

APPROVISIONNEMENT EN BOIS ENERGIE

- Les différents types de transport -



Août 2010





Bois déchiqueté

Les chaufferies biomasse peuvent être approvisionnées soit en flux tendu via le seul silo d'alimentation, soit à partir d'un stockage.

- Pour l'approvisionnement en flux tendu : le bois est préparé sur le site de production, puis directement transporté chez l'utilisateur. Cet approvisionnement est bon marché car il ne comporte qu'un minimum de manutention et ne prévoit pas de stockage intermédiaire. La contrainte est que l'on ne peut dans ce cas avoir la garantie absolue sur l'humidité du combustible; un foyer à combustible s'impose.
- Pour l'approvisionnement avec rupture de charge : les combustibles sont stockés avant livraison. L'approvisionnement indirect est cher car il nécessite un entrepôt intermédiaire et plus de manutention. En revanche, le combustible peut être séché et le stockage sous abri permet une bonne sécurité d'approvisionnement.

Types de Véhicules

Un **tracteur agricole et une remorque** permettent de livrer entre 8 et 15 m³ de plaquettes, ce qui convient pour les petites chaufferies (de 50 à 200 kW).



Les chaufferies moyennes (100 à 500 kW) sont livrées par **camion avec benne ou container** de 30 à 40 m³.

Les grosses chaufferies (plus de 500 kW) sont livrées par camion remorque poly-bennes (60 m³) ou **semi-remorque** de 70 à 90 m³. Les semi-remorques à fond mouvant déchargent les combustibles grâce à un système de racleurs placés au fond de la remorque.



Dimensionnement du silo

Le dimensionnement du silo est à réaliser en fonction de différents critères, dont les volumes des camions de livraison. Ce critère est d'autant plus important pour les petites et moyennes chaufferies.

Les différents critères sont :

- Le nombre de jours d'autonomie par grand froid que le maître d'ouvrage souhaite (minimum 3 jours : un week-end et un jour férié). C'est le volume de plaquettes restant dans le silo juste avant une livraison (= Volume utile du silo moins volume du camion de livraison) ;
- Les **volumes des camions pouvant livrer cette chaufferie** ;
- Le nombre de livraison maximal souhaité par le maître d'ouvrage ;
- La puissance de la chaudière bois.

Rayon de braquage et déchargement

Lors de la conception de toute chaufferie bois, il est indispensable de faire très attention aux dimensions des camions qui effectueront les livraisons, ainsi qu'à leurs contraintes de circulation !

Le tableau ci-dessous donne des valeurs indicatives pour différents types de camion - mais il est important de vérifier systématiquement ces valeurs avec les fournisseurs locaux !

Type de Véhicule		Tracteur Agricole + remorque	Camion benne	Camion polybenne	Semi-remorque
Volume	(m ³)	15	30 à 40	60 à 80	80 à 100
Hauteur max	(m)	2 à 3.5	4	4	4
Longueur max de chaque benne	(m)	6	7.5	7	14
Longueur totale max	(m)	8 à 10	7 à 9	20	20
Largeur	(m)	2.5	2.5	2.5	2.5
Rayon de braquage	(m)	8	8 à 10	15	15
Poids en charge max	(tonnes)	10 à 15	19	40	40

En fonction du type de véhicule, le dépotage dans le silo peut être réalisé sur le côté (cas des bennes à ouverture latérale) ou vers l'arrière (cas des bennes « classique » avec ouverture arrière et des semi-remorques). Pour les véhicules à benne, les combustibles sont déversés par gravité dans le silo.

Les véhicules à système pneumatique, quant à eux, permettent une livraison par soufflage des combustibles de la citerne du camion vers le silo. Le remplissage du silo peut également se faire par chargeur à godet.

Ne pas oublier que lors d'un bennage arrière, la benne atteint une hauteur de 6 à 7 m, alors que les semi-remorques à fonds mouvants déversent directement, sans levage de la benne (voir schéma page suivante).

Des bennes à fond poussant sont également disponibles, parfois couplées avec une porte soufflante. La benne reste alors à l'horizontale.



