



STOCKAGE DES GRANULÉS DE BOIS, MODE D'EMPLOI

Bon à savoir

Les granulés de bois sont constitués à 100 % de bois naturel (sciure collectée dans les scieries, séchée, puis comprimée sous haute pression), sans adjonction de liants chimiques.

Privilégiez la qualité : utilisez uniquement les granulés proposés par des producteurs certifiés.

Plusieurs normes régissent le marché des granulés, notamment :

- la norme autrichienne O-Norm M7135 (la plus exigeante en Europe),
- la norme allemande DIN Plus (Din Certico),
- la norme européenne CEN/TC 335,
- la norme internationale DIN 51731.

À ces normes s'ajoutent la charte qualité française du French Pellet Club, qui distingue 4 catégories de granulés au cahier des charges strict, selon leur utilisation, ainsi qu'une marque de qualité certifiée, plus complète et déclinée en 6 catégories, qui sera prochainement mise en place (voir le site www.itebe.org).

On reconnaît les granulés de bonne qualité à leur consistance, leur surface lisse et brillante, sans fissure, et s'ils sont calibrés et mélangés à peu de poussières (moins de 5 %). Il est impératif de vérifier la compatibilité de votre équipement avec le diamètre des granulés envisagés. Un réglage de la chaudière, en fonction de la nature des granulés utilisés, est parfois nécessaire.

Innovante, économique et écologique : la chaudière automatique à granulés de bois multiplie les avantages. Pour optimiser son exploitation, suivez nos conseils en matière de stockage des granulés : quels sont les principaux dispositifs de stockage, quel est leur fonctionnement, comment construire soi-même un silo, quelles sont les erreurs à ne pas commettre, comment s'approvisionner, quels sont les modes de livraison ? Les réponses dans cette fiche technique vous aideront à concevoir une installation performante.



Les granulés de bois sont déchargés dans un silo de stockage qui constitue la réserve pour l'alimentation de la chaudière. La conception et l'implantation du silo doivent prendre en compte les paramètres suivants :

- l'autonomie souhaitée (un seul remplissage annuel dans la mesure du possible),
- les modes de livraison et de remplissage retenus,
- les accès pour la livraison,
- les contraintes d'intégration dans le local chaufferie ou à proximité (espace disponible, hauteur sous plafond...).

Le granulé de bois, un combustible puissant et naturel

Taille	Taux d'humidité	Taux de cendres	Prix de la tonne livrée en vrac	Prix de la tonne en sacs de 15 ou 20 kg	Masse volumique	Pouvoir calorifique (PCI)	Prix du kWh
diamètre : 6 ou 9 mm longueur : 10 à 50 mm	< 10 %	< 1 %	175 à 225 € TTC ⁽¹⁾ (septembre 2007)	250 à 300 € TTC (septembre 2007)	670 kg/m ³	4 600 kWh/tonne ⁽²⁾	3,8 à 4,9 cent. d'€ TTC livré en vrac 5,4 à 6,5 cent. d'€ TTC en sacs

(1) Prix indicatifs, variables selon le diamètre, la quantité livrée et la distance de transport.

(2) Soit l'équivalent de 460 litres de fioul, 360 kg de gaz propane, 3 stères de bois bûches ou 4,5 m³ de plaquettes (MAP).

Les modes de stockage des granulés en vrac

Le silo en toile

Il présente plusieurs avantages : tissu très résistant, assemblage simple et rapide de la structure métallique ou en bois, pré-équipé, flexible, étanche à la poussière, peu sensible à l'humidité, possibilité d'installation à l'extérieur (sous abri). Sa capacité maximum est généralement limitée à 6 tonnes. Le silo textile peut fonctionner avec un système d'extraction à vis ou par aspiration. Il est simplement recommandé de secouer les parois de temps en temps lorsque le niveau est faible, afin de faire glisser les granulés vers la base du silo.



Le silo maçonné ou en bois

Il offre deux avantages majeurs : une autonomie accrue et une grande souplesse d'approvisionnement. Par rapport au silo enterré, c'est une solution moins coûteuse en génie civil. Le silo maçonné ou en bois peut fonctionner avec un système d'extraction à vis ou avec un système d'aspiration. Sa capacité est pratiquement illimitée : tout dépend de l'espace qui peut être aménagé dans votre habitation. Il faut toutefois veiller à l'excellente étanchéité du silo. Certains fournisseurs proposent aussi des solutions métalliques à monter en kit.



