



Projet de renforcement des capacités institutionnelles en matière de REDD pour la gestion durable des forêts dans le bassin du Congo (PREREDD)



**Erratum du
«Protocole de collecte des données sur le terrain et au
laboratoire nécessaires pour quantifier la biomasse
aérienne des arbres et pour l'établissement
d'équations allométriques»**

*Composante 2b du projet de
Renforcement des capacités
institutionnelles en matière de REDD
pour la gestion durable des forêts
dans le Bassin du Congo (PREREDD) :*

*Etablissement des équations
allométriques pour les forêts du
Bassin du Congo*

Date d'édition : **22/05/2015**

Référence contractuelle : 029/COMIFAC/SE/PREDD+/SPM/2013

Financement : Banque Mondiale, IDA, DON N° TF010038, PP 113167, Catégorie 1

Contact consortium : Emilien Dubiez
emilien.dubiez@onfinternational.org



Rédacteurs et intervenants
Sébastien Bauwens

Structure
Nature +

Contact email
bauwens.sebastien@gmail.com

I | Introduction

La mise en place du « *Protocole de collecte des données sur le terrain et au laboratoire nécessaires pour quantifier la biomasse aérienne des arbres et pour l'établissement d'équations allométriques* » et l'application de celui-ci ont été réalisées au Gabon lors de la formation des formateurs (du 14 au 21 avril 2015) Haut Abanga, la Concession Forestière sous Aménagement Durable de la société ROUGIER Gabon avec l'Institution Scientifique Nationale regroupant l'institut Recherche en Ecologie Tropicale (l'IRET) et l'Université de Sciences et Technologie de Masuku (USTM). Suite à cette formation, quelques ajustements au Protocole ont été apportés. Ces ajustements sont repris dans cet Erratum ainsi que dans les fiches techniques (modules 1 et 2). **La numérotation des titres** correspond à la numérotation des titres du « *Protocole de collecte des données sur le terrain et au laboratoire nécessaires pour quantifier la biomasse aérienne des arbres et pour l'établissement d'équations allométriques* ».

II | GENERALITE SUR LA DEMARCHE

II.1 CHOIX METHODOLOGIQUES

II.1.1 Unité d'échantillonnage

II.1.2 Mesures directes et indirectes

II.1.3 Estimation de la surface de la souche par photometrie

II.1.4 Sous-échantillonnage du houppier

Le sous-échantillonnage du houppier consistant à peser les petites branches et les feuilles de 1 arbre sur trois par espèce (ou par type architectural ou par classe d'infradensité) répartis par classe de diamètre n'a pas été retenu suite à la première formation sur le terrain (mesures de biomasse sur 8 arbres répartis entre 27 cm et 129 cm de diamètre). Le gain de temps espéré en n'émondant pas les petites branches ainsi qu'en ne les pesant pas n'est pas significatif. En effet, la pesée des autres compartiments du houppier (moyennes branches et grosses branches) nécessite le tri par catégorie de grosseur des branches ainsi que le déplacement des plus petites catégories de branches (petites et moyennes branches). Le gain de temps espéré en ne pesant pas les petites branches et les feuilles n'est alors plus important. Par contre, la modification de la subdivision du compartiment Petites branches (< 5 cm de diamètre) et du compartiment Feuilles en Petite branches (1 cm < diamètre < 5cm) et en Brindilles/feuilles/fleurs/fruits (branches de diamètre < 1 cm + feuilles+fleurs+fruits) augmente l'efficacité de la mesure de cette partie du houppier. **Par conséquent, aucun sous-échantillonnage n'a été retenu pour les mesures de biomasse. Les compartiments petites branches et feuilles ont été modifiés en petites branches (1 cm < diamètre < 5cm) et brindilles/feuilles/fleurs/fruits (branches de diamètre < 1 cm + feuilles+fleurs+fruits).**

II.2 MISE EN ŒUVRE DE LA DEMARCHE

II.2.1 Partenariat avec les sociétés forestières

II.2.2 Déroulement de la collecte des données

II.2.3 Composition des équipes

II.2.4 Enchaînement des opérations

Les compartiments du houppier sont : Grosses Branches (> 20 cm de diamètre), Moyennes Branches (5 cm < diamètre < 20 cm), Petites Branches (1 cm < diamètre < 5 cm), et Brindilles/feuilles/fleurs/fruits (diamètre < 1 cm + feuilles + fleurs + fruits).