Le système Romanet, quant à lui, permet de souffler des petites plaquettes bien calibrées, soit avec vis sans fin à l'intérieur de la benne, soit avec entonnoir qui rassemble les plaquettes au centre vers la vanne-écluse. Les plaquettes peuvent alors être soufflées jusqu'à 30 m vers le silo.

Largeur des conteneurs :

extérieure :	2,48 m	intérieure :	2,24 m
--------------	--------	--------------	--------

Longueur des conteneurs :

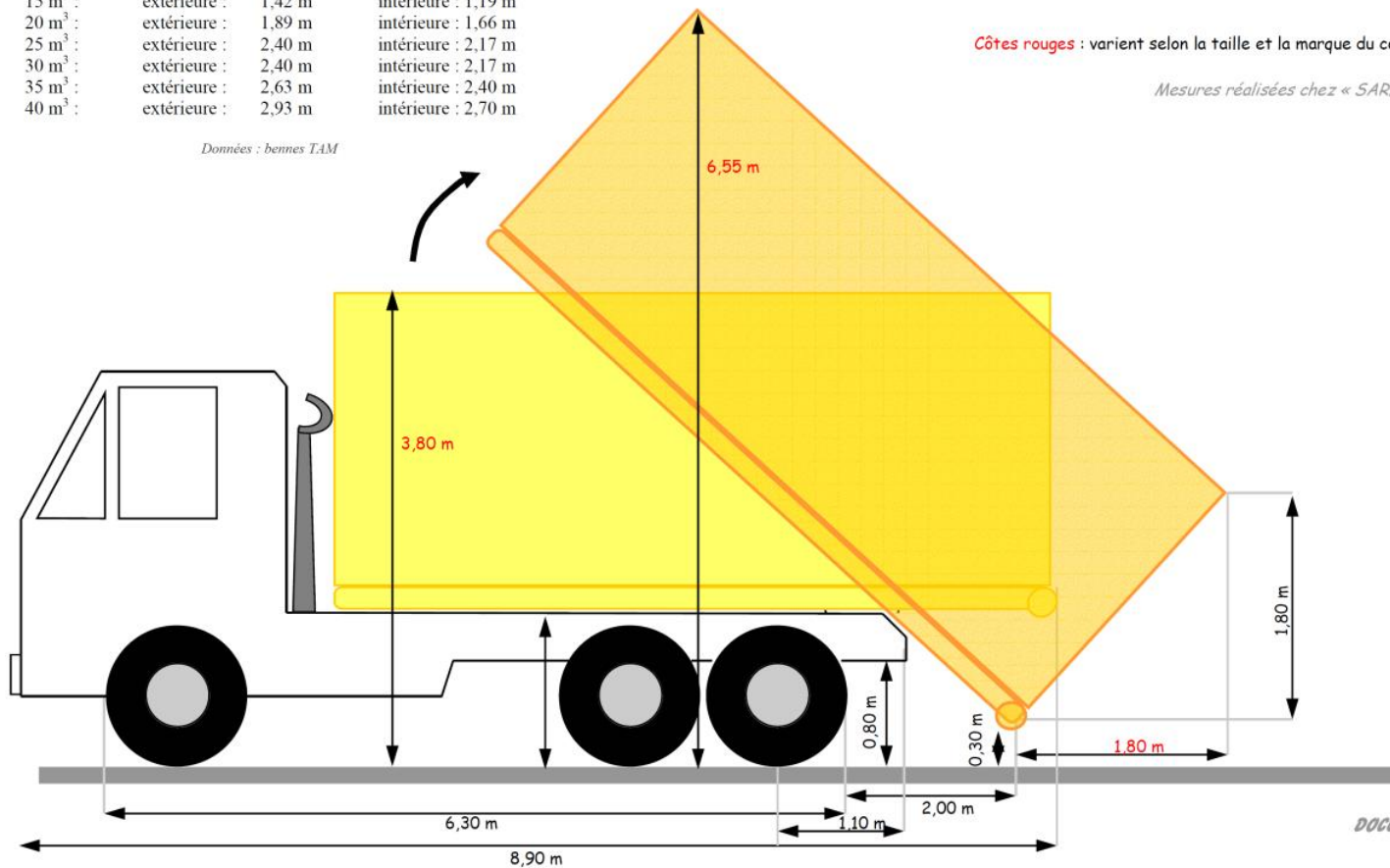
- 15 à 25 m ³	extérieure :	5,75 m	intérieure :	5,40 m
- 30 m ³	extérieure :	6,35 m	intérieure :	6,00 m
- 35 à 45 m ³	extérieure :	6,75 m	intérieure :	6,40 m