Le silo enterré

Il s'agit de cuves préfabriquées, généralement en béton ou en polyester, enterrées à proximité de la chaufferie. Les coûts de terrassement en font la technique la plus onéreuse. Le silo enterré fonctionne avec un système d'extraction pneumatique. Avantages : pas d'espace occupé dans l'habitation et plus de discrétion.

Le réservoir intermédiaire

Certains fabricants proposent un réservoir intermédiaire faisant office de trémie tampon placée à côté ou à l'intérieur de la chaudière. Avec une capacité qui varie entre 100 et 600 litres selon les marques, il sert en général lorsqu'un système de transfert par aspiration (convoyage pneumatique) est prévu entre le silo et la chaudière, ou lorsque la chaudière est alimentée en semi-automatique par des granulés achetés en sacs.

Comment faciliter la livraison des granulés ?

La livraison des granulés de bois la plus commode s'effectue en vrac, par "camion souffleur" équipé d'un tuyau à dérouler (principe similaire à celui de la livraison du fioul, mais avec un camion de plus grande taille de type 'toupie à béton').

■ **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. La distance entre le camion et la bouche de remplissage du silo ne peut excéder 15 à 20 mètres : au-delà, les granulés se dégraderaient en raison de la plus forte pression de soufflage.

■ **Le transfert du combustible dans le silo de stockage** en quelques dizaines de minutes nécessite les équipements suivants :

- Le remplissage doit s'effectuer à l'aide de deux conduits scellés ou fixés solidement, à l'horizontale et sur la même paroi du silo : l'un pour le passage des granulés et l'autre pour le refoulement de l'air ainsi chassé et l'évacuation des poussières générées par l'opération (évent de décompression équipé d'une manchette filtrante). Ces conduits doivent être écartés d'au moins 50 cm et implantés en partie haute du silo, à 20 cm du plafond au minimum.

- Le raccord de remplissage doit être positionné à une hauteur de 2,5 m au dessus du sol au maximum, de préférence sur un mur extérieur de la maison.

Demandez au fournisseur de granulés quel raccord utiliser pour une livraison en vrac ; le standard étant le 'raccord pompier' métallique de diamètre 102/114 mm (4") avec bouchon obturateur pour le remplissage et un simple tube PVC de diamètre 160 à 200 mm équipé d'un filtre textile pour l'évent. Ce filtre à poussière doit être retiré quelques heures après la livraison pour nettoyage et conservation au sec en attendant le prochain remplissage.

- Lorsque le camion de livraison est pourvu d'un aspirateur-ventilateur, il est recommandé d'installer une boîte de distribution électrique sur la paroi extérieure du silo, à proximité des orifices de remplissage (avec prise d'alimentation, commutateur et interrupteur de porte pour couper automatiquement la chaudière). Dans ce cas particulier, le tube de refoulement d'air est identique à celui utilisé pour le remplissage et n'est pas équipé d'une manchette filtrante.



Les règles de conception du silo, valables quelle que soit la nature du silo

Demandez à un installateur expérimenté (adhérent à la charte QUALIBOIS par exemple – liste disponible auprès des Espaces info énergie ou sur le site www.qualibois.org) de vous aider à concevoir un équipement de stockage adapté et consultez la documentation technique du fabricant de la chaudière (chaque matériel présente des spécificités). Dans tous les cas, il est impératif de faire valider, auprès de l'installateur de la chaudière et du fournisseur de granulés, les plans d'exécution du silo avant sa construction (notamment : accessibilité du silo, réservations dans les parois et écartement de la base du plancher, pour une bonne implantation des tubes, vis, sondes, conduits...).

■ **L'emplacement réservé au silo doit être sec**, et le silo lui-même parfaitement étanche à l'eau et à l'air. En effet, si les granulés prennent l'humidité, ils gonflent et se désagrègent, devenant ainsi inutilisables. Des joints doivent donc impérativement être placés aux contacts murs / sol / plafond / porte / tubes, les murs intérieurs enduits si le silo est maçonné et les

plaques jointées au silicone si le silo est en bois ou en métal. De plus, les joints d'étanchéité évitent toute diffusion de poussière dans les locaux attenants lors des remplissages. Pour les chaufferies en habitat individuel, des orifices d'aération du silo ne sont par contre pas nécessaires (obligatoire pour les chaufferies de plus de 70 kW).

■ **Le local où est située la chaufferie doit être ventilé** en partie haute et basse (grilles de 200 cm² au minimum, fonction de la puissance de la chaudière, sur un mur extérieur de préférence), et équipé si possible d'une porte coupe-feu s'ouvrant vers l'extérieur (obligatoire pour les chaufferies de plus de 70 kW).

