

Protocole de suivi de chantier

Introduction

Dans le cadre de l'étude exploitation du projet Forêt Irrégulière Ecole, il a été décidé de tester deux méthodes d'exploitation non pratiquées jusqu'à présent dans les futaies irrégulières d'Auberive : la mécanisation de l'abattage et du façonnage par une machine de bûcheronnage, et une exploitation mixte, avec abattage par un bûcheron, reprise et débardage au porteur équipé d'un grappin scie.

Le but de cette étude est de déterminer si ces nouvelles méthodes peuvent prendre une place dans l'exploitation de ces forêts, et d'accueillir des formations à la gestion en futaie irrégulière sur le thème de l'exploitation. Pour ces deux objectifs, nous avons besoin d'obtenir des données chiffrées afin d'une part de juger de la pertinence de ces méthodes alternatives dans les forêts d'Auberive, et d'autre part de pouvoir discuter de leurs adaptabilités dans d'autres contextes lors des formations.

Dans ce document, nous allons détailler le protocole de suivi de chantier. Celui-ci se décompose en trois parties :

- Caractérisation de la **situation**. On définit la situation comme l'ensemble des variables qui vont influencer sur la productivité, notamment en augmentant ou en diminuant la difficulté d'exploitation.
- Mesure des **performances** du système d'exploitation. Il s'agit de la productivité des machines et des hommes, de la part temporelle (et donc financière) de chaque action dans la séquence de travail, de la qualité du travail effectué, et d'un certain nombre d'observations qualitatives sur les difficultés et les points positifs du système mis en place. Ces données sont prises de deux manières : par des mesures **globales** par parcelle, et par des mesures **particulières** sur la séquence de travail. → Cette partie sera détaillée séparément pour chaque opération d'exploitation
- Caractérisation de la qualité du travail. On prendra cette donnée par un état des lieux de fin de chantier, qui consiste principalement à observer les dégâts sur le peuplement restant.

I. Caractérisation de la situation

Donnée	Méthode d'obtention de la donnée
1. Ecartement cloisonnements	Mesures préalables ou postérieures
2. Distance de débardage	Mesure pendant l'exploitation et par SIG
3. Destination et dimensions des produits	Discussion préalable
4. Prélèvement	Fiche de martelage
5. Volume unitaire moyen	Fiche de martelage
6. Densité	Mesures préalables ou postérieures
7. Structure	Mesures préalables ou postérieures

1. On chemine parallèlement à la bordure de parcelle sur un transect distant de 40m de la bordure principale, perpendiculairement aux cloisonnements (voir annexe 2). Pour suivre ce transect, on se place sur la limite de parcelle, on prend son azimut, on mesure 40m sur le 1er cloisonnement avec un topofil. Ensuite on chemine grâce à l'azimut de la bordure. On reprendra une mesure de la distance à la limite, et une mesure de l'azimut à mi-parcours. On prend la mesure de toutes les interbandes, d'axe en axe en plantant le pied du vertex avec le transpondeur au centre du

cloisonnement, et en mesurant la distance la plus courte pour aller au centre du cloisonnement suivant. On effectue exactement les mêmes mesures au retour, le long de la bordure de parcelle opposée. On note pour chaque mesure la distance d'axe en axe, les numéros de cloisonnements mesurés et la largeur de chaque cloisonnement à l'endroit de la mesure, que l'on prend au décimètre, entre les orées du peuplement (voir annexe 3)