Pour les arbres de diamètre supérieur à 70 cm, toute l'équipe travaillera d'abord sur le houppier jusqu'à ce que la majorité des feuilles aient été pesées et les petites branches classées. Ensuite, une partie de l'équipe (avec le chef d'équipe) se concentrera sur la souche, les purges et la bille pendant que l'autre partie de l'équipe continuera à peser les différents compartiments du houppier restants.

Tableau 1 : Liste des variables mesurées et calculées à l'échelle de l'arbre, de la souche, de la bille, des branches et des fourches, et des feuilles, fleurs et fruits. Les abréviations et unités utilisées sont données pour toutes les variables. Les formules sont données pour les variables calculées. Les lettres [c], [l], [p] et [t] indiquent respectivement que la variable est calculée, mesurée au laboratoire, obtenue par analyse photométrique ou mesurée sur le terrain.-

Variable	Abréviation et formule	Unité
Arbre		
[t] diamètre de référence	D_{ref}	m
[t] hauteur de mesure du diamètre de référence	H_{ref}	m
[t] hauteur de la charnière	H_{ab}	m
[t] hauteur totale	H_{tot}	m
[c] biomasse aérienne totale	$B_{tot}=B_{Sa}+B_{Ga}+B_{cBa}+B_{pBa}+B_{Fa}$	kg
Souche		
[t] hauteur de mesure de la surface de la souche	H_{1b}	m
[p] surface de la souche	A_s	m^2
[c] volume vert de la souche	$V_{sv}=H_{1b} \times A_s$	m^3
[l] volume vert de l'échantillon de souche	v_{sv}	m^3
[l] masse verte de l'échantillon de souche	m_{sv}	kg
[l] masse anhydre de l'échantillon de souche	m_{sa}	kg
[c] infra-densité de la souche	$ID_s=m_{sa}/v_{sv}$	$kg \cdot m^{-3}$
[c] teneur en eau de la souche	$TE_s=(m_{sv}-m_{sa})/m_{sv}$	%
[c] masse anhydre de la souche	$B_{sa}=V_{sv} \times ID_s$	kg
Purge basse		
[t] longueur du i ^{ème} billon	l_{bi}	m
[t] masse verte du i ^{ème} billon	m_{bi}	kg
[t] diamètre petit bout du i ^{ème} billon	d_{b1i}	m
[t] diamètre gros bout du i ^{ème} billon	d_{b2i}	m
[c] longueur de la purge	H_3	m
[c] volume vert du i ^{ème} billon	$v_{bi}=(\pi \times l_{bi} / 12) \times (d_{b1i}^2 + d_{b2i}^2 + d_{b1i} \times d_{b2i})$	m^3
[c] volume vert de la purge (si cubage)	$V_{Gv} = \sum_i v_{bi}$	m^3
[c] masse verte de la purge (si pesée)	$B_{Gv} = \sum_i m_{bi}$	kg
[l] volume vert de l'échantillon de la purge	v_{Gv}	m^3
[l] masse anhydre de l'échantillon de la purge	m_{Ga}	kg
[c] infra-densité de la purge	$ID_G=m_{Ga}/v_{Gv}$	$kg \cdot m^{-3}$
[c] teneur en eau de la purge	$TE_G=(m_{Gv}-m_{Ga})/m_{Gv}$	%
[c] biomasse anhydre de la purge (si cubage)	$B_{Ga}=V_{Gv} \times ID_G$	kg

