



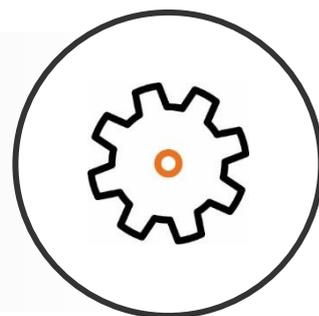
Le leader mondial de la  
certification des granulés de bois

## Document d'orientation ENplus®

### *Stockage des granulés de bois*

ENplus® GD 3001:2023, première édition

Valable dans le monde entier, sauf en Allemagne



ENplus® GD 3001:2023

EPC/ Bioenergy Europe  
Place du Champ de Mars 2  
1050 Brussels, Belgium  
Tel: + 32 2 318 40 35,  
E-mail: enplus@bioenergyeurope.org

**Nom du document :** Stockage des granulés de bois

**Titre du document :** ENplus® GD 3001:2023, première édition

**Validé par :** Assemblée Générale de l'EPC

**Date de validation :** 10 février 2023

**Date de publication :** 13 février 2023

**Date d'entrée en vigueur :** 13 février 2023

### **Copyright notice**

© Bioenergy Europe 2023

This document is copyright-protected by Bioenergy Europe. This document is freely available from the ENplus® website ([www.enplus-pellets.eu](http://www.enplus-pellets.eu)) or upon request.

No part of this document, covered by the copyright, may be changed or amended, reproduced or copied in any form or by any means, for commercial purposes, without the permission of Bioenergy Europe.

The only official version of this document is in English. Translations of this document can be provided by EPC/ Bioenergy Europe or a National Licenser/National Promoting Association. In case of any doubt, the English version prevails.

## Avant-propos

Le Conseil Européen du Granulé (ou EPC), fondé en 2010 avec un réseau de Bioenergy Europe AISBL, est un organisme-cadre qui représente les intérêts du secteur européen des granulés de bois. Ses membres sont des associations nationales du granulé ou des organisations connexes de pays européens tout comme ceux en dehors de l'Europe. L'EPC est une plateforme pour le secteur du granulé permettant de discuter des questions qui doivent être gérées dans la transition d'un produit de niche à un produit énergétique principal. Ces questions comprennent la normalisation et la certification de la qualité des granulés, de la sûreté, de la sécurité de l'approvisionnement, de l'éducation et formation, ainsi que des dispositifs de mesure de la qualité des granulés.

La Deutsches Pelletinstitut GmbH - German Pellet Institute (**DEPI**) a été fondée en 2008 en tant que filiale de Deutscher Energieholz- und Pellet-Verband e. V. - Association allemande du combustible et des granulés de bois (DEPV) et fournit une plateforme de communication et un pôle de compétences pour les sujets liés au chauffage utilisant les granulés de bois. En 2010, **DEPI** a créé, en collaboration avec le Centre allemand de recherche sur la biomasse de Leipzig (DBFZ) et proPellets Autriche, le système de certification ENplus®. En 2011, les droits de marques de tous les pays, à l'exception de l'Allemagne, ont été transférés à l'EPC.

Aujourd'hui, l'EPC est l'instance dirigeante du système de certification de la qualité ENplus® pour tous les pays en dehors de l'Allemagne, qui est régi par **DEPI**.

Ce document remplace le Document d'orientation du stockage des granulés ENplus® (publié en 2015) et entre en vigueur le 13 février 2023.

## Sommaire

<b>Avant-propos</b> .....	<b>3</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>6</b>
<b>1. Portée</b> .....	<b>8</b>
<b>2. Références normatives</b> .....	<b>9</b>
<b>3. Termes et définitions</b> .....	<b>10</b>
<b>4. Les granulés de bois – un combustible moderne</b> .....	<b>14</b>
4.1 Qualité du combustible .....	14
4.1.1 Granulés de bois .....	14
4.1.2 Certification ENplus® .....	14
4.1.3 Catégories de qualité .....	14
4.1.4 Densité en vrac .....	18
4.1.5 Fines et poussières .....	18
4.1.6 Odeurs et émanations .....	19
4.2 Livraison .....	20
<b>5. Planifier une salle de stockage des granulés</b> .....	<b>22</b>
5.1 Type de stockage .....	22
5.2 Taille .....	23
5.2.1 Règle approximative .....	24
5.3 Emplacement, accessibilité et système de remplissage .....	24
5.3.1 Espace de stationnement pour les camions de livraison .....	25
5.3.2 Système de remplissage .....	25
5.3.3 Accessibilité du système de remplissage .....	26
5.3.4 Accès au stockage des granulés .....	27
5.4 Système de déchargement et de convoyage .....	27
5.4.1 Types de systèmes .....	27
5.4.2 Flamme de retour et retour de flux de gaz .....	28
5.5 Supervision du niveau de remplissage .....	28
5.6 Exigences structurelles .....	29
5.7 Ventilation .....	29
5.8 Protection contre l'incendie et l'explosion .....	30
5.8.1 Protection contre l'incendie .....	30
5.8.2 Protection antidéflagrante .....	32
5.9 Moiteur et humidité .....	32
<b>6. Systèmes de stockage préfabriqués</b> .....	<b>33</b>
6.1 Généralités .....	33
6.2 Conceptions .....	33
6.2.1 Types de systèmes de stockage .....	33
6.2.2 Silo conique .....	34
6.2.3 Silo à trémie .....	34
6.2.4 Silo à fond plat .....	34
6.2.5 Silo textile avec mécanisme de levage (silo à levage) .....	35
6.3 Installation .....	36
6.4 Ventilation .....	36
6.5 Exemples .....	37
<b>7. Stockage souterrain</b> .....	<b>39</b>
<b>8. Salles de stockage</b> .....	<b>40</b>
8.1 Sélection et construction: .....	40
8.2 Agrandissement d'une salle d'entreposage de granulés .....	41
8.2.1 Généralités .....	41

8.2.2	<i>Isolation</i> .....	41
8.2.3	<i>Revêtement intérieur</i> .....	42
8.2.4	<i>Sols inclinés</i> .....	42
8.2.5	<i>Système de remplissage</i> .....	43
8.2.6	<i>Tapis d'impact</i> .....	46
8.2.7	<i>Longueurs de salle de plus de 2 m</i> .....	47
8.2.8	<i>Longueurs de salle de plus de 5m</i> .....	47
8.3	<i>Ventilation</i> .....	48
8.3.1	<i>Exemples de conceptions</i> .....	50
<b>9.</b>	<b>Fonctionnement d'une salle de stockage de granulés</b> .....	<b>52</b>
9.1	<i>Etiquetage</i> .....	52
9.2	<i>Entrer dans une salle de stockage</i> .....	52
9.3	<i>Livraison de granulés</i> .....	53
9.3.1	<i>Premier remplissage</i> .....	53
9.3.2	<i>Nouveau remplissage</i> .....	53
9.4	<i>Nettoyage et maintenance</i> .....	54
9.5	<i>Procédure en cas de dysfonctionnements</i> .....	54
<b>10.</b>	<b>Stockage à grande capacité</b> .....	<b>55</b>
10.1	<i>Taille du stockage</i> .....	55
10.2	<i>Système de remplissage</i> .....	56
10.3	<i>Système de déchargement</i> .....	56

## Introduction

Le programme ENplus® vise principalement à gérer un système de certification de qualité ambitieux qui offre des granulés de bois de qualité et uniformes. Le **logo ENplus®** permet de communiquer la qualité des granulés aux clients et aux consommateurs de manière transparente et vérifiable.

Les granulés de bois procurent un combustible renouvelable, produit essentiellement à partir de résidus de scierie. Les systèmes de chauffage domestiques ainsi que les brûleurs industriels utilisent les granulés de bois comme combustible. Ces derniers constituent un combustible raffiné pouvant être endommagé pendant la manutention. Aussi, il s'avère nécessaire de bien gérer la qualité sur l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement ; du choix de la matière première jusqu'à l'ultime livraison à l'utilisateur final.

Le système de certification ENplus® couvre les propriétés techniques des granulés, la gestion de la qualité en relation avec les propriétés des granulés, et la satisfaction de la clientèle dans toute la chaîne d'approvisionnement, de la production à l'utilisation finale des granulés.

Le système de certification ENplus® vise principalement l'utilisation domestique et le secteur de chauffage commercial, mais la certification ENplus® est également disponible pour les autres acteurs de l'industrie des granulés.

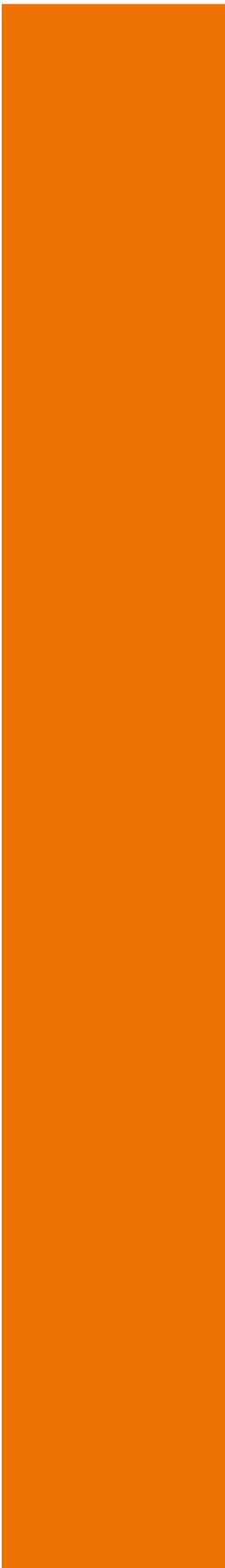
La 4<sup>ème</sup> principale **révision** du système de certification ENplus® a engendré une modification complète de la structure de la **documentation ENplus®**, des paramètres des granulés certifiés ENplus® et des processus associés, ainsi que des exigences du système de gestion.

Ce document fait partie de la **documentation ENplus®** qui comprend les **normes** ENplus®, les documents d'orientation ENplus® ainsi que les documents de procédures ENplus®.

Les versions actuelles de la **documentation ENplus®** sont publiées sur le **site officiel d'ENplus®**.

La qualité des granulés peut également être influencée par la livraison ultime à l'utilisateur final, mais également par la conception inappropriée du stockage de l'utilisateur final. Ce document prévoit ainsi:

- a) des spécifications techniques du stockage destiné à l'utilisateur final qui doivent être vérifiées par le **distributeur** qui livre les granulés suivant la norme ENplus® ST 1001 ;
- b) des spécifications techniques qui ont une incidence sur l'approbation des réclamations, comme l'exige la norme ENplus® ST 1001 ;
- c) des directives à l'endroit des professionnels et personnes qui planifient, construisent et équipent le stockage des granulés et en assurent le fonctionnement et l'entretien.



Dans tout le présent document, pour désigner les dispositions qui sont obligatoires, le terme "doit" est utilisé. Le terme "devrait" est utilisé pour désigner les dispositions qui se doivent d'être adoptées et mises en œuvre, bien que non obligatoires. Pour désigner la ou les autorisations qui sont exprimées dans le présent document, "peut" est utilisé partout. "Peut" fait référence à la fois à la capacité d'un utilisateur ou à une possibilité ouverte à l'utilisateur, comme indiqué dans le présent document

Les termes en caractères gras sont définis en chapitre 3. Termes et définitions.

# 1. Portée

Le document contient des dispositions concernant le stockage des granulés par les utilisateurs finaux, et qui s'appliquent aux entités suivantes opérant dans des pays autres que l'Allemagne et n'ayant aucun **Gestionnaire National (Propellet) ENplus®** :

- a) Les **distributeurs** effectuant des **livraisons partielles** doivent utiliser les dispositions indiquées en Tableau 1 en relation avec les exigences de la norme ENplus® ST 1001 en vue de déceler les défauts évidents du stockage par l'utilisateur final et d'enquêter sur la réclamation de l'utilisateur final concernant les fines ;
- b) **Les Gestionnaires Nationaux ENplus® des pays avec des livraisons partielles** doivent élaborer une des directives nationales sur le stockage qui contiendraient au moins les éléments indiqués dans le Tableau 1 du document ;
- c) Les utilisateurs finaux de granulés, les fabricants et les installateurs de dispositifs de chauffage et d'infrastructure de stockage devraient utiliser le document comme étant une instruction pour la conception, la construction et l'exploitation d'infrastructures de stockage de granulés.

Tableau 1 : Dispositions applicables aux **distributeurs** et aux **Gestionnaires Nationaux ENplus®**

Chapitre	Distributeurs	Gestionnaires Nationaux ENplus®
4.2 Livraison	•	•
5.3.1 Espace de stationnement pour les camions de livraison	•	•
5.3.2 <b>Système de remplissage</b>	•	•
5.3.3 Accessibilité du <b>système de remplissage</b>	•	•
5.3.4 Accès au stockage de granulés		•
5.4 Système de déchargement et de convoyage		•
5.5 Supervision du niveau de remplissage		•
5.7 Ventilation		•
5.8 Protection contre l'incendie et l'explosion		•
5.9 Moiteur et humidité	•	•
8.2 Agrandissement d'une salle d'entreposage de granulés	•	•
8.3 Ventilation	•	•
9.3 Livraison de granulés	•	•
9.4 Nettoyage et maintenance		•
9.5 Procédures en cas de dysfonctionnement	•	•
10.2 <b>Système de remplissage</b>		

## 2. Références normatives

Les documents mentionnés ci-dessous sont essentiels à l'application du présent document, tel que défini dans ses exigences spécifiques. Pour les références datées, seules l'édition appropriée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document référencé (y compris toute modification) s'applique.

ENplus® ST 1001, *granulés de bois ENplus® - Exigences pour les entreprises,*

ISO 17225-2, *Biocarburants solides – spécifications et classes des carburants – partie 2 : granulés de bois classés,*

ISO 20023, *Biocarburants solides – Sécurité des granulés biocarburants solides – manipulation et stockage sécurisés des granulés de bois dans les résidences et les dispositifs à petite échelle.*

## 3. Termes et définitions

### 3.1 Agitateur

Système de convoyage pour le déchargement de granulés de bois à partir de l'entrepôt. Les granulés sont dirigés par une vis avec rotation de ressorts en acier vers le fond du magasin. Le transport ultérieur vers le four peut s'effectuer à l'aide d'une vis ou d'un convoyeur d'aspiration.

### 3.2 ATEX

Abréviation française de « ATmosphères EXplosives ». Est utilisée comme synonyme des guides ATEX de l'UE pour la protection contre les explosions. Les infrastructures de stockage des granulés sont généralement affectées à la zone ATEX 22.

### 3.3 Convoyeur à vis sans fin

**Système de convoyage à vis sans fin** pour l'évacuation des granulés de bois à partir du stockage. Le transport ultérieur vers le four peut s'effectuer à l'aide d'une vis ou d'un convoyeur d'aspiration. Différenciation entre vis rigide et vis flexible. La distance entre les bobines et le moteur devrait augmenter et présenter ainsi un gradient. Visser les canaux sans obstacles ni restrictions. Une décompression de la **tarière** devrait être prévue.

### 3.4 Buse de soufflage

Une buse (« Storz Type A », DN 100), transversale et généralement de 100 mm, est utilisée pour souffler les granulés dans le stockage. La connexion avec le raccord du tuyau de remplissage devrait se positionner à l'extérieur si possible.

### 3.5 Densité en vrac

Masse par volume d'un lit meuble de granulés.

### 3.6 capacité

**Capacité** de stockage, masse de granulés en tonnes qui correspondent mathématiquement au magasin. La **densité en vrac**, le niveau de remplissage et le volume vide en stockage doivent être pris en compte.

### 3.7 accouplement

Pièce de connexion (« Storz Type A », DN 100) sur la buse et sur les tuyaux pour les relier solidement les uns aux autres.

### 3.8 système de convoyage

Équipement pour le transport de granulés dans le four. Peut également inclure le déchargement.

### 3.9 DEPI

**DEPI** (Deutsches Pelletinstitut GmbH) est l'instance dirigeante du système de certification ENplus® en Allemagne, responsable de toute activité de certification ENplus® en Allemagne et agit en tant qu'organisme d'inspection en Allemagne.

### 3.10 système de déchargement

Dispositif pour retirer les granulés du magasin. Peut également inclure le transport des granulés jusqu'au four.

### 3.11 Étanchéité à la poussière

Séparation étanche de l'entrepôt (murs, ouvertures d'entrée / de sortie) du point de vue des zones de vie et de travail. L'étanchéité des tuyaux du système d'aspiration contre la pression négative est nécessaire.

### 3.12 Gestionnaire International ENplus®

Bioenergy Europe AISBL, représentée par le Conseil Européen du Granulé (ou EPC), est l'instance dirigeante du système de certification ENplus®, avec la responsabilité globale de la gestion du système ENplus® en dehors de l'Allemagne.

### 3.13 Gestionnaire National (Propellet) ENplus®

Instance dirigeante du système de certification ENplus® désigné par le **Gestionnaire International ENplus®** pour gérer le système de certification ENplus® dans un pays donné.

### 3.14 Feuille EPDM

Film élastique et résistant à l'usure. Matériau ayant une surface à faible abrasion approprié pour les tapis d'impact (caoutchouc éthylène-propylène-diène). Peut également être en caoutchouc synthétique.

### 3.15 FFP

Abréviation anglaise de « Filtering Face Piece » ; désignant la classe de filtre. Un masque à poussière de la classe de filtre FFP2 doit être porté lors du nettoyage du stockage des granulés.

### 3.16 Conduit de remplissage

Conduit de remplissage de stockage installé en permanence, peut également être utilisé comme conduit de ventilation si nécessaire.

### 3.17 buse de remplissage

L'ensemble des **buses de soufflage** et **buses d'aspiration** d'un local de stockage, mais peut être seulement les **buses de soufflage**, si aucun extracteur n'est nécessaire (voir **buses de soufflage** et **buses d'aspiration**).

### 3.18 système de remplissage

Ensemble des **buses de remplissage** et des conduites et tuyaux de remplissage installés de façon permanente.

### 3.19 fines

Copeaux, poussières, fragments de granulés tombant à travers un tamis perforé de 3,15 mm de diamètre.

### 3.20 densité brute

Densité des particules. Relation entre la masse et le volume d'un granulé, décrit le degré de compression des copeaux de bois en g / cm<sup>3</sup>.

### 3.21 feuille HDPE

Film résistant à la déchirure, aux rayures et à l'usure. Matériau ayant une surface à faible abrasion approprié pour les tapis d'impact (anglais : High Density Polyethylene, allemand : Hard Polyéthylène).