■ **Quand la chaufferie et le silo sont intégrés** dans le volume habitable, il peut être utile de réaliser un socle antivibratile sous la chaudière et de poser un isolant acoustique sous les supports du silo (plaque résiliente). Les mécanismes d'extraction des granulés (moteur, aspirateur, vis, tubes...) doivent être isolés de la structure du silo et

des cloisons (isolation phonique, en laine de roche par exemple). Dans la mesure du possible, les plans inclinés ne doivent pas non plus être en contact direct avec la vis pour éviter que le bruit émis par son fonctionnement ne résonne dans toute l'habitation. De même, il est généralement possible de régler les plages horaires des systèmes d'aspiration pour éviter leur fonctionnement nocturne.

■ **Les parois de la structure maçonnée** qui abrite le silo doivent avoir une épaisseur minimum de 15 cm et résister au feu. La solidité du silo doit être suffisante (chaînage au besoin) pour résister à la pression exercée lors du remplissage (entre 0,5 et 1 bar).

Pour un silo en bois, il faut prévoir des planches d'une épaisseur minimum de 27 mm (ou des plaques métalliques) fixées, du côté intérieur, sur une ossature capable

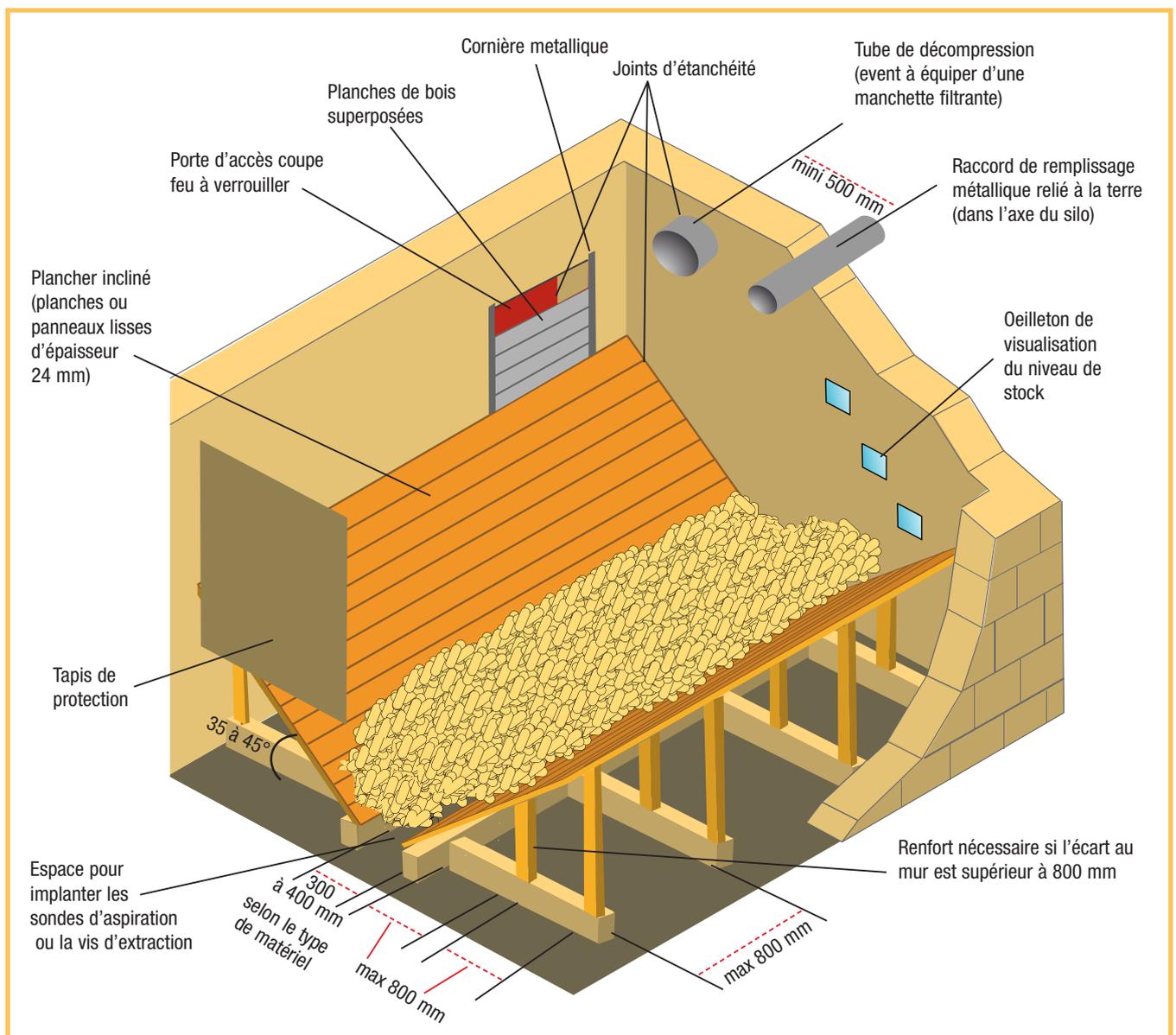
de supporter la charge maximale de granulés. Au besoin, des tringles métalliques traversantes peuvent être ajoutées pour garantir le maintien des parois.