	^[c] biomasse anhydre de la purge (si pesée)	$B_{Ga}=B_{Gv}\times(1-TE_G)$	kg
Bille/grume			
	^[t] longueur du i ^{ème} billon	l_{bi}	m
	^[t] masse verte du i ^{ème} billon	m_{bi}	kg
	^[t] diamètre petit bout du i ^{ème} billon	d_{b1i}	m
	^[t] diamètre gros bout du i ^{ème} billon	d_{b2i}	m
	^[c] longueur de la bille ou grume	$L_G=\sum_i l_{bi}$	m
	^[c] volume vert du i ^{ème} billon	$v_{bi}=(\pi\times l_{bi}/12)\times(d_{b1i}^2+d_{b2i}^2+d_{b1i}\times d_{b2i})$	m ³
	^[c] volume vert de la bille ou grume (si cubage)	$V_{Gv}=\sum_i v_{bi}$	m ³
	^[c] masse verte de la bille ou grume (si pesée)	$B_{Gv}=\sum_i m_{bi}$	kg
	^[v] volume vert de l'échantillon de la bille ou grume	V_{Gv}	m ³
	^[v] masse anhydre de l'échantillon de la bille ou grume	m_{Ga}	kg
	^[c] infra-densité de la bille ou grume	$ID_G=m_{Ga}/V_{Gv}$	kg.m ⁻³
	^[c] teneur en eau de la bille ou grume	$TE_G=(m_{Gv}-m_{Ga})/m_{Gv}$	%
	^[c] biomasse anhydre de la bille ou grume (si cubage)	$B_{Ga}=V_{Gv}\times ID_G$	kg
	^[c] biomasse anhydre de la bille ou grume (si pesée)	$B_{Ga}=B_{Gv}\times(1-TE_G)$	kg
Branches et fourches			
	^[t] biomasse verte des branches et fourches pesées	B_{pBv}	kg
	^[v] volume vert de l'échantillon de branche	v_{Bv}	m ³
	^[v] masse verte de l'échantillon de branche	m_{Bv}	kg
	^[v] masse anhydre de l'échantillon de bille	m_{Ba}	kg
	^[c] infra-densité des branches	$ID_B=m_{Ba}/v_{Bv}$	kg.m ⁻³
	^[c] teneur en eau des branches	$TE_B=(m_{Bv}-m_{Ba})/m_{Bv}$	%
	^[c] biomasse anhydre des branches cubées	$B_{cBa}=v_{cBv}\times ID_B$	kg
	^[c] biomasse anhydre des branches et des fourches pesées	$B_{pBa}=B_{pBv}\times(1-TE_B)$	kg
Brindilles/feuilles/fleurs/fruits			
	^[t] biomasse verte des feuilles, fleurs et fruits (pesée)	B_{Fv}	kg
	^[v] masse verte de l'échantillon de feuilles, fleurs et fruits	m_{Fv}	kg
	^[v] masse anhydre de l'échantillon de feuilles, fleurs et fruits	m_{Fa}	kg
	^[c] teneur en eau des feuilles, fleurs et fruits	$TE_F=(m_{Fv}-m_{Fa})/m_{Fv}$	%
	^[c] biomasse anhydre des feuilles, fleurs et fruits	$B_{Fa}=B_{Fv}\times(1-TE_F)$	kg

II.2.5 Liste du matériel

La balance de précision doit avoir une précision au 0,1 g car les échantillons ont généralement une masse supérieure à 350 g. La contenance de la cuve (bassine) doit être d'environ 40-50 L.

III | PROTOCOLE DE COLLECTE DES DONNEES

III.1 IDENTIFICATION DES ARBRES (PHASE 1)

III.2 COLLECTE DES DONNEES SUR LE TERRAIN (PHASE 2)

III.2.1 Données collectées avant abattage

III.2.1.1 Présentation générale

Des modifications ont également été apportées sur la fiche de terrain. Les figures présentant des extraits de la fiche dans le Protocole ne sont donc plus en accord avec la fiche de terrain actuelle (exemple figure 3).

