



Le livret

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

Des responsabilités et des avantages pour tous les acteurs

REMERCIEMENTS

Aux entreprises pilotes et à leurs référents qui se sont personnellement impliqués dans l'action collective Facila'chantier : Alliance Forêts Bois, Augoyard SARL, Bongard Bazot et fils SA, Brede Services Forêt, Calvi Célestin père et fils, Mecafor SARL, Forêt d'Aquitaine, Josso SA, Schmitt SARL et Sylvasphère.

Aux professionnels avec qui nous avons pu échanger par téléphone ou sur chantier.

Aux jeunes en formation rencontrés sur les chantiers et qui se sont montrés volontaires vis-à-vis de la thématique.

Aux référents français des marques John Deere, Ponsse et Komatsu forest.

Aux centres de formation de Meymac et du Chesnoy.

Aux relecteurs, membres du comité de pilotage.

Rédacteurs : Morgan Vuillermoz, Matthieu Bonnemazou et Christophe Ginet (FCBA)

AVANT-PROPOS

Les machines de bûcheronnage sont équipées de systèmes permettant le façonnage et la mesure des produits. Les données dimensionnelles qu'elles enregistrent (longueurs, diamètres) servent au calcul des volumes. L'utilisation de ces données de production est devenue essentielle pour la bonne gestion des chantiers et de la logistique associée (transport des bois, déplacement des engins...). Elle participe à la compétitivité de la chaîne d'approvisionnement en bois et donc de notre filière.

Une fois bien paramétrées, ces machines sont capables de générer et de transmettre des informations utiles aux usages des professionnels, notamment sous formes de fichiers standardisés. Or, l'utilisation d'instruments de mesure, quels qu'ils soient, dépend toujours de la mise en œuvre de pratiques claires et rigoureuses quant à :

- la prise en main de l'instrument par l'utilisateur,
- l'étalonnage de l'instrument par rapport à son domaine d'utilisation (métrologie),
- les conditions de traitement des données brutes (générées par l'instrument) pour aboutir à une information utile,
- la nécessité de s'accorder sur un langage commun et d'appliquer les consignes déterminées.

En effet, au-delà des facteurs techniques (équipements en bon état et bien réglés), les facteurs humains liés aux savoir-faire et aux attitudes des professionnels sont essentiels. Le dialogue entre conducteurs de machines, chefs d'entreprises de travaux forestiers et commanditaires des prestations est tout particulièrement indispensable.

C'est pour cela que nous avons décidé de rédiger ensemble ce guide. Il vous permettra de prendre connaissance des bonnes pratiques et des bénéfices qui en découlent pour chaque acteur et donc pour la filière. Chacun pourra s'en emparer à son rythme.

G. NAPIAS

Président
Fédération
nationale
entrepreneurs
des territoires

Ph. SIAT

Président
Fédération
nationale
du bois

C. LE PICARD

Président
Groupe
coopération
forestière

C. DUBREUIL

Directeur général
Office national
des forêts



Chantier de pin
maritime dans les
Landes de Gascogne.

SOMMAIRE DU LIVRET

Des responsabilités et des avantages pour tous	6
Les 12 bonnes pratiques :	
Choisir les paramètres pour le calcul du volume produit	10
1 - Adopter le langage commun	
2 - Choisir la formule de calcul du volume	
3 - Préciser ce que l'on attend : sur-mesure, règle d'arrondi et écorce	
4 - S'accorder sur la transmission des données de production	
Produire avec des matériels adaptés et en bon état	14
5 - Choisir la roulette adéquate puis bien l'entretenir	
6 - Veiller au bon fonctionnement des capteurs de diamètre	
7 - Disposer des outils pour les mesures manuelles	
Suivre les performances des mesures automatisées	16
8 - Etalonner régulièrement et autant que nécessaire	
9 - Réaliser un contrôle de mesure par jour	
10 - Organiser le suivi dans l'entreprise	
S'investir pour que les bons réflexes soient adoptés	21
11 - Sensibiliser le plus tôt possible	
12 - Co-construire la confiance dans la durée	
A vous de jouer !	23



Ce symbole, que vous trouverez au fil des pages, vous invite à approfondir le sujet en consultant la fiche correspondante.

Périmètre

Nous nous concentrons ici sur les usages français.

Les principes énoncés sont transposables à toutes les machines de bûcheronnage.

Les retours d'expériences sont principalement tirés de chantiers résineux. Pour autant, les bonnes pratiques préconisées sont aussi valables pour des essences feuillues façonnées à la machine (peuplier, eucalyptus, châtaignier, voire hêtre).

Des responsabilités pour tous

La disponibilité d'informations de production pertinentes n'est pas la seule responsabilité du binôme pilote / machine de bûcheronnage. Sont concernés :



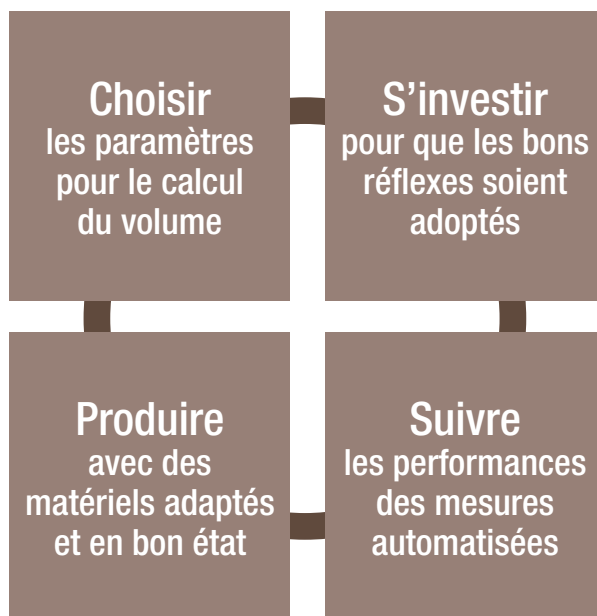
Les commanditaires de prestation de bûcheronnage mécanisé : commis de coupe, technicienne d'exploitation forestière, gestionnaire forestier, exploitant forestier, donneur d'ordre, approvisionneur...



Les personnels d'encadrement et de direction des entreprises réalisant du bûcheronnage mécanisé : chef d'une entreprise de travaux forestiers, chef d'équipe, responsable du parc engins, ETF...