### 3.22 trajet du tuyau

Trajectoire de pose du tuyau de remplissage, qui doit être aussi courte que possible, sans coudes et sans obstacles. Le **trajet du tuyau** pour l'aspiration diffère de celui du remplissage.

### 3.23 panneaux d'incrustation

Panneaux pour la décompression de la porte, de la trappe ou de l'ouverture d'entrée du stockage. Sont utilisés à l'intérieur du stockage devant l'ouverture de la porte. (voir [Fig. 19](#)).

### 3.24 IP

Abréviation anglaise de « International Protection ». Degré de protection pour le matériel électrique. Utiliser au moins IP 54 dans le stockage des granulés (protégé contre la poussière en quantités nocives ; protégé contre les éclaboussures d'eau).

### 3.25 stockage à plus grande capacité

Stockage de granulés d'une **capacité** d'au moins 30 tonnes ou avec des livraisons fréquentes.

### 3.26 OSB

Oriented Strand Board ou Panneau À Fils Orientés (allemand : plaque à partir de copeaux alignés), qui est structurellement beaucoup mieux adapté que les panneaux de copeaux conventionnels. En raison de la surface rugueuse, il n'est pas adapté pour le lambris des **sols inclinés** dans le magasin de granulés ; en revanche, il est très bien adapté pour les murs de stockage.

### 3.27 système de déchargement pneumatique

Retrait par aspiration ; Les granulés sont aspirés hors du magasin de granulés par pression négative. Cela peut être fait par le bas avec des **sondes d'aspiration** ou par le haut avec une **tête d'aspiration**.

### 3.28 sol incliné

Infrastructure légèrement inclinée, est utilisée dans le stockage avec plancher incliné.

### 3.29 stockage à faible et moyenne capacité

Stockage de granulés ayant une capacité inférieure à 30 t.

### 3.30 livraison partielle

Livraison de **granulés en vrac** à un utilisateur final ne dépassant pas 20 tonnes, sauf livraison de granulés dans de **big bags** ou utilisant des **distributeurs automatiques**.

### 3.31 tête d'aspiration

Dispositif d'aspiration par le haut.

### 3.32 buse d'aspiration

Buse (« Storz Type A », DN 100), de section typiquement 100 mm, à laquelle est raccordé le ventilateur d'aspiration du fournisseur de granulés. Pendant le remplissage, l'air est aspiré hors de la salle de stockage. Les silos en tissu avec tissu perméable à l'air font exception

### 3.33 sonde d'aspiration

Dispositif d'aspiration par le dessous.

### 3.34 distributeur

**Entreprise** commercialisant des granulés de bois. Elle peut entreprendre le stockage et/ou la livraison de granulés.

REMARQUE : Le terme « **distributeur** » couvre également le terme « **producteur** » lorsque les activités commerciales de ce dernier comprennent la **livraison partielle** ou la commercialisation de granulés achetés à d'autres **entreprises**.

### 3.35 bouchon de ventilation

Il assure un échange d'air suffisant dans la salle de stockage par des ouvertures imperméables à la pluie et aux éclaboussures avec un tuyau de longueur interne < 2 m ou à partir d'un calcul individuel selon ISO 20023.

## 4. Les granulés de bois – un combustible moderne

### 4.1 Qualité du combustible

#### 4.1.1 Granulés de bois

Les granulés sont un combustible moderne et respectueux du climat. La fermeté des granulés est obtenue principalement par la lignine contenue dans le bois, parfois soutenue par la faible addition de liants végétaux tels que l'amidon. Les granulés de bois peuvent être livrés en vrac par camion ou dans des sacs sur des palettes. Ces sacs sont adaptés aux poêles à granulés et aux petites chaudières ayant un besoin annuel allant jusqu'à deux tonnes de granulés. Si la demande est plus élevée, des marchandises en vrac devraient être obtenues, celles-ci sont généralement livrées dans un camion silo et soufflées dans le stockage de granulés.

#### 4.1.2 Certification ENplus®

Afin de s'assurer que les granulés satisfont également les exigences d'utilisation, seuls les granulés certifiés ENplus® devraient être utilisés. ENplus® a des exigences plus strictes concernant la qualité des granulés et, contrairement à d'autres certificats, celles-ci couvrent toute la chaîne d'approvisionnement. Le producteur aussi bien que le fournisseur des granulés doivent être certifiés pour pouvoir proposer les granulés ENplus® en vrac.

Les distributeurs de granulés certifiés ENplus® doivent suivre régulièrement des formations, prouver qu'ils disposent de **systèmes de déchargement** appropriés sur leurs véhicules et traiter les réclamations des clients de manière ordonnée. Pour identifier les marchandises, des marques de certification et de qualité individuelles sont fournies avec un numéro d'identification unique qui doit être inclus sur le reçu du client - cela garantit la traçabilité des granulés. Lors de chaque remplissage de camion, des échantillons de réserve sont prélevés et ceux-ci peuvent être utilisés comme échantillons de référence en cas de réclamations.

La liste des fabricants et des fournisseurs de granulés de bois de haute qualité ainsi que des informations supplémentaires sont disponibles sur <https://enplus-pellets.eu/>.

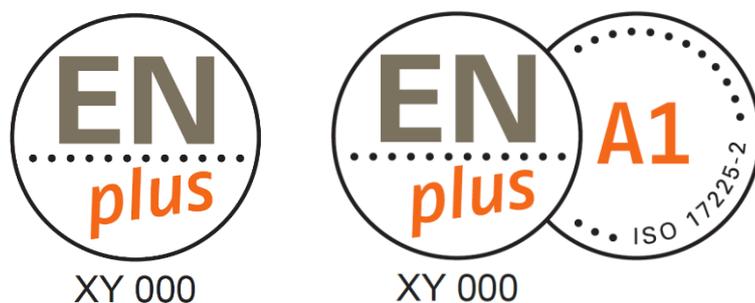
#### 4.1.3 Catégories de qualité

Les granulés de bois sont disponibles dans plusieurs catégories de qualité normalisées. La norme internationale ISO 17225-2, en vigueur depuis 2014, décrit en détail les propriétés physico-chimiques des granulés de bois pour les trois catégories de qualité A1, A2 et B. Ici, la norme laisse beaucoup de marge de manœuvre, et les catégories renforcent ses valeurs limites dans l'intérêt de la protection des consommateurs.

Pour les poêles à granulés et les systèmes de chauffage à granulés d'une puissance nominale allant jusqu'à environ 100 kW dans le secteur privé et commercial, seuls les granulés de la catégorie de qualité ENplus® A1 doivent être utilisés. ENplus® A1 garantit la moindre teneur en cendres, la plus grande durabilité mécanique et la moindre teneur en azote, soufre et chlore. En plus de la norme du produit, ENplus® définit également une valeur limite pour la température de déformation des cendres afin d'éviter la génération de débris sur la plaque du brûleur de la chaudière ou du four.

- **Figure 1**

**Sceau de certification ENplus® (gauche) et sceau de qualité ENplus® A1 (droite)**



Pour les grands systèmes de chauffage commerciaux ou industriels, la catégorie de qualité ENplus® A2 convient également, elle peut avoir une teneur en cendres plus élevée, une durabilité mécanique plus faible et une température de déformation des cendres plus basse qu'ENplus® A1. Sous réserve de l'approbation du fabricant de la chaudière, ENplus® A2 peut être utilisé pour les chaudières de plus de 100 kW. D'autres catégories de qualité peuvent être utilisées après approbation de la part du fabricant de chauffage.

● **Tableau 1**

**Propriétés de carburant des granulés de bois**

Catégorie de qualité	ENplus® A1	ENplus® A2	ENplus® B	Unit	Norme de test
Diamètre (à la réception)	$6 \pm 1, 8 \pm 1$	$6 \pm 1, 8 \pm 1$	$6 \pm 1, 8 \pm 1$	mm	ISO 17829
Longueur (à la réception)	$3,15 \leq L \leq 40$ (a)	$3,15 \leq L \leq 40$ (a)	$3,15 \leq L \leq 40$ (a)	mm	ISO 17829
Taux de granulés avec une longueur < 10 mm (à la réception) - Catégorie L < 20%, 20% ≤ M ≤ 30%, C > 30%	valeur & catégorie à statuer	valeur & catégorie à statuer	valeur & catégorie à statuer	w-%	Méthode ENplus basée sur ISO 17829 (b)
Humidité (à la réception)	≤ 10,0	≤ 10,0	≤ 10,0	w-%	ISO 18134
Cendres (à sec)	≤ 0,70	≤ 1,20	≤ 2,00	w-%	ISO 18122
Durabilité mécanique (à la réception) (c)	≥ 98,0	≥ 97,5	≥ 97,5	w-%	ISO 17831-1
Densité en vrac (à la réception)	$600 \leq BD \leq 750$	$600 \leq BD \leq 750$	$600 \leq BD \leq 750$	kg/m³	ISO 17828
Densité des particules (à la réception)	valeur à statuer	valeur à statuer	valeur à statuer	g/cm³	ISO 18847
Fines grossières (3,15 mm ≤ FP < 5,6 mm) (à la réception)	valeur à statuer	valeur à statuer	valeur à statuer	w-%	analyse basée sur ISO 18846 (d, e, f, g)
Fines (< 3,15 mm) (en vrac) (à la réception)	≤ 1,0	≤ 1,0	≤ 1,0	w-%	ISO 18846 (d, f, g)
Fines (< 3,15 mm) (en sacs) (à la réception)	≤ 0,5	≤ 0,5		w-%	ISO 18846 (e, f, g)
Valeur calorifique nette (à la réception)	≥ 4,6 (h)	≥ 4,6 (h)	≥ 4,6 (h)	kWh/kg	ISO 18125
Additifs (à la réception)	≤ 2,0 (i)	≤ 2,0 (i)	≤ 2,0 (i)	w-%	
Azote (à sec)	≤ 0,3	≤ 0,5	≤ 1,0	w-%	ISO 16948
Soufre (à sec)	≤ 0,04	≤ 0,04	≤ 0,05	w-%	ISO 16994
Chlore (à sec)	≤ 0,02	≤ 0,02	≤ 0,03	w-%	ISO 16994
Arsenic (à sec)	≤ 1	≤ 1	≤ 1	mg/kg	ISO 16968
Cadmium (à sec)	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	mg/kg	ISO 16968
Chrome (à sec)	≤ 10	≤ 10	≤ 10	mg/kg	ISO 16968
Cuivre (à sec)	≤ 10	≤ 10	≤ 10	mg/kg	ISO 16968
Plomb (à sec)	≤ 10	≤ 10	≤ 10	mg/kg	ISO 16968
Mercurure (à sec)	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1	mg/kg	ISO 16968

Catégorie de qualité	ENplus® A1	ENplus® A2	ENplus® B	Unit	Norme de test
Nickel (à sec)	≤ 10	≤ 10	≤ 10	mg/kg	ISO 16968
Zinc (à sec)	≤ 100	≤ 100	≤ 100	mg/kg	ISO 16968
Température d'altération des cendres	≥ 1200	≥ 1100	≥ 1100	°C	ISO 21404 (j)

- (a) Un maximum de 1 % des granulés peuvent dépasser 40 mm. Les granulés de plus de 45 mm ne sont pas autorisés.
- (b) 100 granulés doivent être mesurés (après tamisage avec un tamis de 5,6 mm) pour la masse de répartition en longueur, alors que seulement 50 sont recommandées dans la norme ISO 17829. Les résultats doivent être exprimés à la fois par la valeur exacte et la catégorie (L, M, C).
- (c) Au point de chargement du véhicule de transport sur le site de production.
- (d) À la porte de l'entreprise ou lors du chargement de big bags ou de camions pour les livraisons aux utilisateurs finaux.
- (e) À la porte de l'entreprise, lors du remplissage des sacs (granulés ensachés).
- (f) L'indication "3,15 mm" ou respectivement "5,6 mm" désigne les particules qui passent à travers un tamis à trous ronds d'une ouverture de 3,15 mm, ou respectivement de 5,6 mm, conformément à la norme ISO 3310-2.
- (g) la norme ISO 18846 sera remplacée par la norme ISO 5370.
- (h) équivalent à  $\geq 16,5$  MJ/kg à la réception.
- (i) La quantité d'additifs dans la production doit être limitée à 1,8 % en poids, tandis que la quantité d'additifs de post-production (par exemple, huiles de revêtement) est limitée à 0,2 % en poids des granulés.
- (j) Les cendres sont produites à 815 °C. Toutes les températures caractéristiques énumérées dans la norme ISO 21404 doivent être indiquées dans le rapport.

REMARQUE : Les résultats sont considérés comme conformes si la valeur déclarée par le laboratoire se situe dans la limite spécifiée.

#### 4.1.4 Densité en vrac

La **densité en vrac** (également appelée densité apparente ou volumétrique) indique la quantité en kilogrammes de granulés coulés librement dans un volume d'un mètre cube. Elle dépend de la répartition en longueur, de la teneur en eau et de la densité particulière des granulés. ENplus® permet 600 à 750 kg/m<sup>3</sup>. Dans une salle de stockage d'un volume utilisable de 10 m<sup>3</sup>, environ 6 à 7,5 tonnes de granulés peuvent être soufflés – en fonction de la **densité en vrac**.

#### 4.1.5 Fines et poussières

Les **fines** sont définies comme des fragments de granulés qui tombent à travers un tamis avec une perforation de 3,15 mm de diamètre. La poussière est créée par l'abrasion de la surface, en particulier au niveau des bords cassés des granulés. Les **fines particules** de particules plus grossières sont mélangées entre les granulés. Elles sont constituées de très petites particules qui se déposent lentement de l'air.

Des **fines** et des poussières émergent à cause des contraintes mécaniques subies par les granulés pendant le transport, lorsqu'elles sont amenées dans la salle de stockage et lorsqu'elles sont évacuées vers la chaudière. Plus la durabilité mécanique et la longueur moyenne sont faibles, plus la contrainte mécanique est élevée, plus la quantité de **fines** et de poussières attendue est importante.

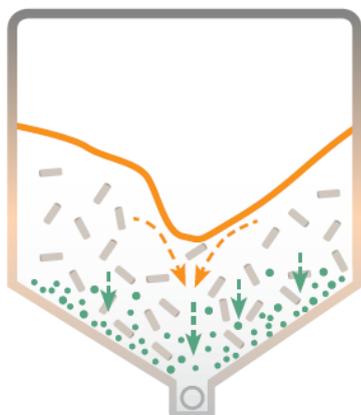
Les granulés de la classe ENplus® A1 peuvent, en vrac, contenir au maximum un pour cent de **fines** lorsque le camion de livraison est chargé. Au cours du processus de soufflage, des **fines** supplémentaires dégagent, la quantité de celles-ci augmente avec la longueur de la section de soufflage et le nombre de coudes dans le conduit de soufflage. Les fournisseurs certifiés ENplus® acceptent les réclamations en raison d'une quantité de fines supérieure à 4% dans la salle de stockage dans les conditions suivantes :

- a) Respect des exigences du présent document ;
- b) Section de soufflage (y compris le **conduit de remplissage**) ≤ 30 m ;
- c) Quantité restante avant remplissage < 10% de la capacité de stockage ;
- d) Moins de 20 % de la nouvelle livraison retirée ;
- e) Vidange complète du stockage des granulés tous les deux ans

En raison des processus de ségrégation lors de la décharge des granulés (voir [Fig. 2](#)), les **fines** sont concentrées dans la zone inférieure de la salle de stockage au cours du temps. Il devrait donc être complètement vidé au moins tous les deux ans ou tous les cinq jours - selon la première éventualité.

## ● Figure 2

### Décomposition et accumulation de fines dans la salle de stockage



Conséquence : Les granulés dans la zone inférieure contiennent beaucoup de **fines**, qui augmentent à chaque livraison lorsque le stockage n'est pas complètement vidé.

#### Accumulation de fines lors de l'extraction des granulés

Décomposition à la sortie

Les **fines** s'écoulent vers le bas

Débit central : la zone de bordure est déchargée en dernier

© Deutsches Pelletinstitut GmbH

#### 4.1.6 Odeurs et émanations

Selon le type de bois utilisé, les granulés peuvent développer leur propre odeur. La raison en est que lesdites substances extraites - huiles, graisses et résines de bois - sont activées pendant le processus de pressage. Dans les semaines qui suivent ce processus, les substances sont lentement libérées dans l'air ambiant, puis se décomposent au contact de l'oxygène atmosphérique. Par rapport à d'autres produits du bois, les granulés ont une grande surface et leur structure cellulaire a été fortement sollicitée par le processus de pressage. Cela signifie que les composants volatils sont libérés relativement rapidement - en particulier avec des granulés frais et des températures environnantes élevées.

Les émanations des granulés de bois sont constituées de composés organiques volatils (COV), de monoxyde de carbone (CO) et de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). Par exemple, les COV incluent les terpènes, qui sont responsables de l'odeur « chimique » de térébenthine qui se produit dans de rares cas. Certains composants, tels que les aldéhydes et le monoxyde de carbone, sont dangereux pour la santé et ne doivent donc pas pénétrer dans les espaces de vie. Une odeur forte à l'intérieur du bâtiment indique une étanchéité insuffisante de l'entrepôt et de la chaudière de chauffage. Afin d'écartier tout risque, trois principes simples doivent être respectés pour le stockage des granulés :

- a) L'étanchéité des lieux de vie et de travail ;
- b) Une ventilation adéquate (voir [5.7](#));
- c) N'y entrer uniquement qu'en conformité avec les consignes de sécurité (voir [9.2](#))

L'odeur inhérente des granulés et le risque de monoxyde de carbone sont les plus élevés aussitôt après le remplissage du local de stockage, notamment en raison de l'échauffement des granulés lors de leur soufflage. Les deux sont considérablement réduits en deux à trois semaines.

## 4.2 Livraison

Les granulés de bois sont généralement livrés dans des véhicules en silo et soufflés dans la salle de stockage. La livraison avec des bennes ou des remorques à plateforme mobile, à partir desquelles les granulés sont déversés, n'est possible que dans le cas d'un **stockage à grande capacité** conçu à cet effet.

Le camion silo a un compresseur qui génère l'air de convoyage pour le processus de soufflage. Il est équipé d'un système de pesage calibré embarqué, de tuyaux à revêtement interne pour minimiser les frottements lors du soufflage dans les granulés et d'un ventilateur d'aspiration mobile avec un sac à poussière. Ces composants des véhicules sont contrôlés par des fournisseurs certifiés ENplus®, de même que la participation régulière des conducteurs à des formations sur la livraison respectueuse de la qualité. Lorsque les granulés ENplus® sont livrés, le client reçoit un rapport de livraison contenant toutes les informations importantes sur les granulés, le processus de soufflage et l'état de la salle de stockage.