Nom et prénom : _____		Heure de début : __: __		Date : __/__/20__		Nbr. d'opérateurs : ____	
Numéro d'identification arbre : _____		Essence : _____		/			
Concession : _____		AAC : _____		(N° INV) _____			
Coordonnées GPS : Lat. = _____		Long. = _____		N° photo d'arbre : _____ et _____			
Exsudat : _____		Odeur : _____		Tranche : _____		N° photo tranche _____ N° herbie r : _____	
Hauteur de mesure: <input type="checkbox"/> 1,3 m au dessus du sol <input type="checkbox"/> ≠ 1,3 m, hauteur de mesure: _____ (cm)		<input type="checkbox"/> Plusieurs tiges (fourche < 1,3m de haut) Nombre de tiges : _____ Lettre tige : _____		Hauteur totale (m)		1. _____ 2. _____	
Diamètre de référence (d₃) : _____ (cm)		Hauteur fût (m)					
Base du tronc : <input type="checkbox"/> Cylindrique <input type="checkbox"/> Epaisse <input type="checkbox"/> Empattements <input type="checkbox"/> Cannelures <input type="checkbox"/> Racines aérien.		<input type="checkbox"/> Contreforts		<input type="checkbox"/> Peu dvp <input type="checkbox"/> Fort dvp			
Vue du houppier au sol (4 points cardinaux sur huit à mesurer)							
N Dist. :	m	S Dist. :	m	Statut de l'arbre :			
NE Dist. :	m	SO Dist. :	m	1. arbre du sous-bois totalement ombragé ; 2. Arbre de sous-bois ombragé ; 3. arbre de basse canopée partiellement ombragé ; 4. Arbre de la canopée co-dominant ; 5. Arbre dominant ou émergeant			
E Dist. :	m	O Dist. :	m				
SE Dist. :	m	NO Dist. :	m	Remarque(s) :			

Figure 3 Extrait de la fiche de terrain concernant les données à récolter avant l'abattage des arbres.

III.2.1.2 Mesures dendrométriques

La **surface de projection du houppier** au sol sera estimée à partir de la mesure de la longueur entre le centre du houppier (position du tronc) et l'extrémité du houppier sur quatre points cardinaux parmi les huit suivants : nord, nord-est, est, sud-est, sud, sud-ouest, ouest, nord-ouest. Les points cardinaux sur lesquels les longueurs seront mesurées doivent être répartis de manière la plus homogène possible parmi les points cardinaux où le houppier est visible.

Les hauteurs des contreforts ne seront pas mesurées.

III.2.2 Données collectées après l'abattage

III.2.2.1 Présentation générale

Cinq scénarios de mesure de biomasse d'un arbre ont été identifiés (figure 7). Le premier scénario correspond aux arbres non commerciaux dont le diamètre est inférieur à 70 cm (Figure 8). Les scénarios 2 et 3 se déroulent dans le cas d'arbres non commerciaux supérieur à 70 cm de diamètre et les scénarios 4 et 5 concernent les arbres commerciaux (Figure 8).

