LES FICHES

Fiabiliser l'utilisation des systèmes de mesure des machines de bûcheronnage

Des responsabilités et des avantages pour tous les acteurs

FCBA INSTITUT TECHNOLOGIQUE
Entrepreneurs des Territoires
FNB Fédération Nationale du Bois
Office National des Forêts — Demain prend racine aujourd'hui
GCF Groupe Coopération Forestière

SOMMAIRE DES FICHES

Les bases à maîtriser

- A — Le langage commun
- B — Le volume commercial selon la norme française NF B53-020
- C — Le volume selon le principe de la somme des cylindres de 10 cm
- D — Impact du diamètre sur le volume

Les comportements à adopter

- E — Influence des matériels et de leurs paramétrages sur les mesures
- F — Conditions de chantier et précautions de conduite
- G — La machine a-t-elle besoin d'être étalonnée ?
- H — Procédures générales de contrôle et d'étalonnage

Les synthèses par acteur

- I — Commanditaire du bûcheronnage mécanisé

- J — Direction et encadrement d'entreprises réalisant du bûcheronnage mécanisé

- K — Conducteur de machine de bûcheronnage

Ces fiches sont mises à votre disposition en complément du livret de bonnes pratiques.

Novembre 2019 - Crédit photographique : FCBA, Komatsu Forest, Alliance Forêts Bois, CFBL, Pixabay
Cette action collective a bénéficié du soutien financier de France Bois Forêt et du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation

A

Le langage commun

Le vocabulaire professionnel permet de maîtriser ce dont on parle, que ce soit à l'oral dans la discussion ou devant l'écran face aux données.

Longueur commerciale (L_c) : longueur spécifiée dans l'accord contractuel entre le fournisseur et le client bois, en précisant la règle d'arrondi. Par défaut, elle est exprimée en mètre et centimètre.

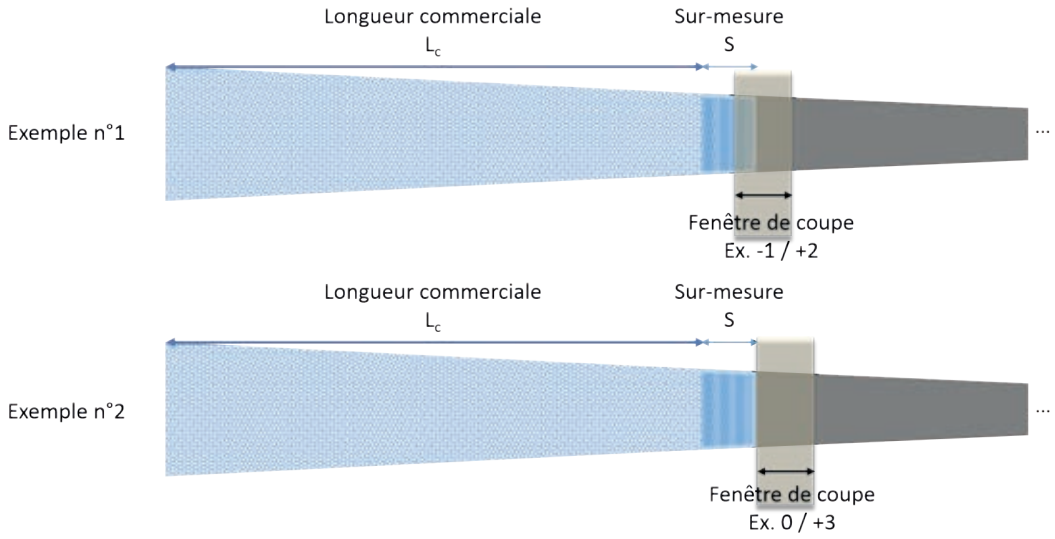
Sur-mesure (S) : longueur supplémentaire liée au besoin de sécuriser l'intégrité de la longueur commerciale. Définie contractuellement entre le fournisseur et le client bois, elle est exprimée en cm et strictement positive. En effet, un produit trop court ne pourra plus être rallongé alors qu'un produit trop long pourra toujours être recoupé si besoin.

Fenêtre de coupe : intervalle de tolérance donnée à la tête de bûcheronnage sur la longueur réelle du produit. Cette souplesse qui lui est laissée permet de minimiser le temps de stabilisation au cours de son repérage le long de la tige, avant la découpe. La fenêtre de coupe est généralement de quelques cm, avec une limite basse qui peut être négative (ex : 0 / +3 ; -2 / +2).

Chaque notion à sa fonction, les sur-mesures et les fenêtres de coupe ne doivent pas être confondues.

Longueur réelle ($L_{réelle}$) : c'est la plus petite distance qui sépare les sections extrêmes de la pièce. En bûcheronnage mécanisé, elle correspond de fait à la somme de la longueur commerciale, de la sur mesure et de l'application de la fenêtre de coupe.

NB : si la fenêtre de coupe a une limite basse négative (ici -1 dans l'exemple n°1) la longueur réelle pourra être inférieure d'un centimètre à la somme de la longueur commerciale et de la sur-mesure. En revanche, si la fenêtre de coupe est strictement positive (ici 0 ; +3 dans l'exemple n°2) la longueur réelle sera toujours strictement supérieure à la somme de L_c et de S.



Attention ! Un biais constaté sur une mesure se corrige par un étalonnage, pas par une modification indue du paramètrage.

G

Ces définitions respectent la norme professionnelle NF B53-020 et les logiciels des constructeurs les utilisent. Si d'une marque à l'autre les mots sont différents, les notions sont bien les mêmes avec les correspondances ci-dessous.

	John Deere	Ponsse	Komatsu
Longueur réelle	Longueur scié, cm	Longueur coupée	Longueur physique, cm
Longueur commerciale	Longueur requise, cm	Longueur de la matrice de prix	Selon la classe de longueur
Sur-mesure	Provision	Supplément de surdimension (cm)	« + » dans classes de longueurs

Dénominations francophones des dimensions d'intérêt dans l'interface utilisateur des ordinateurs de bord des marques John Deere, Ponsse et Komatsu

A tout moment, il reste possible de se repérer dans les fichiers standardisés grâce aux variables bien employées.

	StanForD classic Fichier APT	StanForD Fichiers HPR, PIN, HQC
Longueur réelle	v163_t1	VolumeLengthCategory : Physical length cm
Longueur commerciale	v163_t1	VolumeLengthCategory : Length as defined in length classes
Sur-mesure	v135_t1	LengthClassMargin

Dénomination des dimensions d'intérêt dans les versions « classic » et 2010 du langage informatique standardisé StanForD

Autres définitions utiles :

Diamètre commercial (D_c) : diamètre médian servant à calculer le volume commercial (NF B53-020). L'emplacement de la mesure du D_c est situé à la moitié de la longueur commerciale.

Taux d'écorce : part du volume de bois rond constituée de l'écorce. Il est exprimé en pourcentage du volume sur écorce, il est précisé de manière contractuelle.

Cette action collective a bénéficié du soutien financier de France Bois Forêt et du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation

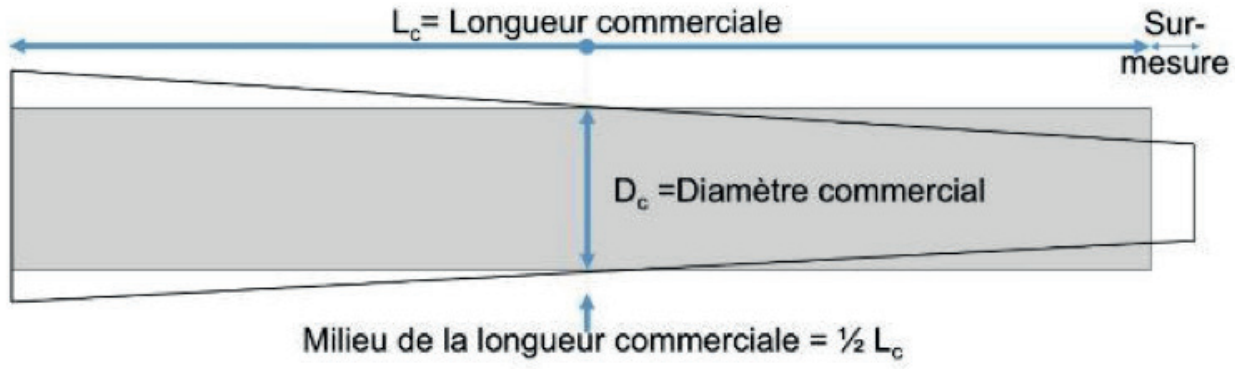
B

Le volume commercial selon la norme française NF B53-020

En France, la norme professionnelle NF B53-020 cadre la méthode de calcul du volume commercial faisant l'objet d'une transaction commerciale entre un fournisseur de bois ronds et son client. Dès le façonnage par la machine de bûcheronnage, il est possible de déterminer le volume des produits selon cette norme en choisissant la formule prévue à cet effet et le paramètrage adéquat.