Lors de l'insufflation des granulés, une partie de l'air comprimé est injectée dans les chambres de la chaudière afin de les pousser hors du silo du véhicule. L'autre partie sert à accélérer les granulés davantage (voir [Fig. 3](#)). Dans le cas de courtes distances de soufflage, il est logique de souffler dans les granulés avec peu d'air de convoyage, tandis que dans le cas de longues distances, la quantité d'air doit être augmentée. Une faible pression dans la chambre de la chaudière du camion entraîne généralement une vitesse plus élevée des granulés dans le tuyau et donc plus de  **fines**. Le conducteur choisit le réglage approprié pour la pression dans la chambre de chaudière et la quantité d'air de transport en fonction des conditions locales.

Pour souffler en toute sécurité dans les granulés, l'opérateur doit éteindre le système de chauffage en temps utile, conformément aux instructions du fabricant, afin qu'il n'y ait plus de braises dans la chaudière. Pendant le processus de soufflage, le ventilateur d'échappement (voir [Fig. 3](#)) crée une pression légèrement négative dans la salle de stockage afin d'évacuer l'air de transport et les poussières qui sont générées et soufflées via un sac filtrant. Pour cette raison, une prise 230V avec un fusible 16A est nécessaire. Si la salle de stockage présente des fuites, la dépression ne peut pas être accumulée. Le fournisseur de granulés n'est pas responsable des dommages ou de la contamination causés par un stockage de granulés qui fuit.

Avec la plupart des silos en tissu, l'air de convoyage peut ne pas être extrait selon les instructions de remplissage du fabricant. Dans ce cas, il faut s'assurer que le volume d'air de convoyage (jusqu'à 1 500 m<sup>3</sup>/h) puisse atteindre l'extérieur par les fenêtres, les portes ou d'autres ouvertures extérieures de la salle d'installation.

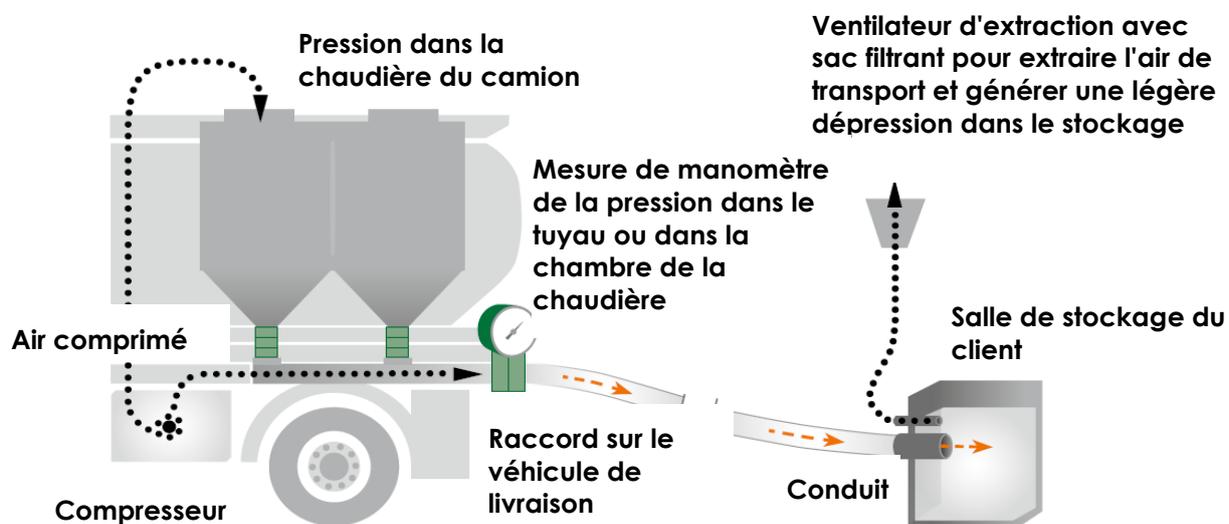
Lorsque la conception ou l'état de la salle de stockage montre une non-conformité évidente avec la présente Recommandation de stockage, le fournisseur de granulés est tenu d'en informer l'opérateur et peut refuser la livraison. Cela comprend également la prise en compte de la santé et de la sécurité du personnel du fournisseur de granulés.

### Cas Spécial : les granulés ensachés

Les granulés ensachés sont inoffensifs en termes d'odeur et d'émanation car ils sont stockés depuis un certain temps et le sachet réduit le dégagement d'émanation. Seuls les sacs destinés à la consommation immédiate doivent être ouverts.

### ● Figure 3

#### Insufflation des granulés de bois



© Deutsches Pelletinstitut GmbH

Il est conseillé de stocker les granulés ensachés sur des palettes dans un local bien ventilé au sous-sol, garage ou hangar afin qu'ils soient protégés de l'humidité et du rayonnement UV.

### Figure 4

#### Ventilateur d'extraction avec sac à poussière



## 5. Planifier une salle de stockage des granulés

### 5.1 Type de stockage

Alors que les sous-sols convertis étaient presque exclusivement utilisés comme locaux de stockage au début du chauffage par granulés, les locaux de stockage préfabriqués sont de plus en plus utilisés pour de plus petites quantités de combustible. De plus, le stockage souterrain et les silos comme infrastructure extérieure offrent des solutions sophistiquées pour le stockage des granulés de bois à l'extérieur du bâtiment.

La salle de stockage devrait être de la bonne taille et planifiée selon le principe de courtes distances (du camion de livraison à la salle de stockage, de la salle de stockage à la chaudière). Les exigences en matière de statique, de protection contre l'incendie et de ventilation doivent être prises en compte. Lorsqu'il est de décider du système de stockage spécifique, en plus de la connexion à la chaudière de chauffage, les aspects suivants devraient être mis en exergue :

- a) un trajet de soufflage court et de qualité;
- b) un trajet de transfert court et soigneux de la qualité entre le stockage et le four ;
- c) une ventilation adéquate du stockage;
- d) une séparation étanche à la poussière des zones de vie et de travail ;
- e) une bonne accessibilité en cas de défauts et pour le nettoyage ;
- f) une **capacité** suffisante

Nous recommandons l'utilisation de stockage préfabriqué pour les clients privés. En règle générale, en plus du conteneur de stockage proprement dit, ils comprennent également le système de remplissage et **système de déchargement** pour la salle de stockage. De cette façon, l'effort de planification et d'assemblage peut être considérablement réduit par rapport au stockage auto-fabriqué. En outre, la vigueur structurelle ainsi que l'étanchéité professionnelle contre les fuites de poussières sont assurées par le fabricant de stockage.

Les infrastructures de stockage de granulés préfabriquées sont offertes dans divers modèles pour une utilisation intérieure et extérieure. Pour une utilisation à l'intérieur, il y a des silos textiles perméables à l'air et des conteneurs en plastique ou en métal imperméables à l'air. À l'extérieur, on utilise un stockage souterrain en béton ou en plastique et des silos en plastique ou en métal.

Les avantages des locaux de rangement à construction individuelle résident dans la bonne utilisation de l'espace, la possibilité de réduire les efforts personnels et la bonne accessibilité des buses de remplissage et **buses d'aspiration** dans les locaux de rangement à parois externes.

La construction devra toujours être planifiée et réalisée par des spécialistes.

● **Figure 5**

**Les sociétés spécialisées dans les granulés fournissent des conseils ingénieurs sur le stockage des granulés**



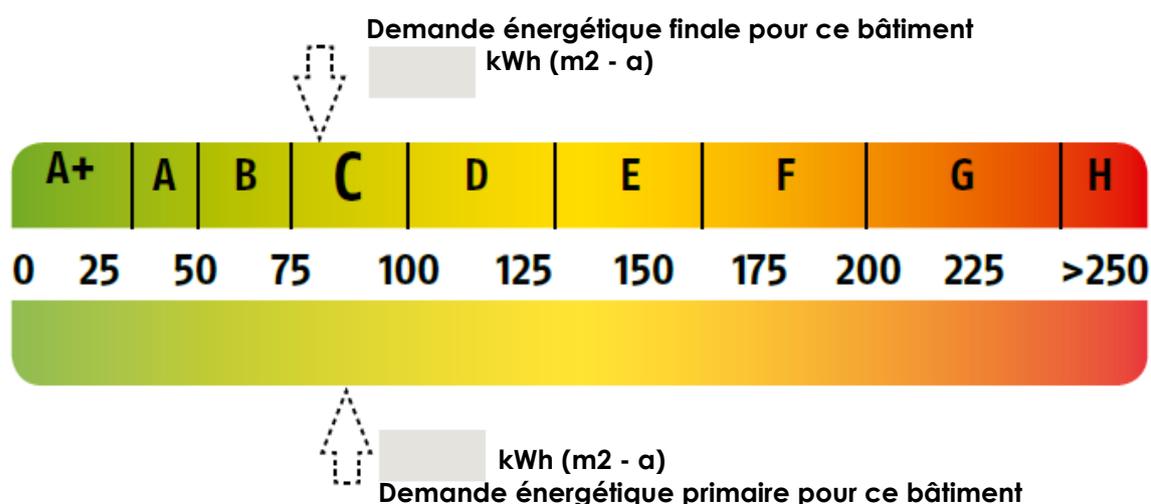
## 5.2 Taille

Pour les systèmes de chauffage à granulés de petite taille, le local de stockage devrait être conçu de manière à pouvoir contenir au moins une demande annuelle complète de granulés. Cela réduit le nombre de livraisons.

La taille de l'espace de stockage requis dépend de la demande de chaleur du bâtiment, qui figure sur le certificat énergétique du bâtiment. Le besoin énergétique final spécifique (voir [Fig. 6](#)) pour le chauffage, l'eau chaude et la ventilation qui y est spécifié doit alors être ajouté puis multiplié par l'espace habitable.

● **Figure 6**

**Représentation des besoins énergétiques dans le certificat de performance énergétique pour les bâtiments résidentiels qui peuvent être spécifiques à un pays**



## ● Tableau 2

### Dimensions de stockage recommandées pour les systèmes de chauffage à granulés en fonction de la demande de chaleur

Demande de chaleur chaque année	8,000 kWh	15,000 kWh	30,000 kWh	100,000 kWh
Consommation de fioul de chauffage précédente par an	1,000 l	1,875 l	3,750 l	12,500 l
Demande annuelle de granulés	2,000 kg	3,750 kg	7,500 kg	25,000 kg
Volume de stockage requis	3.6 m <sup>3</sup>	6.8 m <sup>3</sup>	13.5 m <sup>3</sup>	45 m <sup>3</sup>
Taille de la pièce recommandée pour le stockage sur sol en pente (hauteur de la pièce : 2 m)	3 m <sup>2</sup>	5 m <sup>2</sup>	10 m <sup>2</sup>	34 m <sup>2</sup>

La demande annuelle de granulés (poids en kg) correspond à environ un quart de la demande de chaleur (kWh) (pour ce calcul, une valeur calorifique supposée d'environ 5 kWh/kg de granulés est multipliée par une efficacité calorifique annuelle de 0,8). Afin de ne pas avoir à faire le plein même en hiver glacial, un facteur de sécurité de 1,2 est utilisé. La **capacité** d'un local de stockage de granulés en tonnes est également influencée par la **densité en vrac** des granulés (voir [4.1](#)), qui se situe généralement entre 650 et 670 kg/m<sup>3</sup> et peut varier d'une livraison à l'autre.

#### 5.2.1 Règle approximative

Volume de stockage en m<sup>3</sup> = exigence annuelle de granulés en tonnes \* 1.2 (facteur de sécurité) \* 1.5 (équivalent à la **densité en vrac**).

En raison de la distance entre la **buse de soufflage** et le plafond et des propriétés d'écoulement du remblai de granulés, le volume total d'une salle de stockage ne peut jamais être utilisé. Les infrastructures de stockage de granulés à **sols inclinés** ne peuvent utiliser que près des deux tiers de leur volume pour le stockage.

Lors de la conversion du chauffage du fioul en granulés, le besoin en granulés peut être estimé à partir de la consommation en fioul précédente : Avec la même efficacité du système de chauffage, la consommation en fioul en l est multipliée par un facteur de deux pour obtenir le besoin en granulés en kg. Lors du remplacement d'un système de chauffage au mazout inefficace, la consommation de granulés peut même être jusqu'à 20 % inférieure. Le même facteur s'applique au chauffage au gaz qu'au mazout. Le Tableau II montre la relation entre la demande de chaleur et la consommation de carburant. Dans ces exemples de conception, on suppose un taux d'utilisation de 0,8.

### 5.3 Emplacement, accessibilité et système de remplissage

La salle de stockage devrait être choisie selon le principe des courtes distances (voir [Fig 7](#)). Le trajet entre le camion de livraison et l'entrepôt de granulés et le trajet entre l'entrepôt de granulés et la chaudière doivent être aussi courts (et droits) que possible. De cette façon, la formation de poussière et de  **fines particules**  est réduite. Les buses de soufflage et **buses d'aspiration** doivent disposer d'un espace de montage suffisant et être accessibles sans danger.

En outre, une ventilation suffisante doit être disponible pour le stockage et l'accès au local de stockage doit être aisé (pour le nettoyage et l'inspection avant remplissage). Les dispositions de la norme ISO 20023 pour le stockage des granulés de bois par le consommateur ainsi que les exigences de protection contre l'incendie en relation avec les réglementations nationales en matière d'incendie doivent être respectées.

L'accessibilité à la salle de stockage devrait être planifiée en tenant compte des points suivants.

### 5.3.1 Espace de stationnement pour les camions de livraison

- a) Emplacement de stationnement approprié pour le camion de livraison : **capacité** pour un poids par axe allant jusqu'à 10 t, aussi nivelé que possible, aucune installation à mi-hauteur devant l'écoulement (le moteur tourne lors de l'insufflation !), aucun obstacle au trafic de passage ;
- b) Accès approprié : largeur du trajet d'au moins 3 m, hauteur de passage de 4 m, prêter attention au poids et au rayon de braquage ;
- c) Court **trajet du tuyau**, aussi rectiligne que possible, d'une longueur maximale de 30 m jusqu'à l'orifice d'insufflation dans le local de stockage (**trajet du tuyau**, y compris le **conduit de remplissage** installé à demeure) ;

Le soufflage de 6 tonnes de granulés prend environ 20 minutes sans montage ni démontage. Pendant ce temps, le moteur du camion et le compresseur sont en marche ; par conséquent, des mesures de protection contre le bruit doivent être envisagées ;

- d) Un accès court à la buse d'aspiration et au raccord d'électricité (230v, 16A) pour s'assurer que les tuyaux d'un ventilateur d'extraction ne dépassent pas 6 m afin d'assurer l'efficacité de l'extraction de l'air.

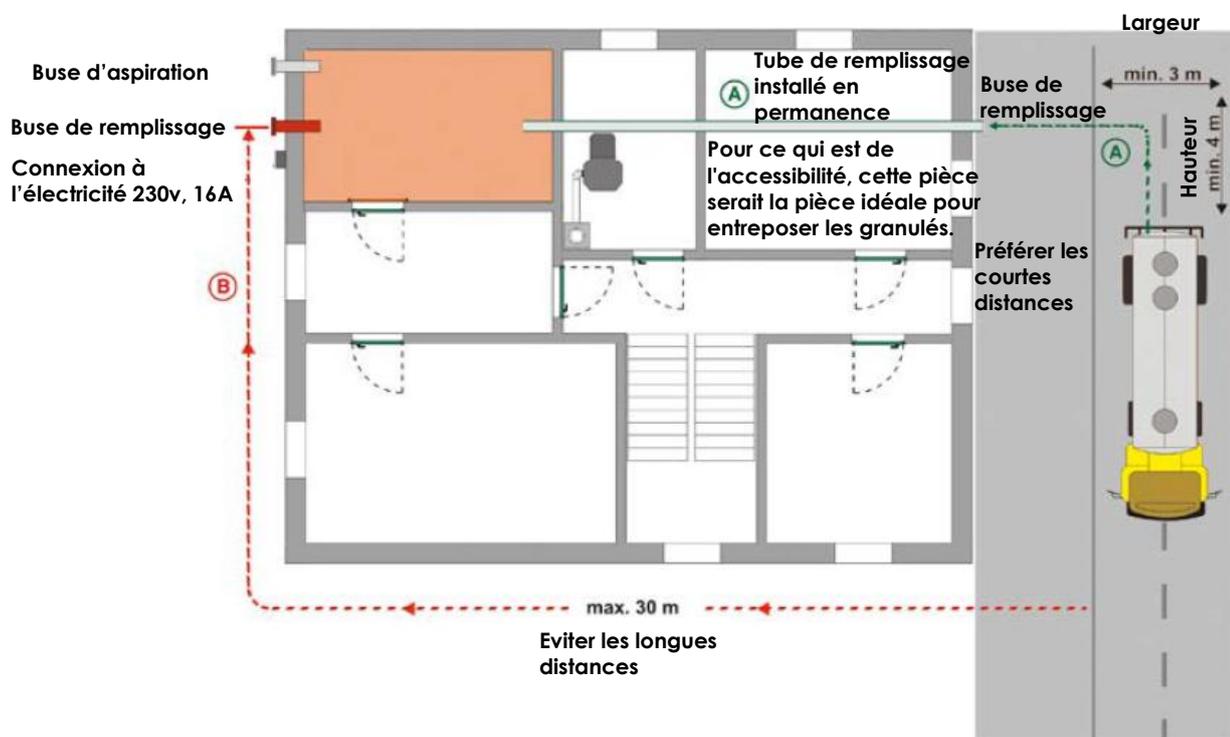
### 5.3.2 Système de remplissage

Le **système de remplissage** a pour fonction de transférer les granulés de la **buse de soufflage** à la salle de stockage dans des conditions de qualité. Les buses du **système de remplissage** (raccord type « Storz Type A », DN 100) devraient de préférence être installées à l'extérieur à l'aide de **conduits de remplissage** installés de façon permanente. Le nombre de **buses de soufflage** dépend de la largeur et de la profondeur du stockage des granulés. De plus, un conduit d'aspiration séparé, aussi court que possible, avec un raccord Storz-A, doit être prévu pour assurer la pression négative pendant le processus de soufflage. Il faut éviter de souffler par le conduit d'aspiration, car une surpression pourrait se produire dans la salle de stockage si des granulés se trouvent devant elle.