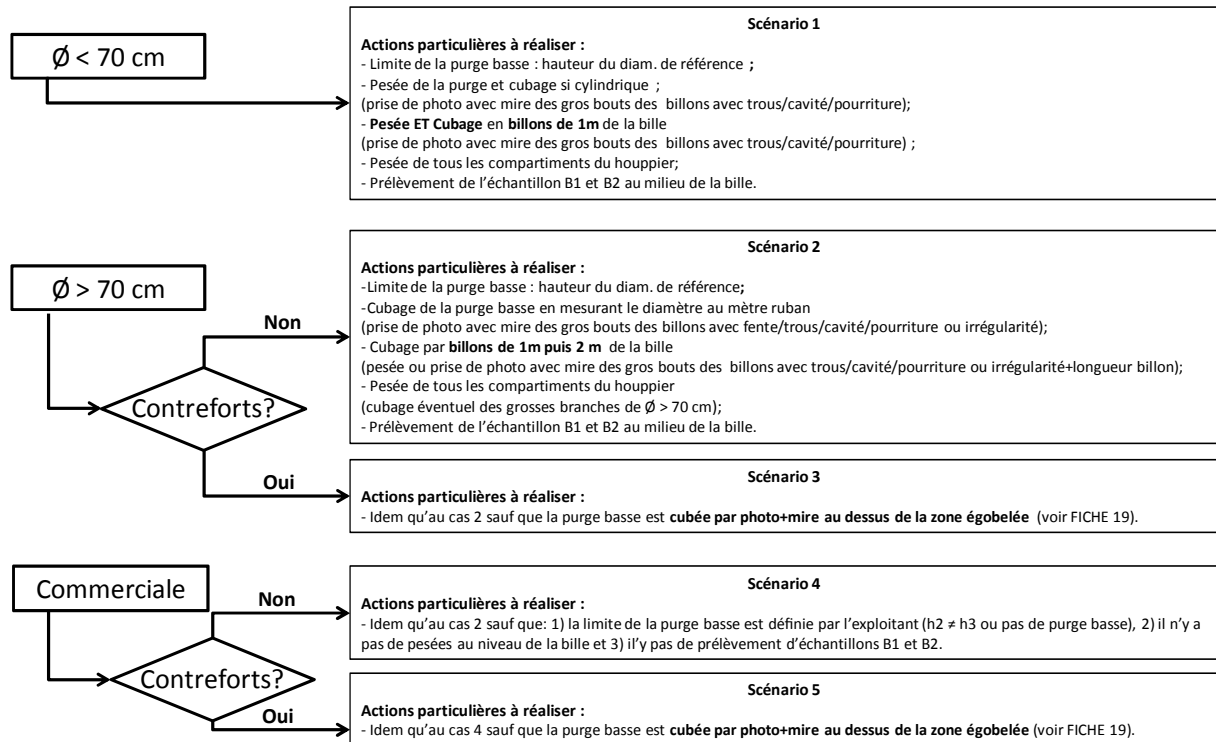


Figure 7 Scénarios des mesures particulières à réaliser en fonction des caractéristiques de l'arbre (diamètre de référence et caractère commercial ou non de l'arbre)