Pour calculer le volume commercial d'une pièce, cette dernière est assimilée à un cylindre dont la base et la hauteur correspondent respectivement au diamètre commercial et à la longueur commerciale.

Dans la transaction commerciale entre un fournisseur de bois ronds et son client, l'arrondi du diamètre au « cm couvert » et la sur-mesure de longueur ont pour but de sécuriser le transformateur (bois d'œuvre) sur la possibilité de valoriser les dimensions cibles de ses produits finis.



Principe de cubage d'une pièce individuelle selon la norme NF B53-020

Le volume commercial V_c est donné par la formule :

$$V_c = \frac{\Pi}{4} D_c^2 L_c$$

D_c - Diamètre commercial

L_c - Longueur commerciale

$L_c/2$ - Milieu de la longueur commerciale

S - Surmesure

La valeur adoptée pour $\frac{\Pi}{4}$ étant 0,7854.

L_c est exprimée en mètre avec deux décimales.

D_c est exprimé en mètre avec deux décimales, sa valeur est arrondie au «cm couvert», c'est à dire au centimètre entier inférieur. Exemples : 368 mm est arrondi à 360 mm ; 461 mm est arrondi à 460 mm

Le volume commercial de la pièce s'exprime en mètre cube, suivi de trois décimales. Le troisième chiffre étant arrondi au chiffre le plus proche.

Le commanditaire du bûcheronnage mécanisé peut demander que le volume du chantier et le volume par produit soient déterminés selon cette formule de cubage s'il se sert des données de production pour suivre l'avancement de ses stocks.

Si un de ses clients bois est équipé d'un cubeur scierie certifié, cela peut notamment lui faciliter les contrôles de cohérence avec le volume commercial annoncé par ce client. En effet, les cubeurs scieries certifiés sont contrôlés pour déterminer le volume commercial de chaque pièce selon cette même norme NF B53-020.

Pour un ensemble de pièces, la norme admet un écart de 3% maximum entre les deux volumes comparés.

	John Deere	Ponsse	Komatsu
Formule la plus approchante	m^3fmimi et longueur requise, cm	134 et longueur de la matrice de prix	Moyen et selon la classe de longueur
StanForD 2010	Combinaison des paramètres suivants : VolumeDiameterAdjustment = Measured diameter rounded downwards to cm VolumeDiameterCategory = Mid VolumeLengthCategory = Length as defined in LengthClass VolumeUnderBark = False		

Paramètres à rassembler dans les ordinateurs de bord pour approcher la formule de calcul du volume commercial selon la norme NF B53-020.

La formule de calcul du volume commercial selon la norme française a été ajoutée en 2018 dans le logiciel SILVIA qui permet de créer les fichiers d'instruction indépendamment des suites logiciels des constructeurs. Pour l'utiliser, choisir «NF B 53-020 français» dans la liste des «volume type».

La longueur commerciale est la référence pour le calcul du volume commercial

Il est important de bien s'assurer que la longueur prise en compte dans le calcul du volume par la machine est bien la longueur commerciale.

La formule de calcul du volume V d'un cylindre est proportionnelle à la longueur, ici L_c, du cylindre considéré. Le volume de la sur-mesure, qui n'est pas pris en compte dans le volume commercial, est donc directement proportionnel au poids de la sur-mesure vis-à-vis de la longueur commerciale.

- Surmesure de 1cm / m ➔ 1%.

- Surmesure de 10 cm sur un produit de longueur commerciale de 5m ➔ 2%.

Etre clair sur la prise en compte de l'écorce

La mesure du diamètre est réalisée sur écorce. Par défaut, le volume est calculé sur écorce lui aussi. Si c'est un volume sous écorce qui est demandé, il important de convenir de la manière dont la conversion est réalisée.

La règle d'arrondi au « cm couvert » pour les diamètres médians

Bien comprendre la règle d'arrondi du diamètre prise en compte pour la détermination du volume commercial permet de se prémunir contre les incompréhensions. La formule de calcul du volume V d'un cylindre étant proportionnelle au carré du diamètre du cylindre considéré, un écart de diamètre se répercute de façon très impactante sur le volume calculé.

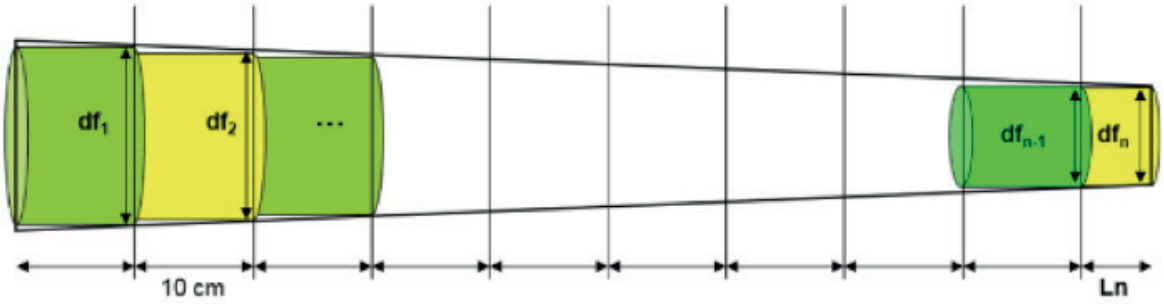
Novembre 2019 - Crédit photographique : FCBA, Komatsu Forest, Alliance Forêts Bois, CFBL, Pixabay
Cette action collective a bénéficié du soutien financier de France Bois Forêt et du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation

C

Le volume selon le principe de la somme des cylindres de 10 cm

Le principe de calcul de cette formule consiste à subdiviser la pièce de bois en segments de 10 cm de long en calculant pour chacun des segments le volume du cylindre de base égale au diamètre fin bout du segment.

C'est une formule qui se veut proche de la réalité géométrique des bois. Toutefois, elle ne reste qu'une approche puisque seule l'immersion d'un billon dans l'eau permettrait de déterminer son volume absolu.



Principe de cubage d'une pièce individuelle en la subdivisant virtuellement en cylindres de 10 cm de long dont la base est le diamètre fin bout de la section correspondante du bois rond

Volume du billon = $\frac{\pi}{4} * 0.10 * (df_1{}^2 + df_2^2 + \cdots + df_{n-1}^2) + \frac{\pi}{4} df_n^2 * L_n$

Df_x = diamètre fin bout de la section n°x, en mètre avec deux décimales.

L_n = Longueur de la dernière section, en mètre avec deux décimales.

Cette formule est disponible dans les ordinateurs de bord et logiciels des différentes marques sous les dénominations suivantes :

	John Deere	Ponsse	Komatsu
Cylindres de 10 cm	m^3f	130	fixe
StanForD 2010	m^3 sob		

Dénominations de la formule de somme des cylindres dans les systèmes des constructeurs et dans les versions classique et 2010 du langage standardisé StanForD

Il est essentiel que les instructions de façonnage convenues pour chaque chantier détaillent par essence et par produit les consignes de longueur, d'arrondi et d'écorce.