2. On place sur SIG le schéma de cloisonnements, et on prend les distances entre le milieu du tas de bois et un point du cloisonnement. Selon les trajets des porteurs, et les sorties dans chaque parcelle, on cherchera le ou les « points moyens » de départ de débardage dans tous les cloisonnements. Ces points pourront être au quart de la distance depuis chaque sortie du cloisonnement sur la ligne si le porteur est sorti alternativement d'un côté et de l'autre, ou en plein milieu du cloisonnement si le porteur est toujours sorti du même côté. (voir schéma en annexe)
- 2.Bis Pendant la phase de mesures particulières (voir plus loin), on prendra le point de départ du porteur afin de déterminer la distance de débardage pour chacun des tours suivis précisément.
3. Pour l'exploitation mixte bûcherons/grappin-scie, les produits sont du bois énergie coupé en ~6m, avec une découpe fin bout au diamètre 7cm. Pour l'exploitation à l'abatteuse tous les bois exploités par la machine sont destinés au bois industrie, coupés en 2m. Les fins bouts inférieurs à 7cm sont également laissés en forêt.
- 4.&5. : Ces données sont présentées dans le document « description des chantiers ».
- 6.&7. : On prendra ces données par un inventaire statistique. 10 placettes par parcelle (environ 5ha chacune). Si des placettes permanentes ont été mesurées récemment, on les inclura dans l'échantillon. On dispose les placettes sur SIG selon une maille systématique dont le premier point est placé aléatoirement. On chemine d'une placette à l'autre au GPS. Premier tour relascope au facteur 1, avec diamètre de précomptage fixé à 17,5cm. Second tour relascope au facteur 0,5 pour les perches ($7,5 < \varnothing < 17,5$). Pour chaque tour, on relève le diamètre par classes compensées s'il y a deux opérateurs. Si un seul opérateur, estimation du diamètre à l'œil, en classe de grosseur perches-PB-BM-GB, et estimation par placette du diamètre moyen des gros bois comptés. On inventorie toutes les essences sans les distinguer. On considère que ces mesures peuvent être faites indifféremment avant ou après l'exploitation, car on cherche des valeurs de densités et de capital moyennes sur les parcelles. Or puisque l'on connaît le prélèvement, on peut passer de la donnée « pré-exploitation » à la donnée « post-exploitation », et inversement.

II. Mesure des performances de chaque système

Pour suivre les performances de nos systèmes à tester, il faut procéder à trois niveaux de mesures :

- des **mesures globales** de la productivité du chantier à une échelle « macro » : celle de la parcelle ;
- suivent des **mesures particulières**, plus fines, qui permettent de découper le temps de travail en unités productives ;
- enfin, **un état des lieux** de fin de chantier, permettant de juger de l'impact des travaux sur la forêt (le sol et le peuplement).

1. Mesures globales : utilisation du carnet de bord

Travail concernant principalement les conducteurs d'engin et les bûcherons : remplissage quotidien par l'équipe de bûcherons, le conducteur du porteur à grappin-scie et le conducteur d'abatteuse pendant toute la durée du chantier

Nous souhaitons connaître le temps précis passé au travail, afin de calculer des rendements. Pour cela, nous mettons en place un carnet de bord pour les opérateurs, à remplir quotidiennement. On trouve dans celui-ci l'heure d'arrivée des opérateurs sur le chantier, l'heure de la pause, l'heure de

reprise du travail, l'heure de fin de chantier. Il faut un carnet par conducteur de machine, et un pour l'équipe de bûcherons. Si les bûcherons parlent ou lisent difficilement le français, le carnet bûcheron sera rempli par le chauffeur du porteur.

L'opérateur (bûcheron, chauffeur de machine) doit remplir le carnet de bord quotidiennement, en gardant une précision au quart d'heure près. Sans oublier de noter la date et l'heure à laquelle il commence chaque parcelle

L'agent FIE doit prendre le temps d'expliquer l'utilisation de ce carnet aux opérateurs, de le regarder quand il vient sur le chantier et d'en accompagner le remplissage.

Ci-dessous, un aperçu du carnet de bord pour le grappin-scie sur porteur.