Hauteurs des conteneurs selon le volume :

15 m ³ :	extérieure :	1,42 m	intérieure :	1,19 m
20 m ³ :	extérieure :	1,89 m	intérieure :	1,66 m
25 m ³ :	extérieure :	2,40 m	intérieure :	2,17 m
30 m ³ :	extérieure :	2,40 m	intérieure :	2,17 m
35 m ³ :	extérieure :	2,63 m	intérieure :	2,40 m
40 m ³ :	extérieure :	2,93 m	intérieure :	2,70 m

*Données : bennes TAM***PLAN D'UN CAMION POLYBENNE – ECHELLE 1/50**

Hauteur d'ouverture des portes :	1,70 m
Largeur avec portes ouvertes :	2,70 m
Rayon braquage :	8,50m à 8,95m
PTC :	26 tonnes
Angle de vidage Plaquette Forestière humide :	entre 32,8° et 38,8° *
Angle de vidage Plaquette Industrielle humide :	entre 28,3° et 45° *

Côtes rouges : varient selon la taille et la marque du conteneur*Mesures réalisées chez « SARL Mestres & Fils », Mai 2003
Sept 2004**DOCUMENT BOIS-ÉNERGIE 66**

Source : Midi-Pyrénées Bois - Interprofession bois en Midi-Pyrénées
www.mpbois.net/cmsms/index.php?page=l-approvisionn

Annexe 3

3-1 Poids, gabarit et champ de manœuvre des engins

	camion f.m.a. 90 m3	camion porte-cont. 40 m3	tracteur avec benne 20 m3
Poids à vide du camion ou du tracteur	7,5 t.	11,3 t.	5,5 t.
Poids à vide de la remorque, du container ou de la benne	8 t.	2,9 t.	4,5 t.
Poids à vide de l'ensemble du véhicule de livraison	15,5 t.	14,2 t.	10 t.
Charge utile	24,5 t.	11,8 t.	12 t.
Poids total roulant autorisé (PTRA) ou poids total autorisé en charge (PTAC)	40 t.	26 t.	21,5 t.
Longueur	17 m.	9,4 m.	12 m.
Largeur	2,5 mètres		
Largeur minimum de la voie d'accès	3,5 mètres		
Hauteur à vide, sur sol propre	4,2 m.	4 m.	3,6 m.
Déchargement des plaquettes au sol	Hauteur de bennage > X	7,1 m.	7 m.
Longueur en cours de bennage (engin + inclinaison benne) >	X	11,1 m.	14,5 m.
Longueur en fin de déchargement (engin + tas de plaquettes) >	31 m.	18 m.	18 m.
Dépose de container	Hauteur de dépose > X	5,1 m.	X
Longueur (camion + container déposé) >	X	16,2 m.	X
Chargement	Hauteur (engin + 1m.) > 5,2 m.	5 m.	4,6 m.
avec déchiqueteuse sur camion	Champ latéral au sol >	7 mètres	
Chargement	Hauteur (engin + 3 m.) > 7,2 m.	7 m.	6,6 m.
avec chargeur à godet de 5 m3	Champ latéral à hauteur >	6 mètres	
	Champ latéral au sol >	14 mètres	
Chargement	Hauteur (engin + 2 m.) > 6,2 m.	6 m.	5,6 m.
avec chargeur à godet de 2 m3	Champ latéral à hauteur >	6 mètres	
	Champ latéral au sol >	12 mètres	
Trajectoire des véhicules lors d'une manœuvre circulaire à droite			
Ri- Rayon intérieur de braquage (rayon du cercle tracé par la roue droite extérieure la plus en arrière de l'engin lors d'une manœuvre circulaire)		5,5 m.	1,5 m.
		diam. 11 m.	diam. 3 m.
Re- Rayon extérieur de braquage (rayon du cercle tracé par l'aplomb de l'avant gauche de l'engin lors d'une manœuvre circulaire)		10,5 m.	8 m.
		diam. 21 m.	diam. 16 m.
Rayon de braquage médian donné par le constructeur		8,2 m.	6,1 m.
a- Angle de braquage		30,60 °	24 °

