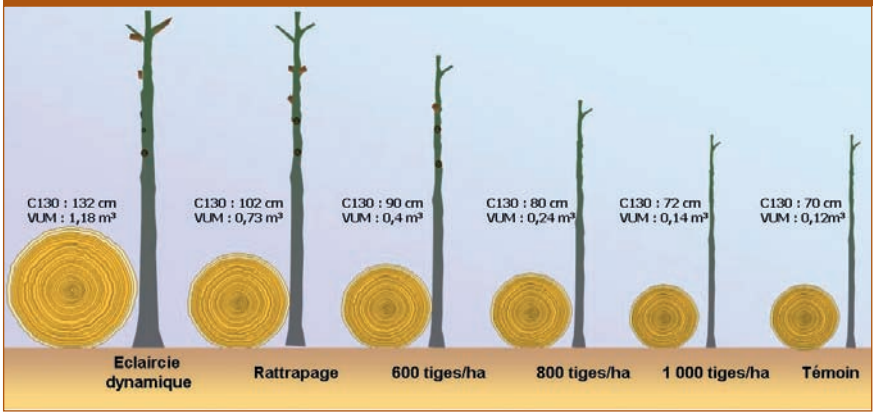


Figure 3 : Comparaison des volumes bois d'œuvre produits à l'exploitation (à 45 ans) par modalité



le châtaignier. Entre 10 et 18 ans, le potentiel de croissance a déjà diminué de 40 %… Le volume bois d'œuvre unitaire moyen de l'arbre exploité à terme à 45 ans est de 1,18 m³ pour les 180 tiges de la modalité « éclaircie dynamique » contre 0,70 m³ pour les 211 tiges finales par hectare (bourrage + tiges d'avenir) de la modalité « rattrapage » ; soit une perte de 40 % en volume sur les tiges d'avenir et de l'ordre de 45 % en valeur financière.

Le profit à 45 ans

Pour calculer cette rentabilité, nous avons actualisé les coûts des travaux et les recettes jusqu'à l'âge de 45 ans. Le taux d'actualisation est de 3,5 %. La différence entre les coûts et les recettes a permis d'estimer le profit net actualisé dégagé par le sylviculteur. Nous avons ensuite comparé ce profit au témoin (*Tableau 2*).

À terme, lors de l'exploitation, les éclaircies dynamiques dans ces taillis de bonne fertilité rapportent environ 2,5 fois plus qu'un peuplement sans aucune intervention. L'éclaircie tardive est également plus rentable que le témoin. Sa rentabilité se situe au niveau de l'éclaircie à 600 tiges par hectare. Elles rapportent environ 1,5 fois plus qu'un taillis non éclairci. L'éclaircie à 800 tiges par hectare est légèrement plus rentable qu'un peuplement non éclairci. Il faut toutefois rappeler ici que ce niveau de rentabilité serait encore plus élevé si les bois pouvaient être valorisés jusqu'à 14 cm de diamètre fin bout. L'éclaircie à 1 000 tiges par hectare est non rentable par rapport au témoin. Cette éclaircie coûte et aboutit à ce que le témoin aurait produit naturellement sans intervention. La différence entre le témoin et l'éclaircie dynamique peut sembler faible et abstraite mais sachant que les taillis non éclaircis valent 7 000 à 13 000 €/ha sur pied, la différence est substantielle !

Conclusion

Les éclaircies dynamiques sont très rentables. L'éclaircie tardive, si elle ne permet pas d'atteindre les profits des éclaircies dynamiques, n'en reste pas moins très intéressante par rapport aux peuplements non éclaircis. Ces éclaircies sont efficaces si elles sont réalisées avant 20 ans en classe de fertilité 2 et avant 25 ans pour les taillis en classe de fertilité 1. La première éclaircie ramènera la densité entre 500 et 600 tiges par hectare en classes de fertilité 1 et 2 ; et 600 à 800 tiges par hectare en classe de fertilité 3. Ces fortes intensités d'éclaircie sont le gage d'une plus-value financière même s'il n'est pas possible d'intervenir à nouveau en éclaircie. La perte économique engendrée par la roulure est finalement assez faible en moyenne car elle se purge bien. Elle est, d'après nos simulations, estimée à 10 % de la valeur totale des taillis. Ces conclusions sont valables pour les peuplements situés en classes de fertilité 1 ou 2. Néanmoins, pour chaque classe de fertilité, il existe un itinéraire optimal ; ils sont déclinés dans l'article page 14.