Il est recommandé de faire vérifier, par un professionnel compétent, la capacité de portage de la dalle ou du plancher qui supporte le silo.

■ **Un plancher en fond de silo**, en forme de 'V' incliné à 40° et au revêtement lisse, est nécessaire pour faciliter l'écoulement des granulés vers le dispositif d'extraction (vis sans fin ou sondes d'aspiration). Pour les silos à base carrée, un fond tronconique en forme de "pointe de diamant" avec boîtier de récupération est également possible.

■ **Une porte d'accès** (coupe-feu) s'ouvrant vers l'extérieur, ou une trappe de visite au point haut du silo de dimensions 80 x 80 cm par exemple, doit être aménagée

Le silo en pratique



pour faciliter toute intervention (notamment aspiration des poussières tous les 5 ans environ). Elle doit être protégée de la poussée des granulés par un bardage intérieur de planches horizontales (épaisseur de 27 mm au moins) glissées dans 2 profilés métalliques verticaux en forme de Z. Une trappe en partie basse peut également être utile pour accéder, sous le plancher, aux organes mécaniques du dispositif d'extraction.

■ **Un tapis anti-écrasement** (bavette de protection d'impact) doit être suspendu à l'opposé de la connexion de remplissage (à une distance de 20 cm de la paroi du silo), pour éviter l'éclatement des granulés lors de leur éjection pendant la livraison.

■ **Un œilleton de visualisation**, une bande transparente étroite, ou un carreau de verre épais peuvent être placés sur la paroi du silo pour faciliter la surveillance du niveau de stock.

■ **Le tube de remplissage** doit comporter le minimum de coudes (un seul si possible et à 45°, débouchant à l'horizontale dans l'axe principal du silo) et sa longueur doit être limitée pour éviter l'effritement des granulés lors de leur passage. Le conduit de remplissage doit obligatoirement être métallique et raccordé à la terre pour évacuer les charges électrostatiques. Les conduits de convoyage pneumatique doivent être fixés au moyen de colliers ou manchettes coupe-feu et leur armature métallique raccordée à la terre également.

■ **La présence de tout matériel électrique** à l'intérieur du silo est à proscrire (lampe, prise, commutateur, boîte de distribution électrique...) pour des raisons de sécurité évidentes. De même, il faut éviter le passage de canalisations d'eau ou de gaines de ventilation à l'intérieur du silo (accessibilité, fuites, condensation...).



Les règles de sécurité

- Suivez scrupuleusement les prescriptions techniques du fournisseur de matériel, en demandant conseil à votre installateur.
- Utilisez de préférence des matériaux de construction résistants au feu pour le local chaudière et le silo à granulés (obligatoire à partir de 70 kW).
- Privilégiez les chaudières respectant la norme EN NF 303.5 (liste disponible auprès des Espaces info énergie).
- Assurez-vous que le matériel envisagé comporte un dispositif contre les remontées de feu (écluse, clapet, aspersion d'eau...).
- Reliez à la terre le raccord de remplissage et, le cas échéant, l'armature métallique des conduits d'aspiration et de retour d'air en plastique souple.
- Utilisez un conduit de cheminée étanche et isolé (avec tubage inox si nécessaire), de section suffisante (diamètre fonction de la puissance de la chaudière et de la hauteur de la cheminée) et muni d'un régulateur de tirage mécanique (avec clapet anti-explosion) sauf si la chaudière est équipée d'un extracteur de fumées contrôlant la dépression du foyer.
- Verrouillez soigneusement l'accès au silo pour éviter tout accident domestique. Si vous devez y accéder, assurez-vous toujours d'une présence extérieure proche.
- Lors de la livraison de granulés, la chaudière doit impérativement être arrêtée. Il en est de même avant d'entrer dans le silo.
- Prévoir un entretien annuel de la chaudière et de ses équipements par un professionnel, ainsi qu'un ramonage de la cheminée (2 fois par an comme pour toute chaudière fonctionnant au bois).

Les conseils

Quels sont les modes de livraison ?

Les granulés peuvent être livrés en sacs (sur palette), éventuellement en big-bags de 500 kg ou 1 tonne, ou plus généralement en vrac. Le sac est adapté aux petites consommations (poêles d'appoint par exemple) : il est plus facile de manutention mais a un coût plus élevé que le vrac. Le vrac est recommandé pour les chaudières qui couvrent la totalité des besoins de chauffage du bâtiment et qui possèdent un système d'alimentation automatique (autonomie annuelle, confort d'utilisation, coût réduit). Il est alors impératif de respecter les recommandations du cahier des charges de livraison proposé par le fournisseur.

Le transfert des granulés du silo à la chaudière, comment ça marche ?

● Convoyage par vis sans fin.

Le silo se trouve tout près de la chaufferie : soit au-dessus de celle-ci, soit au même niveau, voire plus bas (pas plus d'un mètre en général).

● Transfert par système d'aspiration pneumatique (soufflerie).

Ce système est plus souple, mais généralement plus coûteux : il est possible d'implanter le silo où l'on veut, en respectant toutefois une distance généralement inférieure à 20 mètres (longueur de tuyau aller).

Il faut aussi veiller à ce que les conduits du système d'aspiration soient aisément accessibles.

Comment sont facturés les granulés livrés en vrac ?

Les granulés en vrac sont facturés à la tonne. Les camions de livraison sont généralement équipés d'une balance embarquée qui indique la quantité livrée. Celle-ci figure sur le bon de pesage que doit vous remettre le livreur. Par commodité, certains fournisseurs préfèrent livrer un nombre entier de cellules (les camions citerne sont en effet compartimentés), pour une quantité totale variant de 3 à 18 tonnes (par multiples de 3 ou 5 tonnes en général).

Quel fournisseur de granulés choisir ?

Les Espaces info énergie tiennent à votre disposition une liste actualisée de fournisseurs.



Pour le Doubs : CAUE tél. 03 81 82 04 33.
Pour le Pays de Montbéliard : Gaia Énergies tél. 03 84 21 10 69.

Afin de minimiser les coûts de transport, il est conseillé de commander des quantités importantes ou de se regrouper entre acheteurs par secteur géographique.

Il est vivement recommandé de passer commande au printemps ou durant l'été, afin d'éviter un délai de livraison en pleine saison de chauffe.

Comment calculer le volume du silo de stockage ?

● Pour dimensionner votre silo, vous devez estimer votre consommation de granulés. Pour cela, basez-vous sur la consommation d'énergie existante ou prévue et aidez-vous du tableau qui figure en première page de ce document.

Si, par exemple, vous consommez 2 400 litres de fioul par an, vous aurez besoin de 5,25 tonnes de granulés, ce qui représente un silo d'une capacité de 7,5 m³ pour un seul remplissage annuel.

● Il est judicieux de prévoir une réserve supplémentaire de l'ordre de 20 %, afin d'anticiper les délais de livraison ou les hivers très rigoureux. Prévoyez ainsi un silo de $7,5 + 1,5 = 9$ m³ de capacité utile, soit un volume brut de $9 \times 3/2 = 13,5$ m³ (volume inutilisable en fond de silo + volume d'air en partie haute, estimés à 1/3 du volume brut). L'emprise au sol sera de 6 m² pour une hauteur sous plafond de 2,25 m ($13,5 / 2,25 = 6$), avec une dimension de silo de 3 x 2 m ou 2,5 x 2,5 m au sol par exemple.

En savoir plus sur le chauffage automatique au bois

Documentations disponibles sur le site www.doubs.fr

Le Conseil général du Doubs soutient activement le développement du bois-énergie en finançant l'installation de chaudières automatiques qui fonctionnent aux granulés de bois ou au bois déchiqueté (plaquettes). Pour connaître les conditions d'éligibilité de votre projet et retirer un dossier de demande de subvention, contactez le Service de l'environnement (Tél. : 03 81 25 81 37).

DIRECTION DE L'ÉCONOMIE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES COLLECTIVITÉS LOCALES