Tableau I : Carnet de bord pour le porteur équipé d'un grappin-scie

Homme (merci de préciser le temps avec une précision au 1/4 d'heure)										
Date	Heure d'arrivée sur chantier	Heure départ chantier	Différence heure de départ - heure d'arrivée	Temps pause midi	Temps de travail productif	Temps de travail auxiliaire			Temps autre	à préciser SVP
						Temps de préparation (repérage, ...)	Temps d'entretien	Temps de réparations		
10/01/2011 (exemple)	8h00	17h30	9,5h	1h	5h45	15 mn	30 mn	1 h	1h	visite du technicien

Tableau II : Suite du tableau I

Machines		Productions		Divers (à préciser)	
Horamètre engin		Conso. en carburant (en litres)	Production globale :	Unité	
Matin	Soir				
1750.2	1756.7	96	6	tours	

Tableau III : Distinction du temps de travail par parcelle dans le carnet de bord

Parcelle					
Début 2310		Début 2311		Début 2312	
Date	heure	Date	heure	Date	heure

Avec ces carnets remplis, on pourra calculer les productions horaires (= productivité), en se basant sur la pesée des camions de BE sortie d'usine ($productivité = masse\ de\ bois / temps\ de\ travail$).

En comptant le nombre de « tours » (cf. Tableau II) (1 tours = aller-retour dans la coupe, avec chargement et déchargement) on pourra accéder à une mesure de la productivité du porteur. Cette productivité pourra elle aussi être reliée aux données de situation.

2. Mesures particulières

Travail concernant l'opérateur FIE : il nous faut une série d'observations pour les bucherons, une pour le porteur à grappin-scie, et une pour la machine de bûcheronnage.

i. Suivi des bucherons

Dans le chantier de Sainte-Ruffine, la première phase d'exploitation est assurée par les bûcherons : ceux-ci abattent l'ensemble des arbres marqués. La qualité BE est uniquement abattue. La qualité BO est abattue, ébranchée, et la partie grume est séparée de la partie houppier. Ce qu'on souhaite savoir ici, c'est le temps passé par un bûcheron pour le traitement des bois selon le diamètre et la qualité (donc le travail demandé).

Travail en amont

1. Repérage dans la parcelle de plusieurs zones à mesurer, convenant aux critères fixés dans le document *Préalables au protocole*. Concrètement on cherche des zones avec un ratio « nb {PB-BM} / nb perche » le plus fort possible. On repère aussi les zones avec plusieurs houppiers. On note ces zones sur la carte des cloisonnements
2. En début de journée, on commence par une phase d'observation (~1/2h), pour comprendre le travail de l'opérateur que l'on veut suivre.
3. Discussion avec les opérateurs, pour voir quand seront faites les zones repérées en étape 1.
4. Marquage de façon visible sur 2 faces de tous les arbres à abattre sur la zone sélectionnée. Il s'agira d'un marquage par catégorie de diamètre. Chaque arbre portera le numéro correspondant à sa catégorie (voir tableau ci-dessous)
5. Dénombrement par catégorie des arbres marqués, avec des compteurs.
 - **Matériel** : bombe de peinture fluo, compas, casque et gilet de chantier, 2 compteurs mécaniques (8 catégories)

Tableau IV : catégories pour le marquage des arbres à mesurer

Catégorie (diamètres, en cm)	7,5-17,5	17,5-27,5	27,5-37,5	37,5-47,5	47,5-57,5	> 57,5	Houppier seul
Classes de diamètre correspondantes	10-15	20-25	30-35	40-45	50-55	60+	Houppier seul
Code (à écrire sur l'arbre)	1	2	3	4	5	6	7

Suivi à l'avancement

Pendant le travail, l'agent FIE suit les opérateurs, et prend les temps à l'avancement pour chaque arbre et chaque opération intermédiaire. Le bucheron commence à abattre un arbre -> on note le temps ; quand il a fini de l'abattre et qu'il commence son déplacement -> on note le temps ; le bucheron commence à abattre l'arbre suivant -> on note le temps ... Il n'y a pas de coupure, on prend les mesures en continu.

