

Mots clés

- Bûcheronnage mécanisé
 - Chablis
- Exploitation forestière
 - Feuillus

Exploitation mécanisée ou semi-mécanisée des chablis : les enseignements d'un observatoire (méthodes, productivité et coûts)

Pour qu'un maximum des 140 millions de mètres cubes de bois abattus en France par les ouragans de décembre 1999 puisse être récolté dans les délais les plus brefs, les pouvoirs publics ont largement encouragé et soutenu l'investissement dans des machines de bûcheronnage. En effet, l'expérience des tempêtes précédentes l'a prouvé : la mécanisation permet d'exploiter les chablis de manière efficace (productivité bien supérieure à celle du bûcheronnage manuel) en limitant les risques d'accidents pour les opérateurs.

Beaucoup d'entreprises, existantes ou juste créées, se sont donc équipées d'engins de bûcheronnage. Ce phénomène s'est accompagné d'une arrivée en forêt de personnes plus ou moins familiarisées, voire pas du tout, avec la conduite d'engins forestiers. **Or les références en matière de méthodes, de productivité et de coûts pour l'exploitation de chablis avec les matériels actuellement sur le marché sont quasi inexistantes.** En effet, les publications sur le sujet datent essentiellement des années 80 et concernent du matériel qui n'est plus utilisé de nos jours.

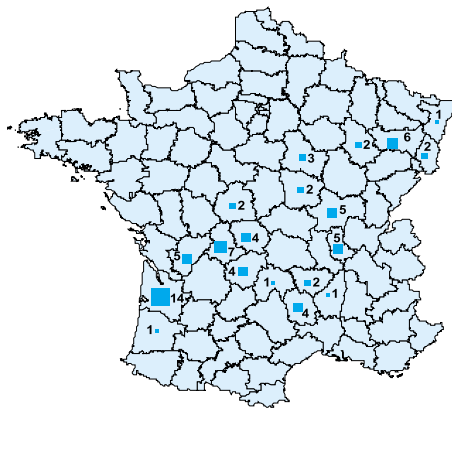
Pour combler cette lacune, un observatoire des méthodes de travail utilisées en France dans différents types de peuplements endommagés par le vent a été mis en place.

Celui-ci a fonctionné pendant un peu plus d'un an. Plusieurs articles ont déjà été diffusés dans la presse professionnelle ; **voici maintenant la synthèse générale de nos observations.**

Méthodes : Bien qu'exerçant dans des contextes très variés, les 35 professionnels de l'observatoire ont finalement travaillé avec des méthodes assez constantes en faisant du travail de qualité. Mais force est de constater que dans les chantiers semi-mécanisés, la sécurité est souvent défaillante. Enfin certains d'entre eux ont innové : ils ont utilisé des machines de bûcheronnage pour récolter les taillis de châtaignier chablis.

Productivité : Des tâches ou des facteurs spécifiques aux chantiers de chablis, entravant directement le rendement productif des machines, ont été identifiés et quantifiés.

Coûts : Les surcoûts d'exploitation liés à la maintenance sont encore difficiles à évaluer tandis que ceux correspondant à l'emploi d'un bûcheron ont un impact très variable.



Au final, 71 études de chantiers ont été réalisées : 65 sur chantiers résineux (tous réalisés par des professionnels expérimentés) et 6 sur chantiers feuillus (réalisés par des professionnels plus ou moins expérimentés).

Des méthodes de travail qui dépendent surtout de l'importance des dommages et de la pente

Mécanisation ou semi-mécanisation : les professionnels de l'exploitation forestière n'ont pas tous fait le même choix. Ainsi, à la différence de leurs homologues nord-américaines, beaucoup d'entreprises en France ont fait le choix d'employer un ou plusieurs bûcherons pour séparer les souches des tiges déracinées avant le passage de la machine (l'objectif étant notamment de faciliter le travail de la machine et de réduire les risques d'éclatement des

gros bois). Cependant, et malgré des contextes de travail très variés et des matériels différents, les professionnels ont travaillé selon des méthodes assez constantes, mais dépendant directement de l'importance des dommages et de la pente.