vérifier

à vérifier

Livraisons aux chaufferies

Déchargement des plaquettes	Hauteur de bennage > X	7,1 m.	7 m.
en silo enterré	Longueur (= à celle des engins) >	17 m.	12 m.
Hauteur maximum du muret du silo	0,35 mètres		
Largeur maximum du muret du silo	0,25 mètres		
Longueur minimum du muret du silo	3 mètres		
Pente longitudinale maximum de la voie d'accès	15%		
Pente latérale maximum de la voie d'accès (dévers)	4%	1%	2%

Source : ADEME Franche-Comté, CR Franche-Comté. PROJET d'AIRE de STOCKAGE BOIS. Annexe technique à joindre à la demande d'aide financière bois-énergie, p18.



Granulé de bois

Hormis les livraisons pour les particuliers en sacs (en unité, demi-palette ou palette), ou big-bags, le pellet peut être livré en vrac.

C'est le cas pour les approvisionnements des chaufferies des collectivités/tertiaires et industries.

Type de véhicule

Il peut être livré entre 1 et 25 t de granulés via des **camions citernes** ou **camions benne**.



Source : www.wallach-pellets.fr

Camion citerne soufflant de 14 t



Source : www.eligo-bois.fr

Camion benne de 10t

Les volumes des camions livrant du granulé en vrac sont de 12, 15, 18, 30 et 40 m³.

Les camions compartimentés et les camions avec système de pesage embarqué permettent des livraisons inférieures au volume total du véhicule.

Livraison des granulés

Les camions citernes soufflent directement les granulés dans le silo en quelques dizaines de minutes (30 min maximum). Les camions citerne sont équipés de tuyaux d'une longueur maximale de 30 mètres. Les raccords de connexion de la réserve de granulés doivent donc être situés à 30 mètres au plus de l'accès camion le plus proche. Toutefois, au-delà de 15 à 20 m, les granulés se dégradent en raison de la plus forte pression de soufflage.

Pour les véhicules à benne, les combustibles sont déversés par gravité dans le silo. Toutefois, les bennes avec porte soufflante ou les bennes équipées du système Romanet permettent de souffler le combustible dans la chaufferie.

L'accès du camion doit être aisé : hauteur minimale de 4 mètres, voirie carrossable de plus de 3,5 mètres de large (résistante à un véhicule de 26 à 32 tonnes et 10 tonnes par essieu), avec dégagement minimal de 15 mètres si une manœuvre est nécessaire.

Pour plus d'informations sur la conception du silo et la livraison :

Fiche - Conception silo granulé

Pour calculer les rayons intérieur, de braquage, ... à partir des dimensions des véhicules de livraison : www.autoturn.ch

Semi-remorque

Géométrie du véhicule

Pa = Porte à faux avant [m]:
 E = Empattement [m]:
 Er = Empattement de la remorque [m]:
 L = Largeur [m]:
 Lr = Largeur de la remorque [m]:

Variable

Re = Rayon extérieur [m]:

Pour changer de variable, cliquez sur R, Ri ou a

Résultat

Rayon intérieur [m]	$R_i = \sqrt{R^2 - E^2 - E_r^2} - \frac{L_r}{2}$	= <input type="text" value="4.992"/>
Rayon de braquage [m]	$R = \sqrt{\left(\sqrt{R^2 - (E + Pa)^2} - \frac{L}{2}\right)^2 + E^2}$	= <input type="text" value="9.990"/>
Angle de braquage [°]	$\alpha = \arcsin\left(\frac{E}{R}\right)$	= <input type="text" value="17.474"/>
Angle tracteur-remorque [°]	$\beta = \arctg\left(\frac{E_r}{R_i + \frac{L_r}{2}}\right)$	= <input type="text" value="49.072"/>

Sources

ITEBE – Institut des Bioénergies
www.itebe.org

Midi-Pyrénées Bois - Interprofession bois en Midi-Pyrénées
www.mpb Bois.net/cmsms/index.php?page=l-approvisionnement

www.sarl-romanet.com

www.ajena.org

www.eligo-bois.fr

www.wallach-pellets.fr