Convenir de la longueur prise en compte pour le calcul du volume

Lorsque cette formule est utilisée, les instructions doivent indiquer qui de la longueur réelle ou de la longueur commerciale L_c sera la dimension utilisée pour le calcul du volume attendu.

Le volume V d'un cylindre est proportionnel à la longueur L du cylindre considéré. Une différence de longueur, due à la prise en compte de la sur-mesure, est donc directement répercutée sur le volume calculé :

- Surmesure de 1cm / m ➔ 1 %.
- Surmesure de 10 cm sur un produit de longueur commerciale de 5 m ➔ 2 %.

Etre clair sur la prise en compte de l'écorce

La mesure du diamètre est réalisée sur écorce. Par défaut, le volume est calculé sur écorce lui aussi. Si c'est un volume sous écorce qui est demandé, il est important de convenir de la manière dont la conversion est réalisée.

Définir la règle d'arrondi pour les diamètres

Le volume V d'un cylindre étant proportionnelle au carré du diamètre du cylindre considéré, un écart de diamètre se répercute de façon très impactante sur le volume calculé.

L'utilisation de cette formule de cubage (somme des cylindres de 10 cm) implique le plus souvent un arrondi des diamètres au mm le plus proche.

Novembre 2019 - Crédit photographique : FCBA, Komatsu Forest, Alliance Forêts Bois, CFBL, Pixabay
Cette action collective a bénéficié du soutien financier de France Bois Forêt et du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation

D

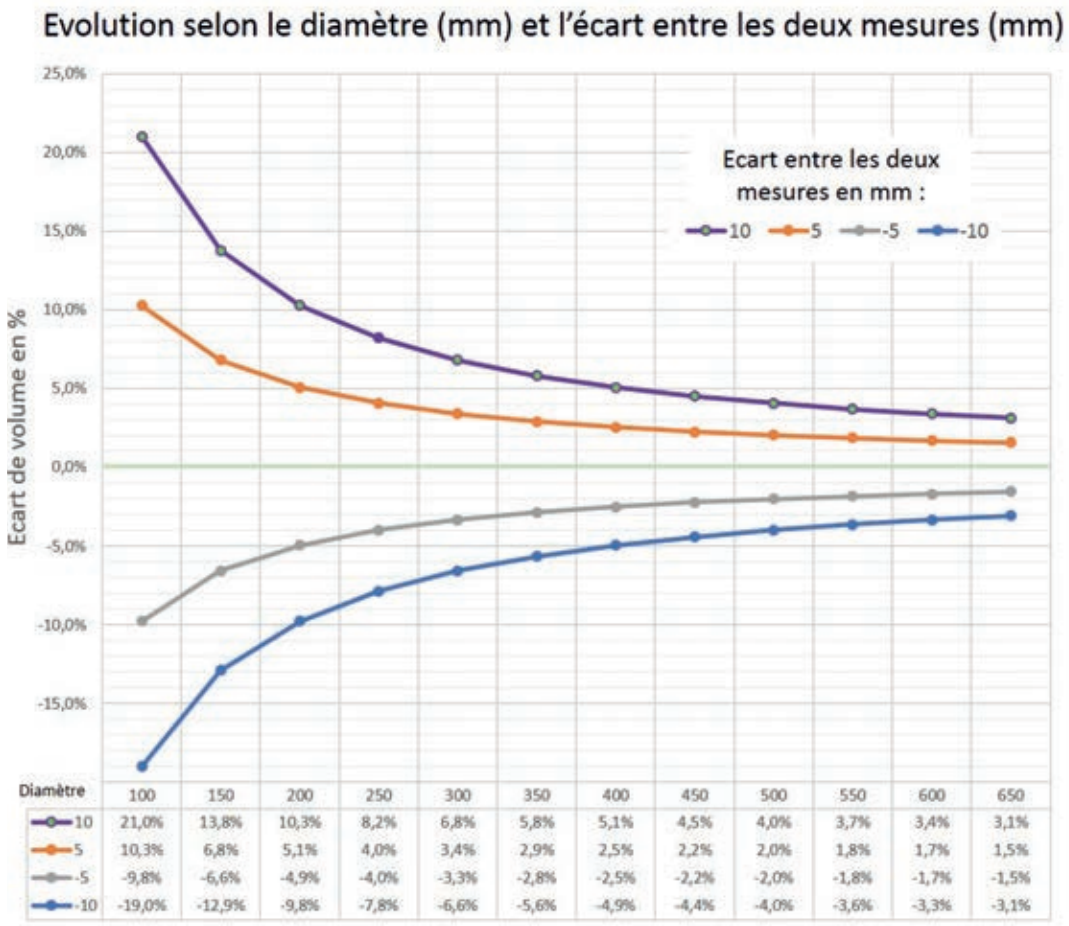
Impact du diamètre sur le volume

Le volume V d'un cylindre est proportionnel au carré du diamètre du cylindre considéré. Dès lors, un écart entre le $D_{réel}$ et la mesure erronée se répercute de façon très impactante sur le volume calculé.

$$[\text{Ecart de volume en \%}] = [(\text{écart de diamètre})^2 + 2 * D_{réel} * (\text{écart de diamètre})] / D_{réel}^2$$

Ces conséquences en % d'écart de volume sont d'autant plus importantes que les diamètres sont faibles.

Une communication claire et le bon usage des équipements permettent de se prémunir des problèmes.



Diamètre	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650
10	21,0%	13,8%	10,3%	8,2%	6,8%	5,8%	5,1%	4,5%	4,0%	3,7%	3,4%	3,1%
5	10,3%	6,8%	5,1%	4,0%	3,4%	2,9%	2,5%	2,2%	2,0%	1,8%	1,7%	1,5%
-5	-9,8%	-6,6%	-4,9%	-4,0%	-3,3%	-2,8%	-2,5%	-2,2%	-2,0%	-1,8%	-1,7%	-1,5%
-10	-19,0%	-12,9%	-9,8%	-7,8%	-6,6%	-5,6%	-4,9%	-4,4%	-4,0%	-3,6%	-3,3%	-3,1%

Ecart sur le volume en conséquence d'une différence de diamètre de + ou – 5 et 10 mm.

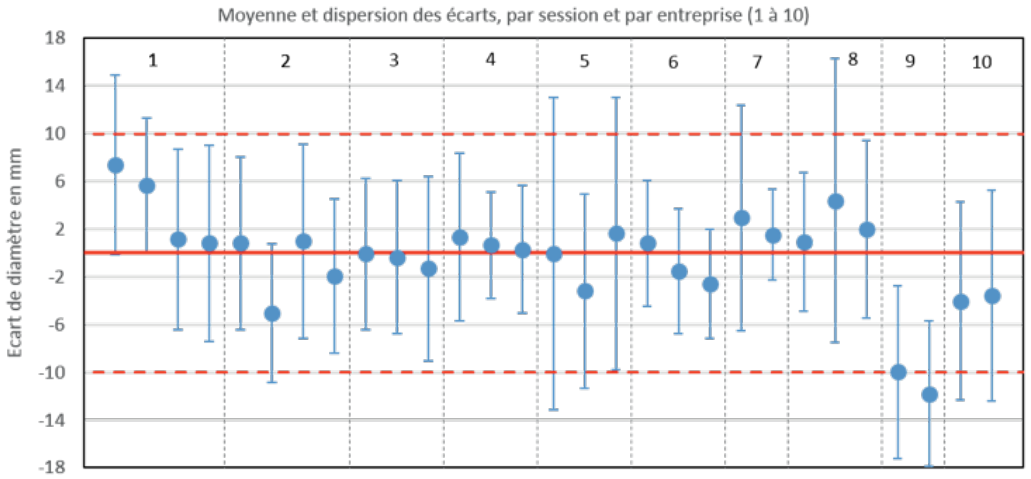
Pour mémoire, pour un ensemble de pièces, la norme NF B53-020 admet un écart de 3% maximum entre les deux volumes comparés

Source d'erreur	Moyen de s'en prémunir	A quel moment
Biais	Détection du biais puis étalonnage	Déclenché grâce au suivi des performances de mesure
Forte dispersion des écarts $D_{machine}$ - $D_{contrôle}$	Veiller au bon fonctionnement des outils de mesure	Maintenance de la tête et des outils de contrôle
Mesure réalisée au mauvais endroit	Formaliser clairement la longueur de référence, L_c à privilégier	Formalisation explicite dans les instructions de chantier
Règles d'arrondi différentes	Formaliser clairement quelle est la règle d'arrondi prise en compte	
Confusion entre SUR et sous-écorce	$D_{sur-écorce}$ par défaut, sinon formaliser le diamètre attendu.	