✓ *La physionomie des peuplements chablis résineux ayant fait l'objet de suivis de chantiers est très variable (cf. tableau ci-dessous).*

	Nombre de chantiers suivis	Densité récoltée (nb tiges / ha)	Arbres sur pied (%)	Arbres déracinés (%)	Arbres cassés (%)	Volume récolté (m ³ /ha)
		Min - moy - max	Min - moy - max	Min - moy - max	Min - moy - max	Min - moy - max
Pin Maritime	15	58 - 212 - 557	1 - 20 - 39	7 - 64 - 97	2 - 16 - 77	24 - 106 - 268
Pin Sylvestre	6	631 - 1242 - 2076	23 - 36 - 51	38 - 54 - 64	6 - 10 - 18	188 - 221 - 274
Douglas	15	123 - 423 - 765	1 - 8 - 20	72 - 90 - 98	0 - 2 - 8	71 - 248 - 521
Epicéa	24	210 - 570 - 1613	0 - 12 - 59	8 - 66 - 98	1 - 22 - 73	76 - 242 - 747
Sapin	5	207 - 386 - 726	0 - 4 - 10	72 - 86 - 92	2 - 10 - 28	121 - 226 - 324

■ Le cas des peuplements peu endommagés

Quand il subsiste un peuplement résiduel sur pied, la machine travaille (presque) comme habituellement en éclaircie : elle circule dans les cloisonnements ou entre les lignes de plantation si elles sont suffisamment espacées (cas du pin maritime par exemple), prélevant les arbres endommagés de part et d'autre, empilant les produits sur les bordures du cloisonnement. Selon les équipes, la machine est précédée ou non d'un bûcheron séparant les souches des tiges déracinées.

- Quand les arbres sont principalement tombés perpendiculairement aux cloisonnements, la machine travaille en allers-retours.
- Quand les arbres sont tombés parallèlement aux cloisonnements, la machine travaille en allers-retours ou en allers simples, selon qu'elle est capable ou non d'atteindre les arbres déracinés par leur souche, en se faufilant entre les tiges sur pied et les houppiers des tiges renversées (les machines compactes sont donc avantagées).



■ Le cas des peuplements chablis sur terrain plat ou peu pentu

Quand la pente n'excède pas 15 %, les machines progressent le plus souvent perpendiculairement au sens de chute dominant, prenant les tiges d'un côté, et empilant les produits de l'autre côté. La largeur des bandes travaillées varie entre 10 et 14 m. Selon les équipes, la machine est précédée ou non d'un bûcheron, et certaines d'entre elles procèdent par allers simples, d'autres par allers-retours : il n'apparaît pas de tendance générale.

Quand c'est possible, les produits sont rangés perpendiculairement au sens de cheminement de la machine. Les grumes de longueur supérieure à 10 m peuvent par contre poser problème au débardage si elles sont trop nombreuses : elles sont alors rangées avec un angle de 45° par rapport au sens de cheminement de l'abatteuse de manière à maintenir dégagés des couloirs de cheminement.

Progression perpendiculaire ou parallèle au sens de chute des arbres ?

Une progression perpendiculaire au sens de chute des chablis permet d'atteindre plus facilement les arbres à proximité de leur souche, et autorise le travail en allers-retours. Toutefois, certaines équipes procèdent quand même par allers simples : il s'agit davantage d'une habitude de travail du conducteur qu'une réponse à des contraintes du chantier ou du matériel (présence d'un bûcheron ou non, grue située sur le côté de la cabine comme sur les engins de type TP ou VALMET, chenilles ou pneus).

Quand les machines doivent progresser parallèlement au sens de chute des arbres, certaines équipes choisissent de travailler en allers simples, en approchant toujours par le côté souche. En effet, quand les arbres sont saisis par la cime, il est fréquent qu'ils ne puissent être dégagés parce que d'autres reposent dessus : il s'ensuit des mouvements de grue et des efforts importants et inutiles, sources de pertes de temps et d'usure accélérée. D'autres équipes, pour éviter de perdre leur temps en déplacement à vide, choisissent de travailler en allers-retours, approchant tantôt par la souche tantôt par la cime.

■ Le cas des peuplements chablis en terrain fortement pentu

Quand le dévers devient trop important (pente supérieure à 15-20 %), les engins progressent selon la ligne de plus grande pente, quel que soit alors le sens de chute des arbres, par bandes de 10-12 m de large. Sur 12 des 13 chantiers étudiés correspondant à ce cas, la machine est précédée d'un bûcheron séparant les souches des tiges déracinées. Les machines travaillent en allers-retours ou en allers simples, selon qu'elles sont capables de gravir la pente en travaillant ou non, et/ou selon la direction de chute des arbres.