Tableau 2 : Production et valeur des taillis à l'exploitation à 45 ans par modalité d'éclaircie pour des taillis situés en classe de fertilité 2

Modalité	Âge (ans)	C130 (cm)	NHA (/ha)	G (m²/ha)	VBO (m³/ha)	V7 (m³/ha)	VUM (m³)	Ratio rapport au profit net actualisé du témoin
Éclaircie dynamique	45	132	180	25	212	229	1,18	≃ 2,5
Rattrapage	45	102	211	20	153	183	0,73	≃ 1,5
600 tiges/ha	45	90	600	40	243	355	0,4	≃ 1,5
800 tiges/ha	45	80	800	41	191	373,74	0,24	≃ 1,2
1 000 tiges/ha	45	72	1 000	42	142	391	0,14	≃ 0,8
Témoin	45	70	1 400	56	175	531,17	0,12	≃ 1

C130: *circonférence moyenne.*
NHA: *nombre de tiges par hectare.*
G: *Surface terrière.*
VBO: *volume bois d'œuvre non roulé (20 cm de diamètre à la découpe fin bout).*
V7: *Volume bois fort tige (7 cm de diamètre à la découpe fin bout).*
VUM: *volume unitaire moyen (volume bois d'œuvre).*
Ratio: *rapport entre la valeur du taillis à 45 ans et celle d'un témoin au même âge.*

Résumé

Pour des taillis situés en classe de fertilité 1 et 2, l'éclaircie dynamique est la plus intéressante économiquement si elle est pratiquée à temps (avant 20 ans). Elle produit des arbres dix fois plus volumineux que le témoin et le risque de roulure est faible. Les éclaircies tardives engendrent une perte économique de 45 % par rapport à l'éclaircie dynamique du fait du retard de l'intervention. Mais elles apportent une plus-value d'environ 40 à 50 % par rapport au témoin si elles n'interviennent pas trop tard (avant 20 à 25 ans). La roulure se purgeant aisément, elle ne représente en moyenne qu'une perte économique de 10 % par rapport à la valeur totale des taillis et quelle que soit la modalité.

Mots-clés : châtaignier, éclaircie, rentabilité, économie.

Sélectionner ses arbres d'avenir

Jean Lemaire (IDF) et Gilles Pichard (CRPF Bretagne)

Les éclaircies sont décisives pour l'avenir d'un peuplement. Le sylviculteur avant de marteler son éclaircie doit se fixer des objectifs, prévoir la date de passage de la prochaine intervention, définir son intensité et posséder tous les critères pour désigner les arbres qui resteront sur pied. Cet article a pour objectif de comparer la croissance en circonférence, en volume et en valeur d'arbres d'avenir détourés. Le sylviculteur disposera ainsi de critères objectifs pour désigner ses arbres d'avenir lors des éclaircies.

Les résultats de l'expérimentation présentés ci-dessous sont issus d'une parcelle du réseau d'expérimentations du CRPF Bretagne suivie par Gilles Pichard. Elle est localisée à Saint-Pern dans le Nord de l'Ille-et-Vilaine. Il s'agit d'un taillis issu d'une coupe rase de l'hiver 1974/1975. Ce taillis est situé en classe de fertilité 1, soit une station très favorable au châtaignier.

Description des interventions

Le taillis a été éclairci à quatre reprises durant les hivers 87/88, 92/93, 96/97 et 2007/2008. Les trois premières éclaircies marquées ont été des détourages (éclaircies ciblées en faveur des tiges désignées). La dernière éclaircie a été marquée en plein et par le bas pour améliorer la qualité sur pied et maintenir la croissance des tiges du peuplement. Lors de la première éclaircie, 220 tiges par hectare ont été désignées et détourées soit une distance entre les tiges d'avenir de 7 m en moyenne. Ce nombre de tiges étant trop élevé, une seconde désignation a été effectuée. Elle a limité la densité des tiges d'avenir à 123 tiges par hectare. Les tiges ainsi désignées ont été élaguées jusqu'à 6 m de hauteur. Cet élagage a prélevé en majorité des branches mortes.

À 33 ans (hiver 2007/2008), avant l'éclaircie, la densité du peuplement est de 311 tiges par hectare. La circonférence moyenne est de 96 cm. Les 123 tiges d'avenir mesurent quant à elles, 108 cm en moyenne. La surface terrière est évaluée à 25 m²/ha ; cette valeur dépassant les 22 m²/ha, l'accroissement courant en circonférence est passé sous la barre critique des 2,5 cm/an. Une éclaircie a donc été réalisée pour prélever 8 m²/ha. L'exploitation finale du peuplement est prévue à 45 ans. Il aura alors une surface terrière de 25 m²/ha et sa circonférence moyenne (tiges d'avenir + bourrage) à l'exploitation sera de 123 cm environ.

Vigueur ou hauteur de grume : quel critère privilégier ?

Lors du marquage d'une éclaircie, les forestiers s'expriment différemment. Ayant chacun leur sensibilité, aucun ne marquera les éclaircies strictement de la même façon. Le sylviculteur se base très souvent sur l'aspect visuel et se projette rarement dans la dynamique de croissance future du peuplement. Ainsi, lorsque la première intervention ramène le taillis à 1 500 tiges par hectare, l'éclaircie semble très violente. Il faudrait pourtant réduire encore cette densité de moitié pour qu'elle ait une efficacité réelle et durable. Le marquage d'une éclaircie, c'est avant tout de l'expérience. Il en est de même lors de la désignation des tiges d'avenir. Souvent deux écoles s'affrontent. Celle qui privilégie la vigueur au détriment de la longueur de grume s'oppose à celle qui favorise la conformation des tiges au détriment de la grosseur. Bien sûr, il y a les arbres bien conformés et vigoureux que tout le monde s'accorde à désigner. Mais ils sont rares, moins de 10 à 20 % des tiges du peuplement final. Et puis, il y a les autres. D'où la question du choix sur le critère de la vigueur ou de la conformation.