Des recommandations détaillées pour la mise en œuvre du **système de remplissage** se trouvent au point [8.2](#)

● **Figure 7**

**Emplacement et accessibilité de la salle de stockage pour le remplissage de granulés soucieux de qualité (vue de dessus)**



- La trajectoire de soufflage est maintenue courte et droite par une **buse de remplissage** installée en permanence. La buse d'aspiration et l'alimentation en énergie du ventilateur d'extraction devraient toujours être situées directement sur la paroi extérieure du stockage des granulés ;
- Un long **trajet du tuyau** avec des changements de direction augmente la teneur en  **fines**  lors du remplissage et devra être évité.

### 5.3.3 Accessibilité du système de remplissage

- Aucun obstacle (clôtures, plates-bandes) sur le trajet du tuyau entre l'emplacement de stationnement du camion de livraison et la **buse de remplissage** ;
- Des buses de soufflage et **buses d'aspiration** marquées menant à l'extérieur. Utiliser des **conduits de remplissage** installés de façon permanente pour les conteneurs de stockage préfabriqués ;
- Raccord électrique individuel (230V, 16A) près de la **buse d'aspiration** pour le ventilateur d'extraction du camion de livraison ;
- Pas plus de 6 m de **trajet du tuyau** entre la **buse d'aspiration** et l'emplacement de la soufflerie ;
- Buse de remplissage** placée à une hauteur maximale de 2 m. Alternative : accès sûr via une plateforme ou une rampe ;
- Buse de remplissage** située dans un puits de lumière pointant à 45° vers le haut. La distance entre la buse et le niveau du sol ne doit pas dépasser 25 cm ;
- Prévoir un espace de travail d'au moins 50 cm autour de la **buse de remplissage** interne.

### 5.3.4 Accès au stockage des granulés

- a) Assurer l'accessibilité pour l'entretien et le nettoyage, tant à vide qu'en partie rempli ;
- b) Prévoir une porte d'accès mesurant 200 cm x 80 cm ou une trappe d'accès mesurant au moins 80 cm x 80 cm ;
- c) Placer cette ouverture (b) le plus loin possible du conduit de soufflage (mais pas en face du conduit de soufflage) et du conduit de ventilation, pour la ventilation transversale lors de l'entrée dans le local de stockage. Ventilation de l'antichambre de stockage ;
- d) Prévoir une porte d'accès et une entrée à ouverture vers l'extérieur, une protection contre l'incendie catégorie T30, assurer l'étanchéité contre la poussière et les fuites d'air ambiant, une décompression à l'intérieur du cadre de la porte avec des **panneaux d'incrustation** en bois ;
- e) Placer une ou plusieurs petites fenêtres de visualisation en plastique transparent pour le contrôle visuel du niveau de remplissage et le contrôle du stockage dans les **panneaux d'incrustation** situés derrière la porte (voir [5.5](#));
- f) Si les exigences en matière d'accessibilité et de ventilation à l'intérieur du bâtiment ne peuvent être satisfaites, un stockage externe (silo, réservoir souterrain) doit être envisagé.

## 5.4 Système de déchargement et de convoyage

### 5.4.1 Types de systèmes

L'équipement technique qui recueille les granulés dans la salle de stockage et les transporte vers la chaudière est appelé **système de convoyage** et de déchargement. Il devrait transporter les granulés avec un minimum de perturbation et aussi doucement que possible et être facilement accessible de sorte qu'un défaut puisse être réparé même lorsque la salle de stockage est pleine. Les systèmes de déchargement et de convoyage peuvent être divisés en **convoyeurs à vis** fonctionnant mécaniquement et en convoyeurs à aspiration pneumatique ([Tableau 3](#)). Le choix du système de déchargement dépend du type de stockage des granulés et de l'emplacement de la chaudière. Les systèmes les plus couramment utilisés sont les suivants:

- a) Systèmes purement mécaniques avec **convoyeur à vis** et sols inclinés ou **agitateur** pour supporter le retrait ;
- b) Systèmes purement pneumatiques avec circuit d'air fermé qui capte les granulés, soit par le haut avec une **tête d'aspiration** mobile, soit par le bas via des **sondes d'aspiration** fixes et des **sols inclinés** ;
- c) Systèmes de combinaison pneumatique-mécanique, dans lesquels la décharge mécanique est combinée à l'aspiration acheminée vers la chaudière.

### ● **Tableau 3**

#### **Systèmes de déchargement et de convoyage pour stockage de faible et moyenne capacité**

Déchargement des granulés	Système de convoyage	Utilisation/propriétés
Vis	Vis	Pour le stockage sur sol incliné et les silos à trémie avec le côté de déchargement à une courte distance et à droite de la chaudière. Fonctionnement robuste et silencieux avec découplage acoustique.
	Pneumatique	Pour le stockage sur sol incliné et les silos à trémie.

		Longueur de transfert allant jusqu'à 25 m et hauteur jusqu'à 5 m.
<b>Agitateur</b>	Pneumatique et / ou vis rigide	Pour salle de stockage et silos à fond plat. Bonne utilisation de l'espace et conception flexible du guide-vis.
Extraction par aspiration en dessus	Pneumatique	Pour le stockage à plat, le stockage souterrain et les silos à fond plat Bonne utilisation de l'espace
<b>Buses d'aspiration sur le sol</b>	Pneumatique	Pour le stockage en pente et les silos préfabriqués. Sans <b>sols inclinés</b> : quantité résiduelle inutilisable et accumulation de <b> fines </b> entre les <b>têtes d'aspiration</b> .

Dans le cas de systèmes de convoyage pneumatiques, il peut être judicieux de séparer les poussières par un dispositif à vide dans le tube de retour d'air, de sorte que le mouvement des granulés dans le local de stockage n'est pas modifié. Les tuyaux d'aspiration sont des pièces sujettes à l'usure et devraient être placés de sorte qu'ils soient accessibles pour un remplacement possible. L'abrasion (usure) se produit dans le tuyau de convoyage, en particulier dans les coudes. Il convient d'éviter les systèmes comportant des **sondes d'aspiration** sur le sol d'une infrastructure de stockage plate, car une quantité résiduelle inutilisable de granulés à haute teneur en fines subsiste alors entre les sondes et augmente la probabilité de défaillance.

#### 5.4.2 Flamme de retour et retour de flux de gaz

Le système de déchargement et de convoyage relie le stockage de granulés à la chaudière de chauffage. Il convient de garantir que les braises ou les fumées de la chaudière ne peuvent pas pénétrer dans la salle de stockage par le **système de convoyage**. À cette fin, le système de chauffage doit être équipé de systèmes de sécurité tels que des sas rotatifs et des clapets coupe-feu, qui doivent résister à une pression négative de 20 Pa conformément à la norme ISO 20023. Cette protection est suffisante si, lors du remplissage du local de stockage, l'extinction complète est assurée en coupant le chauffage en temps utile (conformément à 4.2). Il est à noter que les sas rotatifs sont sujets à l'usure et que les clapets coupe-feu ne peuvent remplir leurs fonctions que si la fonction de fermeture n'est pas altérée. Les dispositifs de sécurité doivent être régulièrement entretenus et leur fonctionnalité doit être vérifiée. Pour pouvoir remplir le local de stockage à l'aide d'un ventilateur d'extraction pendant le chauffage, les dispositifs de protection doivent résister à une dépression de 300 Pa. Une ouverture d'au moins 2 000 cm<sup>2</sup> doit également être prévue dans le stockage des granulés pour l'équilibrage de la pression.

#### 5.5 Supervision du niveau de remplissage

Il s'avère utile d'obtenir des informations sur le niveau de remplissage dans le stockage de granulés, sans avoir à y entrer, pour des raisons de sécurité ainsi que pour une opération de chauffage aisée.

Dans le cas d'un stockage à construction individuelle, l'option la plus simple est d'installer plusieurs petites fenêtres ou hublots en verre de sécurité ou en plastique (plexiglas) dans les panneaux pour une décompression sur la porte (voir Fig. 19). Le plexiglas est chargé électrostatiquement et attire donc la poussière. Les fenêtres de visualisation ne sont donc pas adaptées à l'évaluation de la teneur en poussières dans la salle de stockage.

D'autres systèmes de contrôle du niveau de remplissage sont des solutions techniques plus complexes qui augmentent le confort et la sécurité ou qui permettent un contrôle automatisé du système. On distingue quatre fonctions :

- a) Détection et communication d'un niveau minimal spécifié afin de pouvoir passer une nouvelle commande en temps opportun ;

- b) Surveillance continue dans les grands entrepôts (par exemple, pour le logement, les entreprises, l'industrie);
- c) Détermination du stock de granulés pour la facturation du chauffage (par exemple dans les immeubles d'habitation);
- d) Limitation du niveau de remplissage lors du remplissage de la salle de stockage pour éviter un remplissage excessif. On s'assure ainsi qu'il n'y a plus de granulés dans les conduits et que la fonction du bouchon de ventilation n'est pas obstruée.

En fonction des exigences et du type de stockage des granulés, différentes méthodes de mesure peuvent être utilisées pour la surveillance du niveau. Des capteurs de pression ou des capteurs capacitifs sont souvent utilisés pour détecter le niveau de remplissage minimum ainsi que pour le limiter. La surveillance continue du niveau et la détermination du stock peuvent être réalisées avec des capteurs de charge ou des systèmes à ultrasons.

## 5.6 Exigences structurelles

Le stockage des granulés doit être conçu de manière à pouvoir résister à la pression du poids des granulés sur le sol et les parois, ainsi qu'aux conditions de surpression et à toute pression sur toutes les surfaces d'enceinte qui apparaissent pendant le processus de soufflage. Le calcul des exigences statiques individuelles pour un stockage de granulés plus important et la vérification de sa stabilité est une tâche qui incombe à des spécialistes qualifiés. Pour les locaux de stockage plus petits, d'une hauteur intérieure maximale de 2,5 m, on peut se dispenser d'un calcul structurel si l'on utilise les matériaux et les épaisseurs de paroi décrits en [6.1](#). Dans ce cas, la seule chose à vérifier est si le plancher de la salle d'installation peut supporter la charge du poids. Comme pour tout empilement ou remblai, le poids des granulés agit non seulement verticalement vers le bas (vers le sol), mais en raison du frottement interne, il agit également dans une direction horizontale contre les parois latérales. La pression sur les parois latérales augmente au fur et à mesure du sol.

### ● Tableau 4

#### Valeurs caractéristiques pour le calcul des charges sur les murs et les sols

Propriété	Valeur	Remarque
Densité en vrac	750 kg/m <sup>3</sup>	Valeur selon ISO 20023
Angle de frottement interne	35°	Valeur typique
Pic de surpression	0,03 bar	Valeur selon ISO 20023

Afin de pouvoir calculer la charge de pression sur les parois et le plancher, le poids maximal en vrac des granulés, la hauteur de remplissage maximale et l'angle de frottement interne doivent être pris en compte lors de la planification (voir [Tableau 4](#)). En outre, une surpression maximale de 0,03 bar (300 kg/cm<sup>2</sup>) doit être prise en compte pour le processus de soufflage. Le local de stockage doit également résister à la pression négative qui se produit pendant ce processus (exception : silos en tissu perméable à l'air).

## 5.7 Ventilation

Dans le stockage des granulés, les émanations provenant des granulés ou le reflux du système de combustion peuvent entraîner une concentration nocive de monoxyde de carbone (CO). Pour éviter cela, une ventilation adéquate doit être prévue. Le stockage ne peut être effectué que conformément aux consignes de sécurité décrites en [9.2](#).

La ventilation des locaux de stockage et des conteneurs d'entreposage étanches peut être naturelle ou mécanique. La ventilation naturelle n'est autorisée que si la force d'entraînement du flux d'air est suffisante pour surmonter la résistance à l'écoulement des conduits. Par conséquent, les normes VDI 3464 et ISO 20023 fixent des exigences relatives à la longueur maximale admissible des conduits, au diamètre des tuyaux et à la section transversale libre de la ventilation. Pour le **stockage de faible et moyenne capacité** avec des **conduits de remplissage courts** ( $\leq 2$  m), la ventilation du couvercle par le **système de remplissage** est une solution sûre et aussi la plus rentable.

## ● Tableau 5

**Exigences de protection contre l'incendie pour les locaux de stockage du carburant et aux salles des chaudières/locaux d'installation du foyer conformément aux réglementations nationales applicables.**

<b>Stockage de carburant à l'extérieur des locaux de stockage <math>\leq 6,5</math> tonnes de granulés</b>	<b>Stockage de carburant dans les locaux de stockage de carburant <math>&gt; 6,5</math> tonnes de granulés</b>
Aucune exigence pour les murs, les plafonds et les portes. Interdit dans les cages d'escalier et les couloirs essentiels, ni dans les espaces entre ceux-ci et la sortie vers l'extérieur.	Murs et plafonds F90, à condition qu'ils ne soient pas contigus à la salle de la chaudière. Portes à fermeture automatique s'ouvrant vers l'extérieur et de classe T30, à condition qu'elles ne s'ouvrent pas à l'air libre ou dans la salle de la chaudière. Cloison de séparation de la salle de la chaudière sans exigences.
<b>Salle d'installation du four (<math>\leq 50</math> kW)</b>	<b>Pièce de chauffage (<math>&gt; 50</math> kW)</b>
Aucune exigence pour les murs et les plafonds. Portes isolées et à fermeture automatique. Pas d'autres ouvertures vers d'autres pièces.	Murs et plafonds F90. Portes à fermeture automatique s'ouvrant vers l'extérieur et de classe T30, à condition qu'elles ne s'ouvrent pas à l'air libre ou dans le réservoir de carburant. Cloison de séparation pour le stockage de carburant sans exigences.

Si une ventilation naturelle par des conduits de ventilation avec des différences de hauteur ne peut être obtenue, une ventilation mécanique avec un ventilateur d'aspiration dans un conduit de ventilation devrait être mise en place. Le ventilateur peut fonctionner de manière intermittente et régulée et assurer ainsi un échange d'air suffisant. A cet effet, un conduit d'alimentation en air de dimensions correspondantes doit être prévu pour éviter l'aspiration des fumées ou des braises de la chaudière. De façon alternative, la fonction du ventilateur peut être liée à l'ouverture de la porte.

Les exigences détaillées et les recommandations pour la mise en œuvre de la ventilation de la salle d'installation d'un silo en tissu perméable à l'air se trouvent en [6.2](#), et pour les salles de stockage et les conteneurs de stockage hermétiques en [8](#).

## 5.8 Protection contre l'incendie et l'explosion

### 5.8.1 Protection contre l'incendie

Les exigences en matière de protection incendie concernant le stockage des granulés de bois sont définies dans les réglementations nationales de chaque pays et peuvent ainsi différer selon les pays.



### 5.8.2 Protection antidéflagrante

Les locaux de stockage de granulés d'une **capacité** de plus de 100 tonnes ne nécessitent pas de document de protection contre les explosions ni de protection structurelle contre les explosions. Les situations dangereuses lors du remplissage du stockage se produisent seulement, dans des cas exceptionnels, lorsqu'une atmosphère explosive de poudre se crée en raison du développement de poussières. Pour éliminer ce risque, les mesures suivantes sont obligatoires ;

- a) Utilisation de granulés certifiés pour réduire la quantité de  **fines**  et de poussière ;
- b) Vidange et nettoyage réguliers du local de stockage (voir [9.4](#));
- c) Mise à la terre de manière professionnelle des  **systèmes de remplissage**  et d'évacuation ;
- d) Éclairage et commande du  **système de déchargement**  dans le local de stockage, avec approbation de la zone  **ATEX 22** , sans tension pendant le processus de remplissage ;
- e) Pas de prises et câbles électriques exposés dans la salle de stockage.

### 5.9 Moiteur et humidité

Les granulés sont hygroscopiques. Cela signifie qu'ils absorbent l'eau lorsqu'ils sont à proximité de murs humides, ce qui les fait gonfler et les rend inutilisables. Les granulés humides peuvent également bloquer le  **système de convoyage** . Par conséquent, les points suivants doivent être respectés :

- a) Le stockage des granulés doit rester sec toute l'année. Dans les nouveaux bâtiments, assurez-vous que le sol et les murs sont déjà complètement secs ;
- b) L'humidité relative dans le local d'entreposage ne doit pas dépasser 80 % à aucun moment de l'année ;
- c) S'il existe un risque de murs humides (même temporairement), il est préférable d'utiliser un stockage préfabriqué ou de prévoir une protection professionnelle contre l'humidité.

## 6. Systèmes de stockage préfabriqués

### 6.1 Généralités

Les exigences en termes de qualité des granulés et de sécurité du stockage se sont intensifiées ces dernières années. Les systèmes sont renforcés par des systèmes de stockage préfabriqués de manière fiable. À cet effet, ils doivent être correctement installés et exploités conformément aux instructions du fabricant. La responsabilité est du ressort de l'installateur du système de chauffage. Il prend en charge la garantie de l'unité fonctionnelle, de la chaudière, du système d'extraction et du stockage des granulés. Selon la norme ISO 20023, il documente les composants utilisés et leur installation professionnelle dans un protocole de transfert. Ceci doit également contenir toute autorisation du fabricant de stockage pour le stockage des granulés mouillés avec de l'huile végétale lorsqu'ils sont insufflés.

Des conteneurs de stockage préfabriqués peuvent être installés à l'intérieur du bâtiment ainsi qu'à l'extérieur dans des garages, sous des abris d'auto ou, dans certains cas, librement, tant que l'approvisionnement de la chaudière à granulés est garanti.

Les sections suivantes présentent les différents systèmes de stockage et expliquent comment les configurer (pour le stockage souterrain, voir [Z](#)).

Les conteneurs de stockage nécessitent également un accès pour le nettoyage et le dépannage du lieu.

### 6.2 Conceptions

#### 6.2.1 Types de systèmes de stockage

Le stockage préfabriqué est présenté dans différents matériaux et formes. Plus important encore, les silos en tissu perméables à l'air doivent être distingués des conteneurs de stockage en tissu imperméable à l'air, en plastique, en bois ou en métal, car il existe différentes exigences pour le **système de remplissage** et la ventilation de la salle d'installation. La plupart des silos textiles en matériau perméable à l'air n'ont pas besoin de **buse d'aspiration**, contrairement à ceux en matériau imperméable à l'air.

Les silos textiles sont constitués d'un matériau souple, résistant aux déchirures et **étanches à la poussière**, suspendus dans un cadre en métal ou en bois. Ils sont souvent équipés d'un cône au fond pour l'évacuation des granulés (silo conique). D'autres conceptions courantes sont les silos à trémie, élastiques et à fond plat.