- Si la pente et le terrain sont tels (obstacles, rupture de pente...) que la machine a beaucoup de mal à progresser en montant (patinage), elle travaille à la descente uniquement. Elle remonte ensuite à vide

dans une bande préalablement exploitée (éventuellement une piste) qu'elle est capable de gravir. Dans ce cas, la machine perd beaucoup de temps en déplacement à vide (qui peut occuper rapidement 10-15 % du temps de travail).

- Dans le cas où les arbres sont tombés cime vers le bas, et que la machine ne peut travailler qu'en descendant, les souches gênent sa visibilité, et constituent une fois leur tige exploitée une perte de temps supplémentaire (de l'ordre de 3-4 %) : en effet, ces souches ne se replaçant pas toutes seules, la machine doit d'abord les ranger pour pouvoir progresser. De plus, s'il y a un bûcheron sur la coupe, celui-ci peut difficilement progresser seul compte tenu du risque important de basculement des souches dans la pente : les interférences entre la machine et le bûcheron sont donc nombreuses (environ 5 % du temps de travail).

Une qualité de travail globalement correcte

Sur les 71 chantiers étudiés, la qualité de l'exploitation réalisée est très correcte : les bois façonnés sont rangés de manière à ne pas compromettre les opérations de débardage et/ou débusquage, les cahiers des charges des produits sont respectés, les opérateurs n'occasionnent pas ou très peu de bris de bois supplémentaires...

Toutefois, la quantité de bois restant sur coupe après exploitation est importante. Ceci est parfois

lié aux consignes d'exploitation données aux opérateurs (arrêt du façonnage à un diamètre fin bout de 15cm par exemple). Néanmoins, il est clair que les souches d'arbres déracinés exploités sont plus hautes que celles d'arbres sur pied. Ce phénomène est très net dans les chantiers où les machines de bûcheronnage travaillent seules (les souches de 40 cm de haut ne sont pas exceptionnelles) ; il reste par contre limité dans les chantiers où un bûcheron précède la machine.

Une sécurité souvent défaillante dans les chantiers semi-mécanisés

Pour le bûcheron comme pour le chauffeur d'engin, le travail dans les chablis demande davantage de concentration que le travail dans les chantiers habituels. La fatigue survient plus vite. Elle s'accompagne de risques accrus de perte de vigilance et donc d'accidents.

Or, 3 fois sur 4, dans les chantiers où une machine de bûcheronnage et un ou plusieurs bûcherons travaillent simultanément, des interférences ont été observées : au moins à certains moments donc, **les distances de sécurité ne sont pas respectées et le bûcheron prend des risques.** Ceci est difficilement tolérable à une époque où la sécurité dans le travail est considérée comme une priorité et un signe de qualité par la société. De plus les risques du non-respect des distances de sécurité sont sérieux : plusieurs cas d'accidents (pour certains mortels) ont été signalés en 2000 (Cf. Fiches Sécurité AFOCEL n°28 et 30).

Trois cas typiques de chantiers semi-mécanisés :

❶ **Chantiers sans interférences.** Le ou les bûcherons ont quelques heures voir plusieurs jours d'avance : il(s) travaille(nt) en permanence en dehors de la zone de risque de la machine (indiquée sur la grue).

❷ **Chantiers à interférences occasionnelles.** Le bûcheron a 10-30 m d'avance seulement donc il empêche parfois le travail de la machine, et/ou bien il intervient ponctuellement à proximité immédiate de l'engin de bûcheronnage quand celui-ci en a besoin (tige coincée par exemple).

❸ **Chantiers à interférences régulières.** Le bûcheron travaille de façon quasi permanente à côté de la tête de bûcheronnage. Ce cas se produit fréquemment dans les pentes (la machine maintient la souche pendant que le bûcheron sépare celle-ci de la tige par exemple).

Le cas particulier de l'exploitation mécanisée des taillis de châtaignier chablis

Nombreux ont été les taillis de châtaignier abattus par les tempêtes de décembre 1999. Or ceux-ci sont particulièrement difficiles et dangereux à récolter, surtout après une ou deux saisons de végétation. Certains industriels utilisant du châtaignier, ou leurs fournisseurs, ont donc entrepris de mécaniser l'exploitation de ces peuplements avec les engins de bûcheronnage disponibles sur le marché.



Après 1 ou 2 saisons de végétation, les taillis de châtaignier chablis sont devenus quasi impénétrables pour les bûcherons manuels.

Six chantiers ont été étudiés.

