

Décryptage

GRANULÉS DE BOIS: ATTENTION AUX ÉMISSIONS DE MONOXYDE DE CARBONE

De plus en plus utilisés pour le chauffage individuel ou collectif, les granulés de bois ou pellets ne sont pas inoffensifs pour ceux qui les utilisent. Mais le danger ne vient pas de là où on l'attend: ils peuvent en effet, lorsqu'ils sont stockés, émettre du monoxyde de carbone, un gaz hautement toxique. Cet article explique ce phénomène encore peu connu des utilisateurs et propose des recommandations pour stocker les granulés en toute sécurité.

WOOD PELLETS: BEWARE OF CARBON MONOXIDE EMISSIONS - *Increasingly used for individual or collective heating, wood pellets are not inoffensive for those who use them. But the danger does not lie where we would expect: while they are being stored, they can emit carbon monoxide, which is a highly toxic gas. This article explains this phenomenon that is still little known to users, and it proposes recommendations for fully safe storage of pellets.*

BRUNO
COURTOIS
INRS,
département
Expertise
et conseil
technique

En 2002, une personne a trouvé la mort dans la cale d'un navire transportant des granulés de bois. C'est à cette occasion qu'a été mis en évidence le risque d'émanation de monoxyde de carbone (CO) par ces granulés. En effet, il apparaît que lorsque le lieu de stockage de ces granulés est confiné, ce gaz peut s'accumuler jusqu'à atteindre des concentrations dangereuses pour l'homme. Ce risque présente un caractère insidieux, car on ne s'attend pas à trouver du CO dans un lieu de stockage de produits uniquement à base de bois, en l'absence de combustion.

Ces dernières années, des études ont été menées afin de mieux comprendre ce phénomène et de définir des mesures de prévention permettant une fabrication, un stockage et une utilisation plus sûrs des granulés de bois (Cf. Encadré).

Les granulés de bois

Ce sont de petits cylindres comprimés (6 à 8 mm de diamètre et environ 3 cm de long). Ils sont fabriqués principalement à partir de sciure et de copeaux défibrés provenant de scieries. Les bois d'origine doivent être sains et ne pas avoir subi de traitement chimique. La sciure est séchée dans un tambour sécheur avec contrôle du degré d'humidité, puis pressée pour former des petits cylindres

de bois. C'est la forte pression durant la production qui va assurer la cohésion du granulé. Pour les bois de feuillus, un liant (seul l'amidon est autorisé) peut être nécessaire pour assurer la cohésion des granulés. Ceux-ci sont ensuite refroidis puis tamisés pour en extraire toutes les poussières. Enfin, ils sont conditionnés soit en sacs soit en vrac dans des silos ou directement dans un camion de livraison. Les granulés sont utilisés pour le chauffage dans des poêles alimentés manuellement ou dans des chaudières individuelles ou collectives, alimentées automatiquement. Ce type de chauffage à l'aide de granulés de bois présente l'avantage d'avoir un coût par kWh parmi les plus faibles du marché et d'être peu producteur de gaz à effet de serre. En revanche, il produit davantage de particules fines que les combustibles gazeux ou liquides.

Risques d'émission de monoxyde de carbone

Les granulés de bois peuvent être à l'origine de l'émission de différents agents chimiques ou biologiques:

- des poussières de bois;
- des substances présentes dans le bois, comme les terpènes (hydrocarbures d'origine végétale);
- des substances formées à partir du bois, comme des aldéhydes (formaldéhyde...) et du CO;
- des micro-organismes.

Le CO peut se former dans les lieux de stockage de granulés à basse température, sans qu'il y ait de combustion. Ce phénomène est peu connu des utilisateurs de granulés. De façon accidentelle, le CO peut également provenir de la migration de gaz de combustion depuis une chaudière vers un lieu de stockage ou de la combustion des granulés de bois dans le lieu de stockage causée par des phénomènes d'auto-échauffement.

Ce risque a été initialement mis en évidence lors de deux accidents survenus au cours du déchargement de navires transportant des granulés de bois entre le Canada et l'Europe. Le premier accident qui a eu lieu dans le port de Rotterdam (Pays-Bas) en 2002 a conduit à la mort d'un docker et à deux intoxications graves. Le second a eu lieu en 2006 dans le port d'Helsingborg (Suède) et s'est traduit par la mort d'un travailleur et une intoxication grave.