Principales sources d'erreur dans la mesure du diamètre et les moyens de s'en prémunir

En 2018, 10 binômes conducteur / machine ont été suivis par FCBA. 29 sessions de comparaison des mesures machine et manuelles ont été réalisées. La moyenne et la dispersion des 2 102 écarts de diamètre pour chacune des sessions sont présentées ci-dessous par entreprise. Un bornage à +/- 10 mm est représenté à titre indicatif en pointillé.

La fiabilisation de la mesure des diamètres apparait comme une marge d'amélioration commune à toutes entreprises rencontrées.



Moyenne des écarts de Diamètre (en mm) et dispersion des 2/3 des écarts individuels relevés par session.

Plusieurs de ces conducteurs ont par ailleurs démontré par la suite que leur attention accrue portée à la mesure des diamètres avait permis de fiabiliser les mesures machines. L'adoption des bonnes pratiques peut rapidement porter ses fruits, même s'il convient ensuite de rester attentif.

Novembre 2019 - Crédit photographique : FCBA, Komatsu Forest, Alliance Forêts Bois, CFBL, Pixabay
Cette action collective a bénéficié du soutien financier de France Bois Forêt et du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation

E

Influence des matériels et de leurs paramétrages sur les mesures

L'entretien quotidien de la tête de bûcheronnage est l'opportunité de bien surveiller que les organes de mesure sont fonctionnels. La maintenance et l'ajustement réfléchi du système de mesure contribuent à ce que les données de production soient justes et utiles.

Je vérifie la roulette

La roulette doit être au contact de la tige pour suivre la longueur de bille qui défile dans la tête de bûcheronnage depuis le dernier trait de scie. Elle est pressée contre le bois de façon mécanique par un ressort ou de façon hydraulique par un vérin. Cette seconde option permet de piloter au besoin le réglage de la pression de la roulette contre les billes.

Le capteur encodeur, positionné dans la roulette en son centre, compte les rotations de la roulette, les traduit en longueur et envoie les données à l'ordinateur de bord de la machine de bûcheronnage.

Chacun de ces éléments a besoin de jouer correctement son rôle pour que des données fiables atteignent l'ordinateur de bord.

Pour trouver la roulette la plus adaptée, il est utile de trouver un interlocuteur qui pourra conseiller les bonnes dimensions (largeur et diamètre de la roulette), le nombre et la taille des picots, l'intérêt d'un modèle avec liseret entre les dents…

«Je me souviens d'être venu changer la roulette de mesure des longueurs d'une tête récemment remplacée. Depuis sa mise en service, le chauffeur, expérimenté et réalisant des étalonnages réguliers, n'arrivait pas à stabiliser la précision des longueurs avec des sur ou sous estimations. Or c'est une roulette avec des petites dents, comme utilisée en Suède et Finlande, qui était montée et non une roulette avec des dents plus prononcées comme nous avons l'habitude d'utiliser. Dans la foulée du changement de roulette, nous avons étalonné la tête à deux avec mon collègue.»
(Mécanicien, Corrèze)

A l'usage, le fonctionnement de la roulette est très directement influencé par :

- **L'usure.** Elle fait diminuer le diamètre effectif de la roulette. Or l'ordinateur tient encore compte du diamètre initial de la roulette et calcule une longueur plus longue que celle réellement parcourue par la roulette usée. Ce biais doit être corrigé par un étalonnage. A l'usage, les dents peuvent aussi perdre en agressivité. Or si la roulette patine sur l'écorce, les longueurs ne peuvent pas être justes car le capteur reçoit une information non représentative de la réalité.
- **L'écorce et la sève.** Leur accumulation peut bloquer la rotation de la roulette ou augmenter son diamètre et ainsi fausser les longueurs mesurées.
- **La qualité du façonnage.** Quand la roulette de mesure passe sur un obstacle (chicot de branche, excroissance d'écorce…) elle parcourt une distance supérieure à la longueur réelle du billon (longueur en ligne droite mesurée parallèlement à cet obstacle). Un couteau d'ébranchage mal affûté contribue à une irrégularité de surface et donc à une augmentation de la distance parcourue par la roulette.

«Nous avons constaté un effet de ripage récurrent de la roulette sur le tronc avec le modèle à grandes dents peu nombreuses (10). L'utilisation de roulettes avec des dents plus petites et plus nombreuses (30) a eu pour effet d'éliminer cet effet préjudiciable aux mesures. Il faut cependant éviter les allers-retours trop nombreux dans la tête.»
(Entrepreneurs de travaux forestiers et conducteurs de machines de bûcheronnage, Tarn)

Du fait de cette mise à l'épreuve quotidienne de la roulette, il est important d'en vérifier le bon fonctionnement, de contrôler quotidiennement les mesures et d'étalonner quand c'est nécessaire.

- **Vérifier que la roulette de mesure tourne, n'est pas trop usée, n'a pas trop de jeu, est bien fixée, n'est pas trop sale** (accumulation d'écorce par exemple) et n'a pas de défauts mécaniques.
- **Vérifier que le vérin ou le ressort de la roulette de mesure n'a pas de jeu,** est bien fixé et fonctionne correctement.
- **Vérifier que tout matériel de la tête directement lié à un matériel de mesure n'est pas défaillant,** n'a pas trop de jeu et est bien fixé.

«J'ai vécu plusieurs semaines d'hésitation face à des longueurs qui faisaient le yoyo. A l'occasion de l'ouverture du capot (le graissage quotidien de la tête ne nécessite pas d'ouvrir le capot sur ce modèle) j'ai pu constater un écartement anormal de la roulette sur son support (1).

Surpris par cette anomalie, j'ai démonté le boitier de la roulette (2).

Un échange de photos avec mon référent constructeur a permis de mettre le doigt sur une rayure anormale (3) .

Remplacer le boitier a permis de résoudre le problème.»
(Conducteur de machine de bûcheronnage, Morbihan)

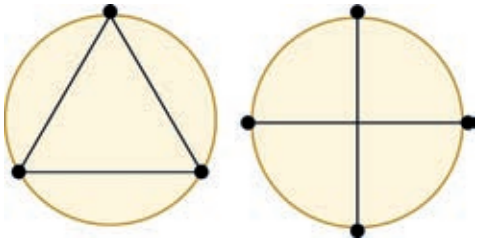
Je vérifie les capteurs de diamètre

Les capteurs de diamètres sont reliés aux pièces de la tête de bûcheronnage dont l'écartement s'ajuste à la taille du bois façonné.

Selon les marques, ils sont situés soit à la base des couteaux d'ébranchage (supérieurs ou inférieurs), soit à la base des rouleaux emmeneurs.

Certaines têtes sont équipées d'une chaîne montée sur un petit pignon qui est actionné par un ressort. Ce ressort est tendu ou détendu lors de l'ouverture ou la fermeture des couteaux ou des rouleaux, faisant ainsi tourner le pignon dont la course indique le diamètre correspondant au capteur auquel il est relié.

Selon les modèles de tête, la mesure automatisée du diamètre peut se faire par triangulation (à gauche) ou par la moyenne de deux mesures en croix (à droite)



A l'usage, le fonctionnement de ces équipements est directement influencé par :

- L'**usure des couteaux.** Un ébranchage partiel induit un écartement supérieur des pièces qui enserrent le bois et donc une mesure biaisée. Avec le temps et les frottements contre le bois, les couteaux s'amincissent ce qui introduit un biais dans la mesure du diamètre.
- Des **chocs éprouvants.** Au cours de l'ébranchage ou lorsque l'arbre tombe après abattage, ces chocs peuvent introduire des jeux ou des soucis de fixation du matériel.
- Les **mouvements excessifs de la tête.** Ces derniers peuvent induire des incohérences ponctuelles dans les mesures de diamètre :
    - Des allers-retours multiples lors de l'ébranchage ;
    - L'ouverture des couteaux pour faciliter le passage de la bille dans la tête.