Pour y répondre, nous nous sommes basés sur le suivi de la croissance des arbres d'avenir détourés à Saint-Pern. Le suivi de ces tiges est effectué depuis l'hiver 90/91, soit trois ans après le premier détourage. À cette date, le taillis était âgé de16 ans. La circonférence moyenne des tiges d'avenir était de 50 cm avec un minimum de 35 et un maximum de 69 cm. La *figure 1* retrace l'évolution de la crois-

Figure 1 : Circonférence à 1,30 m en fonction de l'âge du taillis et par catégorie de circonférence des arbres d'avenir 3 ans après la désignation

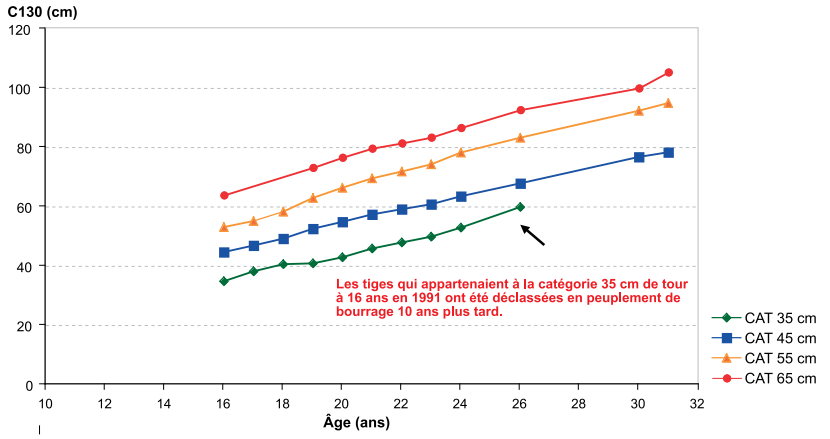


Figure 2 : Volume bois d'oeuvre en fonction de l'âge du taillis et par catégorie de circonférence des arbres d'avenir deux ans après la désignation

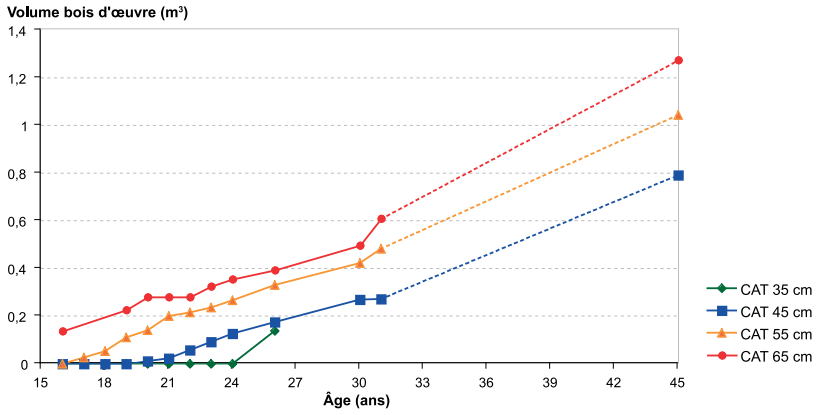
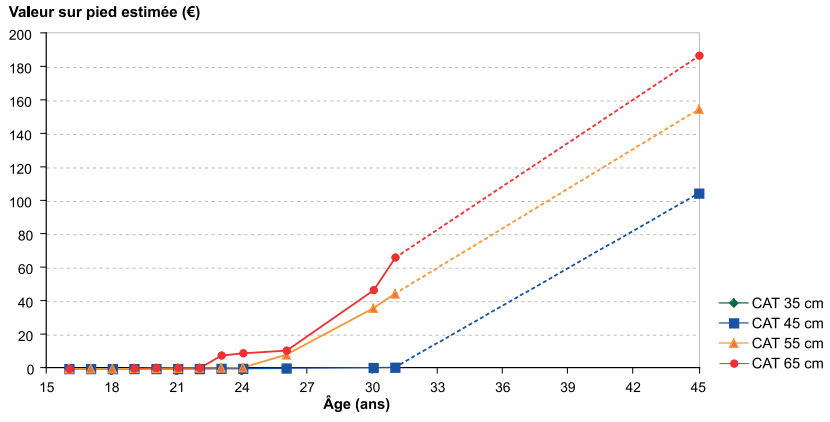