- Tous sont des coupes rases de taillis de châtaignier purs ou presque, avec une densité de brins à l'hectare variant entre 800 et 2400, dont 20 à 80 % sont déracinés.
- Le nombre de produits façonnés varie entre 2 et 5 selon les coupes (billons de sciage, parquet, piquet et rondins de papeterie).

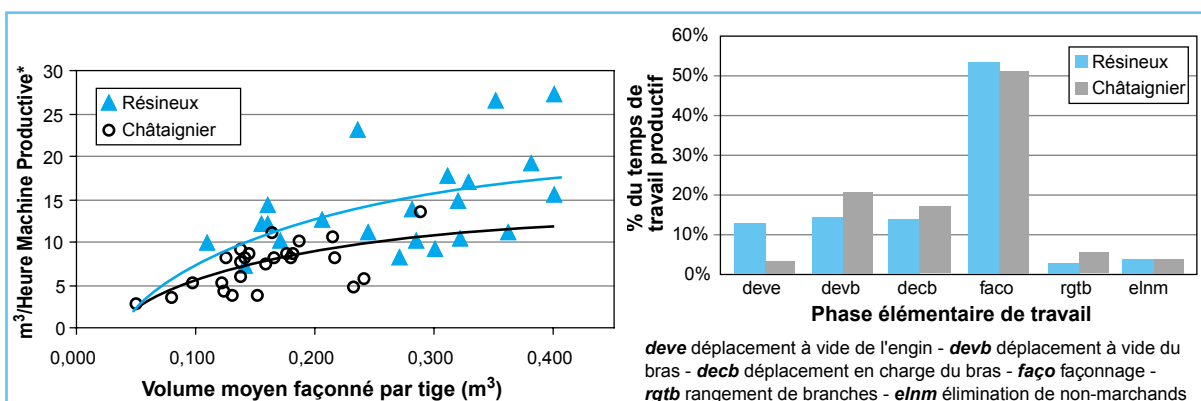
- Les équipes ayant réalisé ces chantiers sont plus ou moins expérimentées ; elles utilisent soit un combiné de bûcheronnage "classique" à roues équipé d'une tête TIMBERJACK 742 ou 762C, soit un porte-outil TP à chenilles équipé d'une tête de bûcheronnage KONRAD WOODY 50.

L'étude réalisée, bien que limitée à 6 chantiers, a permis de vérifier que l'utilisation de machines de bûcheronnage permet d'exploiter correctement des taillis de châtaignier renversés par le vent (valorisation des bois, respect du cahier des charges des produits...) en toute sécurité.

Selon les chantiers et l'expérience de l'opérateur, la productivité dans les taillis est inférieure ou égale à la productivité obtenue dans les chablis de résineux de taille semblable.

Compte tenu d'une part du nombre important de facteurs qui diffèrent d'un chantier à l'autre (opérateur chevronné ou débutant, prélèvement variant entre 160 et 390 m³/ha...), d'autre part du faible nombre de chantiers étudiés, il est encore trop tôt pour conclure sur l'influence du type de machine ou du type de produits façonnés sur la productivité.

L'AFOCEL poursuit donc ses études sur la mécanisation du bûcheronnage des feuillus, au sujet de la productivité mais aussi des coûts de revient des machines, car ceux-ci risquent vraisemblablement d'être plus importants que pour des machines évoluant dans les peuplements résineux.

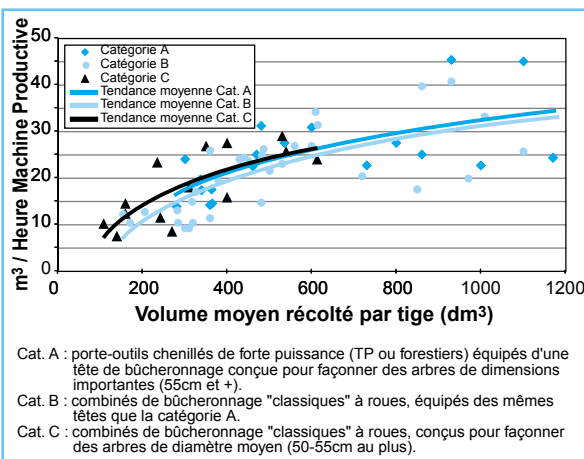


▲ Les productivités des engins de bûcheronnage mesurées dans les chantiers feuillus tendent à être plus faibles que dans les chantiers résineux étudiés. Et si le temps de déplacement de l'engin est plus réduit dans les taillis, les mouvements de bras occupent par contre davantage de temps : ces phénomènes sont à relier aux densités et aux difficultés de préhension, importantes dans les taillis. [* voir page 5 pour la relation entre Heure Machine Productive et Heure Machine Horamètre]

Le volume unitaire des tiges exploitées reste le facteur explicatif numéro 1 de la productivité

■ **L'essence et la catégorie d'engins sont sans influence** sur la tendance moyenne d'évolution de la productivité en fonction du volume de l'arbre moyen récolté.