**Figure 9a**

**Silo en tissu avec cône en acier**



**Figure 9b**

**Silo conique en conception modulaire**



**Figure 9c**

**Silo conique avec cadre en bois**



Selon le type de stockage, les granulés sont extraits par le bas à l'aide de **convoyeurs à vis / sondes d'aspiration** ou par un extracteur d'aspiration mobile par le haut à l'aide d'une **tête d'aspiration** (voir [5.4](#)).

Le stockage préfabriqué est également proposé en conception modulaire pour permettre un **stockage de plus grande capacité**. Dans ce cas, les systèmes d'extraction des silos individuels sont reliés entre eux de sorte que l'unité de commutation automatique de la chaudière peut être utilisée.

### 6.2.2 Silo conique

Un silo conique peut être en tissu, en plastique ou en métal. Le silo se rétrécit vers le bas (forme conique) jusqu'au point d'extraction, qui se trouve au point le plus bas du silo. L'extraction s'effectue par des **sondes d'aspiration** ou avec une vis horizontale courte qui se connecte à une aspiration ou à un **convoyeur à vis**. La vis d'extraction ne nécessite généralement pas de décompression. Nous recommandons d'avoir la possibilité de bloquer ou de séparer le point de transfert entre le silo et le système de retrait avec une glissière.

### 6.2.3 Silo à trémie

Les silos à trémie sont une variante du silo textile, optimisé pour les espaces étroits. L'extraction se fait soit par une vis qui transporte les granulés jusqu'à un point d'aspiration ou directement jusqu'à la chaudière à granulés, soit avec plusieurs **sondes d'aspiration**.

Figure 10a

**Silo à trémie avec extraction par vis et transfert vers une conduite d'aspiration**



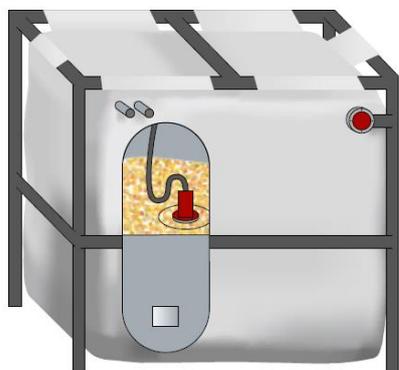
Figure 10b

**Silo à trémie avec différents points d'extraction**



### 6.2.4 Silo à fond plat

Les silos à fond plat sont de forme rectangulaire ou ronde. La plupart des modèles disponibles ont un contour carré avec une longueur latérale de 2 à 2,5 mètres. Pour l'extraction, on utilise soit une **tête d'aspiration** mobile par le haut, soit un déchargement par le bas, effectuée avec un **agitateur** ayant des vis de déchargement ou des **buses d'aspiration**. Le fait qu'il n'y ait pas d'inclinaison dans la partie inférieure permet une bonne utilisation de l'espace, mais les granulés ne peuvent pas s'écouler vers les points d'extraction uniquement par gravité. Par conséquent, les systèmes à fond plat avec extraction par le bas, à l'aide de simples **sondes d'aspiration**, ne peuvent pas être complètement vidés. Il restera ainsi une quantité résiduelle inutilisable de granulés, dans lesquels - de  **fines** s'accumulent. Il existe également des silos à fond plat avec un élément vibrant disponible au point d'extraction, qui supporte le déchargement et permet une séparation des poussières.

**Figure 11a****Silo à fond plat avec aspiration par le haut****Figure 11b****Exemple d'un silo en tissu perméable à l'air avec mécanisme de levage et extraction par aspiration par le bas****Figure 12****Expansion d'un silo en tissu perméable à l'air lorsqu'il est rempli et lorsqu'il est vide**

### 6.2.5 Silo textile avec mécanisme de levage (silo à levage)

Les silos textiles avec mécanisme de levage combinent la bonne utilisation de l'espace d'un silo à fond plat avec les caractéristiques de déchargement d'un silo conique. Ils sont disponibles avec aspiration ou extraction par vis. Grâce au mécanisme de levage, la partie inférieure du silo s'abaisse lors du chargement et lors de la vidange progressive, il se soulève à nouveau. Grâce à cela, lorsque le silo est plein, il y a peu d'espace entre le fond du silo et le sol de la salle d'installation. Plus le silo est vide, plus cet espace deviendra grand. Le cône de développement ou trémie supporte l'évacuation des granulés et peut différer selon le fabricant et si c'est un modèle spécifique. Si un cône ou une trémie est mal construit, une vidange complète peut être réalisée avec le support d'un élément vibrant.

### 6.3 Installation

Les systèmes de stockage préfabriqués sont souvent installés au sous-sol. L'exigence la plus essentielle est l'existence d'un sous-sol horizontal stable. Dans le cas contraire, les irrégularités doivent être corrigées à l'aide d'un matériau de support approprié (ex. des plaques d'acier). La **capacité** portante du sol doit être conçue pour les charges ponctuelles ou surfaciques en fonction du type de stockage (voir [6.2](#)).

La salle d'installation d'un silo textile ne doit pas être trop humide. Les pièces à humidité de cave conviennent comme lieux d'installation tant que l'air peut circuler autour du tissu. Le local doit être bien aéré pour éviter la formation d'eau de condensation.

Lors de la mise en place d'un silo en tissu perméable à l'air, son expansion lors de l'insufflation doit être prise en compte. Il doit être placé de manière à ne pas entrer en collision avec des objets tels que des lampes ou des tuyaux lorsqu'il est complètement déployé. Le tissu dans la zone d'impact du jet de granulés ne doit pas toucher les murs ou les accessoires même lorsqu'il est soufflé.

Les systèmes de stockage préfabriqués nécessitent un espace de montage suffisant autour des **buses de remplissage**. De cette manière, on peut éviter un coude de liaison étroit entre la **buse de remplissage** et la ligne de soufflage ou tuyau flexible. Les buses doivent être dirigées vers l'extérieur par des **conduits de remplissage** fixes. Dans le cas contraire, la distance entre la **buse de remplissage** et les parois doit être d'au moins 0,8 m et la portée maximale de 2 m ne doit pas être dépassée. La **buse de remplissage** doit être fixée de manière à rester horizontale même lorsque les tuyaux de remplissage sont connectés. Sinon, le jet est dirigé vers le tissu dans la zone supérieure et va le détruire dans un court laps de temps.

Le matériau du **système de remplissage** - y compris les **conduits de remplissage** - doit être conducteur et il doit être mis à la terre avec un câble de 4 mm<sup>2</sup> à la barre omnibus de connexion équipotentielle, et ce professionnellement par un électricien.

En principe, des systèmes de stockage préfabriqués peuvent également être installés à l'extérieur du bâtiment. En plus des exigences structurelles sur le sous-sol, les influences météorologiques (ex. vent, pluie, charge de neige) doivent être prises en compte pour l'installation extérieure hors sol. En outre, une protection contre les rayons UV et l'humidité doit être fournie.

### 6.4 Ventilation

Les besoins en ventilation de la salle d'installation des systèmes de stockage préfabriqués dépendent de la perméabilité ou de l'imperméabilité à l'air du conteneur de stockage. Pour les récipients de stockage en matériau étanche à l'air, les mêmes exigences de ventilation ne s'appliquent que pour les locaux de stockage (voir [8.3, Tableau 7](#)). Par conséquent, seules les exigences relatives aux silos en tissu perméables à l'air sont décrites ici.

#### ● Tableau 6

#### Exigences de ventilation pour l'espace d'installation d'un silo en tissu perméable à l'air (conformément à la norme ISO 20023)

Capacité	Exigences de ventilation de la salle d'installation
≤ 15 tonnes	Ouverture de ventilation vers l'extérieur avec une ouverture libre ≥ 15 cm <sup>2</sup> /t
> 15 tonnes – 100 tonnes	Ouverture de ventilation vers l'extérieur avec une ouverture libre ≥ 150 cm <sup>2</sup> et ≥ 8 cm <sup>2</sup> /t de granulés

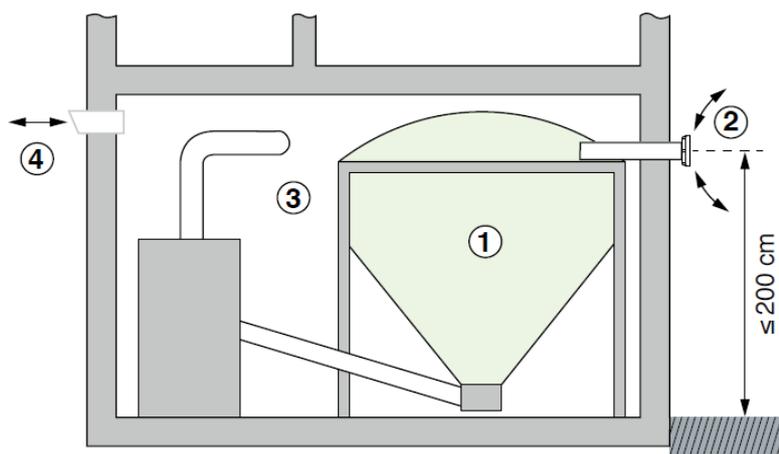
Note pour les deux : Un silo textile sans connexion par aspiration nécessite une ouverture temporaire d'au moins 400 cm<sup>2</sup> afin que l'air de transport puisse s'échapper lorsque les granulés sont soufflés.

La salle d'installation d'un silo en tissu perméable à l'air ne doit pas être utilisée comme espace de vie ou de travail et nécessite une ouverture de ventilation suffisamment grande vers l'extérieur (voir [Tableau 6](#)). Quelle que soit la **capacité** du conteneur de stockage, la salle d'installation d'un silo en tissu, qui n'est pas aspiré lors du remplissage, doit avoir une ouverture de section transversale transparente d'au moins 400 cm<sup>2</sup> afin que l'air de transfert (jusqu'à 1 500 m<sup>3</sup>/h) puisse s'échapper à l'air libre lorsque les granulés sont soufflés. Lors du positionnement du silo dans la salle d'installation du foyer, l'ouverture pour l'air de combustion du foyer peut également être utilisée pour évacuer l'air de convoyage s'il a une taille d'au moins 400 cm<sup>2</sup> (voir exemples).

## 6.5 Exemples

### ● Figure 13

**Exigences de ventilation pour l'espace d'installation d'un silo en tissu perméable à l'air (selon ISO 20023)**

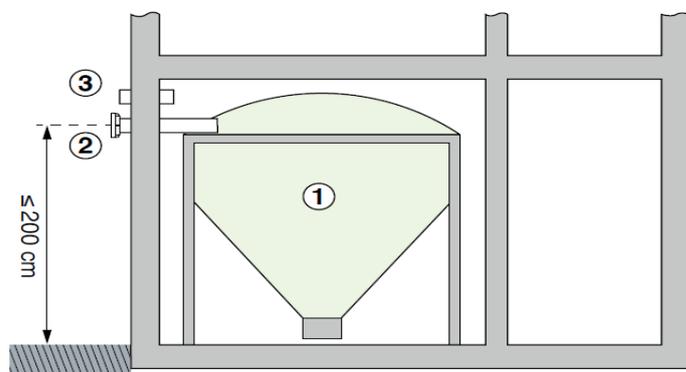


- ① Silo en tissu perméable à l'air
- ② Buse d'injection avec couvercle de ventilation
- ③ Salle de chauffage
- ④ Ouverture de ventilation  $\geq 400$  cm<sup>2</sup>

© Deutsches Pelletinstitut GmbH

● **Figure 14**

**Solution de ventilation pour silos en tissu perméable à l'air sans buses d'aspiration dans une salle d'installation avec buses orientées vers l'extérieur**

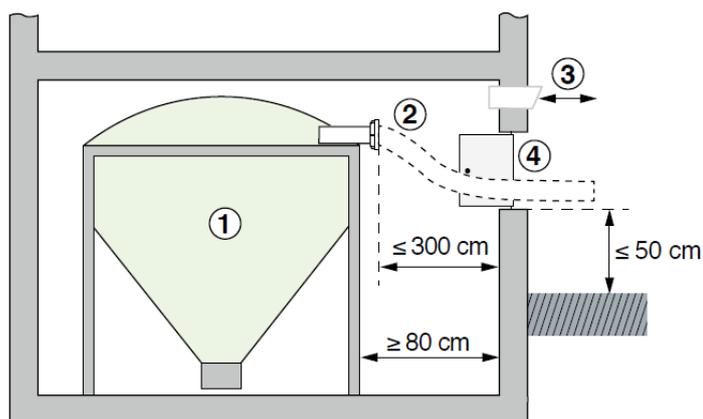


- ① Silo en tissu perméable à l'air
- ② Port d'injection avec couvercle de ventilation
- ③ Ouverture de ventilation ou port d'aspiration

© Deutsches Pelletinstitut GmbH

● **Figure 15**

**Solution de ventilation pour silos en tissu perméable à l'air sans buses d'aspiration dans la salle de chaudière**



- ① Silo en tissu perméable à l'air
  - ② Buse d'injection
  - ③ Ouverture de ventilation
  - ④ Fenêtre ou porte pour la mise en place du tuyau de remplissage pendant la livraison
- Note : Max. 3 m de chemin de tuyau autorisé dans la pièce pendant la livraison

© Deutsches Pelletinstitut GmbH

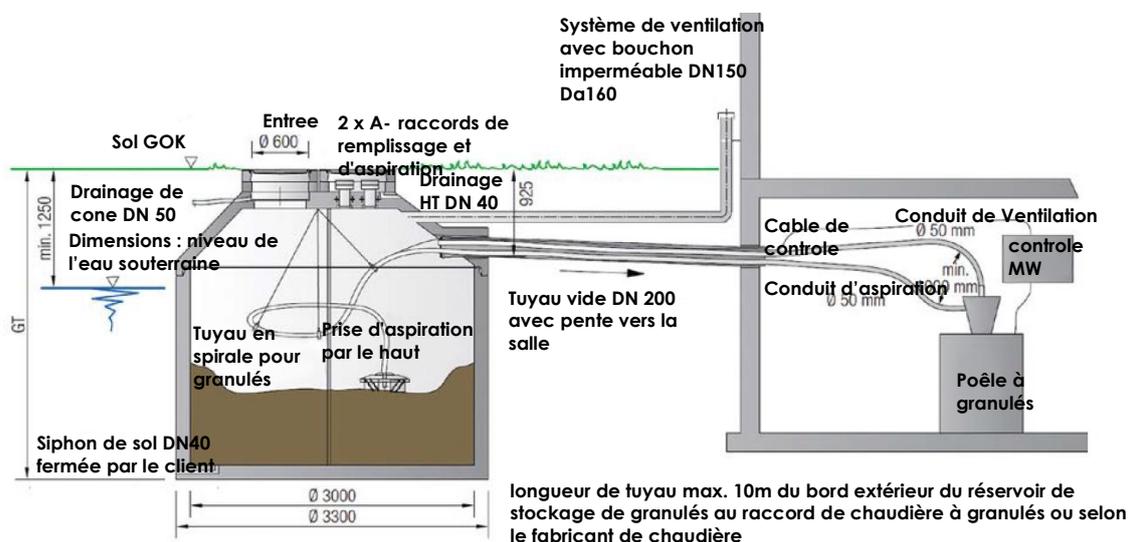
## 7. Stockage souterrain

Le stockage enfoui des granulés (stockage souterrain) doit répondre à des exigences particulières. En raison de son emplacement, il doit être absolument imperméable à l'humidité et à l'entrée d'eau et être protégé contre la flottabilité par les eaux souterraines. Une installation de stockage souterrain est reliée au système de chaudière par des tubes, dans lesquels les conduits d'aspiration et de retour d'air du **système de convoyage** sont protégés et peuvent être remplacés à tout moment.

Les températures dans le stockage souterrain changent à peine au cours de l'année et sont généralement inférieures à la température ambiante, ce qui entrave un échange naturel de l'air. Étant donné que les exigences de ventilation de la norme ISO 20023 ne s'appliquent pas au stockage souterrain, il doit être ventilé mécaniquement avant d'y entrer. L'entrée dans une installation de stockage souterrain n'est autorisée qu'après mesure de la teneur en CO et en présence d'une deuxième personne avisée (voir également 9.2).

### ● Figure 16

#### Installation de stockage souterrain en béton avec extraction par aspiration par le haut



### ● Figure 17

#### Installation de stockage souterrain en plastique avec convoyeur à vis verticale



## 8. Salles de stockage

### 8.1 Sélection et construction:

La plupart des salles sous-sol sont utilisées pour le stockage des granulés de bois. Cependant, d'autres pièces, telles que des garages ou des greniers, peuvent également servir de stockage de granulés. Le choix ou la construction de la pièce doit considérer les points suivants :

- a) une pièce avec une taille suffisante (voir [5.2](#));
- b) trajets de convoyage courts (voir [5.3](#));
- c) structure appropriée (voir [5.6](#));
- d) respect des exigences en matière de protection contre l'incendie (voir [5.8](#));
- e) protection contre la moiteur et l'humidité (voir [5.9](#));
- f) solution de ventilation pratique (de préférence des **bouchons de ventilation**, voir [8.3](#)).

Dans la pratique, un plan rectangulaire pour la salle de stockage s'est avéré bien adapté. Les murs d'enceinte doivent être en mesure de répondre aux exigences structurelles en étant érigés professionnellement et reliés à la maçonnerie environnante sur le plafond et le plancher. L'installation de fenêtres en verre et de grandes baies en plastique ne doit pas être utilisée. Il est plutôt recommandé d'effectuer une surveillance du niveau par des capteurs ou des optiques (voir [5.5](#)).

Si possible, l'ouverture ne doit pas se trouver derrière le tapis d'impact, à la fois pour des raisons de sécurité et pour avoir une bonne vue du niveau de stockage. Lorsque la ligne de ventilation est différente de la ligne de remplissage, l'accès au local de stockage doit se faire en face ou à une distance suffisante de l'embouchure de la ligne de ventilation pour permettre une ventilation transversale avant l'entrée (voir [Fig 18](#)).

La taille de l'ouverture vers le local de stockage doit permettre un accès aisé, par exemple pour le nettoyage et l'inspection visuelle par le fournisseur avant remplissage. Dans le cas d'un stockage de granulés ayant une plus grande capacité, il est essentiel de consulter un spécialiste en matière de structure et de protection contre l'incendie.