Les conducteurs et conductrices de machine de bûcheronnage : chauffeur, pilote, opératrice...



Les 4 grandes familles de bonnes pratiques

Les interlocuteurs techniques des fabricants de matériels et les collègues mécaniciens ou informaticiens ont aussi un rôle à jouer. Il est utile de les solliciter en cas de besoin.

Les clients bois sont également des interlocuteurs avec qui échanger. C'est ainsi que sera assurée la corrélation entre les actions mises en œuvre sur le chantier et leurs attentes en termes de produits et de services.

Actions à mener par chacun		Commanditaire	Encadrant	Conducteur
				
Avant le chantier	Choisir la machine adaptée aux caractéristiques du peuplement et au type de coupe	X	X	
	Convenir des consignes de bûcheronnage - Longueur commerciale, sur-mesure pour chaque produit	X	X	
	Convenir des données de production attendues - Formule de cubage et choix associés (Longueur, Diamètre, Ecorce) - Ticket d'étalonnage - Format d'échange et fréquence de transmission	X	X	X
	S'assurer du bon état de la tête de bûcheronnage et des instruments de mesure		X	X
	Paramétrer la machine (produits, réglage de la tête, formule de cubage...)			X
	S'assurer du bon état du matériel de contrôle		X	X
	Faire le point sur le besoin d'étalonnage de la machine			X
Pendant le chantier	Entretenir et surveiller l'outil de production, y compris les instruments de mesure			X
	Contrôler quotidiennement les mesures			X
	Corriger les dysfonctionnements		X	X
	Etalonner autant de fois que nécessaire			X
	Vérifier que les contrôles et étalonnages sont réalisés	X	X	
	Echanger les informations de production à la fréquence demandée	X	X	X
Après le chantier	Echanger les informations de production relatives à l'intégralité du chantier terminé	X	X	X
	Consulter et valider les informations de production	X	X	
	Suivre dans le temps les performances de la machine pour garantir le bon fonctionnement des instruments de mesure et la qualité des services rendus		X	X





Des avantages pour tous

Bien organiser son activité

Piloter avec rigueur le système de mesure embarqué ne procure que des avantages. Les bonnes pratiques permettent d'offrir une qualité de service maîtrisée. Les données de production peuvent alors être valorisées dans de nombreux usages professionnels :

- Gérer les stocks ;
- Quantifier le reste à faire pour honorer les attentes des clients ;
- Programmer les travaux consécutifs au bûcheronnage mécanisé (débardage, transport) ;
- Préparer la facturation.

Valoriser au mieux la matière

C'est en mesurant le bois au plus juste que la machine détecte la faisabilité de façonner un produit spécifié par les instructions de façonnage du chantier.

Pour que le façonnage soit performant et rationnalisé, il est primordial que la machine de bûcheronnage collecte et intègre des informations dimensionnelles représentatives de la réalité des bois ronds qu'elle traite.

Satisfaire les cahiers des charges des clients

Il est essentiel pour le fournisseur de pouvoir fournir à ses clients des produits aux dimensions commerciales respectées. Ce service rendu constitue une des bases de leurs relations.

Le fournisseur cherche aussi à se prémunir d'éventuelles pénalités pour non-respect du cahier des charges produits ou du refus des produits par le client.



« Mon entreprise est soucieuse de la qualité de service rendu. Si un client appelle pour un problème de longueur détecté à l'usine, la situation est problématique pour nous. Ainsi, nos consignes internes visent la fiabilisation et le contrôle des mesures pour éviter ce type de retour client. »
(Conducteur de machine de bûcheronnage, Doubs)

Disposer d'informations détaillées

La machine de bûcheronnage enregistre des données complètes et représentatives de la production. Elle dénombre, caractérise individuellement chaque produit façonné et garde la trace d'informations sur les tiges. L'information qu'une machine de bûcheronnage est capable de capitaliser sur le lot de bois est ainsi notablement plus détaillée qu'une description faite après coup, une fois les produits regroupés.

Renseigner à tout moment, même en cours de chantier

La possibilité de rendre compte de la production mais aussi des caractéristiques des produits façonnés est immédiate. Il n'est pas nécessaire d'attendre que les bois soient débardés bord de route ou transportés à l'usine.

De plus, l'utilisation judicieuse du logiciel embarqué de la machine de bûcheronnage permet d'avoir de la visibilité sur l'avancement en cours de chantier.

Etre fier de la qualité de service offerte et nourrir sa motivation

Le conducteur de la machine de bûcheronnage peut percevoir dans le suivi rigoureux des mesures une opportunité de valoriser pleinement son travail. Ses actions permettent d'instaurer une confiance mutuelle avec ses interlocuteurs au sein de la filière. Cette bonne perception est garante de meilleures conditions de travail pour tous.



*« J'aime que le travail soit bien fait. Je suis vigilant à ce qui peut être amélioré et j'aspire à être le plus performant possible avec ma machine. Les bonnes pratiques de maintenance, d'étalonnage et de contrôle font partie de cette dynamique. »
(Conducteur de machine de bûcheronnage, Morbihan)*



Choisir les paramètres pour le calcul du volume produit

Il n'y a pas de magie dans le cubage et il est important qu'il n'y ait pas de mystère non plus, surtout quand plusieurs intervenants aux profils et priorités différents sont dépendants de cette information de production cruciale.

1 Adopter 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).

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.

Diamètre commercial (D_c) : diamètre médian servant à calculer le volume commercial. 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.

Ces définitions respectent la norme professionnelle de cubage des bois ronds (NF B53-020) et les logiciels des constructeurs les utilisent, mais parfois sous d'autres appellations.