✓ *Les différentes catégories d'engins ont bien été employées dans leur gamme théorique d'utilisation : machines considérées comme de capacité "moyenne" (cat. C) dans des bois de 100 à 600 dm³ et engins de capacité plus importante (cat. A et B) dans des volumes unitaires de 300 à 1100 dm³.*



■ Les sources de perte de productivité sont variées et nombreuses

Certaines, "classiques", ont pour conséquence de limiter le taux d'utilisation productif des engins. Il s'agit des pannes, des incidents mécaniques ou encore des temps d'arrêt liés à des défauts d'organisation qui, par définition, ne font pas partie du temps de travail productif. Sur les chantiers étudiés, le ratio Heure Machine Productive / Heure Machine Horamètre est en moyenne de 86 %, mais il varie beaucoup (±10 %).

D'autres, plus "spécifiques" des chantiers de chablis, ont un impact direct sur le rendement productif des engins :

- Type 1 : phases de travail habituelles mais qui, du fait des chablis, prennent davantage de temps (le bûcheronnage d'un chablis est plus long que le bûcheronnage d'un arbre sur pied).
- Type 2 : phases de travail supplémentaire qui n'existent pas dans les chantiers "normaux".

Au final, selon les caractéristiques intrinsèques du chantier (proportion d'arbres endommagés, types de dommages, volume unitaire des arbres...) et la méthode

utilisée (travail en allers simples, emploi d'un bûcheron...), la perte globale de productivité peut être très limitée (quelques pourcents) ou atteindre 50 %.

✓ *Proportion du temps de travail productif occupé par les phases de travail de type 1 (fraction supplémentaire) et de type 2 (temps total) : résultats moyens et extrêmes sur les 71 chantiers étudiés.*

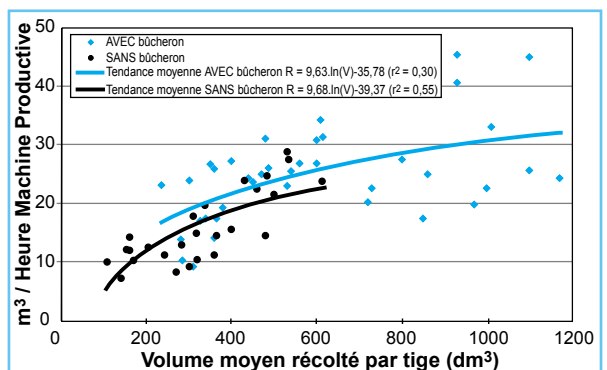
	SOURCES	CAS MOYENS	CAS EXTREMES
TYPE 1	Bûcheronnage d'arbres déracinés entiers	4 à 14 % ² [70% des arbres du chantier sont déracinés]	6 à 20 % ² [100% des arbres du chantier sont déracinés]
	Bûcheronnage d'arbres déracinés déjà séparés de leur souche	Négligeable	Négligeable
	Bûcheronnage d'arbres cassés (en morceaux marchands)	4 à 6 % ² [15% des arbres du chantier sont cassés]	24 à 40 % ² [100% des arbres du chantier sont cassés]
TYPE 2	Traitement des chandelles et volis non marchands	1-2 % [nombre < 100/ha]	12 % [400-500 / ha]
	Interférences avec le bûcheron	2-3 %	12 %
	Travail en allers simples	7 %	15 %
	Remise en place des souches	1 %	4-5 %
	Echec d'extraction	1 %	5 %
	Changement de chaînes	1 %	6 %

² selon volume unitaire moyen des tiges (pour les chantiers composés de tiges de volume unitaire compris entre 150 et 700 dm³ seulement).

■ "L'effet du bûcheron"

Dans la gamme de volumes unitaires commune aux chantiers mécanisés et semi-mécanisés étudiés, il apparaît un écart d'environ 3 m³/HMP au profit de ces derniers.