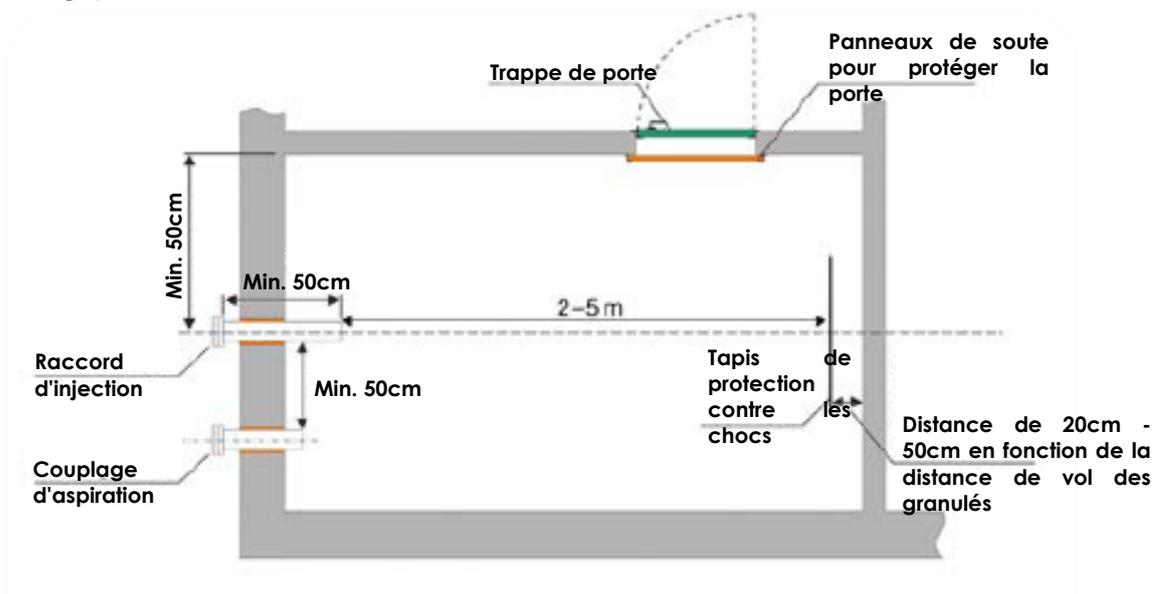
Pour les locaux de stockage d'une **capacité** maximale de 10 tonnes et d'une hauteur de local d'environ 2 m, les épaisseurs de paroi suivantes ont fait leurs preuves comme structure porteuse.

- a) Béton armé : 10 cm ;
- b) Structures en bois : poutres de 12 cm, distance 62 cm, planché sur les deux côtés avec des panneaux en bois multicouches, connexion structurelle au plafond, plancher et murs.

Les murs porteurs déjà existants en briques de maçonnerie d'une épaisseur d'au moins 17,5 cm (imbriquées ensemble, enduites des deux côtés, avec des coins renforcés et reliés au plafond) conviennent. Les murs non porteurs doivent être vérifiés individuellement pour s'assurer de leur adéquation. Les murs en béton aéré ne sont pas recommandés sans preuve structurelle.

● **Figure 18**

**Plan de niveau d'une salle de stockage de granulés (ventilation par système de remplissage)**



## 8.2 Agrandissement d'une salle d'entreposage de granulés

### 8.2.1 Généralités

L'agrandissement de la salle de stockage comprend une opération minutieuse pour assurer une étanchéité contre les fuites de poussière, le revêtement intérieur, l'installation du système de remplissage et le **système de déchargement**, éventuellement une solution de ventilation séparée et l'installation d'un tapis d'impact, qui est absolument nécessaire pour le processus délicat du soufflage des granulés. Il ne doit pas y avoir d'installations électriques telles que des interrupteurs, des ampoules, des boîtes de dérivation, etc., dans la salle de stockage. Les conceptions antidéflagrantes ou, par exemple, les systèmes d'extraction spécialement conçus pour être utilisés dans le stockage des granulés font exception. Les lampes installées de manière permanente doivent généralement être évitées car elles représentent une source de danger.

### 8.2.2 Isolation

Pour éviter d'endommager les locaux environnants, les locaux d'entreposage et les zones de stockage préfabriquées doivent être convenablement isolés des locaux de vie et de travail. Les joints et les connexions dans les étages du dessus doivent également être inclus. Les conduites d'alimentation ou les conduits de ventilation traversant le local de stockage doivent être évités. Sinon, ils doivent également être soigneusement isolés et protégés. Les ouvertures murales des **systèmes de remplissage** et de vidange doivent également être soigneusement scellées. En ce qui concerne l'isolation acoustique, les percées de parois et les fixations des éléments mobiles doivent être conçues de manière à empêcher la transmission à la structure du bruit causé par le remplissage et de l'extraction des granulés.

Les portes et les trappes doivent être étanches à la poussière. Ils doivent être ouverts sur l'extérieur et être munis d'une isolation circonférentielle. Afin d'éviter que les granulés ne s'écoulent lorsque la porte est ouverte, des **panneaux d'incrustation** doivent être fixés à l'intérieur du cadre de la porte (voir [Fig 19](#)). La hauteur de chaque panneau ne doit pas dépasser 20 cm pour un meilleur aperçu de l'intérieur de la salle de stockage juste en enlevant

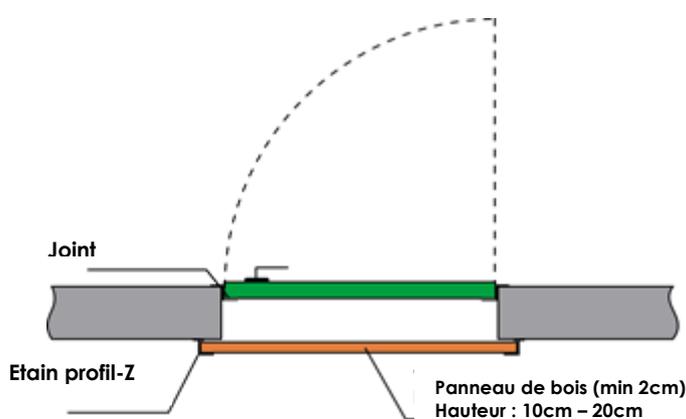
les panneaux supérieurs. Les serrures de porte doivent être fermées de manière à être étanche à la poussière de l'intérieur pour que la fonction de verrouillage ne soit pas altérée par la poussière de granulés. Les fenêtres doivent être approuvées pour cette utilisation (verre de sécurité, car des pics de pression peuvent se produire).

### 8.2.3 Revêtement intérieur

Les surfaces de la salle de stockage doivent être lisses pour éviter l'accumulation de poussière. Pour la même raison, les surfaces horizontales doivent également être évitées. Les plafonds et les parois doivent être conçus de telle manière que les granulés ne soient pas contaminés ou endommagés par abrasion ou détachement.

#### ● Figure 19

#### Décompression de la porte d'accès/trappe ou de l'ouverture d'entrée (vue de dessus)



Les canalisations existantes, les tuyaux de drainage, etc., qui ne peuvent être enlevés avec un effort raisonnable et qui pourraient traverser la trajectoire des granulés lors du remplissage, doivent être revêtus de manière à favoriser l'écoulement et à assurer qu'ils ne se rompent pas. Toutes pénétrations dans les murs doivent être soigneusement isolées. S'il existe un risque d'humidité sur les sols et les murs (même temporairement), une protection appropriée contre l'humidité doit être assurée, par exemple au moyen d'un coffrage à paroi avant ventilée par l'arrière.

### 8.2.4 Sols inclinés

Des **sols inclinés** emmènent les granulés vers la zone d'extraction. Ils permettent également de vider complètement la salle de stockage. Lors du choix du matériau et de la mise en place des **sols inclinés**, il convient de respecter les dispositions suivantes (voir [Fig 20](#)) :

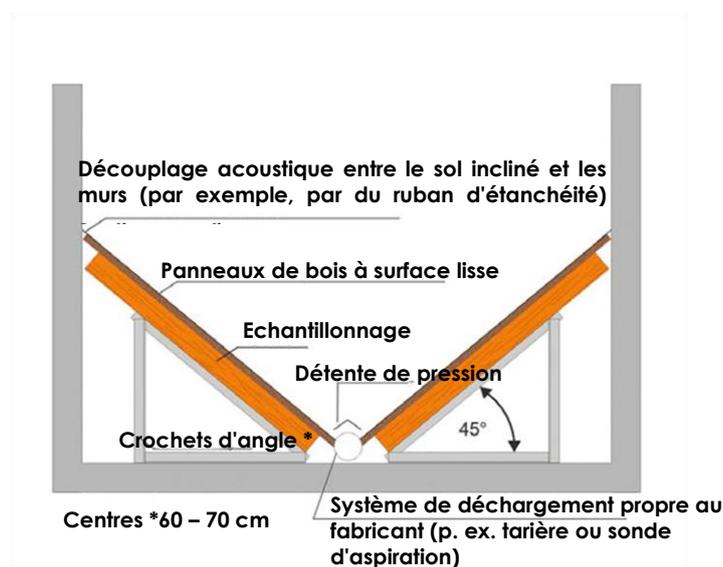
- Pour que les granulés glissent pour une meilleure vidange, leur angle doit être d'au moins 45°. Le **sol incliné** doit avoir une surface lisse. En pratique, les panneaux de coffrage à trois couches ou panneaux de contreplaqué et les couches de stratifié lisse ont fait leurs preuves. Les panneaux de copeaux et **OSB** simples ne conviennent pas ! Dans le cas de surfaces à faible frottement permanent, des angles plus petits, au moins 35°, peuvent être suffisants ;
- Les bords, les toiles et les surfaces de contact horizontales doivent également être évités pour assurer un meilleur glissement des granulés et éviter l'accumulation de poussières ;
- Pour une meilleure répartition du poids, la combinaison d'un support d'angle avec des bois carrés robustes s'est avérée avantageuse. Les supports d'angle doivent être fixés à une distance d'environ 60 à 70 cm ;

- d) Pour le raccordement aux parois environnantes, les **sols inclinés** doivent être conçus de telle sorte qu'aucun granulé ou poussière ne puisse pénétrer dans l'espace vide et que, en même temps, le découplage acoustique entre le **sol incliné** et la paroi soit assuré, par exemple avec du ruban d'étanchéité;
- e) La connexion au système d'extraction doit être effectuée par un spécialiste et conformément aux instructions du fabricant. Il est important de s'assurer que l'installation d'extraction est dépressurisée par rapport au lit de granulés. Dans le cas des vis d'extraction, des semelles en caoutchouc ou des tampons antivibratoires servent de protection contre le bruit aux points de fixation. Les matériaux de fixation tels que les chevilles devraient également être choisis dans une conception de découplage acoustique.

REMARQUE: Le stockage à fond plat avec des **sondes d'aspiration** en bas ne permet pas de décharger en totalité et favorise l'accumulation continue de **fines** autour des **sondes d'aspiration**, entraînant un obstacle aux granulés de bien s'écouler. La vidange totale peut être possible avec les **sols inclinés** afin de maintenir le déchargement.

## ● Figure 20

### Recommandation de mise en œuvre pour les sols inclinés



#### 8.2.5 Système de remplissage

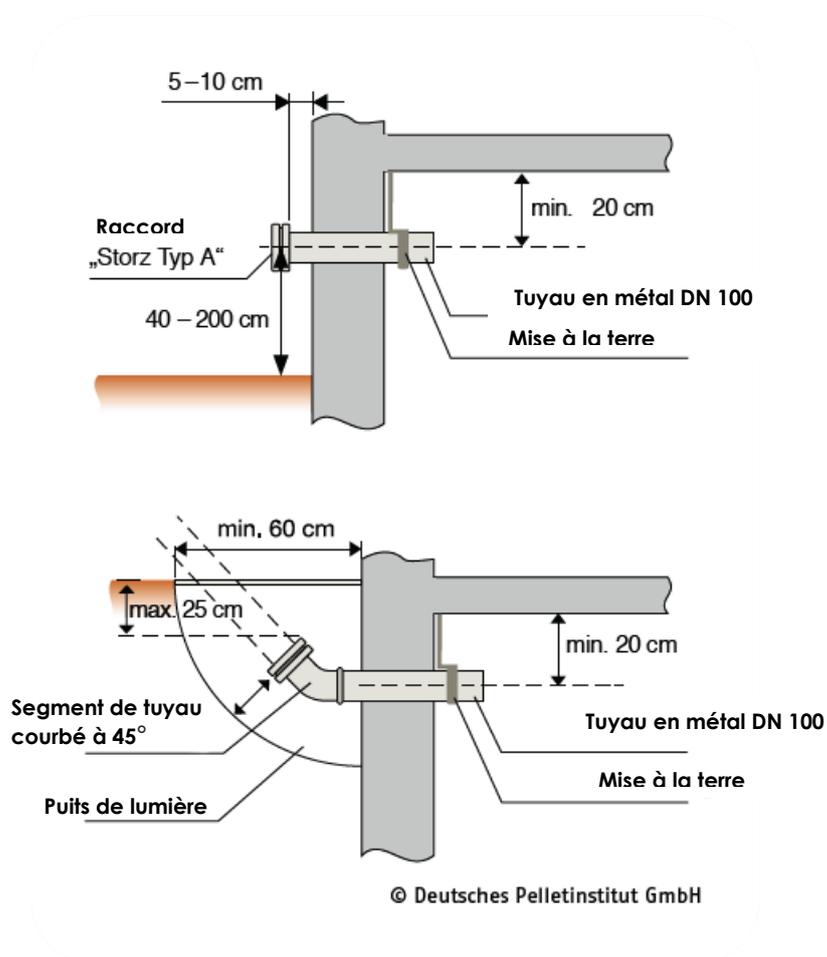
Une salle de stockage de granulés nécessite au moins une **buse de soufflage** et une **buse d'aspiration**. Ce dernier doit être installé à une distance latérale d'au moins 0,5 m de la **buse de soufflage** et marqué comme tel à l'extérieur du couvercle et du tube. Si cela n'est pas possible, alors le masquage du couvercle est suffisant, à condition qu'il soit solidement relié à la buse, par exemple avec par une chaîne. Les **buses de remplissage** (« Storz Type A », DN 100) doivent être facilement accessibles pour le fournisseur et offrir une liberté de montage suffisante pour la fixation du tuyau de remplissage et d'aspiration. Les **buses de remplissage** externes au-dessus du sol doivent être au moins à 40 cm (protection contre les éclaboussures) et au plus à 2 m au-dessus du sol. S'ils se trouvent au-dessus de cette portée, un dispositif d'aide à l'escalade (rampe ou plateforme) doit être fourni. Une simple échelle ne suffit pas (voir 5.3). Pour des raisons de sécurité au travail, le fournisseur de granulés n'est pas autorisé à remplir la salle de stockage dans ce cas. Après remplissage, les buses doivent être fermées, de préférence avec des **bouchons de ventilation**.

Les **buses de remplissage** des puits de lumière doivent être pourvues d'un coude à 45° vers le haut et permettre de fixer le tuyau de remplissage en toute sécurité (voir [Fig. 21](#))

Le nombre optimal de **buses de soufflage** dépend de la taille et de la géométrie de la salle de stockage. Lorsqu'elles sont soufflées, les granulés se déploient sur une large zone et remontent de la **buse de remplissage** vers le plafond. De là, un remblai se forme avec une pente d'environ 30°. Les buses de soufflage et **buses d'aspiration** côté stockage doivent être installées dans une pièce rectangulaire, de préférence montée sur le côté le plus étroit. Si la largeur de la pièce est supérieure à 3,5 m, il est conseillé d'installer plusieurs **buses de soufflage** à une distance de 1,5 m à 2 m (voir [Fig. 22](#)).

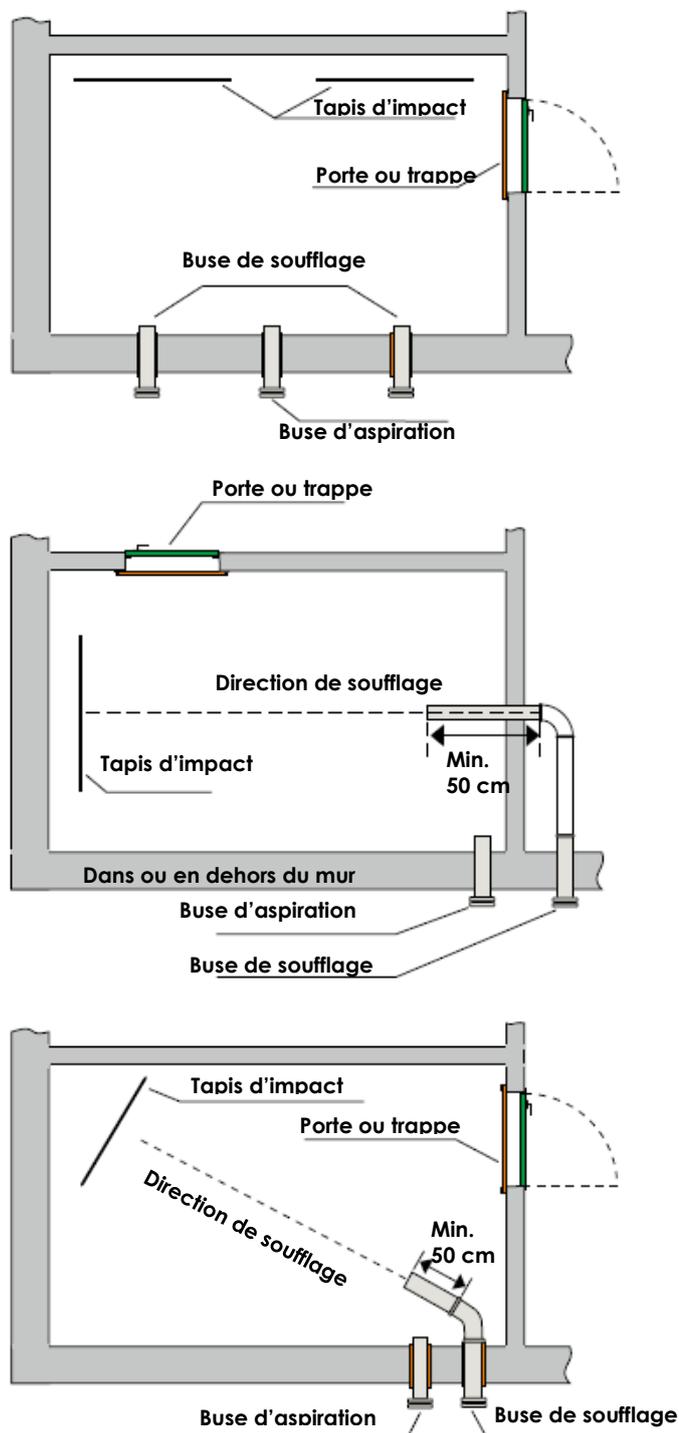
### ● Figure 21

**Exigences relatives à l'accessibilité des buses de remplissage à l'air libre et dans le puits de lumière**



● **Figure 22**

**Recommandation de mise en œuvre pour les sols inclinés**



© Deutsches Pelletinstitut GmbH

Les **buses de soufflage** nécessitent une distance de 15 à 20 cm du plafond (mesurée entre le plafond et le bord supérieur du **conduit de remplissage**). Les conduits de soufflage qui font saillie de plus de 30 cm dans la pièce doivent être fixés au plafond avec un collier de serrage

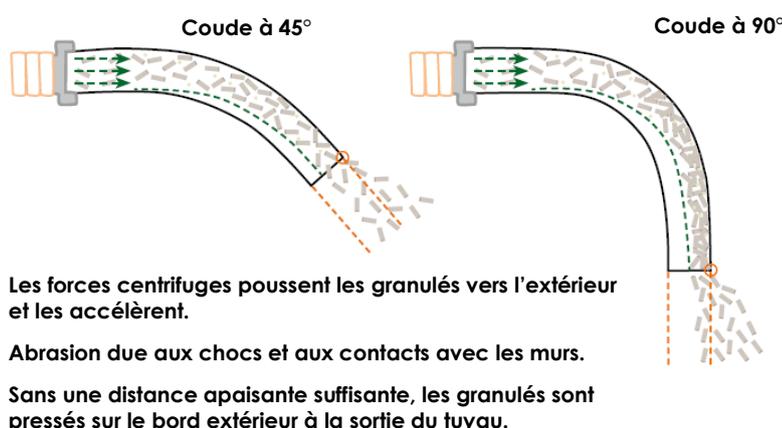
au moins tous les 50 cm. Lors de la mise en place, les composants intégrés dans la salle de stockage ou l'agencement du **système de déchargement** doivent être pris en compte

Le matériau du **système de remplissage (buses de remplissage et conduits)** doit être conducteur et mis à la terre. Les buses de la salle de stockage doivent être équipées d'une ligne de mise à la terre et la mise à la terre doit être effectuée de façon professionnelle avec un câble de 4 mm<sup>2</sup> vers la barre omnibus de liaison équipotentielle. Tous les conduits et les coudes doivent être constitués de tuyaux métalliques hermétiques à la pression (3 bars), d'un diamètre intérieur de 100 mm et avoir des parois intérieures lisses, y compris toutes les connexions. Il est important de s'assurer que les sections de tuyau individuelles sont solidement reliées les unes aux autres afin qu'elles ne se détachent pas en raison d'ondes de pression pendant le processus de remplissage.