LES BONNES PRATIQUES

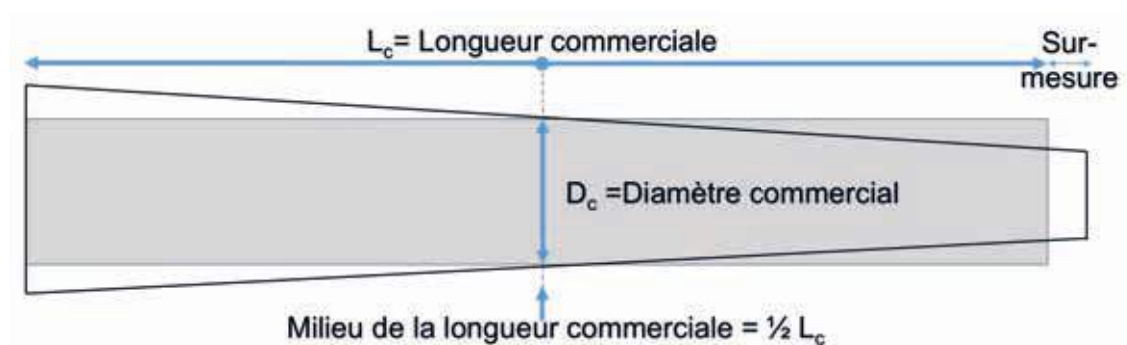
2 Choisir la formule de calcul du volume

Une formule de cubage est une fonction mathématique qui calcule un volume en 3 dimensions à partir de données d'entrée mesurées sur la pièce de bois considérée. Un bois rond étant par nature irrégulier, jamais parfaitement cylindrique ou conique, une formule de cubage a besoin d'assimiler le bois rond à une forme choisie pour pouvoir fonctionner.

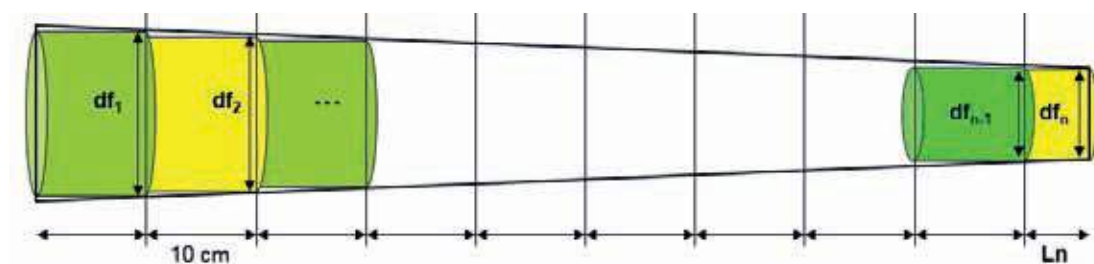
Les ordinateurs de bord des machines proposent diverses formules de cubage dont les différences sont principalement de trois ordres :

- La forme géométrique à laquelle le produit est assimilé ;
- Les longueurs et diamètres pris en compte pour le calcul des volumes ;
- Les règles d'arrondi prises en compte.

En France, les formules les plus utilisées reposent sur l'assimilation de la pièce soit à un cylindre unique, soit à la somme de plusieurs cylindres.



Principe de cubage commercial d'une pièce individuelle en l'assimilant à un cylindre dont la base est le diamètre médian, c'est à dire le diamètre à mi-longueur commerciale (norme NF B53-020)



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



Ces différentes formules de calcul conduisent évidemment à des valeurs de volume différentes. Il est donc important de convenir consciencieusement de la formule de cubage à mettre en œuvre, et d'adapter en conséquence les instructions de chantier.

LES BONNES PRATIQUES

3 Préciser ce que l'on attend : sur-mesure, règle d'arrondi et écorce

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

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.

Acter la règle d'arrondi des diamètres

Le volume V d'un cylindre étant proportionnel au carré du diamètre du cylindre considéré, un écart de diamètre se répercute fortement sur le volume calculé. Or une règle d'arrondi peut impliquer une différence de plusieurs millimètres entre une mesure brute et la valeur du diamètre prise en compte pour le calcul du volume, par exemple 368 mm arrondi à 360 mm quand la règle du diamètre « au cm couvert » est utilisée.



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.

Il peut arriver que le commanditaire de l'abattage mécanisé demande que ce soit le volume sous écorce qui soit renseigné pour le chantier. Les instructions de chantier doivent alors convenir de la manière dont la conversion est réalisée dans l'ordinateur de bord.



*« Dans les discussions avec nos clients scieurs, l'écorce est la première source de différence entre les volumes dont nous parlons. Leurs cubeurs sont souvent placés après l'écorceuse et nos interlocuteurs raisonnent en diamètre sous écorce par rapport à leur process de transformation. Nous précisons donc systématiquement cette clause dans nos contrats et nous la rappelons à l'oral à chaque fois que nécessaire. »
(Personnel d'encadrement dans une entreprise réalisant du bûcheronnage mécanisé, Nièvre).*

4 S'accorder sur la transmission des données de production

Si un coup de téléphone en cours de chantier est souvent le moyen le plus rapide pour prendre des nouvelles de l'avancement, des consignes plus formelles peuvent être données.

L'informatique embarquée permet de transmettre les données convenues via des fichiers au format standardisé, StanForD2010 dans sa version la plus moderne.

Au moment de formaliser les consignes d'un chantier, il est donc important de convenir du format et de la fréquence de transmission des données de production. Cette discussion pourra aussi être l'occasion de préciser le devenir des données d'étalonnage et de contrôles relatif à la machine intervenant sur le chantier.



L'étalonnage comme le contrôle journalier passent par la comparaison des mesures réalisées par l'instrumentation de la machine aux mesures manuelles.

Il est important de les prendre correctement car ces mesures manuelles servent de référence.

Produire avec des matériels adaptés et en bon état

Les données de production n'ont de sens et ne peuvent être pleinement valorisées que si elles sont générées par un poste de travail en bon état de fonctionnement.

Réunir les meilleures capacités de production sur le chantier est une responsabilité partagée à plusieurs niveaux.



- La **machine est adaptée au peuplement et aux conditions du site**, en adéquation avec la taille des arbres à abattre et façonner.

- Les **organes de façonnage sont bien entretenus** : les défauts mécaniques et l'usure des couteaux, des rouleaux ou de la roulette de mesure empêchent la mesure précise.

- La **machine est réglée de manière adéquate** : les réglages de la pression, de la vitesse d'avance du rouleau d'alimentation et de la roulette de mesure, sont importants pour que la machine puisse bien mesurer.



- Le **chauffeur pilote judicieusement** pour ne pas éprouver excessivement la machine sur le chantier.

- Les **performances sont suivies** de manière à pouvoir réagir et s'adapter en cas de besoin.