Exemple de saisie à l'avancement

temps	début opération	Précision	Arbre non marqué
11:49:32	2a		

Légende :

11:49:46	d			1, 2 ... : catégorie de diamètres (voir Tableau IV, ci-dessus) a : abattage d : déplacement
11:50:07	1a		X	
11:50:35	d			
	pb	texte		
	autre	arrêt machine		

Explication sur la prise de temps à l'avancement :

Ligne jaune → à 11:49:32, le bûcheron commence l'abattage d'un arbre de catégorie 2 (classes de diamètre 20-25)

Ligne orange → à 11:49:46, le bûcheron a finis son abattage et démarre un déplacement

Ligne bleue → à 11:50:07, le bûcheron commence l'abattage d'un arbre de catégorie 1 qui n'était pas marqué (libération de place d'abattage, arbre cassé par l'abattage précédent ...). Cet arbre n'était donc pas numéroté non plus, la catégorie est estimée à l'œil.

- **Matériel** : tablette avec LibreOffice, gilet jaune et casque de chantier
- **Astuce** : pour prendre le temps sur une tablette équipée de LibreOffice Calc, il est conseillé d'ajouter l'outil « heure » dans la barre d'outil (voir annexe 4)



ii. Suivi du porteur à grappin-scie

Dans le chantier de Sainte-Ruffine, la seconde phase d'exploitation est assurée par le porteur équipé d'un grappin-scie : celui-ci ramasse les arbres abattus par les bûcherons, les découpe à environ 6m, et les charge dans son panier, puis les débarde jusqu'à la pile de BE en bord de route. Il s'occupe

des bois de qualité BE, ainsi que des houppiers séparés de leurs grumes de BO. Ce qu'on souhaite savoir ici, c'est le temps passé par la machine à la réalisation des différentes phases : le traitement des bois selon leur diamètre d'une part et le débardage d'autre part.

Dans ce paragraphe le terme « traitement » désigne l'action du porteur à grappin-scie de découper un arbre ou un houppier et d'en charger les morceaux dans son panier.

Travail en amont

1. Repérage dans la parcelle de plusieurs zones à mesurer, convenant aux critères fixés dans le document *Préalables au protocole*. Concrètement on cherche des zones avec un ratio « nb {PB-BM} /nb perche » le plus fort possible. On repère aussi les zones avec plusieurs houppiers. On note ces zones sur la carte des cloisonnements
 - Ici, on pourra reprendre les zones qui ont été numérotées et mesurées pendant le travail des bûcherons, mais on pourra également aller en chercher d'autres. Notamment des zones avec plusieurs houppiers à traiter, qui nous intéressent particulièrement.
2. En début de journée, on commence par une phase d'observation (~1/2h), pour comprendre le travail de l'opérateur que l'on veut suivre.
3. Discussion avec l'opérateurs, pour voir quand seront faites les zones repérées en étape 1.
4. Marquage de façon visible sur 2 faces de tous les arbres à traiter sur la zone sélectionnée. Il s'agira d'un marquage par catégorie de diamètre. Chaque arbre portera le numéro correspondant à sa catégorie (voir Tableau IV, au paragraphe précédent). Chaque arbre portera également un code permettant d'évaluer sa distance au cloisonnement.
5. Dénombrement par catégorie des arbres marqués, avec des compteurs.
 - **Matériel** : bombe de peinture fluo, compas, casque et gilet de chantier, 2 compteurs mécaniques (8 catégories)

Suivi à l'avancement

Pendant le travail, l'agent FIE suit les opérateurs, et prend les temps à l'avancement pour chaque arbre et chaque opération intermédiaire. La machine saisit le premier arbre -> on note le temps ; quand elle a fini de le découper et de le ranger dans son panier -> on note le temps ; la machine saisit l'arbre suivant -> on note le temps ... Il n'y a pas de coupure, on prend les mesures en continu.