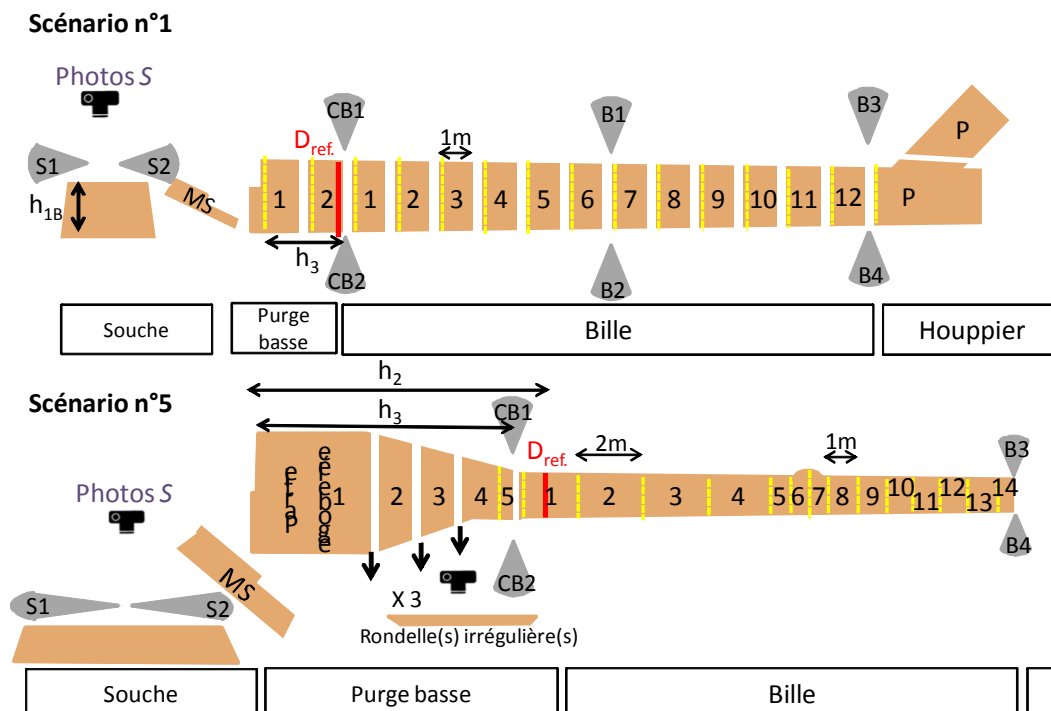


Figure 8 Types de mesures à réaliser dans le cas d'un arbre qui se trouve dans le scénario 1 ou 5.

III.2.2.2 La souche

- Aucune épaisseur d'écorce ne sera mesurée sur le terrain.
- La pesée de la partie supérieure de la souche (MS) et des déchets de coupe liés à l'abattage sera réalisée à l'état vert avec une balance de capacité adaptée à la taille de la souche. **Les déchets liés à l'égobelage des contreforts ne seront pas pesés pour les arbres à contreforts dont le diamètre est supérieur à 70 cm de diamètre, car cette partie sera cubée.**

Après abattage, longueur totale (de la section d'abattage au bourgeon terminal)				(m)	
A. LA SOUCHE					
Hauteur de la charnière (h _{1A})	(cm)	Balance utilisée:	<input type="checkbox"/> 5 kg	<input type="checkbox"/> 300 kg	<input type="checkbox"/> 3 000 kg
Hauteur photo souche (h _{1B})	(cm)	Masse du matériel utilisé:	(kg)		
N° photos de la souche (S)					
Masse partie sup. souche (MS) & Masse déchets de coupe charnière:		(kg)	(kg)	(kg)	(kg)
Prélèvement d'échantillons de bois (QT)		-n° arbre _____ S1	Masse : _____ (g)	-n° arbre _____ S2	Masse : _____ (g)
REMARQUE(S) :					

Figure 11 : Extrait de la fiche de terrain concernant les données à récolter sur la souche.

III.2.2.3 Purge basse

- Aucune épaisseur d'écorce ne sera mesurée sur le terrain.

B. LA PURGE BASSE									
Longueur de la section d'abattage jusqu'au diamètre de référence (h ₂)					(cm)				
Longueur de la purge (entre section d'abattage et coupe de la purge) (h ₃)					(cm)				
Présence de pourriture ou de creux					<input type="checkbox"/> NON		<input type="checkbox"/> OUI*		
<small>1. Pesée indispensable des billons avec pourriture ou creux + photo avec mire des sections concernées</small>									
N° billon	Pesée		Cubage		Rq	N° billon	Pesée		Rq
	Masse (kg)	Longueur (m)	Diam. ou num photo (cm)	Longueur (m)			Diam. ou num photo (cm)	Masse (kg)	
1						4			
2						5			
3						6			
Remarque :									
Matériel utilisé pour la pesée:					Balance utilisée:				
<input type="checkbox"/> Filet/plateau					<input type="checkbox"/> 300kg				
<input type="checkbox"/> Sac/bâche					<input type="checkbox"/> 3000 kg				
<input type="checkbox"/> Sangle					Masse du matériel utilisé (kg)				
Prélèvement d'échantillons de bois (QT)					N° échantillon		Masse échantillon (g)		
Niveau de prélèvement <input type="checkbox"/> Purge basse Ø petit bout					-n° arbre _____ CB1		Masse : _____ (g)		
<input type="checkbox"/> Bille Ø gros bout					-n° arbre _____ CB2		Masse : _____ (g)		

Figure 15 Extrait de la fiche de terrain concernant les données à récolter sur la purge basse.