Pour les changements de direction absolument nécessaires, seuls des coudes d'un rayon de courbure d'au moins 30 cm (trois fois le diamètre du **conduit de remplissage**) et d'une section apaisante ultérieure d'au moins 50 cm de longueur doivent être utilisés. En raison des forces centrifuges, les granulés sont poussés vers l'extérieur dans des coudes et peuvent se heurter les uns aux autres ainsi qu'à la paroi du tuyau - cela crée des  **fines**  et de la poussière (voir [Fig. 23](#)).

### ● Figure 23

#### Trajectoires d'écoulement des granulés dans les coudes



© Deutsches Pelletinstitut GmbH

#### 8.2.6 Tapis d'impact

L'impact des granulés soufflés sur la paroi de la salle de stockage doit être ralenti par un ou plusieurs tapis d'impact résistant à l'abrasion et à la déchirure. Cela détournera l'énergie cinétique. Les matériaux appropriés pour les tapis d'impact sont les **feuille HDPE, feuille EPDM** ou matériaux en caoutchouc résistant à l'abrasion d'une épaisseur d'au moins 2 mm.

Attention : Les tapis d'impact faits avec de matériaux inadaptés (tapis, plastique doux) peuvent causer des dommages considérables si des fibres ou des résidus de caoutchouc entrent dans le **système de déchargement** !

Les dimensions du tapis d'impact sont d'environ 1,2 m × 1,5 m. Elle doit être suffisamment grande pour accueillir tout le jet du cône. La longueur doit être telle qu'elle ne soit ni soufflée ni repoussée. Les tapis d'impact trop longs peuvent être bloqués et arrachés par les granulés. S'il y a plusieurs **buses de soufflage**, des tapis d'impact supplémentaires doivent être fixés.

Le tapis d'impact doit être fixé transversalement à la direction de soufflage en avant de la paroi opposée à la **buse de soufflage** à une distance appropriée. Avec une voie d'écoulement libre de 5 m pour les granulés, la distance à la paroi devrait être d'au moins 20 cm. Avec une trajectoire d'écoulement de 2 m, l'ISO 20023 recommande une distance de 50 cm. Les vis de fixation, les garnitures et les cornières ne doivent pas être positionnées dans le jet de granulés.

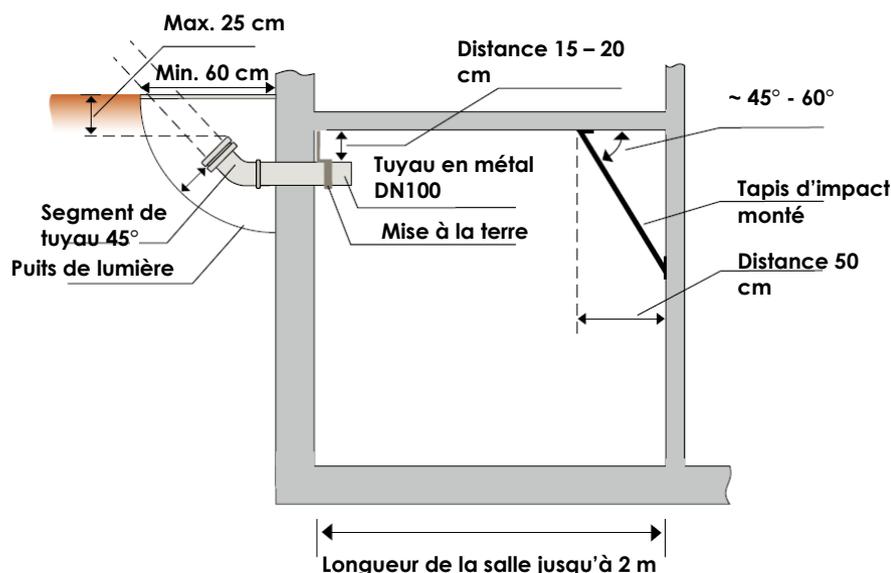
Lorsque le local de stockage est rempli pour la première fois, il convient de vérifier si le tapis d'impact remplit sa fonction.

### 8.2.7 Longueurs de salle de plus de 2 m

Dans une petite salle de stockage d'environ 2 m de longueur, le chemin d'écoulement des granulés est très court, ce qui signifie qu'ils heurteront le tapis d'impact en ligne droite et à grande vitesse. Le tapis d'impact doit donc être posé sur une planche en bois de même dimension (15 mm) et fermement fixé entre le plafond et la paroi arrière suivant un angle de 45° à 60° (voir [Fig. 24](#)) de manière à ce que les granulés glissent. Dans le cas contraire, le tapis d'impact risque d'être poussé vers le plafond par le jet de granulés.

#### ● Figure 24

##### Exemple de stockage de longueur plus courte



© Deutsches Pelletinstitut GmbH

### 8.2.8 Longueurs de salle de plus de 5m

Dans le cas de locaux de stockage d'une longueur supérieure à 5 m, il convient d'utiliser deux **conduits de remplissage** parcourant des distances différentes dans la salle de stockage :

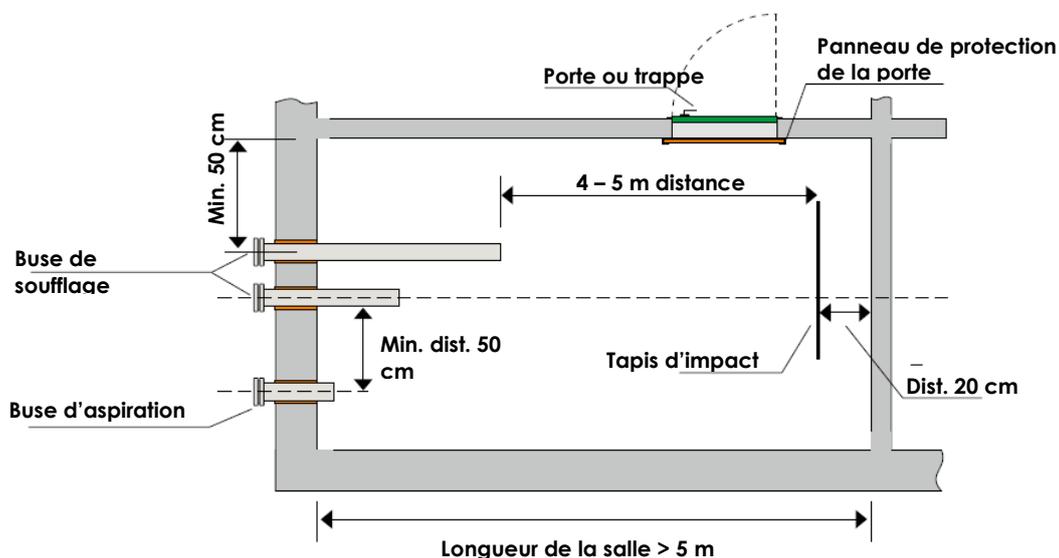
La salle de stockage est d'abord remplie par le long **conduit de remplissage** de l'arrière vers l'avant, puis plus loin par le court **conduit de remplissage**. Un second tapis d'impact dans la direction longitudinale n'est pas nécessaire.

Les **buses de remplissage** doivent être étiquetées en conséquence (longues/courtes).

Le tapis d'impact doit être fixé au plafond à une distance de 20 cm de la paroi arrière (voir [Fig. 25](#)).

### ● Figure 25

#### Exemple de salle de stockage ample



© Deutsches Pelletinstitut GmbH

## 8.3 Ventilation

La ventilation des locaux de stockage et des récipients de stockage étanches à l'air doit être assurée par un mouvement naturel de l'air ou au moyen d'un ventilateur et doit être effectuée si possible à l'extérieur. Pour le stockage d'une **capacité** de plus de 15 tonnes à l'intérieur du bâtiment, la ventilation dans la salle de chauffage est également recommandée. Pour le stockage de petits granulés, il est recommandé d'avoir des **bouchons de ventilation** au niveau de la **buse de remplissage**. Des **bouchons de ventilation** sont disponibles avec différentes sections transversales de ventilation et devraient pouvoir être verrouillés dans les espaces extérieurs publics.

### ● Figure 26

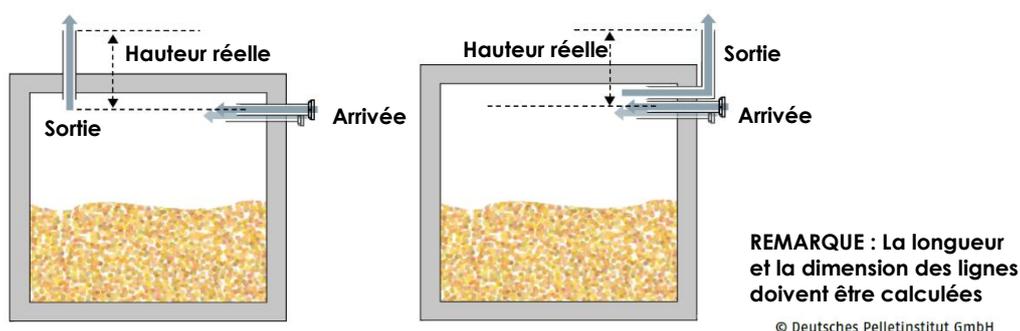
#### Différents types de bouchons de ventilation



Le Tableau 7 résume les exigences relatives à la ventilation de stockage selon la norme ISO 20023 en fonction de la distance à franchir. Si les spécifications relatives aux longueurs de conduits admissibles doivent être respectées, une solution de ventilation naturelle est préférable à une ventilation mécanique avec un ventilateur. Pour les conduits de ventilation de plus de 5 m, un calcul individuel de la section transversale de ventilation requise doit être effectué conformément à la procédure décrite dans la norme ISO 20023. Une ventilation mécanique doit également être installée.

### ● Figure 27

#### Exemple de ventilation de stockage utilisant la différence de hauteur entre la buse d'alimentation et la buse d'évacuation d'air



La norme ISO 20023 autorise également des solutions qui tiennent compte de la ventilation naturelle créée par la différence de hauteur entre la buse d'air de dégagement placée plus haut et la buse d'air d'alimentation côté stockage (voir [Fig. 27](#)). La différence de hauteur requise et le diamètre de câble nécessaire doivent être déterminés conformément à la présente norme.

### ● Tableau 7

#### Exigences de ventilation pour l'espace d'installation d'un silo en tissu perméable à l'air (conformément à la norme ISO 20023)

Longueur du tuyau interne	Exigences de ventilation
0 m	Ouverture de ventilation d'une capacité de $\geq 150 \text{ cm}^2$ et $\geq 10 \text{ cm}^2/\text{t}$
$\leq 2 \text{ m}$	<p><b>Bouchons de ventilation</b> sur au moins deux buses ayant une section libre d'une <b>capacité</b> <math>\geq 4 \text{ cm}^2/\text{t}</math>.</p> <p>Ouverture externe à la même hauteur ou jusqu'à 50 cm plus haut que l'ouverture interne.</p> <p>REMARQUE : Le stockage d'une <b>capacité</b> <math>\leq 15</math> tonnes peut également être ventilé dans un autre local si celui-ci n'est pas utilisé comme espace de vie ou de travail et s'il a une ouverture de ventilation de <math>\geq 15 \text{ cm}^2 / \text{t}</math> pour le stockage des granulés.</p>
$\leq 5 \text{ m}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Au moins un tuyau ou un conduit pour l'air sortant d'une section transversale d'au moins <math>100 \text{ cm}^2</math> et d'une <b>capacité</b> d'au moins <math>5 \text{ cm}^2/\text{t}</math>, ainsi qu'une ouverture libre externe d'au moins <math>4 \text{ cm}^2/\text{t}</math> à la même hauteur ou de 50 cm de plus max. que l'ouverture intérieure.</li> <li>Au moins un tuyau ou un conduit pour l'entrée d'air ayant une section transversale d'une <b>capacité</b> de <math>\geq 75 \text{ cm}^2</math> et <math>\geq 5 \text{ cm}^2/\text{t}</math> ainsi qu'une ouverture libre extérieure d'une <b>capacité</b> de <math>\geq 4 \text{ cm}^2/\text{t}</math> à la même hauteur ou inférieure à l'ouverture intérieure.</li> </ul> <p>REMARQUE : Les <b>buses de remplissage</b> avec <b>bouchons de ventilation</b> contribuent à la section transversale globale de l'air entrant.</p>

Tous	Le calcul individuel des sections transversales de ventilation nécessaires dépend de la différence de hauteur entre la buse d'air d'échappement externe placée plus haut et la buse d'air d'alimentation dans le local de stockage. REMARQUE : Le calcul doit être effectué conformément à la norme ISO 20023.
Tous	Ventilation mécanique vers l'extérieur par un ventilateur de tuyauterie à la sortie d'un conduit ou d'une canalisation d'évacuation d'air. Taux d'échange d'air $\geq 3 \times$ volume de stockage/heure lors du raccord de la fonction du ventilateur avec l'ouverture de la porte de stockage. Taux de change $\geq 3 \times$ volume de stockage/jour avec fonctionnement continu ou intermittent du ventilateur et conduit d'alimentation en air supplémentaire de la section transversale libre $\geq 75 \text{ cm}^2$ .
REMARQUE: La ventilation pour le stockage d'une <b>capacité</b> de $> 15$ tonnes est toujours à l'extérieur. L'imperméabilité à la zone de vie et de travail du bâtiment est requise. Non applicable au stockage souterrain.	

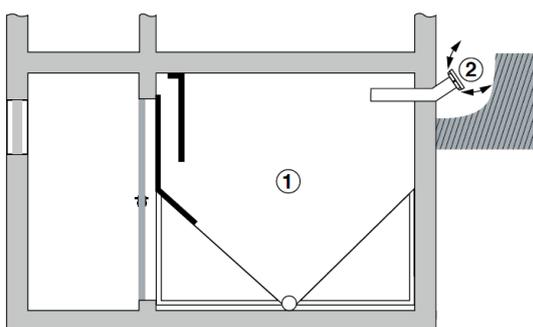
Il doit également être prouvé que la différence de pression résultant de la différence de hauteur n'affecte pas le fonctionnement de la chaudière.

Lors de l'utilisation d'une ouverture ou d'un conduit de ventilation (également avec ventilation mécanique), il faut tenir compte du fait que la poussière peut s'échapper lorsque les granulés sont soufflés. Les ouvertures et conduits de ventilation ne doivent pas être fermés et doivent être protégés contre l'entrée d'humidité et d'insectes. Si des filtres ou des dispositifs de fermeture sont utilisés pour empêcher les poussières de s'échapper pendant le processus de soufflage, ils doivent être retirés à nouveau après le soufflage des granulés.