La machine adaptée au peuplement et aux conditions du site doit être réglée de manière judicieuse.

LES BONNES PRATIQUES

5 Choisir la roulette adéquate puis bien l'entretenir

La roulette de mesure de la longueur sert, par sa rotation, à indiquer à un capteur la longueur de bille qui a défilé dans la tête de bûcheronnage depuis le dernier trait de scie.

- La roulette comme son capteur ont besoin de jouer correctement leur rôle pour que les données fiables atteignent l'ordinateur de bord. Toutes les pièces mécaniques, hydrauliques et connectiques sont indispensables.
- Pour trouver la roulette la plus adaptée (largeur, diamètre, nombre et taille des picots...), se faire conseiller par un interlocuteur technique du SAV peut être utile.
- A l'usage, le fonctionnement de la roulette est directement influencé par les réglages choisis par le conducteur, l'écorce, les conditions de façonnage et l'usure des autres éléments de la tête.

La mise à l'épreuve quotidienne de l'instrumentation impose d'en vérifier le bon fonctionnement, de contrôler les mesures réalisées et d'étalonner quand c'est nécessaire.

6 Veiller au bon fonctionnement des capteurs de diamètre

Les capteurs de diamètres sont reliés aux organes de la tête (couteaux ou rouleaux) dont l'écartement s'ajuste à la taille du bois façonné. Les solutions techniques varient d'une marque à l'autre. Les données de diamètre des billes sont envoyées à l'ordinateur de bord de la machine de bûcheronnage.

A l'usage, le fonctionnement des capteurs de diamètre est directement influencé par l'usure des couteaux et les mouvements de la tête. Assurer la maintenance et être attentif en conduisant la machine sont des actions préventives complémentaires.

7 Disposer des outils pour les mesures manuelles

Les mesures manuelles sont les références auxquelles les mesures machines seront comparées à l'occasion des contrôles et des étalonnages. Ces mesures doivent donc être réalisées avec des outils maintenus en bon état et utilisés selon les règles de l'art :

- Le décamètre pour mesurer les longueurs ;
- Un compas pour mesurer les diamètres ;
- Un crayon et de quoi consigner les mesures manuelles.



Le compas électronique facilite la réalisation des contrôles et des étalonnages. Il évite les ressaisies et permet de n'avoir qu'un seul instrument dans les mains.

Suivre les performances des mesures automatisées

Toute machine de bûcheronnage intervient dans des conditions de chantier diversifiées et façonne différents types de bois. L'étalonnage de l'instrumentation de mesure des longueurs et diamètres doit logiquement être adapté à ces conditions de travail.

L'étalonnage fixe le cadre. Il minimise les incertitudes associées aux mesures réalisées par l'instrumentation par rapport aux grandeurs réelles des produits façonnés. Nécessaire avant la mise en service de la machine, il est ensuite réalisé régulièrement pour corriger les biais qui peuvent apparaître. Entre ces étapes essentielles, un suivi consciencieux permet de garder un œil sur la façon dont l'instrumentation remplit sa mission de mesurage. C'est le **contrôle journalier des mesures**.

	L'étalonnage	Le contrôle des mesures
Vocation	Cadrer les mesures et corriger les biais	Surveiller la qualité des mesures machine et détecter les biais
Concerne	Longueurs et/ou diamètres	Longueurs et diamètres
Fréquence	Régulièrement en tenant compte du contexte de production	Tous les jours
Nombre de pièces	Au moins 30 pièces	Au moins 6 pièces
Temps à consacrer	Au moins 30 minutes	10 minutes maximum

Les procédures de contrôle et d'étalonnage diffèrent légèrement selon les marques, mais il est toujours important de respecter les deux principes ci-dessous.

- **Utiliser des billons bien conformés** pour se focaliser sur la détection des incertitudes dues uniquement à l'instrumentation.
- **S'organiser pour travailler facilement et en toute sécurité** lors des mesures manuelles des bois sur le parterre de coupe (disposition des bois, outils adéquats...).

Pensez à consulter la procédure générale de contrôle et d'étalonnage !



8



Étalonner régulièrement et autant que nécessaire

Plusieurs situations peuvent motiver qu'une machine soit étalonnée :

- Un biais a été constaté dans les mesures (longueur machine systématiquement trop courte ou diamètre constamment sous-évalué) ;
- Un changement de tout ou partie du matériel a été effectué sur la tête ;
- Les conditions de chantier ont changé.

Retrouvez tous les cas où l'étalonnage est préconisé.



Le respect de la procédure et les indications données dans l'ordinateur de bord permettent de comprendre quel changement va s'appliquer si l'étalonnage est conduit jusqu'au bout. Le ticket d'étalonnage (fichier KTR en StanForD et fichier HQC en StanForD2010) enregistré dans l'ordinateur de bord peut ensuite être transmis à l'encadrant comme au commanditaire.

9



Réaliser un contrôle de mesure par jour

Le contrôle quotidien des mesures permet de :

- Prendre conscience d'un dysfonctionnement matériel ou d'un besoin de vigilance accrue en cas de forte dispersion des écarts autour de la moyenne ;
- Détecter l'apparition de biais (erreur systématique) dans les mesures des longueurs ou des diamètres motivant la réalisation d'un étalonnage ;
- Suivre l'impact des réglages réalisés précédemment.



« Après avoir changé mon modèle de roulette, j'avais mis à zéro la correction de longueur des billes de pied en pensant que la meilleure adéquation de la roulette à mes deux essences principales rendrait la correction inutile. Suivre les longueurs réellement coupées via mes contrôles m'a convaincu de revoir mon paramétrage ».
(Conducteur de machine de bûcheronnage, Morbihan)

Le contrôle des mesures ne prend qu'une dizaine de minutes. Il est de la responsabilité de l'opérateur de le faire à un endroit sûr et pratique pour lui comme pour la machine.

Quand les bonnes pratiques sont appliquées, les contrôles montrent souvent de faibles écarts entre les mesures machines et manuelles. Pour les autres cas de figure, il peut être utile de convenir dans l'entreprise des valeurs qui doivent alerter, par exemple des écarts de longueur supérieurs à +/- 2cm.