Si l'arbre est inférieur à 70 cm de diamètre, la purge basse (dont la hauteur limite sera la hauteur de mesure du diamètre de référence) sera divisée en billons et les billons seront pesés. Le diamètre gros bout de chaque billon sera également mesuré si la purge est cylindrique. Dans le cas d'arbres possédants des contreforts imposants qui empêche clairement la pesée de la purge basse, on traitera la purge comme dans le cas suivant (arbre de diamètre supérieur à 70 cm).

Si l'arbre à un diamètre supérieur à 70 cm, la purge basse sera cubée en billons de 1 m. Deux méthodes de cubage sont proposées en fonction de la forme de la purge, car la pesée recommandée dans le Protocole pour les purges d'arbres avec d'importants contreforts demande de débiter la purge en petits morceaux déplaçables et de couper les contreforts pour que la hauteur ne soit pas supérieure au portique. Ce débitage sollicite énormément le tronçonneur et sa tronçonneuse, de plus il requiert une grande quantité de carburant et de personnes pour déplacer les éléments. **Une méthode de cubage (par photométrie) a été retenue pour les purges des gros arbres à contreforts.** Par conséquent, si la purge est de forme cylindrique, le diamètre gros bout de chaque billon sera mesuré au ruban diamétrique. Si la purge est de forme irrégulière (contreforts par exemple), le billonnage commencera au dessus de la zone d'égobelage. La surface de la section gros bout sera estimée par l'approche photométrique (photo de la section avec une mire graduée). Le débitage de la purge irrégulière est donc nécessaire. De plus, si les billons débités ne sont pas déplaçable, une rondelle sera prélevée sur les gros bouts des billons afin de les extraire pour réaliser les photos qui sont nécessaires pour l'estimation de la surface des sections (Figure 15b).

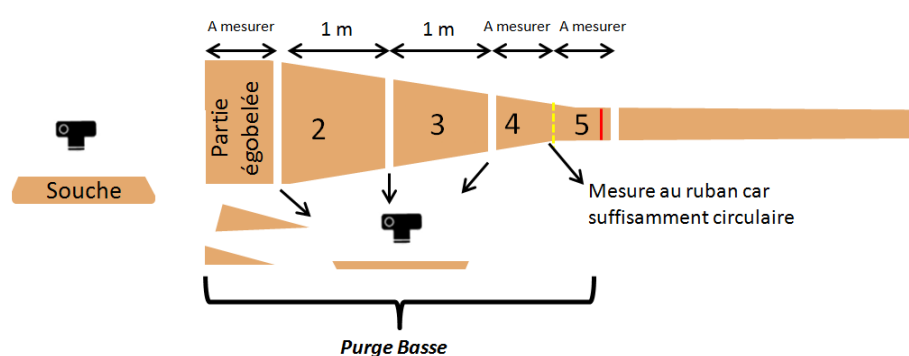


Figure 15b Cubage des purges irrégulières par la prise de photos des sections irrégulières. Des rondelles seront extraites si les sections des billons ne sont pas visibles et que les billons ne sont pas déplaçables.

III.2.2.4 Bille ou grume

- Aucune épaisseur d'écorce ne sera mesurée sur le terrain.

Deux échantillons de bois (B3 et B4) d'une épaisseur de 3 à 5 cm et en forme de quartiers de tarte (QT) seront prélevés à l'extrémité de la bille de chaque arbre. Deux échantillons supplémentaires (B1 et B2) seront prélevés au milieu de la bille pour les arbres non commerciaux pour lesquels la bille sera entièrement billonnée et les billons pesés séparément.