Exemple de saisie à l'avancement

temps	début opération	Précision
15:01:48	2t	
15:01:57	d	
15:02:21	1t	
15:02:45	d	Départ débardage
15:32:12	7t	
	autre	arrêt machine

Légende :

1, 2 ...7 : catégorie de diamètres (voir Tableau IV)

t : traitement

d : déplacement

Explication sur la prise de temps à l'avancement :

Ligne jaune → à 15:01:48, la machine saisit un arbre de catégorie 2 (classes de diamètre 20-25) au sol.

La machine découpe cet arbre à environ 6m, et en charge les morceaux dans son panier (le « traitement » complet du bois)

Ligne orange → à 15:01:57, la machine a empilé le dernier morceau de cet arbre dans son panier et démarre son déplacement vers l'arbre suivant.

Ligne bleue → à 15:02:21, , la machine saisie un arbre de catégorie 2...

Traitement de l'arbre de catégorie 2

Ligne verte -> à 15:02:45 la machine a empilé le dernier morceau de cet arbre dans son panier et démarre un retour vers la place de dépôt pour décharger son panier.

Ligne rose -> à 15:32:12 la machine est revenue de son tour de débardage et commence à traiter un houppier seul

- **Matériel** : tablette avec LibreOffice, gilet jaune et casque de chantier
- **Astuce** : pour prendre le temps sur une tablette équipée de LibreOffice Calc, il est conseillé d'ajouter l'outil « heure » dans la barre d'outil (voir annexe 4)



iii. Suivi de la machine de bûcheronnage

Dans le chantier de Vivey, l'exploitation est assurée par une machine de bûcheronnage : cette machine que l'on appelle couramment « abatteuse » abat, ébranche, billonne et empile les arbres. Ici, on souhaite savoir quelle est l'influence des dimensions et de la forme des arbres sur la productivité de la machine.

Dans ce paragraphe le terme « traitement » désigne l'action de la machine de bûcheronnage d'abattre, ébrancher, billonner et empiler les bois.

Travail en amont

1. Repérage dans la parcelle de plusieurs zones à mesurer, convenant aux critères fixés dans le document *Préalables au protocole*. Concrètement on cherche des zones avec un ratio « nb {PB-BM} /nb perche » le plus fort possible. On repère aussi les zones avec plusieurs houppiers. On note ces zones sur la carte des cloisonnements
2. En début de journée, on commence par une phase d'observation (~1/2h), pour comprendre le travail de l'opérateur que l'on veut suivre.
3. Discussion avec l'opérateurs, pour voir quand seront faites les zones repérées en étape 1.
4. Marquage de façon visible sur 2 faces de tous les arbres à traiter sur la zone sélectionnée. Il s'agira d'un marquage par catégorie de diamètre. Chaque arbre portera le numéro correspondant à sa catégorie (voir Tableau IV, au paragraphe précédent)
5. En plus de ce marquage, on prendra en note dans un tableau les caractéristiques de chaque arbre marqué, afin d'avoir une estimation du nombre « d'arbres à problème » sur la zone
6. Dénombrement par catégorie des arbres marqués, avec des compteurs.
 - **Matériel** : bombe de peinture fluo, compas, casque et gilet de chantier, tablette avec tableur de saisie

Exemple de saisie amont

Num arbre	Diam	Ess	Singularités*	Cépée/FP*
16	15	Chx	F, 2B**	FP**
17	10	Cha	Flex**	C**

**Les abréviations sont encore à définir, mais il s'agirait de Fourche, Branche, Flexuosité, Cépée, Franc Pied.

Focus sur les singularités

Dès le départ, nous avons identifié que le temps de travail de la machine serait impacté par les singularités des tiges à exploiter. Plusieurs points sont à éclairer à ce sujet :