Du fait de cette mise à l'épreuve quotidienne de la tête, il est important de réaliser la maintenance préventive de l'instrumentation de mesure des diamètres :

- **Ouvrir et fermer les couteaux ou rouleaux et s'assurer que les capteurs de diamètre répondent.**

- **Vérifier que le réglage de base des capteurs de diamètre est correct** (un test avec les valeurs de base tête fermée et tête ouverte peut être réalisé sur l'ordinateur de bord de la machine). Si le réglage n'est pas correct, les capteurs peuvent être réglés manuellement.

- **Vérifier que les capteurs sont correctement positionnés et serrés dans leur logement.**

- **Vérifier la tension du ressort et de la chaîne du capteur de diamètre lorsque la tête est ouverte** (certains modèles uniquement, notamment chez Ponsse).

- **Vérifier que les pièces mobiles ne se coincent pas**, ne glissent pas.

«Il m'est arrivé que l'un des 2 capteurs installés sur les couteaux supérieurs grille. Les diamètres énoncés par l'ordinateur de bord sont devenus incohérents. Je m'en suis aperçu immédiatement et je suis rentré dans le système pour forcer l'arrêt du capteur défaillant. La production a continué avec le capteur encore en fonction le temps que notre mécano vienne vite remplacer la pièce.»
(Conducteur de machine de bûcheronnage, Nièvre)

Contrôler quotidiennement les mesures réalisées et suivre les performances de mesure dans le temps permettra de réagir au besoin par des mesures correctives et d'étalonner quand ce sera nécessaire.

Je vérifie le matériel de la tête pouvant influencer les mesures

- **Vérifier que les vérins des rouleaux et des couteaux n'ont pas de jeu, sont bien fixés et fonctionnent correctement.**

- **Vérifier que les couteaux sont bien aiguisés, ne sont pas trop usés, sont bien fixés et n'ont pas de défauts mécaniques.**

- **Vérifier que les rouleaux ne sont pas trop usés et n'ont pas de défauts mécaniques.**

En cas de problème, réagir avec des mesures correctives !

Je paramètre les pressions et les vitesses

- Régler la pression des couteaux, rouleaux et de la roulette de mesure ainsi que de la vitesse d'avancement du rouleau d'alimentation **en fonction des conditions de chantier.** La machine sera plus performante avec un fonctionnement plus doux. Un nombre limité d'allers/retours contribue à bien mesurer les produits.
- **Adapter les réglages de pression pour chaque classe de diamètre.** La pression exercée par les couteaux et les rouleaux d'alimentation doit être suffisamment élevée pour supporter la tige sans trop ralentir le défilement.
- **Maintenir une pression plus élevée en période de montée de sève** pour les outils servant au mesurage (vérin de la roulette de mesure de la longueur, couteaux ou rouleaux).

Envisager de se faire conseiller si des questions demeurent, d'autant qu'il existe des spécificités d'une marque à l'autre.

Ce travail en commun peut être l'occasion de parler des performances de mesure et de leur suivi dans la durée.

F

Conditions de chantier et précautions de conduite

Conduite de la machine de bûcheronnage

Certaines pratiques dans la conduite d'une machine de bûcheronnage peuvent fausser les mesures des produits façonnés. D'autres peuvent améliorer la prise de ces mesures. Ci-dessous figurent quelques conseils.

- **Travailler avec une machine chaude**. Lorsque l'huile est froide, la pression sur la roulette peut ne pas être suffisante pour bien la plaquer sur la tige.

- **Eviter les chocs dans la tête lors de l'abattage qui peuvent endommager le matériel**.

- **Lors de l'abattage de gros arbres, bien accompagner la tige dans sa chute au sol ou la lâcher.** Cela évite d'endommager ou de dérégler les outils de mesures de la tête de bûcheronnage.

- **Eviter de faire défiler la bille dans la tête** de bûcheronnage lorsque l'arbre est en train de tomber après abattage.

- **Dans la pente, privilégier le travail en montant.** L'effet de glissement des billes dans la tête lors d'un abattage dirigé vers le bas de la pente entraine une légère ouverture de la tête en faussant les mesures.

- **Si un évènement est susceptible d'avoir provoqué une erreur de mesurage** de la longueur ou du diamètre par la tête de bûcheronnage, **reprendre une tige depuis sa base (mise à zéro des mesures)** :
  - Un choc important lorsque l'arbre est tombé après abattage ;
  - Des allers-retours multiples lors de l'ébranchage ;
  - Des chocs importants au cours de l'ébranchage ;
  - Une ouverture des couteaux pour faciliter le passage de la bille dans la tête ;
  - Une perception de changement de position ou de rotation de la bille dans la tête.

Conditions de terrain

Certaines particularités de chantier peuvent amener à utiliser la machine de bûcheronnage de façon non adéquate à une bonne mesure des produits façonnés ou à avoir un effet sur le matériel de la machine. Voici quelques cas pour lesquels il faut rester vigilant et ainsi **contrôler plus régulièrement les mesures** :

- Forte pente ;
- Praticabilité difficile (roches, terrain instable, sol accidenté…).

Physionomie du peuplement

La morphologie des tiges exploitées peut influencer fortement les mesures d'une tête de bûcheronnage. Les points qui nécessitent une attention particulière sont listés ci-dessous.

- **La flexuosité** : la roulette est susceptible de sauter ou de parcourir une distance supérieure à la longueur réelle en défilant sur le bois.

- **L'ovalité** : la machine ne peut pas systématiquement détecter et mesurer le plus petit et le plus grand des diamètres pour en faire la moyenne.

- **L'épaisseur d'écorce** : une écorce épaisse peut induire une moindre pénétration de la roulette de mesure, un pelage irrégulier perturbe la mesure des diamètres censés être sur-écorce.

- **La branchaison** : de grosses branches ou de nombreuses branches nécessitent plus d'aller-retour des tiges dans la tête pour les façonner pouvant engendrer des erreurs de mesures.

Variations saisonnières

Le climat et la saison influencent les mesures réalisées par les machines de bûcheronnage.

- **Les périodes de gel/dégel,** quand elles modifient la **dureté du bois,** peuvent influencer la pénétration de la roulette de mesure et donc son usure.

- Les périodes de **forte humidité** qui jouent également sur la tendreté du bois mais aussi sur sa tenue dans la tête de bûcheronnage.

- **Les périodes de montée de sève au printemps** qui créent un **pelage de l'écorce** plus aisé, ce qui peut provoquer des **blocages de la roulette** de mesure, un encrassement du matériel et des diamètres faussés.

Ci-dessus sur un chantier de printemps en période de montée de sève : l'opérateur retire de l'écorce accumulée dans la loge de la roulette.

L'entretien quotidien de la tête de bûcheronnage est l'occasion de surveiller que tout le matériel fonctionne bien.