Attention : contrôler les longueurs et diamètres mesurés par la machine ne dispense pas de veiller au bon respect du cahier des charges (diamètres fin bout minimum, diamètres gros bout maximum...) tout au long de la journée. Si l'une des deux routines de vérification existe déjà dans l'entreprise, convenir de la logique de complémentarité entre les deux opérations aidera à ancrer les bonnes pratiques dans la durée.

LES BONNES PRATIQUES

10



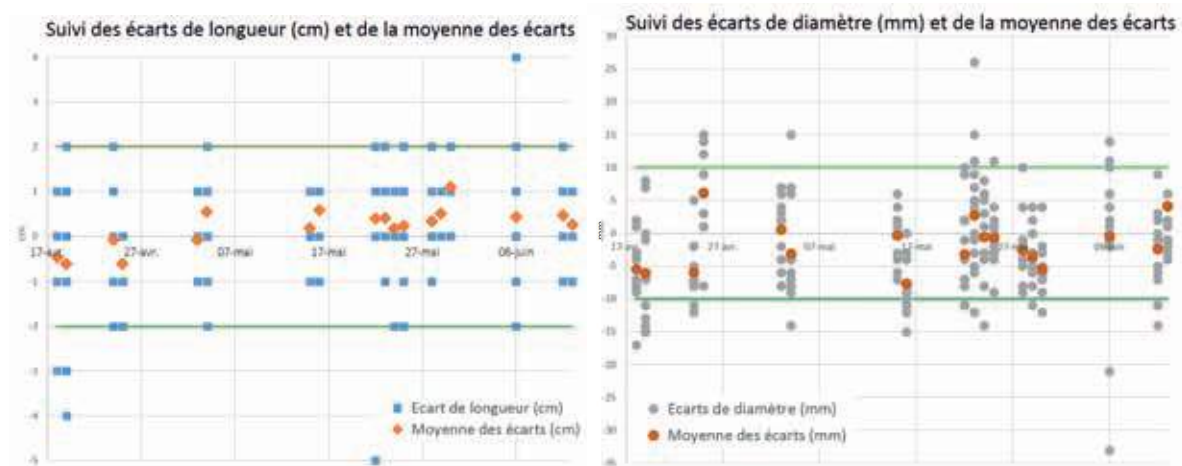
Organiser le suivi dans l'entreprise

Au sein de l'entreprise mécanisée, il est recommandé de suivre dans le temps les performances de mesure de chacune des machines de bûcheronnage.

Les contrôles et étalonnages peuvent être enregistrés, ce qui permet de :

- Vérifier leur existence et la fréquence de leur réalisation ;
- Analyser les écarts ;
- Echanger avec le conducteur et ainsi faire le point sur la régularité et la précision des mesures de dimension.

Dans cette dynamique, travailler avec un compas électronique présente un net avantage. Avec cet outil, les données des contrôles quotidiens peuvent être enregistrées sous le même format (fichier KTR en StanForD et fichier HQC en StanForD2010) que les étalonnages. Dès lors, la compilation des données dans le temps peut se faire sans ressaisie.



A gauche, les écarts de longueur (carrés bleus) sont régulièrement bordés à +/- 2 cm et les moyennes (losanges oranges) restent proches de zéro, bien qu'elles semblent aller dans une tendance à la surévaluation. A droite, la distribution des écarts de diamètre fin bout (ronds gris) et des moyennes (ronds oranges), bien que plus grande que la tolérance ici attendue de +/- 10 mm, reste néanmoins centrée sur zéro.

Si suivre les performances de mesure d'une machine de bûcheronnage donne de précieuses indications sur le bon fonctionnement de celle-ci, cela permet aussi *in fine* de savoir quelle incertitude est associée aux mesures de longueur et diamètre.

L'objectif est de tendre vers une moyenne des écarts proche de zéro et une faible dispersion des écarts individuels autour de cette moyenne.

C'est cette régularité installée pour chaque binôme conducteur / machine qui permet de caractériser la fiabilité des données de volume.

LES BONNES PRATIQUES

Retours d'expérience de suivis organisés en entreprise

En 2018, 10 binômes conducteur / machine ont été suivis et ont consigné leurs contrôles quotidiens.

Les graphiques ci-dessous sont des démonstrations que leur attention accrue portée à la mesure des longueurs et diamètres a permis en quelques semaines de fiabiliser les mesures machines. L'adoption des bonnes pratiques peut rapidement porter ses fruits, même si par la suite il faut rester attentif.



Exemple d'évolution sur 3 mois des mesures de diamètre contrôlées.

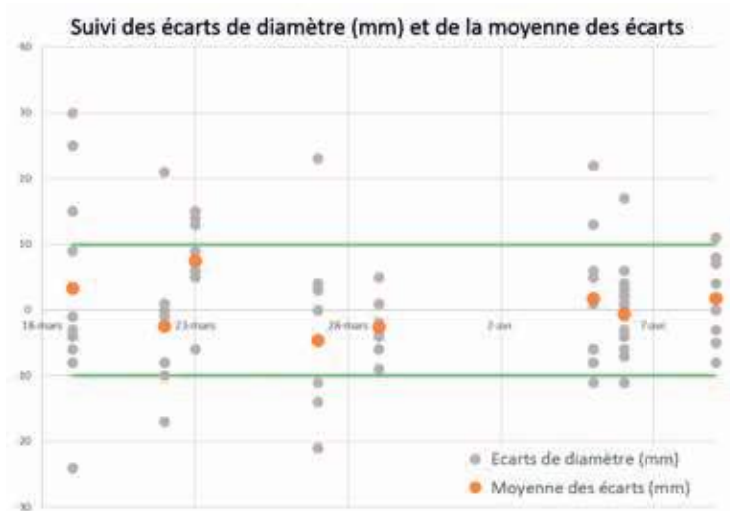
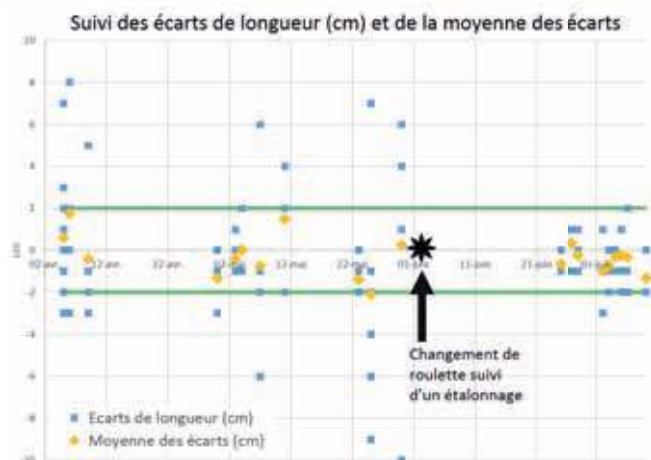
Le conducteur peut rendre compte de ses efforts pour améliorer la situation.