- Ne sachant pas à l'avance quelle est la part de ces tiges dans le peuplement, on ne peut pas tenter de calculer un temps d'observation. On peut par contre dire qu'étant donné le nombre de catégories pré-identifiées (fourches, grosse branches, forte flexuosité, rejet de souche ou franc-pied), on risque d'avoir besoin d'un nombre important d'observations. La question est peut-être : *des observations qualitatives de ces singularités ne suffiraient-elles pas ?* Ce à quoi on peut certainement répondre oui, si on s'intéresse uniquement au contenu des formations, par contre on ne pourra pas donner d'indications chiffrées sur la possibilité de mécanisation d'une coupe. On peut également penser qu'on obtiendra tout de même des informations, peut-être en regroupant des catégories dans des types agrégés. Le problème principal qui persiste est l'estimation de la taille de l'échantillon à observer.
- D'autre part, nous n'avons pas choisi la manière de qualifier ces singularités : doivent-elles être des mesures ? Par exemple : branche diamètre = 6cm ; fourche diamètre = 20cm,

écartement = 30 degrés ; flexuosité = 10cm/m d'écart à la verticalité ... Ou bien faut-il créer des classes : une branche devient problématique à partir de 4cm de diamètre, très problématique à partir de 8cm ; une fourche est problématique l'angle formé est supérieur à 20degré et le diamètre à la base supérieur à 15cm...

Suivi à l'avancement

Pendant le travail de la machine, l'agent FIE suit, et prend les temps à l'avancement pour chaque arbre et chaque opération intermédiaire. La machine saisit le premier arbre -> on note le temps ; quand elle a fini de le traiter -> on note le temps ; la machine saisit l'arbre suivant -> on note le temps ... Il n'y a pas de coupure, on prend les mesures en continu.

Exemple de saisie à l'avancement

temps	début opération	Précision
15:01:48	11t	
15:01:57	d	
15:02:21	12t	
	autre	arrêt machine

Légende :

11, 12 ... : numéro de l'arbre

t : traitement

d : déplacement

Explication sur la prise de temps à l'avancement :

Ligne jaune → à 15:01:48, la machine saisit un arbre de catégorie 2 (classes de diamètre 20-25) au sol.

La machine découpe cet arbre à environ 6m, et en charge les morceaux dans son panier (le « traitement » complet du bois)

Ligne orange → à 15:01:57, la machine a empilé le dernier morceau de cet arbre dans son panier et démarre son déplacement vers l'arbre suivant.

Ligne bleue → à 15:02:21, , la machine saisit un arbre de catégorie 2...

Traitement de l'arbre de catégorie 2

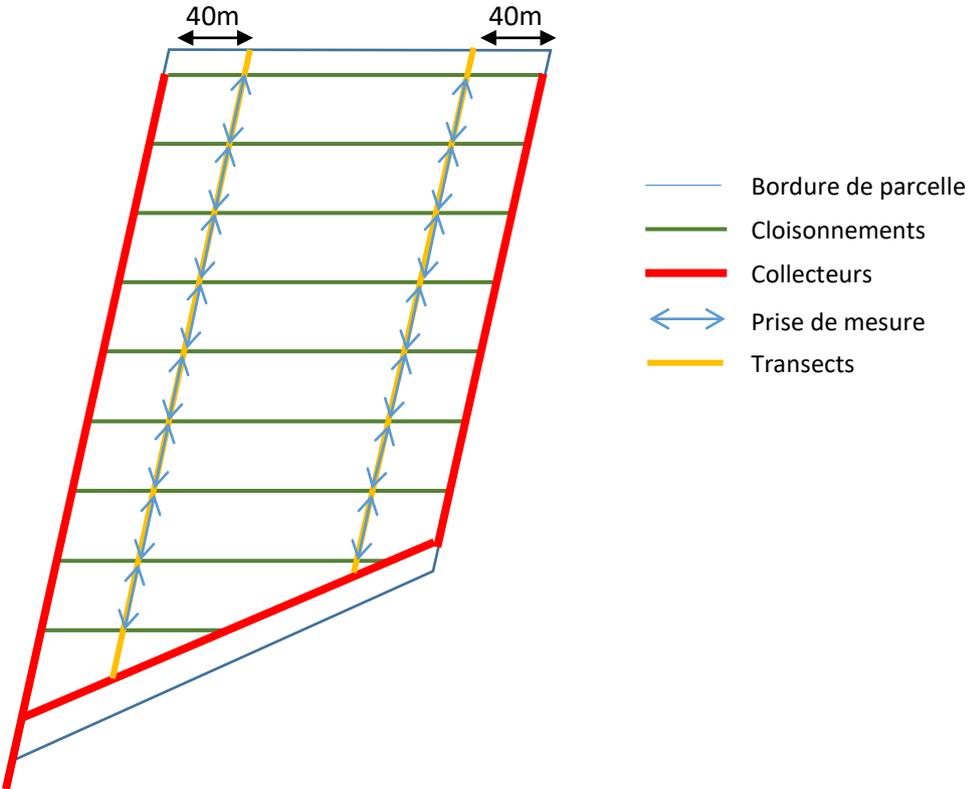
Ligne verte -> à 15:02:45 la machine a empilé le dernier morceau de cet arbre dans son panier et démarre un retour vers la place de dépôt pour décharger son panier.