Figure 3 : Évolution du prix sur pied du bois d'oeuvre en fonction de l'âge du taillis et par catégorie de circonférence des arbres d'avenir 3 ans après la désignation



sance en circonférence des tiges d'avenir en fonction de l'âge et selon la catégorie de dimension à laquelle elles appartenaient en 1991. Les catégories de circonférence ont été définies de 10 cm en 10 cm pour avoir un effectif suffisant par catégorie. En 1991, on distinguait ainsi quatre catégories de circonférence. Les tiges d'avenir les plus vigoureuses faisaient entre 60 cm et 69 cm de tour (catégorie 65 cm). Les tiges d'avenir de dimension moyenne appartenaient aux catégories 55 cm (50 à 59 cm de circonférence) ou 45 cm (50 à 59 cm de circonférence). Les tiges d'avenir les moins vigoureuses étaient classées dans la catégorie 35 cm. Leur circonférence était comprise entre 30 et 39 cm de tour. À la lecture de ce graphique, deux éléments importants apparaissent. Le premier montre que l'accroissement des tiges détourées est linéaire et donc constant dans le temps, à condition d'assurer une croissance libre et de ne plus contraindre les houppiers. Le second constate qu'il n'y a pas, sauf accident, d'inversion de tendance. Les tiges les moins vigoureuses au moment du détourage ne rattrapent jamais leur retard sur les plus vigoureuses. Ainsi, les tiges désignées qui faisaient 35 cm de tour en 1991 ont dû être déclassées en tiges de bourrage en 2001. Elles faisaient alors 60 cm de tour. Les tiges d'avenir les plus vigoureuses faisaient 64 cm de tour en 1991. Elles atteignaient déjà le stade de la petite grume soit 93 cm de circonférence en 2001. Plus éloquent encore sont les évolutions du volume bois d'œuvre et de la valeur de la grume en fonction de la vigueur des tiges d'avenir au moment de la désignation (*Figure 2*).

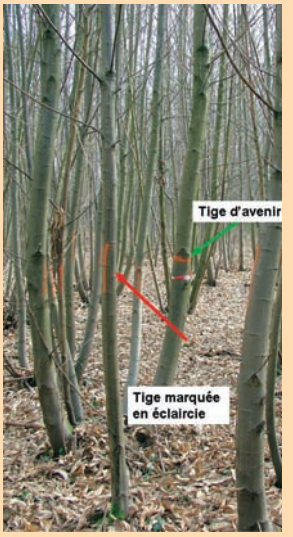
Les grumes les plus vigoureuses (catégorie 65 cm de circonférence à 16 ans) désignées et détourées cuberont 1,3 m³ à l'exploitation à 45 ans. Ce volume ne serait que de 0,8 m³ pour les tiges d'avenir qui faisaient 45 cm de tour en moyenne à 16 ans, soit une différence de l'ordre de 40 %. Exprimée en valeur financière, la différence est encore plus importante puisqu'elle est de quasiment 90 € par grume produite. Formulé autrement, je désigne une tige de 45 cm de tour

et une autre dans la même parcelle qui fait 65 cm de circonférence, la première produira une grume dont la valeur moyenne sur pied est de 100 € à 45 ans contre 187 € pour la plus vigoureuse (*Figure 3*)… Bien sûr, on part ici de l'hypothèse que la hauteur de grume est équivalente.

Tous les forestiers voudraient des tiges vigoureuses et d'une rectitude parfaite sans grosses branches ! La réalité est faite de compromis. Les tiges les plus vigoureuses sont très souvent celles qui présentent des défauts de branchaison et donc une hauteur de fût plus courte. Mais 5 m de hauteur de grume suffisent à produire une grume de 0,8 m³ pour les tiges d'avenir les plus vigoureuses au moment de la désignation alors qu'il faut plus de 10 m de hauteur de fût pour les tiges désignées les moins vigoureuses.

Conclusion

Le sylviculteur doit toujours privilégier le critère vigueur lors de la désignation de ses arbres d'avenir. **Il ne faut pas désigner des tiges dont la circonférence est inférieure à la dimension moyenne du peuplement**. La différence de valeur entre les grumes produites à terme peut être du simple au double entre les tiges désignées les plus vigoureuses et les moins vigoureuses. Si la grosseur des tiges est un facteur prépondérant dans la valeur des grumes, la rectitude est tout aussi importante. La compétition entre les tiges étant très forte dans les taillis, la rectitude est rarement un facteur limitant. Mais dans tous les cas, si lors de la désignation, les tiges les plus vigoureuses ont au moins 5 m de hauteur de grume, le sylviculteur sera gagnant en les désignant. « **Il vaut mieux choisir des petits trapus que des grands maigres** ».