Novembre 2019 - Crédit photographique : FCBA, Komatsu Forest, Alliance Forêts Bois, CFBL, Pixabay
Cette action collective a bénéficié du soutien financier de France Bois Forêt et du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation

G

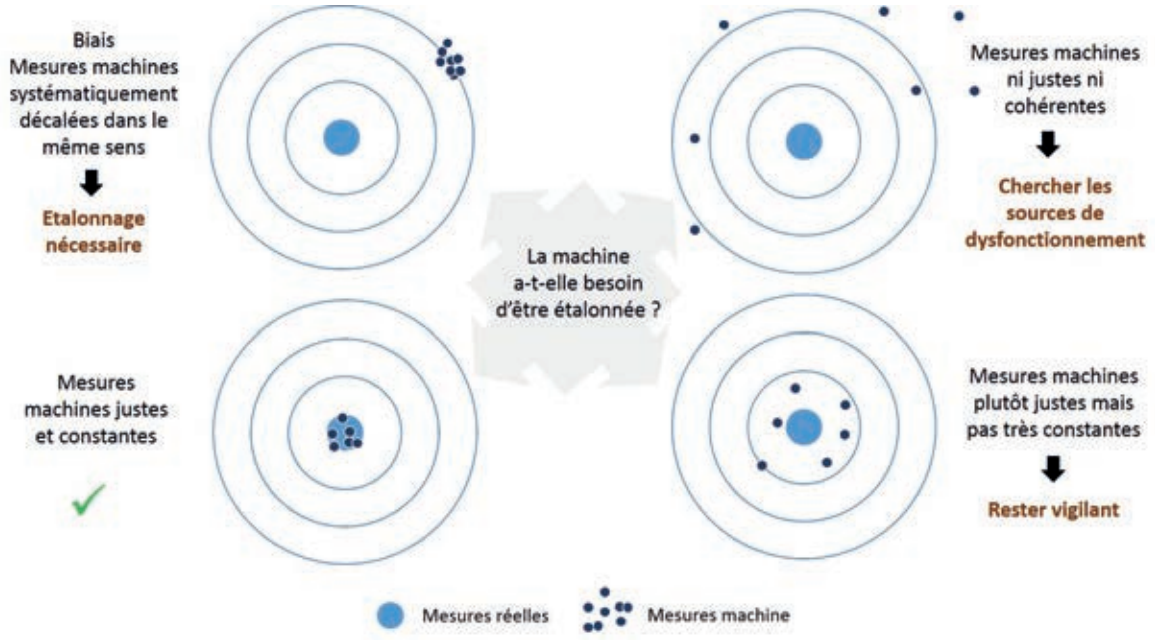
La machine a-t-elle besoin d'être étalonnée ?

Cas où l'étalonnage est préconisé

- **Première utilisation de la tête de bûcheronnage**.
- **Usure de la tête de bûcheronnage et des outils de mesures** : roulette de mesure de la longueur principalement, rouleaux, couteaux, jeu dans les vérins de ces outils... Il s'agit ici d'usure progressive qui ne motive pas encore le remplacement des pièces mais crée un biais dans les mesures.
- **Opérations de maintenance, de modification, de réparation ou de remplacement impactant les outils de mesure** (rouleaux, couteaux, roulette de mesure, capteurs de longueur et diamètre).
- **Réparations, modifications ou réglages de la tête pouvant influer sur la mesure ou avoir un impact sur la position de la tige dans la tête** (système de pression, système d'alimentation, affûtage de couteaux...).
- **Changement des conditions de chantier**.
    - **Changement d'essence** : l'étalonnage se fait par essence.
    - **Changement de catégorie de grosseur ou de morphologie des tiges** : conicité, couronnes de branches…
    - **Montée de sève progressive** en période d'intersaison.
    - **Changements de température ou de temps** (pluie, gel, neige…).
    - **Praticabilité de la zone de travail** : pente, obstacles…
- **Changement de style de conduite de l'opérateur** susceptible de mettre la tête plus rudement à l'épreuve au quotidien. Il peut s'agir d'un changement de pratique ou d'opérateur.

Les observations préalables faites par le conducteur de la machine à l'occasion des contrôles journaliers et au fil des chantiers aident à déterminer si un étalonnage est nécessaire ou si une autre forme d'action corrective s'impose.

L'étalonnage est nécessaire quand un biais est constaté dans les mesures. Un biais apparait typiquement comme un décalage systématique et dans le même sens des mesures machines par rapports aux mesures manuelles contrôlées : des longueurs trop courtes, des diamètres surestimés…



Quatre cas type d'écart entre la mesure réelle et les mesures machine sur des bois de nature similaire

Tous les écarts ne peuvent pas être corrigés par un étalonnage.

E

- Chercher les sources de dysfonctionnement matériel quand les écarts entre les mesures machine et manuelles manquent de cohérence et sont très dispersées autour de la moyenne. Les pièces de la tête de bûcheronnage comme leur paramétrage ont une influence sur les mesures et doivent être vérifiés quotidiennement.

F

- Rester vigilant aux facteurs externes susceptibles d'influencer les mesures : les conditions de chantier et les précautions de conduite.

Si la cause des écarts n'est pas trouvée ou si la résoudre seul n'est pas possible, il faut contacter le service après-vente.

Novembre 2019 - Crédit photographique : FCBA, Komatsu Forest, Alliance Forêts Bois, CFBL, Pixabay
Cette action collective a bénéficié du soutien financier de France Bois Forêt et du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation

H

Procédures générales de contrôle et d'étalonnage

Préalable

Les préconisations générales s'appliquent aux contrôles quotidiens comme aux étalonnages, et les premières étapes de la procédure sont identiques.

Lors d'un contrôle, la comparaison des mesures manuelles aux mesures machines peut se faire par simple lecture des données. Il est cependant recommandé de suivre les résultats des contrôles dans la durée.

Les étapes décrites ici interviennent à des moments différents en fonction de la machine de bûcheronnage, de la tête à étalonner et du système informatique lui étant propre. Les tutoriels détaillés pour les marques John Deere, Ponsse et Komatsu sont à votre disposition en complément.

Bien organiser son environnement de travail c'est gagner du temps et intervenir en sécurité.

Vérifier les outils de mesure manuelle

Ruban de mesure : à contrôler par rapport à un ruban en acier de référence placé parallèlement au premier. Il doit être remplacé si des écarts sont observés. Bien vérifier la correspondance du point 0.

Ruban numérique : contrôle à effectuer en respectant la procédure du constructeur.

Compas (manuel ou numérique) : vérifier que les mâchoires sont bien serrées l'une contre l'autre (sans espace) et qu'il n'y a entre elles pas trop de jeu au niveau des mâchoires.

Compas numérique : à contrôler grâce à un étalon en suivant la procédure du constructeur (exactitude des valeurs affichée sur l'écran du compas par rapport aux graduations). Vérifier la propreté du bras coulissant de la mâchoire et s'assurer que les mâchoires glissent sans heurts avec un temps de réponse très bref.

Choisir des arbres bien conformés et représentatifs

Pour les **étalonnages** comme les **contrôles**, éviter les billons trop particuliers. Six critères sont à respecter.

- **Une seule essence par étalonnage ou contrôle.**
- **Troncs de bonne conformation** : non fourchus, sans grosses branches, non tordus, forme régulière.
- **Tiges de tailles variées** : il est préférable d'avoir des produits de faible diamètre façonnés dans des tiges de moindre diamètre à 1,30m plutôt que dans les sur-billes généralement moins bien conformées.
- **Différentes classes de diamètres biens réparties.**
- **Arbres représentatifs du peuplement.**
- **Billons n'ayant pas posé trop de problèmes lors du façonnage** (pas de recul de la tête, de reprise du tronc ou de grosses branches ou fourches ayant fait sauter les couteaux).

Utiliser un nombre de tiges suffisant

Lors de l'opération quotidienne de **contrôle**, le nombre de tiges à façonner pour effectuer les mesures est réduit. **6 billons**, si possible sur **2 arbres**, permettent de détecter un biais de :

- 2 cm ou plus sur les longueurs ;
- 10 mm ou plus sur les diamètres.

Pour les **étalonnages**, il faudra prendre **au minimum 30 billons** répartis sur plusieurs tiges bien choisies. C'est avec ce nombre suffisant de billons que l'étalonnage permettra de corriger les biais préjudiciables à la qualité des données.

Façonner et bien disposer les billons

Les tiges sont façonnées avec **une machine de bûcheronnage** chaude (hydraulique au moins à 50°C)

L'étalonnage comme le contrôle de l'étalonnage nécessitent de mesurer manuellement des bois sur le parterre de coupe. Dans les deux cas, il est donc primordial d'organiser judicieusement l'espace de travail.

Les bois sont disposés pour assurer un accès facilité aux pièces et à tous les points où une mesure manuelle doit être réalisée.