Depuis, plusieurs accidents graves, parfois mortels, touchant des professionnels ou des particuliers ont été rapportés en Allemagne, en Autriche, en Finlande, en Irlande et en Suisse dans des lieux de stockage terrestres de granulés de bois. Certains de ces accidents ont donné lieu à des articles dans la presse généraliste; deux de ces accidents ont même fait l'objet d'une analyse publiée dans une revue scientifique¹. En France, à notre connaissance, aucun accident de ce type n'est survenu.

À la suite de ces accidents, des études sur les émissions de CO par les granulés de bois ont été menées en Amérique du Nord et en Europe. En particulier, le projet européen *SafePellets*², qui s'est déroulé entre début 2012 et fin 2014, avait pour objectif l'élaboration de recommandations pour des manutentions et un stockage en sécurité des granulés de bois. Dans le cadre de ce projet, des études ont été conduites afin de mieux comprendre et maîtriser les phénomènes d'auto-échauffement et de dégazage des granulés.

Les différentes études ont montré que, lors du stockage, les granulés de bois émettaient non seulement du CO, mais également du dioxyde de carbone et du méthane et qu'une consommation d'oxygène se produisait. Il a été établi que ces émissions étaient dues à des réactions chimiques et non à l'action de micro-organismes. Les réactions en jeu n'ont pas été clairement décrites, même si l'oxydation des acides gras du bois est admise comme étant à l'origine de la formation de CO.

Il a également été montré que les émissions de CO augmentaient avec la température et dépendaient de la nature du bois utilisé pour la fabrication des granulés. Par exemple, les granulés fabriqués à partir de bois de pin sont plus émissifs que ceux fabriqués à partir d'épicéa. Les émissions diminuent au fil du temps après le pressage des granulés.

Les émissions de CO par les granulés se font de façon lente. Dans des milieux confinés comme les

silos de stockage, un faible débit d'émission suffit pour atteindre des concentrations dangereuses en CO. En Autriche, des mesures réalisées dans de petits stockages résidentiels souterrains ont montré que, dans 10 cas sur 22, les concentrations de CO étaient au-dessus de 100 ppm et une mesure dépassait même les 1000 ppm.

Valeurs limites d'exposition professionnelle et manifestations cliniques

Le CO est un gaz dangereux pour la santé qui, lorsqu'il est inhalé, peut conduire à des intoxications graves voire mortelles. Il présente également une toxicité pour le fœtus et est, de ce fait, classé comme toxique pour la reproduction.

Les effets dépendent de sa concentration dans l'air et de la durée d'exposition:

- 200 ppm: légers maux de tête en 2 à 3 heures;



© Guillaume J. Plisson pour l'INRS

- 400 ppm: maux de tête. Danger vital au-delà de 3 heures d'exposition;
- 800 ppm: maux de tête, étourdissements, nausées. Perte de conscience après 2 heures. Décès en 2 à 3 heures;
- 1 000 ppm: décès en 1 heure;
- 1 200 ppm: danger vital immédiat.

En France, il existe actuellement une valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) sur 8 heures non réglementaire de 50 ppm. L'Anses³ a fait des propositions pour de futures VLEP sur 8 heures de 17 ppm et en valeur plafond de 200 ppm (valeur ne devant être dépassée même sur un temps court).

Mesures de prévention

Les accidents qui se sont produits et les études conduites sur le dégazage des granulés de bois ont montré la nécessité de mettre en œuvre des

Des granulés de bois.



mesures de prévention lors de la fabrication, du stockage, du transport et de l'utilisation des granulés de bois. Le projet *SafePellets* a permis de définir des mesures de prévention simples applicables aux principaux cas de stockage de granulés. Les principales mesures sont les suivantes :

- éviter de pénétrer dans les lieux de stockage de granulés hormis lorsque des opérations de maintenance l'exigent. L'accès à ces lieux de stockage doit être interdit aux personnes non autorisées;
- avant de pénétrer dans un lieu de stockage, il est nécessaire d'arrêter le brûleur de la chaudière et d'attendre le temps préconisé par le fabricant;
- les lieux de stockage de granulés doivent être ventilés de façon suffisante et permanente.

ENCADRÉ EN CHIFFRES

En France, on recense une cinquantaine de sites de production de granulés¹. La production française était de 530 000 tonnes en 2011, 700 000 en 2012 et 900 000 en 2013.

Les professionnels prévoient une poursuite de l'augmentation de la production de granulés de bois.

Par rapport à d'autres pays d'Europe, l'utilisation de granulés de bois est peu développée en France. En 2013, la consommation était de 890 000 tonnes alors qu'elle était de 2 millions de tonnes en Allemagne, de 3,1 millions de tonnes en Italie et de 3,8 millions de tonnes en Royaume-Uni.

Certains pays utilisent majoritairement les granulés pour la production d'électricité, notamment le Royaume-Uni, la Belgique et les Pays-Bas.

1. Source: *Propellet France, association chargée de la promotion de la filière.*

Dans le cas de petites quantités stockées (< 10 t), les bouchons de ventilation⁴ suffisent. En outre, il est recommandé d'ouvrir la porte du silo au moins 15 minutes avant d'y pénétrer pour le ventiler davantage;

- avant de pénétrer ou d'intervenir dans un lieu de stockage, il est impératif qu'une deuxième personne se trouve à l'extérieur du silo pour donner l'alerte – et non pour porter secours;
- seul le personnel formé est autorisé à pénétrer dans les silos parfaitement étanches, comme les silos enterrés en béton ou en plastique ou équipés d'un ventilateur électrique et ce, uniquement après la détermination des concentrations d'oxygène et de CO à l'intérieur du silo. Cette précaution est indispensable, car ce type de stockage est particulièrement enclin à maintenir des niveaux élevés de CO et des niveaux faibles d'oxygène.

Le projet *SafePellets* a également donné lieu à la rédaction d'un guide de recommandations sur la conception, l'installation et l'exploitation de silos de granulés destinés au chauffage. Une version en français de ce document est disponible sur le

site dédié à la certification de Propellet France⁵. Enfin, le projet *SafePellets* a conduit à la rédaction d'un projet (en anglais) de fiches de données de sécurité (FDS) pour les granulés de bois qui peuvent être utilisées par les producteurs pour rédiger leurs propres FDS.

L'Allemagne a publié une norme sur les exigences en termes de santé et de sécurité dans la filière des granulés de bois⁶. Au niveau international, dans le cadre de l'ISO⁷, un groupe travaille notamment sur un projet concernant la mesure du dégazage et la consommation d'oxygène des granulés de biomasse.

Il existe également des pistes pour diminuer le potentiel d'émission des granulés lors de leur production afin que ceux-ci émettent moins de CO dans les lieux de stockage des utilisateurs. Cela peut être fait :

- soit en agissant sur la matière première (le bois) en choisissant les essences les moins émissives qui sont celles contenant le moins de d'acides gras;
- soit en utilisant un stockage tampon entre la production et la chaîne logistique de façon à laisser le temps aux émissions des granulés de diminuer. Le projet *SafePellets* a montré que l'incorporation de certains antioxydants dans les granulés permettait également de réduire les émissions de CO lors du stockage.

Les granulés de bois, même s'ils sont un combustible naturel, peuvent entraîner des risques pour les professionnels chargés de leur production et de leur distribution, ainsi que pour les utilisateurs finaux. En particulier, lorsqu'ils sont stockés dans des espaces confinés, ils peuvent conduire à la formation d'atmosphères dangereuses en émettant du CO et en consommant de l'oxygène. Les études menées ces dernières années ont permis de mieux connaître le phénomène de dégazage des granulés de bois et, en particulier, la formation de CO. Il est important que ce risque et les moyens de prévention qui ont été déterminés soient connus de tous les acteurs de la filière afin d'éviter la survenue d'accidents qui peuvent être mortels. ●

1. *Lethal Carbon Monoxide Poisoning in Wood Pellet Storerooms—Two Cases and a Review of the Literature.* Ann. Occup. Hyg., Vol. 56, No. 7, 2012, pp. 755-763.

2. www.safepellets.eu.

3. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail.

4. *Ce sont des bouchons permettant une circulation d'air tout en évitant les entrées d'eau. Ils se placent sur les ouvertures des lieux de stockage destinées au chargement des granulés et à la sortie de l'air de soufflage.*

5. www.enplus-pellets.fr/2-col-2-telechargement-241.html.

6. Norme Allemande VDI 3464, septembre 2015. Storage of wood pellets at the point of end use - Requirements for pellet stores, pellet production and delivery from health and safety aspects.

7. ISO/TC 238/WG 07 "Safety of solid biofuels".



**29,30,31
mars
2017**

Nancy, France



Innovation technologique changements organisationnels quels enjeux pour la prévention ?

Appel à communications

Date limite de soumission des résumés : **15 octobre 2016**

www.inrs-innovorg2017.fr

Contact : innovorg2017@inrs.fr

Appel à communications