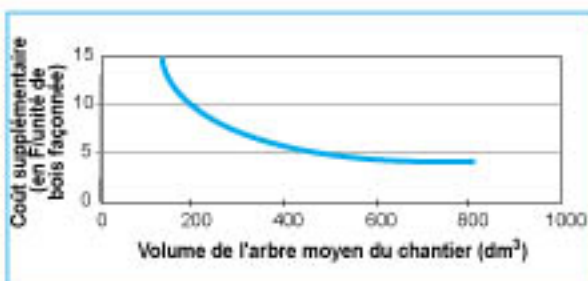
✓ *Alors que les chantiers 100% mécanisés sont constitués de bois petits ou moyens (100 à 600 dm³) principalement façonnés par des machines de capacité moyenne, les chantiers semi-mécanisés sont plutôt constitués de bois moyens ou gros (300 à 1100 dm³) façonnés par des machines de capacité importante.*



Des surcoûts d'exploitation difficiles à évaluer

■ **Au niveau des frais d'entretien et de réparation des engins, il ne se dégage pas de tendance nette à l'augmentation** après plus d'un an de travail dans les chablis. Mais il est vrai que la plupart des machines de cet observatoire sont récentes (moins de 2 ans). Il est donc à craindre que les effets d'une usure prématurée du matériel se manifestent plus tard, à moyen terme.

■ **Le principal surcoût observé pendant cette période d'exploitation des chablis est incontestablement le coût correspondant aux frais d'embauche ou de sous-traitance d'un bûcheron supplémentaire**, pour les entreprises ayant fait le choix de travailler en mode semi-mécanisé. Le coût horaire d'exploitation subit en effet une hausse de l'ordre de 10 à 30 % selon les cas (Cf. tableau ci-dessous).



Mais selon l'équipement et le portefeuille de chantiers de l'entrepreneur, le coût lié à l'emploi d'un bûcheron peut être supérieur au gain de productivité procuré. Il existe notamment deux cas typiques où il est difficile de rentabiliser le surcoût d'exploitation lié à l'emploi d'un bûcheron :

❶ Chantiers où la perte de productivité estimée est inférieure à 25 ou 30 %,

❷ Chantiers où les arbres ont un volume unitaire faible (de l'ordre de 200 dm³), car il est alors difficile pour l'entrepreneur de négocier ses prestations à l'unité 10 F plus cher.

En effet, les pertes de productivité comme l'augmentation des coûts ont des conséquences toujours plus grandes sur le coût de l'unité de bois façonnée dans les chantiers de faibles volumes unitaires, caractérisés par des rendements limités, que dans les chantiers de volumes unitaires moyens, caractérisés par des rendements supérieurs.

« Effet sur le coût de l'unité de bois façonnée d'une hausse du coût horaire d'exploitation de 120 F. Exemple basé sur la relation moyenne, ajustée sur les 65 chantiers de résineux étudiés, entre P (productivité en m³/HMP) et V (Volume de l'arbre moyen du chantier) : $P = 11,6 \cdot \ln(V) - 48,9$ ».

✓ L'emploi d'un bûcheron, dont le coût peut être estimé à 200 000 F par an, entraîne une hausse très nette du coût horaire de l'exploitation (- frais machine de bûcheronnage + frais bûcheron).

Nombre d'Heures Machine par an	Coût du bûcheron (F/Heure Machine)	Coût horaire de la machine de bûcheronnage (F/Heure Machine)					
		400	500	600	700	800	900
1400	142,86	36 %	29 %	24 %	20 %	18 %	16 %
1600	125,00	31 %	25 %	21 %	18 %	16 %	14 %
1800	111,11	28 %	22 %	19 %	16 %	14 %	12 %
2000	100,00	25 %	20 %	17 %	14 %	13 %	11 %
2200	90,91	23 %	18 %	15 %	13 %	11 %	10 %

Pour en savoir plus

BIGOT M. (2000)

"Mécaniser l'exploitation des chablis : une solution efficace mais pas universelle"

AFOCEL, Informations-Forêt n°604

AFOCEL-FAFSEA (2000)

"Exploitation mécanisée des chablis : organisation, techniques et sécurité"

Plaquette, 16 pages

Ce projet a été coordonné par l'AFOCEL et réalisé en collaboration avec le CTBA sur la période août 2000 – août 2001. Il a bénéficié d'une participation financière du Ministère de l'Agriculture et de la Forêt (DERF) et des groupes industriels produisant de la pâte à papier en France.