- Surélever au moins l'une des extrémités de chaque pièce.
- Espacer les pièces pour être en mesure de placer correctement le compas pour la mesure des diamètres.

La sécurité de l'opérateur doit évidemment être assurée.

Sur une coupe rase où les produits et les rémanents s'accumulent vite, bien se ménager un espace où circuler à pied.
Sur une coupe en pente, s'organiser pour disposer momentanément les pièces à contrôler sur la piste à plat pour effectuer sereinement les mesures manuelles.

Editer les données machines

Lorsque les **données des billons à mesurer** pour le **contrôle** ou **l'étalonnage** ont été notées, imprimées ou transférées sur un compas électronique (en fonction du type d'étalonnage choisi et du matériel disponible), la mesure de ces billons peut débuter.

En fonction de la machine de bûcheronnage, des consignes particulières de mesure peuvent exister (emplacement des mesures de diamètre le long de la pièce, prise en compte des singularités de forme…). L'édition des données machines peut être le moment de se les remémorer. Les tutoriels détaillés pour les marques John Deere, Ponsse et Komatsu sont à votre disposition en complément.

Mesurer manuellement les longueurs

Le ruban à mesurer est placé côté gros bout du billon. Il est important que le **crochet de fixation soit complètement enfoncé dans le bois et qu'il soit perpendiculaire au billon**, sinon la longueur sera incorrecte.

Le ruban est posé le long de l'axe longitudinal du billon. Le ruban doit toujours être en contact direct avec le billon mesuré sans qu'un élément étranger ne vienne se positionner entre l'outil et le billon pour ne pas fausser les mesures.

La longueur, arrondie selon les préconisations du système informatique utilisé, est lue et notée ou introduite dans le compas.

Si un mètre ruban numérique est utilisé, il est arrondi selon le même principe. Une longueur s'enregistre alors avec le ruban remonté vers le haut à l'extrémité du billon.

Mesurer manuellement les diamètres

La bonne utilisation du **compas (manuel ou numérique)** implique de réaliser les actions ci-dessous.

- Tenir le compas perpendiculairement à la tige.
- Effectuer une mesure en croix (90°).
- Ne pas appuyer sur les branches du compas.
- Gérer les particularités qui peuvent se présenter.
    - Rajouter un morceau d'écorce s'il en manque au point de mesure de manière à bien obtenir un diamètre sur-écorce.
    - Ne pas mesurer les débris contre le tronc (branches...).
    - Se décaler de part et d'autre d'une excroissance.
    - Tenir compte d'un méplat en mesurant le diamètre le plus grand et le plus petit des diamètres d'une pièce ovale.

Les mesures sont soit notées soit enregistrées dans le compas électronique.

Comme prévu par la norme NF B53-020, s'il existe une excroissance ou une difformité à l'endroit du mesurage, susceptible de fausser la mesure, prendre la moyenne arithmétique entre deux diamètres mesurés à égale distance, aussi près que possible de la singularité.

Mesurer à chaque fois deux diamètres croisés (à 90 °). Cette pratique permet de niveler le fait que les bois ronds ne sont jamais parfaitement cylindriques.

Comparer les mesures manuelles aux données machines dans l'ordinateur

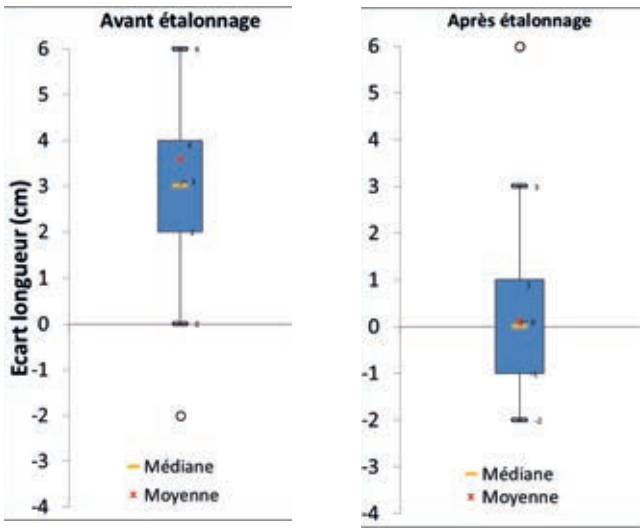
Pour le **contrôle des mesures**, les valeurs saisies peuvent être comparées visuellement sans intervenir sur l'ordinateur de bord. Si des écarts apparaissent, il faudra se demander si la machine a besoin d'être étalonnée ou s'il faut chercher la cause d'un éventuel dysfonctionnement. Quand le contrôle est réalisé avec un compas électronique, les données sont sauvegardées sous forme de fichier (KTR en StanForD et HQC en StanForD2010) ce qui facilite la compilation en vue du suivi dans le temps.

Une fois les mesures effectuées, les données peuvent être saisies ou transmises à l'ordinateur de bord de la machine de bûcheronnage et **l'étalonnage** peut être réalisé en suivant la procédure appropriée au logiciel.

Comparer les données et bien vérifier les propositions d'étalonnage de la machine *(tableau ci-dessous).* Si les résultats paraissent trop incohérents, il vaut mieux ne pas accepter l'étalonnage et vérifier les autres facteurs susceptibles d'avoir provoqué des erreurs de mesure.

		John Deere		Ponsse	Komatsu
		Compas électronique	**Procédure manuelle**		
Proposition d'aller au bout de l'étalonnage	**oui**	**Etalonnage nécessaire**	Case «étalonner» cochée dans le tableau du menu 4.4.2 pour les colonnes longueur et/ou diamètre	Diamètres : Les valeurs de la colonne « Prop. » sont rouges : un étalonnage est recommandé	Pas de règle décrite dans le logiciel MaxiXplorer
	non	**Pas de suggestion d'étalonnage**	Case «ok» non cochée dans le tableau du menu 4.4.2 pour les colonnes longueur et/ou diamètre	Diamètres : Les valeurs de la colonne « Prop. » sont vertes ou blanches : l'étalonnage est facultatif	

L'étalonnage a pour principale vocation de corriger un biais, que ce soit sur les longueurs ou les diamètres.



Exemple d'un biais sur la mesure de longueur corrigé grâce à un étalonnage :

- A gauche, les mesures manuelles de longueur réalisées sur 78 billons donnent une moyenne des écarts de + 3,6 cm ;

- A droite, après étalonnage, la moyenne des écarts pour les 36 billons mesurés est de 0,1 cm.

La dispersion des écarts reste équivalente après l'étalonnage, dans l'ordre de grandeur de la fenêtre de coupe -2/+2 cm utilisée pour ce chantier.

Synthèse
Commanditaire du bûcheronnage mécanisé

Interventions avant chantier :

Informer le prestataire sur les caractéristiques de la coupe pour que l'outil de production soit bien adapté au chantier : peuplement (Essence(s), diamètre moyen, volume unitaire moyen), type de coupe et différenciation éventuelle de l'intervention par zone, accessibilité et conditions de terrain, consignes de sécurité, plan (situation et limites).

Transmettre les consignes de bûcheronnage : Cahier des charges pour chacun des produits listés par le commanditaire : diamètres mini et maxi, longueurs commerciales, sur mesures, quantités, qualités, priorités

Spécifier les données de production attendues :

- Nature des données attendues : production, ticket d'étalonnage, autre…
- Format de transmission : fichier standardisé (HPR, PRD, KTR…) ou autre.
- Fréquence de transmission : quotidienne, uniquement en fin de chantier, autre…
- Présentation avec éventuel découpage par zone ou période des données du chantier.
- Répartition de la production.
- Formule de cubage à utiliser et spécifications nécessaires
    - Longueur prise en compte pour le calcul du volume : L_c ou $L_{réelle}$ coupée.
    - Sur-mesure et Règles d'arrondi.
    - Sur écorce par défaut.

Suivi pendant le chantier :

Vérifier que les informations de production sont en correspondance avec les instructions de chantier :

- Vérifier le respect du cahier des charges lors du façonnage des produits.
- Suivre de l'avancement du chantier.