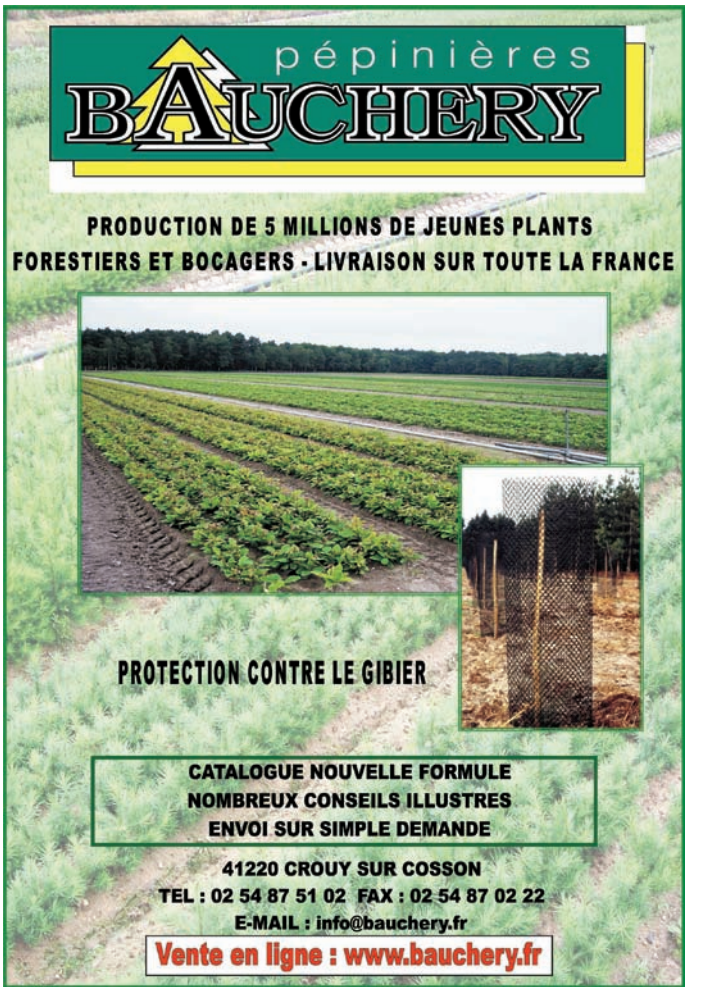
© J. Lemaire

La tige marquée d'un anneau orange (flèche verte) a été retenue comme tige d'avenir. Bien qu'affectée par une légère courbure, elle est plus vigoureuse (45 cm à 11 ans) que la tige signalée par une flèche rouge (25 cm à 11 ans). La tige d'avenir fera 135 cm de tour à 45 ans si je l'éclaircis dynamiquement. Son cube sera de 1,1 m³ et sa valeur sur pied de 150 € environ. Si je désignais la tige moins vigoureuse, sa circonférence serait, avec la même sylviculture, de 105 cm soit 0,7 m³ pour une valeur financière de 75 €…

Résumé

À partir d'une expérimentation de détourage, cet article démontre l'intérêt de privilégier la vigueur avant le critère hauteur de grume lors de la désignation des tiges d'avenir. La différence économique à l'exploitation peut être très importante.

Mots-clés : châtaignier, désignation, vigueur, hauteur.



Extrait du guide des sylvicultures du châtaignier en Castagniccia : traitement irrégulier à vocation bois d'œuvre

Adrien Pavie (Cetef Corse), Fabrice Torre (CRPF Corse), Jean Lemaire (IDF)

Couvrant un peu moins de 25 000 ha, le châtaignier demeure une composante principale du paysage forestier en Corse. Il est, après le chêne vert, la deuxième essence de la Haute-Corse (16 500 ha) où il domine la région portant son nom : la Castagniccia.

Symbole et patrimoine de la culture corse, l'arbre à pain est réputé au-delà des frontières de l'Île de Beauté. Pourtant l'écosystème châtaignier y disparaît, faute d'entretien et de valorisation. Et cette inquiétude n'est pas récente ! Un exode rural marqué, combiné au morcellement de la propriété et l'abandon de la châtaigneraie à fruit, associé à l'absence de débouchés locaux, sont autant d'éléments d'explication. Une des valorisations possibles pour le châtaignier est sa culture pour un bois à haute valeur ajoutée plus facilement commercialisable.

En 2005, les propriétaires forestiers corses décident de conduire un projet consacré à la sylviculture du châtaignier en Castagniccia. Ce projet est menéconjointement par le Cetef de Corse, le CRPF, l'IFN et l'IDF entre 2006 et 2007. Le fruit de ce travail mutuel sera concrétisé en 2008 par la sortie du guide des sylvicultures du châtaignier en Castagniccia.

La première partie de l'étude a consisté à étudier les stations forestières de la Castagniccia. Un guide simplifié des stations avec une clé de détermination facile d'usage a été rédigé dans la première partie de l'ouvrage. Au total, seize unités stationnelles y sont décrites. L'originalité de ce guide réside dans sa seconde partie consacrée aux sylvicultures du châtaignier. Le potentiel de production du châtaignier y est décliné par unité stationnelle du guide des stations. En fonction du peuplement et de l'unité stationnelle, le propriétaire aura le choix entre trois objectifs (bois d'œuvre, piquets, patrimoine et paysager) déclinés en sept itinéraires sylvicoles. Une clé simplifiée des itinéraires sylvicoles pour les peuplements à dominance de châtaignier a également été validée. Parmi ces itinéraires, ceux concernant les peuplements irréguliers ont retenu notre attention et en particulier l'itinéraire bois d'œuvre en peuplement irrégulier.

Sylviculture irrégulière des peuplements à vocation bois d'œuvre

La majorité des peuplements à dominance de châtaignier en Castagniccia sont issus des vergers à fruits. Leur abandon au début du XX^{e} siècle, conjugué à l'exploitation pour les industries du tanin, à l'usage pour l'élevage d'animaux, et à la diversité des stations où le châ-



© J. Lemaire

Photo 1 : Vue d'un peuplement irrégulier typique de Castagniccia avec en avant-plan les rejets d'une trentaine d'année et en arrière-plan les arbres de verger.

taignier a été implanté, sont à l'origine de peuplements hétérogènes en structure et en composition. Entre les vieux arbres de vergers remarquables par leur dimension (fréquemment plus de 4 m de circonférence), leur port, et leur forme tortueuse, des rejets et des francs-pieds de châtaigniers ou d'autres essences (charme-houblon, aulne de corse, chêne vert…) ont pu croître. Le traitement irrégulier s'y impose souvent (*Photo 1*).