Ligne rose -> à 15:32:12 la machine est revenue de son tour de débardage et commence à traiter un houppier seul

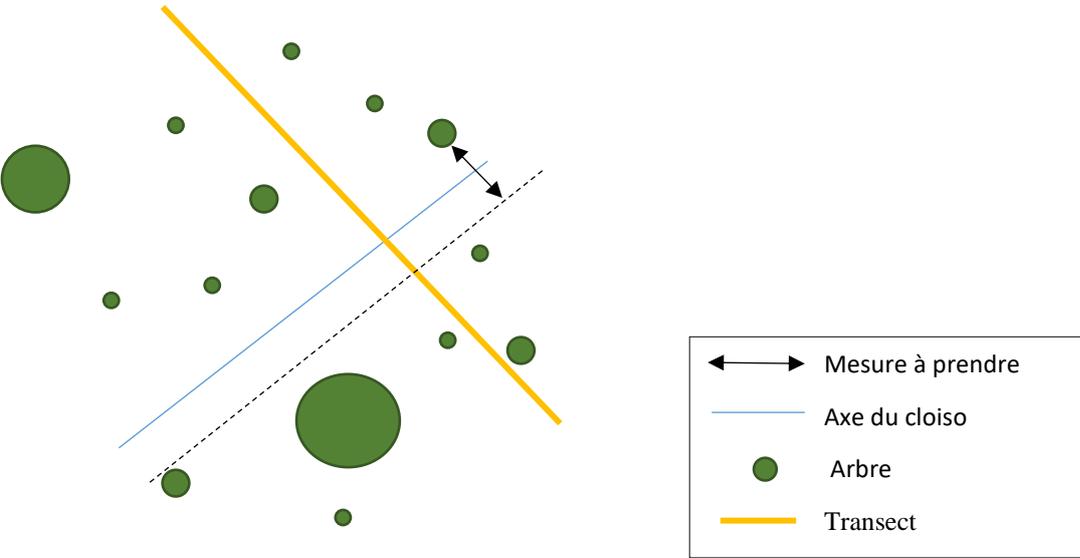
- **Matériel** : tablette avec LibreOffice, gilet jaune et casque de chantier
- **Astuce** : pour prendre le temps sur une tablette équipée de LibreOffice Calc, il est conseillé d'ajouter l'outil « heure » dans la barre d'outils (voir annexe 4)

Annexe 1 : Détermination de la distance moyenne de débardage

Annexe 2 : Détermination de la distance moyenne d'axe en axe entre les cloisonnements