- La moyenne des écarts tend vers zéro.
- La dispersion des écarts individuels est réduite à une plage proche de +/- 10 mm.

Exemple d'évolution sur 3 mois des mesures de longueur contrôlées.

Depuis la mise en service de sa nouvelle tête, le conducteur n'arrivait pas à stabiliser la mesure des longueurs. Le changement de roulette suivi d'un étalonnage a permis de régler le dysfonctionnement.

Sur les contrôles du mois suivant, la dispersion des écarts est réduite à une plage de +/- 2 cm.



Exemple d'évolution sur 2 mois des mesures de diamètre contrôlées.

Ici le conducteur sait qu'il doit rester vigilant.

La dispersion des écarts individuels entre les mesures machines et les contrôles manuels s'est resserrée. Pour autant, elle n'est pas encore très stable au sein de la plage +/- 10 mm.



Envisager de se faire aider si la façon de faire, pour les contrôles et les étalonnages, n'est pas claire.

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

S'investir pour que les bons réflexes soient adoptés

S'investir pour faire comprendre et accepter les bonnes pratiques est un ingrédient essentiel à l'ancrage des bons réflexes dans les usages courants de tous les acteurs. Cette attitude proactive complète le devoir de communication en amont des chantiers et participe à l'obtention d'informations de production de qualité.

11



Sensibiliser le plus tôt possible

Il est utile de sensibiliser les conducteurs d'engins dès qu'ils commencent à piloter une machine de bûcheronnage. Les collègues expérimentés et leurs interlocuteurs (personnel d'encadrement, commanditaires) ont un rôle à jouer pour que ce savoir-faire attendu s'ancre rapidement dans les bonnes pratiques quotidiennes.



« Suite à ma formation, j'ai commencé par piloter un porteur avant qu'on me confie une machine de bûcheronnage. Mon apprentissage de la pratique d'étalonnage s'est fait au bout de 6 mois environ à l'occasion d'un contrôle. J'avais l'habitude de vérifier régulièrement les mesures et cette fois-là j'ai été dérouté par des écarts importants. J'ai interrogé un collègue plus expérimenté qui m'a montré comment étalonner. Maintenant j'en parle aux stagiaires à qui on me demande de transmettre les pratiques du métier. »
(Conducteur de machine de bûcheronnage depuis 7 ans, Nièvre)



« Les conducteurs de machine sont toujours soucieux de la qualité des produits façonnés. Pour autant, l'intérêt de contrôles rigoureux par rapport aux mesures de la machine n'est pas toujours pleinement perçu. Il est essentiel de prendre le temps d'expliquer le fonctionnement de l'étalonnage et la nécessité de contrôles qui visent à garantir non seulement des produits conformes mais également un cubage précis. »
(Personnel d'encadrement dans une entreprise réalisant du bûcheronnage mécanisé, Corrèze)

12



Co-construire la confiance dans la durée

Il arrive qu'un client bois passe du temps dans la cabine pour faire comprendre ses attentes qualitatives (fréquence et taille des nœuds, rectitude et autres éléments de conformation...). De même, il est bénéfique de prendre un peu de temps pour expliquer les attentes dimensionnelles et ainsi leurs donner du sens.



« L'un de nos commanditaires a l'habitude de passer sur les chantiers. Il énonce clairement les consignes et j'apprécie de bien pouvoir comprendre ses attentes ».
(Conducteur de machine de bûcheronnage, Puy de Dôme)



« Faire la visite d'une scierie cliente des bois qu'on façonne est toujours instructif. Cela m'aide à comprendre ce qui est attendu, ce qui est important pour le transformateur et pourquoi. L'attention portée au respect des longueurs, des diamètres et des spécificités du cahier des charges prend son sens.

Quand j'ai changé de patron, mon nouvel employeur a d'ailleurs programmé une rencontre à l'usine avec le commis de coupe de la principale scierie cliente pour que tous puissent s'harmoniser sur les attentes ».

(Conducteur de machine de bûcheronnage, Saône et Loire)

A vous de jouer !

Conscients de la diversité des pratiques professionnelles relatives à l'utilisation des données des machines de bûcheronnage et à l'utilisation de leurs systèmes de mesure embarqué, nous espérons que ce guide vous aura :

- Renseigné sur le processus de génération des données de production dans les machines de bûcheronnage ;
- Illustré les gains pour la filière de la fiabilisation de l'utilisation des systèmes de mesure des machines de bûcheronnage ;
- Eclairé sur les conditions aboutissant à une confiance mutuelle entre les intervenants impliqués dans leur production ;
- Répondu aux interrogations sur le « Comment s'y prendre quand on veut bien faire ».

Pour aller plus loin, vous êtes invités à consulter les outils complémentaires au livret :



Les **Fiches d'approfondissement** A à H ;



Les synthèses des **actions à mener pour chaque type d'intervenant** (fiches I à K) ;

Les **tutoriels détaillés par marque** (John Deere, Ponsse, Komatsu) qui vous guident dans la procédure d'étalonnage.

Enfin, vous pouvez terminer votre lecture par le **quiz**. Parmi les 7 affirmations, saurez-vous discerner le vrai du faux ? Il ne vous reste plus qu'à tourner la page pour le découvrir.



Le volume machine et le volume empilé sont équivalents

FAUX

Les approches et principes de calcul étant différents, les résultats sont naturellement différents, même lorsqu'*in fine* ils sont exprimés dans la même unité (m^3).

Comprendre ces différences c'est maîtriser ce dont on parle quand on envisage de comparer les résultats des deux opérations.

	Au moment du bûcheronnage mécanisé	Face aux mêmes produits dans la pile bord de route
Logique de calcul du volume de l'ensemble des pièces	Somme des volumes des pièces individuelles Interrogeable dans le détail	Volume du lot comme un tout Non divisible
Sources d'approximation	Assimilation de chaque pièce à un cylindre (ou à une somme de cylindres)	Assimilation de la pile à un parallélépipède (ou à une somme de parallélépipèdes) Fraîcheur de la pile au moment de la mesure : +/- tassée Foisonnement des produits dans la pile Application d'un coefficient d'empilage et d'un coefficient de conversion
Temporalité	Instantané Consultable pendant la produc- tion (avant la fin du bûcheronnage mécanisé)	Réalisable uniquement une fois le débardage réalisé
Accessibilité à l'information	Accessible à distance	Inféodé aux conditions d'accès au lot

Principales différences entre le principe de calcul du volume d'une pile et du volume machine des mêmes produits renseigné plus tôt au moment du bûcheronnage mécanisé

Rappel : le volume commercial d'une pile de bois se calcule selon la norme NF B 53-020 « Cubage des bois ronds et assimilés ».

Le volume d'encombrement est d'abord calculé en assimilant la pile à un parallélépipède tout en tenant compte de sa régularité. Sur cette base, la norme indique comment déterminer le volume commercial, aussi appelé volume apparent (m^3a). Ce dernier inclut le vide entre les pièces de bois.

L'application d'un coefficient de conversion au volume apparent (m^3a) permet de calculer un équivalent en m^3 . Ce coefficient tient compte de la section, de la conformation, de la longueur commerciale et de l'essence des produits empilés.



La machine de bûcheronnage n'est pas la seule responsable du volume disponible bord de route

VRAI

Le domaine d'intervention de la machine de bûcheronnage se limite au parterre de coupe.

Le débardage et le transport qui interviennent ensuite peuvent avoir des conséquences sur la volumétrie rendue bord de route ou chez le client bois. En effet, il peut arriver qu'il y ait matériellement moins de bois bord de route, voire rendu usine, en cas d'oubli de pièces en forêt, de déclassement qualitatif d'un sous ensemble de pièces, d'erreur...

Chacun a son rôle à jouer et son niveau de responsabilité dans l'organisation efficiente de la chaîne d'approvisionnement.

Dans le dialogue inter-acteurs, il est donc important de bien considérer le volume machine pour ce qu'il est, à savoir le volume des produits façonnés par la machine de bûcheronnage et dont la quantité est déterminée avec la formule de cubage convenue et les instructions de prise en compte des mesures.



Les technologies se perfectionnant, plus besoin de contrôle

FAUX

Certes l'instrumentation est toujours plus performante et les pièces mécaniques, hydrauliques et connectiques s'améliorent mais les conditions de chantier sont toujours aussi changeantes.

La mise à l'épreuve des outils de production par le travail en forêt et les facteurs humains (conduite, réglages, routine de maintenance...) influencent conjointement la capacité à délivrer des mesures justes et fiables. Il est donc nécessaire de rester vigilant, y compris par le suivi et le dialogue dans l'entreprise.



Une formule utilisée en Finlande ne convient pas forcément en France

VRAI

Les ordinateurs de bord des machines proposent diverses formules de cubage. Ces formules ont été programmées par les constructeurs pour répondre aux demandes des communautés d'utilisateurs. Or les usages commerciaux et les pratiques de cubage des bois sont historiquement différentes d'un pays à l'autre et parfois selon les types de produit. Ces différences sont principalement de trois ordres :

- La forme géométrique à laquelle le produit est assimilée ;
- Les longueurs et diamètres pris en compte pour le calcul des volumes ;
- Les règles d'arrondi prises en compte.

Chaque option a son contexte d'utilisation motivé par l'organisation de la chaîne d'approvisionnement et le processus de transformation ultérieur. Copier un usage finlandais ou allemand n'est pas une fin en soi, l'important étant de répondre au mieux aux attentes de la communauté professionnelle dans laquelle on évolue.

Exemple : Sur une coupe rase d'épicéa ($H_{\text{moy}}=25.2\text{m}$, $D_{130} \text{ moyen} = 37.1\text{cm}$, VUM 0.8m^3), les longueurs et diamètres d'un échantillon de 35 billons (8 tiges) ont été relevés manuellement lors d'un suivi.

Le volume commercial du lot et des sous-ensembles de produits a pu être comparé au volume calculé selon la formule « m^3to » sélectionnée dans la machine de bûcheronnage à l'occasion de ce test. Cette formule « m^3to » calcule le volume du cylindre dont la base est le diamètre fin bout du billon, conformément à l'usage scandinave.

Nom du produit	Nombre de produits	L utilisée pour calculer le volume	Volume selon NF B53-020 (m^3)	Volume $\text{m}^3\text{to}(\text{m}^3)$	% d'écart
Grume	2	Longueur commerciale	2,116	1,139	-46%
Palette 14+	13		1,042	0,783	-25%
Papier	7		0,746	0,195	-74%
Billon S5	13		4,324	3,668	-15%
Total	35		8,228	5,785	-30%

La prise en compte, par la formule « m^3to », du diamètre fin bout plutôt que du diamètre médian (à mi longueur de la longueur commerciale) implique que les écarts seront d'autant plus importants que les produits seront coniques et longs.

Comme cette formule « m^3to » ne correspond pas à un usage français de caractérisation des bois ronds et qu'elle donne des résultats très différents du volume commercial, il n'est pas recommandé de s'en servir.

D'autres formules sont disponibles dans les logiciels des constructeurs. Elles correspondent aux différents usages des pays utilisateurs des machines de bûcheronnage.

Volume type dans SILVIA	Logique de la formule	John Deere	Ponsse	Komatsu
Solid volume	Volume selon le principe de la somme des cylindres de 10 cm	m ³ f Prix/m ³ (fixe)	130	Fixe
Top measured	Volume du cylindre dont la base est le diamètre fin bout mesuré.	m ³ to Prix/m ³ (volume par diamètre du haut)	129	Cime
Middle measured	Volume du cylindre dont la base est le diamètre médian mesuré en mm.	m ³ fmimi (prix selon le diamètre médian) et m ³ fm (prix selon le fin bout)	134 (prix selon le diamètre médian) et 135 (prix selon la classe de diamètre médian)	Moyen
Norwegian Calculated Middle	Volume du cylindre dont la base est le diamètre médian calculé selon l'usage norvégien (décroissance de 1 cm/m).	m ³ fmi Prix/m ³ (norvégien)	132 (prix selon le diamètre médian) et 133 (prix selon la classe de diamètre médian)	Mesure au centre norvégienne
HKS	Volume du cylindre dont la base est le diamètre médian mesuré arrondi selon l'usage allemand (HKS). 2 variantes : « HKS top measured » « HKS middle measured »	m ³ toDE Prix/m ³ (solide, prix sur la base du petit bout) et m ³ miDE Prix/m ³ (solide, prix sur la base du point au centre)	-	-
Estonian middle measured	Volume calculé selon l'usage estonien en utilisant des fonctions de forme spécifiques aux essences du pays.	m ³ fest Prix/m ³ (Estonie, unité de volume de Nilson)	-	Mesure au centre estonienne

Logiques des formules de calcul de volume pouvant être sélectionnées dans les ordinateurs de bord et dans SILVIA



Pour approfondir, consultez les fiches décrivant les deux formules couramment utilisées en France.



Prendre 3 billons plutôt que 6 pour contrôler c'est la même chose

FAUX

Il est préconisé de réaliser 6 mesures lors du contrôle quotidien. Avec ces 6 billons contrôlés, on est quasiment certain de pouvoir détecter un biais de :

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

Biais détectable en fonction du nombre de billons contrôlés	5 billons	6 billons	10 billons
Longueur	2,5 cm et +	2 cm et +	1,35 cm et +
Diamètre	15 mm et +	10 mm et +	7,5 mm et +

Ces capacités à détecter des biais de longueur et de diamètre lors des contrôles ne sont valables que si les consignes données pour le choix des billons contrôlés sont respectées par les opérateurs.



Dans le cas contraire, la variabilité des billons contrôlés sera plus importante. Il faudra alors contrôler les mesures sur un plus grand nombre de billons, en répartissant ces mesures sur différents arbres (au moins 2). Dans ces cas à éviter, avec 10 mesures, on est quasiment certain de pouvoir détecter un biais de :

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



Le compas électronique présente de réels avantages

VRAI

Le compas électronique est un excellent outil pour faciliter la bonne réalisation des contrôles et des étalonnages.

- Il évite les ressaisies : les mesures machines n'ont plus besoin d'être recopiées ou imprimées depuis l'ordinateur de bord car elles sont transmises directement au compas et vice-versa.
- Il est nettement plus simple et pratique de n'avoir qu'un seul instrument en mains.
- La feuille volante n'est plus qu'un lointain souvenir.

Dans la dynamique de suivi des performances de mesure de la machine, travailler avec un compas électronique présente aussi un net avantage. Les données des contrôles quotidiens peuvent être enregistrées sous le même format (fichier KTR en StanForD et fichier HQC en StanForD2010) que les étalonnages. Dès lors, la compilation des données dans le temps peut se faire sans ressaisie.

De plus, un compas électronique réside, protégé et toujours en charge, à l'intérieur de la cabine. Il est livré avec son propre étalon et offre une mesure digitale *a contrario* du compas traditionnel dont les séjours répétés dans le coffre peuvent effacer partiellement les chiffres ou tordre les branches.

Vendu en option à environ 2 000 euros sur un investissement de l'ordre de 400 000 euros, le compas électronique est tout sauf un gadget.

S'il est mutualisé entre collègues dans l'entreprise, une organisation adéquate s'impose pour faire en sorte d'avoir un outil en bon état de fonctionnement à chaque fois qu'on en a besoin : proximité, disponibilité, batterie chargée...

L'avis FCBA : Les sessions de mesures réalisées avec les conducteurs en 2018 nous ont convaincus des gains de temps et de praticité qu'apporte le compas électronique. Seuls 4 des 10 binômes suivis en étaient dotés. Or les saisies manuelles induisent de fait une forte réticence à réaliser les étalonnages sur un nombre suffisant de pièces et à maîtriser véritablement la question des diamètres.



Exemple de compas électronique. L'opérateur vérifie après la synchronisation que les 2 troncs sélectionnés pour le contrôle sont bien enregistrés dans la mémoire de son compas.



Certains billons génèrent des erreurs de mesure

VRAI

Les billes de pied à fort empattement, les pièces dont la forme est loin du cylindre, les produits de cime moins bien ébranchés présentent des singularités de forme qui vont induire des écarts plus importants que la moyenne entre les mesures machine et les mesures manuelles.

Un panel diversifié de 10 machines (John Deere, Ponsse et Komatsu) intervenant en conditions variées d'essences (épicéa, sapin, douglas, pin maritime et eucalyptus), de coupe (éclaircies et coupes rases), de volume unitaire moyen des arbres ($0,2 < VUM < 1 \text{ m}^3$) et de secteurs géographiques a été suivi en 2018. Sur la totalité des 29 sessions de mesures comparatives réalisées, des cas particuliers ont été observés : une dizaine pour les longueurs (sur 1 056) et une quarantaine pour les diamètres (sur 2 102). Ces écarts ponctuels, pouvant atteindre respectivement jusqu'à +/-10 cm et +/-30 mm, étaient dus à des profils de billons singuliers sur lesquels la machine n'a pu effectuer une mesure correcte.

Ces exceptions font partie de la vie d'un chantier et leur caractère minoritaire n'impacte pas la validité des données de production à l'échelle d'une journée de travail ou du chantier.



Exemple : Au cours d'un suivi, 9 billons présentant au moins une importante singularité ont été identifiés sur les 105 mesurés. En conséquence des écarts de mesures relevés, l'écart entre le volume machine et le volume commercial déterminé manuellement s'est révélé important sur ce sous-ensemble.

Nom produit	Nombre de produits	Volume déterminé avec les mesures manuelles (m ³)	Volume machine (m ³)	% d'écart
TRITU	5	1,781	0,790	-56%
PAPIER	4	0,410	0,299	-27%
TOTAL	9	2,417	1,329	-50%

Pour autant, sur la totalité des 105 billons de sciage, trituration et papier, l'écart des volumes est minime :

Nom produit	Nombre de produits	Volume déterminé avec les mesures manuelles (m ³)	Volume machine (m ³)	% d'écart
TOTAL	105	17,610	17,703	1%



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