Les lignes qui suivent sont extraites du guide des sylvicultures du châtaignier en Castagniccia : l'itinéraire irrégulier présenté est réservé aux peuplements dans lesquels les arbres du verger occupent plus de 20 à 25 % du couvert. Ces peuplements doivent être en stations de bonne ou très bonne fertilité (Classes de fertilité 1 et 2). Après avoir parcouru sa parcelle, le sylviculteur repère parmi les rejets ou les francs-pieds (hors arbre du verger) au minimum 60 tiges (et au maximum 100) par hectare de qualité avec un accroissement moyen en circonférence supérieur à 3 cm/an et âgées de moins de 35 ans pour réduire le risque de roulure. Si le sylviculteur ne peut sélectionner ces 60 tiges par hectare, l'itinéraire irrégulier est déconseillé car non rentable. L'itinéraire patrimonial ou l'itinéraire bois d'œuvre par régularisation de peuplement peuvent s'y substituer (en fonction de la station et des objectifs du propriétaire).

Les mesures effectuées dans les peuplements irréguliers ont montré que les arbres de seconde génération situés entre les arbres du verger sont tous du même âge à plus ou moins cinq années près. Pour mesurer l'accroissement moyen en conférence, il est indispensable de mesurer la circonférence à l'aide d'un mètre ruban et de connaître l'âge des arbres de seconde génération. L'estimation de l'âge de ces rejets (voire des francs-pieds) nécessite d'installer une placette de 10 m de rayon estimé visuellement (on réalisera deux placettes par parcelle ou par hectare). On abattra ou on prélèvera une carotte à la tarière de Pressler (*photo 2*) sur deux arbres[1] et on comptabilisera le nombre de cernes. Si l'âge diffère de plus de 5 années, on prélèvera ou abattra une troisième tige. On effectuera la moyenne des deux ou trois mesures pour connaître l'âge des rejets. L'estimation de l'âge avec l'écorce est également possible mais moins fiable. Elle permet toutefois d'estimer assez précisément les arbres de moins de 25 ans et de plus de 40 ans (*Encadré page 62*).

Année N

Désignation des arbres à objectif bois d'œuvre

On marque à la peinture les 60 à 100 tiges d'avenir/ha à objectif bois d'œuvre dont l'accroissement est au minimum de 3 cm/an et l'âge maximum de 35 ans.

Désignation des vieux arbres de verger à conserver

Afin de permettre la régénération de la parcelle, de maintenir la croissance des arbres à objectif bois d'œuvre et favoriser la biodiversité (habitat pour les insectes saproxyliques, absence de coupe rase…), on désignera au maximum 20 arbres de verger par hectare. On conservera les arbres de verger non sénescents[2] qui n'entrent pas en concurrence directe avec les 60 tiges d'avenir.

Éclaircie par détourage

Cette éclaircie doit être forte. On supprime tous les arbres dominants ou codominants dont le houppier approche à moins de 3 m du houppier des arbres à objectif bois d'œuvre. On veillera à ne pas détruire la clôture si elle a dû être installée avant la réalisation de l'éclaircie.

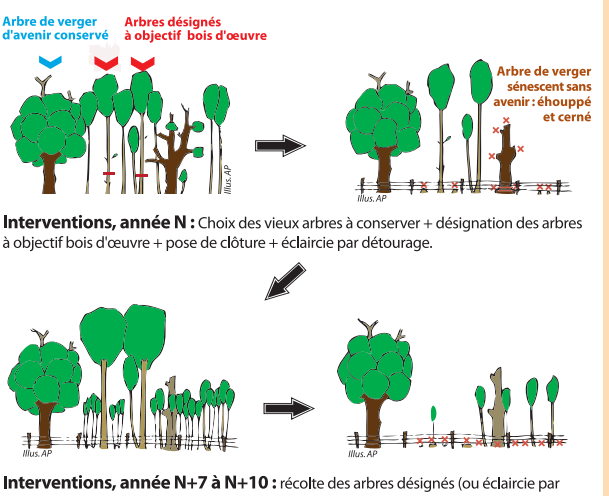
Pose de clôture

La pose d'une clôture est indispensable en Castagniccia pour permettre la croissance des rejets, voire des semis naturels.

Soins aux vieux arbres du verger

Les vieux arbres de verger non conservés sont éhouppés et cernés. C'est la technique la moins coûteuse pour régénérer ce type de parcelle.

On étudie au cas par cas l'opportunité d'appliquer des soins spécifiques aux vieux arbres conservés (taille, mulching…) en recrutant des feuillus précieux. On répète les autres opérations si nécessaire.