### 8.3.1 Exemples de conceptions

**Figure 28**

**Solution de ventilation pour salle de stockage de granulés avec buse de remplissage dans un puits de lumière**



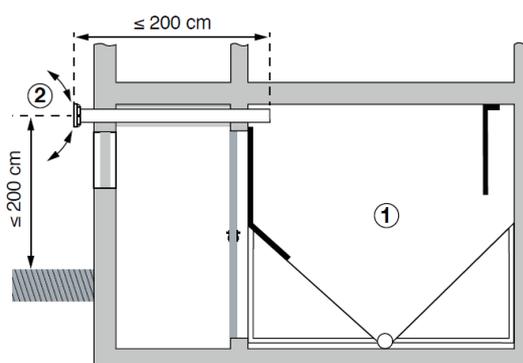
- ① Salle de stockage de granulés
- ② Raccords avec couvercles de ventilation

Remarque : Comme l'ouverture extérieure du tuyau de remplissage ne dépasse pas de plus de 50 cm l'ouverture intérieure, une ventilation du couvercle est suffisante

© Deutsches Pelletinstitut GmbH

**Figure 29**

**Solution de ventilation pour local de stockage de granulés avec conduit de remplissage  $\leq 2$  m**



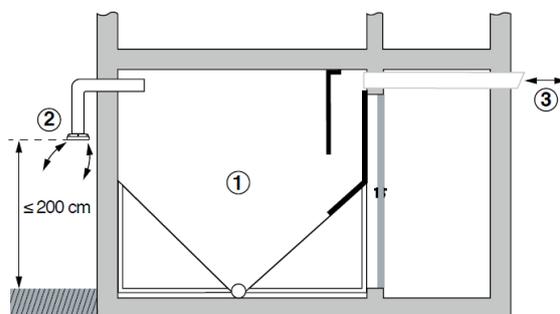
- ① Salle de stockage de granulés
- ② Raccords avec couvercles de ventilation

Remarque : Pour les lignes de remplissage jusqu'à 2 m de longueur maximum, une ventilation du couvercle est suffisante

© Deutsches Pelletinstitut GmbH

Figure 30

Solution de ventilation pour stockage de granulés avec des conduits de remplissage descendant à travers un conduit de ventilation séparé



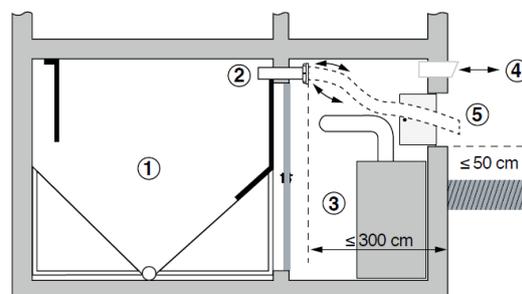
- ① Stockage de granulés
- ② Raccords avec couvercles de ventilation
- ③ Conduit d'air

Remarque : L'ouverture extérieure du tuyau de remplissage étant plus profonde que l'ouverture intérieure, un tuyau de ventilation séparé est nécessaire.

© Deutsches Pelletinstitut GmbH

Figure 31

Solution de ventilation pour le stockage des granulés avec des buses dans la salle de la chaudière (concept de ventilation requis)



- ① Stockage de granulés
- ② Raccords avec couvercles de ventilation
- ③ Salle de chaudière
- ④ Ventilation de la salle de chaudière
- ⑤ Fenêtre ou porte pour la pose du tuyau de transport pour le processus de remplissage

Remarque: Ventilation de la salle de de chauffage pour une capacité de stockage seulement. Maximum 3 m de trajet de tuyau dans la salle. © Deutsches Pelletinstitut GmbH

## 9. Fonctionnement d'une salle de stockage de granulés

### 9.1 Etiquetage

L'accès à un local de stockage des granulés doit être assuré avec des consignes de sécurité qui doivent être respectées sans condition à l'entrée. Il en va de même pour la salle d'installation des stockages préfabriqués. Les autocollants correspondants (voir [Fig. 32](#)) peuvent être commandés gratuitement auprès du **Gestionnaire International ENplus®** : ([enplus@bioenergyeurope.org](mailto:enplus@bioenergyeurope.org)).

#### ● Figure 32

#### Autocollant de sécurité pour salle de stockage



### 9.2 Entrer dans une salle de stockage

Une installation de stockage de granulés ne peut être ouverte que pour des activités spécifiques et uniquement dans le respect des consignes de sécurité. Il n'est pas destiné à résider dedans. Il est généralement interdit aux personnes non autorisées d'entrer dans la salle de stockage.

Avant d'entrer dans un local de stockage de granulés ou un conteneur de stockage, le chauffage, y compris le convoyeur et le **système de déchargement**, doit être éteint en temps opportun. Les spécifications de temps du fabricant de la chaudière doivent être respectées ! Règle empirique pour le chauffage dans les maisons unifamiliales et bifamiliales : éteindre la chaudière au moins une heure avant d'entrer dans la salle de stockage afin d'éviter que des braises ne restent dans la cheminée.

Il est également important de ventiler le local de stockage des granulés avant d'y entrer. Après 15 minutes de ventilation transversale par la porte/trappe d'accès ou l'ouverture d'accès, l'on peut généralement effectuer un stockage ventilé naturellement en permanence. Pour des raisons de sécurité, une autre personne doit être présente, rester à l'extérieur de la salle de stockage et avoir un contact visuel ou au moins vocal avec la personne se trouvant à l'intérieur de la salle de stockage. De cette manière, tout risque d'émission de CO (voir [5.7](#)) peut être rapidement détecté.

Au cours des quatre premières semaines suivant le remplissage, l'on ne peut pénétrer dans la salle de stockage. Si cela est nécessaire, la teneur en CO doit d'abord être mesurée à l'aide d'un dispositif d'avertissement mobile. Il est recommandé de n'accorder l'accès pendant cette période qu'au personnel qualifié, tel que les vendeurs de granulés ou les ingénieurs en chauffage.

Si le stockage de granulés contient plus de 15 tonnes - cela s'applique également à tout stockage souterrain – l'on ne peut y entrer qu'avec un dispositif d'avertissement de CO. Dans ce cas, le dispositif d'avertissement de CO doit être allumé et maintenu sur la carrosserie. Une entrée de courte durée dans la salle de stockage est permise pendant une durée maximale de 30 minutes à une concentration maximale de 60 ppm. En cas d'arrêt prolongé dans le local de stockage, la concentration de CO doit être inférieure à 30 ppm. Un dispositif d'avertissement de CO monté directement dans la salle de stockage se salit trop rapidement et l'expérience a donc montré qu'il ne fonctionne pas de manière fiable en raison des terpènes contenus dans le bois, qui endommagent les capteurs de CO.

## 9.3 Livraison de granulés

### 9.3.1 Premier remplissage

Le premier remplissage de la salle de stockage est la dernière occasion de vérifier la conception et l'accessibilité du stockage pour la fonctionnalité et la sécurité. Il est recommandé d'utiliser la compétence d'un fournisseur de granulés certifié ENplus®. Cette personne est formée à l'évaluation du stockage des granulés et a de l'expérience avec de nombreuses variantes de conception. L'ingénieur en chauffage doit également être présent lors du remplissage initial afin de pouvoir réagir à toute lacune ou recommandation identifiée par le fournisseur de granulés.

En préparation au remplissage initial, le protocole de transfert pour le stockage des granulés doit être disponible. Dans le cas d'un stockage préfabriqué, les instructions de soufflage du fabricant du stockage doivent être affichées à proximité de la **buse de remplissage**. Une fois le remplissage terminé, les clients reçoivent un rapport de livraison de leur fournisseur de granulés certifié ENplus®, qui contient toutes les informations essentielles sur le processus de livraison et tous les points faibles évidents dans la salle de stockage.

### 9.3.2 Nouveau remplissage

Avant de passer une commande de granulés, il convient de vérifier si les défauts constatés dans le carnet de livraison pour la livraison préliminaire ont été corrigés et si une vidange complète et (si les circonstances l'exigent) un nettoyage de stockage s'avèrent nécessaires (voir [9.4](#)).

Pour le remplissage, l'opérateur de chauffage (ou un représentant autorisé) devrait être sur place et éteindre le chauffage au moins une heure avant la livraison ou conformément aux instructions du fabricant. Le fournisseur de granulés ne peut pas allumer ou éteindre le chauffage ou apporter des modifications. L'accès au local de stockage (lieu de stationnement pour le camion de livraison, buses de remplissage et **buses d'aspiration**, alimentation en énergie du ventilateur d'aspiration, **trajets de tuyau**) doit être garanti.

## 9.4 Nettoyage et maintenance

Une vidange et un nettoyage réguliers et complets (si nécessaire) de l'infrastructure de stockage sont indispensables pour garantir un fonctionnement sûr et sans problème du chauffage. Si le fabricant ne fournit pas d'informations sur les intervalles de vidange et de nettoyage, la vidange devrait avoir lieu tous les deux ans, ou annuellement dans le cas de grands locaux de stockage qui sont remplis plusieurs fois au cours de l'année - au moins après chaque 5<sup>ème</sup> livraison.

Les fournisseurs de granulés et les ingénieurs en chauffage proposent tous deux un nettoyage à effectuer avant le remplissage. Immédiatement avant le remplissage, le stock restant de granulés est aspiré hors de l'installation de stockage, qui est nettoyée puis remplie à nouveau. Veuillez noter les points suivants lors du nettoyage.

- a) Pour le stockage préfabriqué, les instructions de nettoyage du fabricant s'appliquent;
- b) N'entrer dans les locaux de stockage que dans le respect des consignes de sécurité (voir [9.1](#));
- c) Porter un masque anti-poussière de la classe de filtre **FFP2** et des chaussures de protection conductrices ;
- d) Effectuer un nettoyage avec aspirateurs industriels de la classe de poussière M. à partir d'un conteneur de 50 l et d'une puissance moteur supérieure à 1.200 W, ceux-ci doivent être antidéflagrants conformément à la zone **ATEX 22** ;
- e) Les autres équipements électriques doivent avoir un degré de protection mécanique d'au moins **IP 54**.

## 9.5 Procédure en cas de dysfonctionnements

La salle de stockage est l'interface entre le combustible et la chaudière et est donc essentielle pour un fonctionnement pratique et sûr du système de chauffage. De nombreux dysfonctionnements dans le système de chauffage peuvent être attribués à des déficiences dans la conception ou le fonctionnement de la salle de stockage. Si, par exemple, le **système de convoyage** vers la chaudière est bloqué en raison d'une augmentation des **fines**, les causes peuvent être variées. La section de soufflage, le tapis d'impact, la qualité des granulés du stock restant et la nouvelle livraison ainsi que le processus de soufflage influencent la quantité de **fines** dans la salle de stockage. Il est souvent impossible d'évaluer ce qui a provoqué le dysfonctionnement. L'opérateur de chauffage devrait donc s'appuyer sur des spécialistes certifiés ou formés pour le combustible et la technologie de chauffage et inclure les deux dans la résolution du problème.

En cas de doute sur la qualité des granulés, un échantillon de granulés peut être prélevé dans le local de stockage et examiné avec le revendeur de granulés et l'ingénieur de chauffage. La taille de l'échantillon devrait être d'au moins 1,5 kg. Une valeur limite pour les **fines** n'existe que si les exigences du chapitre 4.1 sont respectées.

## 10. Stockage à grande capacité

Les exigences mentionnées précédemment s'appliquent également et essentiellement au **stockage à plus grande capacité** (> 30 t) ou au stockage avec livraisons fréquentes (> 5 fois/an). Le présent chapitre ne décrit donc que les caractéristiques particulières de la planification et de l'exploitation du stockage des granulés pour un système de chauffage de plus de 100 kW.

Un **stockage à plus grande capacité** peut également être réalisé avec un stockage préfabriqué (silos textile, silos ronds, silos GRP, stockage souterrain, etc.) ainsi qu'avec l'expansion des salles de stockage. Le stockage souterrain ou les silos extérieurs indépendants sont souvent une solution sûre et peu coûteuse.

### ● Figure 34

Exemple de silo à granulés fermé pour installation extérieure



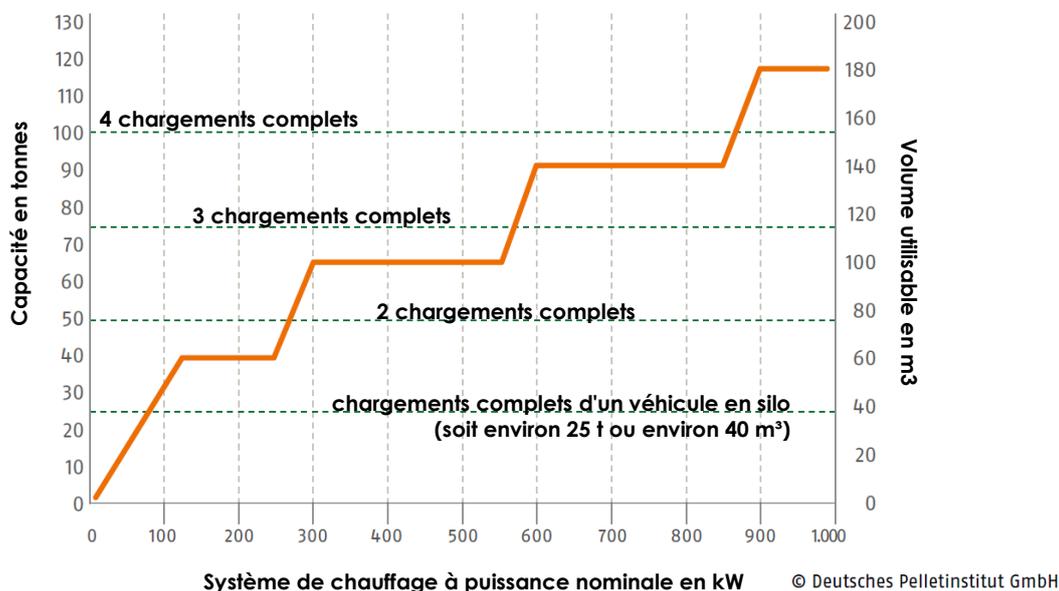
Dans le cas de **stockage à plus grande capacité**, la ventilation mécanique peut dans certains cas être l'option la moins chère en raison des coûts de construction inférieurs par rapport à la ventilation naturelle utilisant des conduits de ventilation séparés. Afin de protéger la solution de ventilation dans un **stockage à plus grande capacité**, il est recommandé d'installer un dispositif fixe d'avertissement de CO dans la zone d'accès à l'installation de stockage, à condition que cela se fasse à l'intérieur du bâtiment.

### 10.1 Taille du stockage

En règle générale, tout **stockage à plus grande capacité** est fourni avec des quantités de livraison d'un camion complet d'environ 25 tonnes (40 m<sup>3</sup>). Étant donné que l'entrepôt n'est pas complètement vidé avant chaque livraison, la **capacité** devrait être d'environ 60 % supérieure à la charge utile du camion de livraison. Si le local de stockage est conçu pour des véhicules d'une charge utile de 25 tonnes, celui-ci devrait contenir un total d'environ 40 tonnes afin que le chauffage puisse continuer même en cas de retard de livraison. Généralement, le moindre effort d'une livraison complète réduit également les coûts de livraison.

## ● Figure 35

### Recommandations relatives à la capacité de stockage



## 10.2 Système de remplissage

Le **système de remplissage** d'un **stockage à plus grande capacité** est soumis à de fortes contraintes et donc doit toujours être constitué par du métal et avec une épaisseur de matériau appropriée. Avec un long conduit d'aspiration installé en permanence, le ventilateur d'aspiration mobile du fournisseur de granulés ne peut plus effectuer sa tâche. Dans de tels cas, un système d'extraction fixe avec un filtre à poussière devrait être prévu, ceci fonctionnant pendant la livraison des granulés. Il est également possible de créer une autre ouverture vers l'extérieur pour que l'air de convoyage puisse s'échapper. Les exigences décrites dans les chapitres précédentes pour un processus de soufflage doux des granulés s'appliquent également au **stockage à plus grande capacité** : les conduits les plus courts possibles, un espace de stationnement à proximité pour le camion de livraison et la déviation des arcs dans le **système de remplissage**. Les granulés peuvent également être soufflés dans un silo d'une hauteur de 20 m si le tuyau est droit ou ne présente que quelques changements de direction.

Souffler à pleine charge des granulés de bois peut prendre jusqu'à deux heures. Pendant ce temps, le moteur du camion et le compresseur tournent. Par conséquent, la protection contre le bruit doit être prise en compte lors de la planification de la salle de stockage (place de stationnement pour le camion de livraison), en particulier dans le cas d'objets sensibles tels que les bâtiments résidentiels, les hôtels et les hôpitaux.

Comme alternative au soufflage dans les granulés, la livraison avec des camions à plateforme mobile peut également être une bonne solution. Les granulés sont ensuite coulés au lieu d'être soufflés. S'il n'est pas versé directement dans un abri souterrain, il est important que le **système de déchargement** ait une **capacité** suffisante pour minimiser le temps d'arrêt du camion.

## 10.3 Système de déchargement

La technologie de déchargement utilisée pour le **stockage à plus grande capacité** est souvent différente de celle utilisée pour les salles de stockage à plus petite capacité. Elle doit

à la fois permettre une bonne utilisation de l'espace et être très robuste et infaillible, ce qui souvent ne serait pas économique pour les petits systèmes. Les différentes manières de déchargement recommandées sont décrites en [Tableau 8](#).

### ● Tableau 8

#### Exigences de ventilation pour l'espace d'installation d'un silo en tissu perméable à l'air (conformément à la norme ISO 20023)

Système	Profil	
Vis central avec sol incliné	Deux étagères inclinées en forme de w. Ne convient que pour le stockage avec des systèmes de chauffage < 200 kW. Système robuste, peu coûteux et peu d'entretien, mais avec peu d'espace utilisé. Autre vidange complète possible.	
Extraction par aspiration de par dessus	Une <b>tête d'aspiration</b> se déplace sur la surface des granulés stockés et retire les granulés indépendamment et en couches par le haut. Convient aux systèmes de chauffage < 300 kW et les volumes de stockage au-delà de 90 m	
Déchargement par noyau à ressort	Un noyau à ressort est entraîné par la vis d'extraction ou indépendamment. La vis de convoyage peut amener les granulés directement dans le four. Ne convient qu'aux locaux de rangement carrés ou rectangulaires des systèmes de chauffage d'une puissance < 300 kW, nécessite peu d'entretien et peu coûteux.	
Déchargement à bras articulés	Des bras articulés poussent les granulés vers la vis de déchargement. Convient aux silos circulaires ou carrés des systèmes de chauffage d'une puissance < 500 kW. Un nombre résiduel de granulés restera toujours au fond du silo.	
Déchargement central	Une vis d'extraction qui tourne lentement en cercle transporte les granulés au centre de la salle de stockage pour l'évacuation. Convient aux silos circulaires et aux systèmes de chauffage de > 500 kW.	
Déchargement fond mouvant	Les poussoirs à entraînement hydraulique déplacent les cadres d'échelle. Ceci déplacera les granulés vers un <b>convoyeur à vis</b> à l'extrémité de la salle de stockage. Système puissant et robuste pour systèmes de chauffage > 500 kW.	



The world-leading  
Wood pellet certification

We are a world-leading, transparent, and independent certification scheme for wood pellets. From production to delivery, we guarantee quality and combat fraud along the entire supply chain.

ENplus® c/o Bioenergy Europe  
Place du Champ de Mars 2  
1050 Brussels, Belgium  
✉ [enplus@bioenergyeurope.org](mailto:enplus@bioenergyeurope.org)  
☎ +32 2 318 40 35  
☎ +32 2 318 41 93