C. <input type="checkbox"/> LA BILLE ou <input type="checkbox"/> LA GRUME				
Longueur de la section d'abattage jusqu'au diamètre de référence (h ₂)			(cm)	
Longueur de la bille/grume :			(m)	
Faire un schéma de l'arbre et marquer les N° de bil lons sur la page suivante		<input type="checkbox"/> réalisé		
Bille/grume non commerciale	<input type="checkbox"/> NON	<input type="checkbox"/> OUI ¹		
Présence de pourriture ou creux sur bille/grume	<input type="checkbox"/> NON	<input type="checkbox"/> OUI ²		
1. Quatre Quartiers de Tartes (QT) prélevés au lieu de 2 2. Pesée indispensable des billons avec pourriture ou creux + photo avec mire des sections concernées				
N°Billon	Longueur (m)	Diamètre (cm)	Masse (kg)	Remarque
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
Remarques générales :				
Matériel utilisé pour la pesée:		Balance utilisée:		
<input type="checkbox"/> Filet/plateau <input type="checkbox"/> Sac/bâche <input type="checkbox"/> Sangle		<input type="checkbox"/> 300kg <input type="checkbox"/> 3000 kg		
Masse du matériel utilisé		(kg)		
Prélèvement d'échantillons de bois (QT)	Niveau de prélèvement :	N°échantillon		
¹ Si non commercial (voir schéma 2a p.3)	Gros bout du billon n° _____	-n° arbre _____ B3	-n° arbre _____ B4	
		Masse : _____ (g)	Masse : _____ (g)	
	Gros bout du billon du milieu Billon n° _____	-n° arbre _____ B1	-n° arbre _____ B2	
		Masse : _____ (g)	Masse : _____ (g)	

Figure 18 Extrait de la fiche de terrain concernant les données à récolter sur la bille ou la grume.

III.3 Collecte des données au laboratoire et travail au bureau (phase 3)

III.3.1 Collecte des données au laboratoire

III.3.1.1 Présentation générale

III.3.1.2 Volume saturé

La méthode préconisée pour déterminer précisément le volume saturé d'un échantillon de bois est la pesée hydrostatique (Rondeux 1999). La mise en œuvre de cette méthode se décline de deux manières différentes. La première consiste en une mesure directe de la poussée d'Archimède par immersion d'un échantillon dans une cuve remplie d'eau. La cuve est placée sur le plateau d'une balance de précision. Le volume de l'échantillon est alors égal à la poussée d'Archimède dont l'intensité est directement mesurée par la balance, car la masse volumique de l'eau est évaluée à 1 g/cm³. Par conséquent, 1 g mesuré sur la balance équivaut à 1 cm³ de volume de l'échantillon.

La seconde approche est une mesure indirecte de la poussée d'Archimède. L'échantillon de bois est alors immergé dans une cuve remplie d'eau qui se situe en dessous d'une balance munie d'un crochet. La balance mesure alors l'intensité de la force résultante de la poussée d'Archimède et de la force centrifuge de l'échantillon de bois. Etant donné que la masse volumique de l'eau est considérée comme égale à 1 g/cm³, le volume de l'échantillon est alors déduit de la manière suivante :

$$V_{ech} = M_{fraîche\ ech.} - M_{immergée\ ech.}$$

La deuxième approche de la pesée hydrostatique a été retenue dans le présent protocole car les échantillons de bois collectés sont de dimensions importantes.

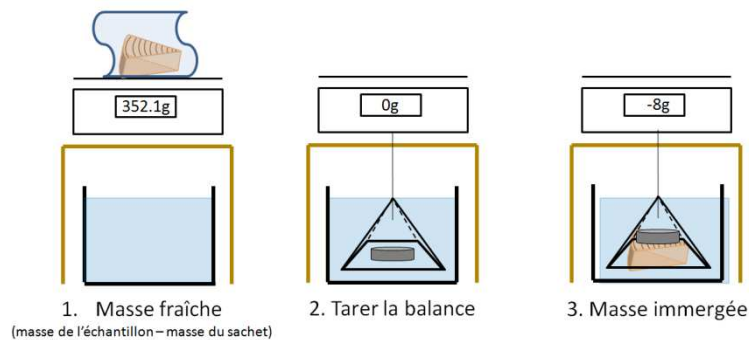


Figure 20b : Mesure du volume saturé d'un échantillon de bois de dimension importante