© A. Pavie Cetef Corse

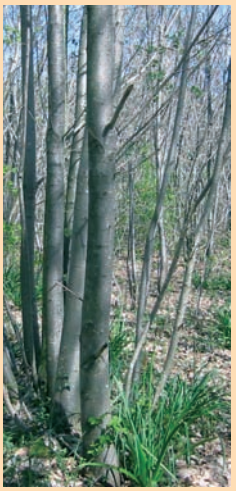
Année N+7 à N+12

Marquage d'une seconde éclaircie par détourage et récolte des arbres désignés de dimension commercialisable (circonférence supérieure à 100 cm de tour). Dépressage du taillis ou des francs-pieds. On favorisera à cette occasion le mélange d'essences

Année N+14 à N+21

Identique à N+7 à N+12

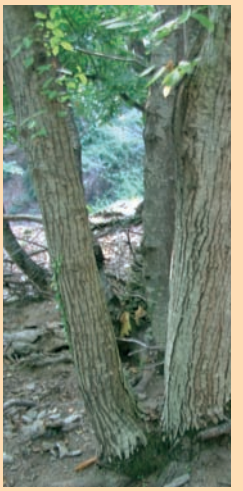
L'aspect de l'écorce peut donner des indications sur l'âge de l'arbre. Pour les jeunes châtaigniers de moins de 20 ans, l'écorce est parfaitement lisse, brillante de couleur verte olive. Puis vers 20-25 ans, l'écorce (on devrait parler en vérité de rhytidome) gerce et des fentes apparaissent au pied de l'arbre sous l'effet de la formation de crêtes liégeuses. À 30 - 35 ans ces gerçures atteignent 3 à 6 m de hauteur mais elles ne sont pas encore fusionnées. Au-delà de 40 ans, les gerçures sillonnent toute la grume et fusionnent pour former des crêtes qui se détachent sous forme de languette. Au-delà de 50 ans, les crêtes sont de plus en plus marquées et forment des crevasses. Au-delà de 70 ans, l'écorce du châtaignier ressemble à celle d'un vieux chêne. Attention toutefois, il existe toutefois une hétérogénéité de l'aspect de l'écorce et certains cas peuvent réellement déconcertants.



Châtaigniers de moins de 20 ans, leur écorce de couleur verte olive est non crevassée.



Taillis de 23 ans. Les gerçures de l'écorce commencent à se marquer au pied sur 1,50 m de hauteur.



Taillis de 36 ans. Les gerçures de l'écorce sont plus prononcées et montent jusqu'à 6-8 m de hauteur, voire plus.



Taillis âgé de 44 ans. Les gerçures ont fusionné pour former de crêtes qui se détachent en languette.



Châtaignier de 64 ans. L'écorce ressemble à celle d'un chêne centenaire. Elle est très crevassée.

© J. Lemaire et G. Cousseau



© J. Lemaire IDF

Photo 2: La tarière de Pressler permet de prélever des carottes dans l'arbre (centre de la photo). Cette carotte est ensuite insérée dans un porte-carotte. Le passage d'une lame (type cutter) révèle les cernes facilement lisibles du châtaignier (bas de la photo).

Perspectives

La Castagniccia dispose à ce jour d'un guide de sylviculture performant. Des parcelles de démonstration des itinéraires sylvicoles préconisés et des journées de formation pour l'usage du guide vont être menées par le CRPF et le Cetef pour que la sylviculture se développe dans cette région où tout reste à réaliser.

Résumé

Cet article présente un itinéraire de gestion des peuplements irréguliers à objectif bois d'œuvre. Cet itinéraire est extrait du guide des sylvicultures du châtaignier en Castagniccia.

Mots-clés : Guides des sylvicultures, Castagniccia, stations, itinéraires sylvicoles, traitement irrégulier.

(1) La tarière de Pressler munie d'un lecteur de carotte est un outil précieux et assez facile d'usage pour estimer l'âge d'un peuplement de châtaignier. Il nécessite toutefois une certaine technicité et une période d'apprentissage à ne pas négliger.

(2) Une clé de diagnostic des arbres de verger quant à leur avenir potentiel de survie est présentée dans le guide ; Contacter le CRPF de Corse.

Remerciements

Nous remercions tout particulièrement le Cetef de Corse et le Président du CRPF M. Gérard Alfonsi pour leurs aides sur le terrain. Nos remerciements vont également à Yves Bernot de l'Odarc et à Christophe Panaiotis de l'OEC pour leurs conseils avisés. Enfin, nous remercions Gérard Dumé de l'IFN, Christian Gauberville et Christophe Drénou de l'IDF qui ont participé activement à la rédaction de ce guide de sylviculture.

Le groupe de travail châtaignier : des résultats et des perspectives

Jean Lemaire (IDF Orléans)

Le châtaignier, troisième essence feuillue de France (en surface), est quasi intégralement situé en forêt privée. La France représente environ 50 % de surface mondiale de la châtaigneraie à bois. Elle est donc un interlocuteur économique incontournable pour cette essence. Mais sous-valorisé en France, le châtaignier reste méconnu du grand public.

Les connaissances d'autécologie ont été affinées et une clé de détermination simplifiée des stations à châtaignier a été dressée (*Article page 18*). L'alimentation en eau est le facteur qui influence le plus la croissance du châtaignier.

Deux outils complémentaires pour déterminer la potentialité de production de bois d'œuvre d'un taillis ont été présentés (*Article page 14*). Ces deux outils permettent de définir les itinéraires de gestion optimum des taillis en fonction de l'âge et de la potentialité de la station.

Différents tarifs de cubage ont été validés (*Article page 25*). Ils permettent de cuber une grume à différentes découpes ou un taillis dans son ensemble.

L'étude roulure menée par la groupe de travail a permis de mieux comprendre le mécanisme de la roulure (*Articles page 29-40*). Elle a mis en évidence l'importance de la largeur du cerne. Lorsque cette largeur du cerne est inférieure à 4 mm (2,5 cm/an en circonférence), la résistance mécanique du bois passe sous un seuil critique de résistance et le risque de roulure devient critique. Les éclaircies tardives sensibilisent d'autant plus le châtaignier à la roulure. Elles induisent 20 à 30 % de roulures supplémentaires par rapport à un témoin non éclairci. Les éclaircies dynamiques et pratiquées à temps (entre 8 et 12 ans) sur des stations aptes à produire du bois d'œuvre diminuent le risque de roulure. **La roulure n'est donc pas une fatalité**.



© J. Lemaire

Le bois de châtaignier : un matériau écologique et durable.

Cette étude a également permis de proposer une évaluation de la proportion d'arbres roulés pour des taillis non éclaircis ou éclaircis tardivement (*Article page 41*). La roulure est un défaut rédhibitoire mais elle se purge généralement facilement. Dans 60 % des cas, la roulure est circonscrite au premier mètre de la grume et elle excède 3 m de hauteur dans seulement 5 % des cas.

Grâce à l'usage du marteau à impulsion, il a été démontré qu'environ 70 % des roulures sont présentes dans l'arbre sur pied. Cet appareil permet de diagnostiquer précisément le taux de roulure d'un peuplement sur pied (*Article page 45*).

Ces différents outils ont permis de valider des itinéraires sylvicoles permettant d'abaisser le risque de roulure (*Article page 49*). La comparaison de la rentabilité économique de différents itinéraires a également été réalisée *(Article page 53)*. Un peuplement éclairci dynamiquement rapporte à terme 2,5 fois plus d'argent qu'un peu-

plement non éclairci… La sélection des plus belles tiges du peuplement, les tiges d'avenir, est une étape cruciale de la gestion d'un peuplement (*Article page 57*). La vigueur prime dans le critère de désignation. Le sylviculteur ne doit pas désigner des tiges dont la circonférence est inférieure à la dimension moyenne du peuplement. La vigueur est un critère prépondérant, mais la rectitude également. Si lors de la désignation, les tiges les plus grosses ont au moins 5 m de hauteur de grume (sans défaut de rectitude ou branchaison), le sylviculteur sera gagnant économiquement en les désignant.

La sylviculture irrégulière est un traitement sylvicole à promouvoir dans les régions où le taillis se mélange avec les arbres issus de vergers (*Article page 60*).

L'avenir est à la régénération…

Les changements climatiques couplés aux vieillissements des ensouchements laissent présager une diminution de la qualité et de la quantité de la ressource de bois d'œuvre. Conscient de ce problème, le groupe de travail châtaignier axera ces prochaines années, ses travaux sur le renouvellement de la châtaigneraie. Un projet ambitieux de trois ans vient de démarrer en Limousin avec l'appui du CRPF, de L'Université de Limoges et du Parc naturel régional Périgord Limousin. Il a été rendu possible grâce aux soutiens des industriels locaux, de la CVO et de la région Limousin.

… et à la communication

Le châtaignier, « bois durable et écologique », reste trop méconnu. Afin de valoriser l'image de ce bois, le groupe de travail participera, comme lors des deux dernières éditions, au salon national châtaignier qui aura lieu à Châlus (Haute-Vienne) en septembre 2008. Un projet de reportage d'une cinquantaine de minutes pour les télévisions nationales verra peut-être le jour également en 2008. Il permettra de faire connaitre au grand public la filière châtaignier française (bois et fruits).

Une étude du bois visant à comparer les caractéristiques mécaniques de différentes provenances de châtaignier dont le CA15 (Marigoule) est en cours. Cette étude menée en Picardie par le CRPF Nord-Pas-de-Calais – Picardie, l'École supérieure du bois de Nantes et le groupe de travail châtaignier, a reçu le soutien de l'interprofession Nord Picardie Bois.

Enfin, les 434 rondelles récoltées lors du projet roulure ont permis de lancer une nouvelle étude. Cette étude doit permettre de mieux comprendre les mécanismes biologiques et physiques liés à la roulure. Elle est menée par l'équipe de Guy Costa de l'Université de Limoges.

Les activités du groupe de travail sont donc encore nombreuses. Elles aideront le châtaignier à briguer le statut de feuillu très précieux ! ■



© J. Lemaire

La plantation expérimentale de Beaumont-en-Beine. L'éclaircie de l'hiver 2007 a été mise à profit pour tester la résistance mécanique des 6 provenances implantées (dont le Marigoule CA 15).

Résumé

La sylviculture des taillis de châtaignier est aujourd'hui mieux cernée grâce à 25 années de travail d'un Groupe. Le renouvellement ainsi que la valorisation de l'image du châtaignier seront les prochains chantiers du groupe de travail.

Mots-Clés : Groupe de travail, châtaignier, projets.