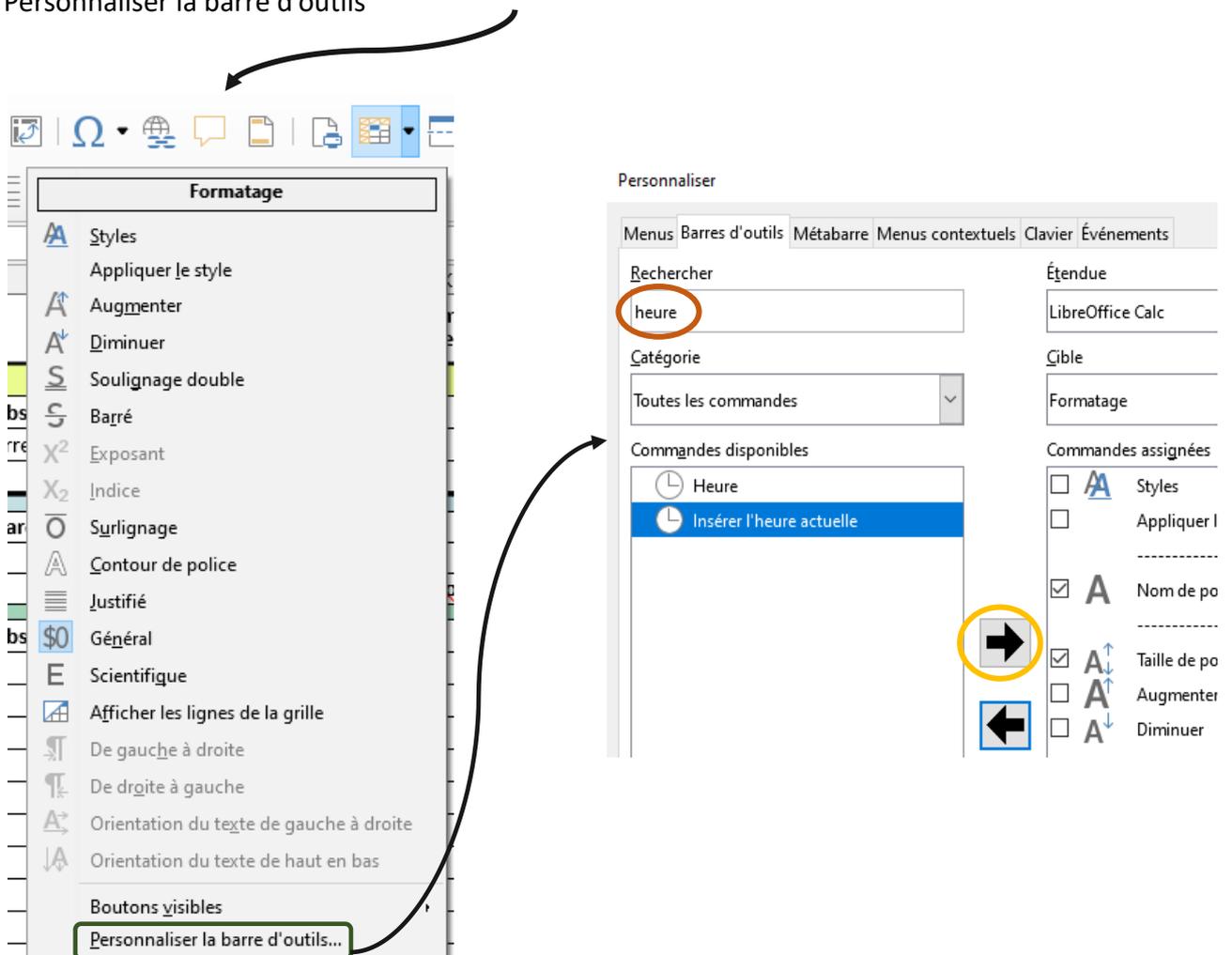


Annexe 3 : Détermination de la largeur moyenne des cloisonnements



Annexe 4 : ajout de l'outil heure pour la prise de temps à l'avancement

On peut ajouter l'outil « insérer l'heure actuelle » en se plaçant sur le ruban, puis cliquer droit, Personnaliser la barre d'outils



L'icône « insérer l'heure actuelle » apparaît alors dans la barre d'outils. Quand on l'actionne, l'heure exacte est inscrite dans la cellule sélectionnée