Consulter le(s) ticket(s) d'étalonnage transmis par les machines :

- Vérifier que les contrôles de mesure et les étalonnages sont réguliers.
- Détecter d'éventuelles incohérences et demander des explications sur les variations constatées sur une plage de temps donnée.

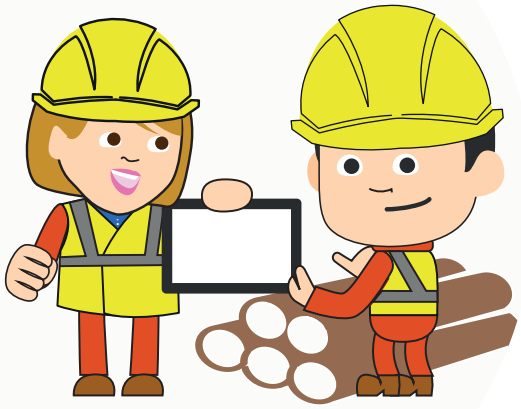
Ce suivi pendant le chantier permet de détecter les éventuelles anomalies et de demander que des actions correctives soient menées le cas échéant. Cela sécurise l'atteinte des objectifs de production.

Interventions à la fin du chantier :

Consulter et valider les informations de production :

- Prise de connaissance du volume façonné sur coupe.
- Bilan du respect du cahier des charges.

Novembre 2019 - Crédit photographique : FCBA, Komatsu Forest, Alliance Forêts Bois, CFBL, Pixabay
Cette action collective a bénéficié du soutien financier de France Bois Forêt et du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation



J

Synthèse

Direction et encadrement d'entreprise réalisant du bûcheronnage mécanisé

Interventions avant chantier :

Prendre connaissance des caractéristiques de la coupe pour adapter l'outil de production au chantier : peuplement (Essence(s), diamètre moyen, volume unitaire moyen), type de coupe et différenciation éventuelle de l'intervention par zone, accessibilité et conditions de terrain, consignes de sécurité, plan (situtation et limites).

Gérer les consignes de bûcheronnage : Cahier des charges pour chacun des produits listés par le commanditaire : diamètres mini et maxi, longueurs commerciales, sur mesures, quantités, qualités, priorités

- Obtenir les consignes de bûcheronnage du commanditaire dans les temps pour préparer le chantier.
- Transmettre les consignes à l'opérateur.

Formaliser les consignes vis à vis les données attendues :

- Convenir des attentes avec le commanditaire.
- Définir la répartition des rôles entre l'ETF et l'opérateur quant à la transmission de données au commanditaire
- Transmettre les consignes à l'opérateur.

En précisant bien :

- Nature des données attendues : production, ticket d'étalonnage, autre…
- Format de transmission : fichier standardisé (HPR, PRD, KTR…) ou autre.
- Fréquence de transmission : à intervalle à définir, uniquement en fin de chantier…
- Présentation avec éventuel découpage par zone ou période des données du chantier.
- Répartition de la production.
- Formule de cubage à utiliser et spécifications nécessaires
  - Longueur prise en compte pour le calcul du volume : L_c ou $L_{réelle}$ coupée.
  - Sur-mesure et Règles d'arrondi.
  - Sur écorce par défaut.

E **S'assurer auprès de l'opérateur du bon état du matériel de mesure de la tête de bûcheronnage.**

H **S'assurer auprès de l'opérateur du bon état du matériel de contrôle.**

G **Faire le point avec l'opérateur sur le besoin d'étalonnage de la machine.**

Suivi pendant le chantier :

Vérifier que les informations de production sont en correspondance avec les instructions :

- Vision sur le respect du cahier des charges par l'opérateur ;
- Suivi de l'avancement des chantiers;
- Données de productions transmises selon les modalités convenues en début de chantier.

Suivre la mise en œuvre des bonnes pratiques de mesure et de contrôle pour chaque binôme conducteur / machine :

- Vérifier que les contrôles de mesure et les étalonnages sont réguliers, notamment à l'occasion d'un passage sur le chantier.
- Détecter d'éventuelles incohérences et demander des explications sur les variations constatées sur une plage de temps donnée.

Ce suivi pendant le chantier permet de détecter et de comprendre les éventuelles irrégularités dans les mesures et de s'en prémunir en demandant que des actions correctives soient menées. Cela sécurise l'atteinte des objectifs de production.

Prendre les mesures pour maintenir un bon niveau de performance de mesure du binôme opérateur / machine :

- Parler avec l'opérateur des causes possibles des dysfonctionnements repérées.
- Cibler la maintenance préventive.
- Changer des pièces.
- Mobiliser le SAV en cas de besoin.

A la fin du chantier :

Consulter et valider les informations de production :

- Bilan du respect du cahier des charges ;
- Prise de connaissance du volume sur coupe.

Suivre dans le temps des performances de mesure du binôme opérateur / machine :

- Compilation des données de contrôles ;
- Bilan des contrôles et étalonnages.

Novembre 2019 - Crédit photographique : FCBA, Komatsu Forest, Alliance Forêts Bois, CFBL, Pixabay
Cette action collective a bénéficié du soutien financier de France Bois Forêt et du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation

K

Synthèse
Conducteur de machine de bûcheronnage

Interventions avant chantier :

Prendre connaissance des consignes de bûcheronnage :

- Cahier des charges pour chacun des produits listés par le commanditaire : diamètres mini et maxi, longueurs commerciales, sur mesures, quantités, qualités, priorités.
- Caractéristiques du peuplement et de la coupe : peuplement (Essence(s), diamètre moyen, volume unitaire moyen), type de coupe et différenciation éventuelle de l'intervention par zone, accessibilité et conditions de terrain, consignes de sécurité, plan (situation et limites).

Intégrer les consignes vis à vis les données attendues :

- Formaliser la répartition des rôles avec l'encadrant quant à la transmission de données au commanditaire

En précisant bien :

- Nature des données attendues : production, ticket d'étalonnage, autre…
- Format de transmission : fichier standardisé (HPR, PRD, KTR…) ou autre.
- Fréquence de transmission : quotidienne, uniquement en fin de chantier, autre…
- Présentation avec éventuel découpage par zone ou période des données du chantier.
- Répartition de la production.
- **Formule de cubage à utiliser et spécifications nécessaires :**
  - **Longueur prise en compte pour le calcul du volume : L_c ou $L_{réelle}$ coupée.**
  - **Sur-mesure et Règles d'arrondi.**
  - **Sur écorce par défaut.**

Paramétrer la machine (produits, réglage de la tête, formule de cubage…) :

- Appliquer les consignes obtenues dans les points précédents

E **S'assurer du bon état du matériel de mesure de la tête de bûcheronnage.**

H **S'assurer du bon état du matériel de contrôle.**

G **Faire le point sur le besoin d'étalonnage de la machine.**

Suivi pendant le chantier :

Réaliser une surveillance continue des outils et des mesures :

- Réaliser les contrôles journaliers.
- Etalonner autant de fois que nécessaire.

Il est important de prendre consciencieusement les mesures manuelles car ce sont elles qui vont servir de référence

Faire remonter les dysfonctionnements détectés lors de la surveillance et parler des mesures à prendre pour les corriger : cibler la maintenance préventive, obtenir les pièces à changer, contacter le SAV…

Vérifier que les informations de production sont en correspondance avec les instructions : Pour veiller au respect du cahier des charges, détecter les éventuels besoins d'actions correctives et assurer une bonne qualité de service.

Transmettre les certificats d'étalonnage selon la fréquence demandée : Pour confirmer l'étalonnage régulier et adéquat de la machine.

Transmettre les informations de production selon la fréquence demandée.

Suivre de l'avancement des chantiers.

Interventions à la fin du chantier :

Transmettre les dernières informations de production et clôturer le chantier :

- Confirmation du respect du cahier des charges ;
- Informations sur la production de la coupe ;
- Information sur la bonne fin du chantier.

Novembre 2019 - Crédit photographique : FCBA, Komatsu Forest, Alliance Forêts Bois, CFBL, Pixabay
Cette action collective a bénéficié du soutien financier de France Bois Forêt et du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation