



# **Cendres**

## **Règlementation sur la valorisation et manutention**

**CIBE**

**Rencontres des animateurs bois-énergie PERPIGNAN**

**10 mars 2022**





# Sommaire

- Origine des cendres de bois
- Valorisation en France
- Cadre réglementaire en France
  - Valorisation par retour au sol
  - Quantité épandable encadrée
  - Stockage sur plateforme de préparation
- Manutention
  - Enjeux
  - Outils pour calculs quantité et +
  - Influence de la voie d'évacuation sur la qualité physique
  - Solutions existantes d'acheminement des cendres jusqu'au contenant
  - Différents types de contenants pour la manutention
  - Risques liés aux cendres
- Synthèse

## Origine des cendres de bois

- o Différents types de cendres suivant les principaux points de prélèvement
  - Cendres sous foyer
  - Cendres sous multi-cyclones
  - Cendres sous équipement de traitement de fumées (filtre à manches ou électrofiltres)

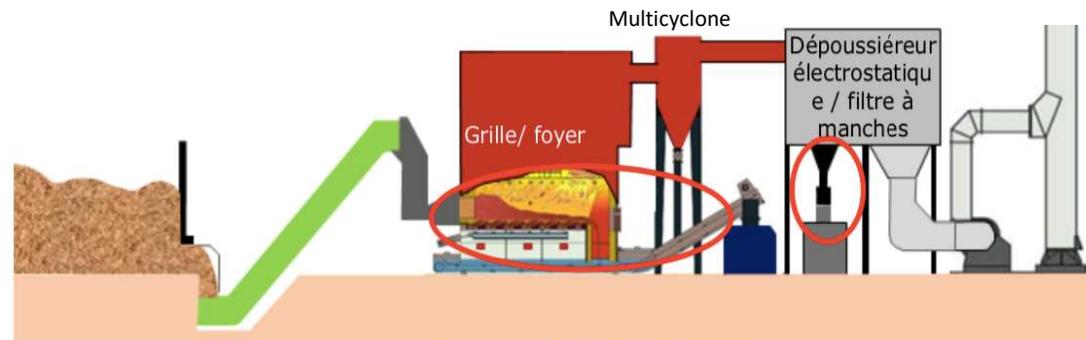
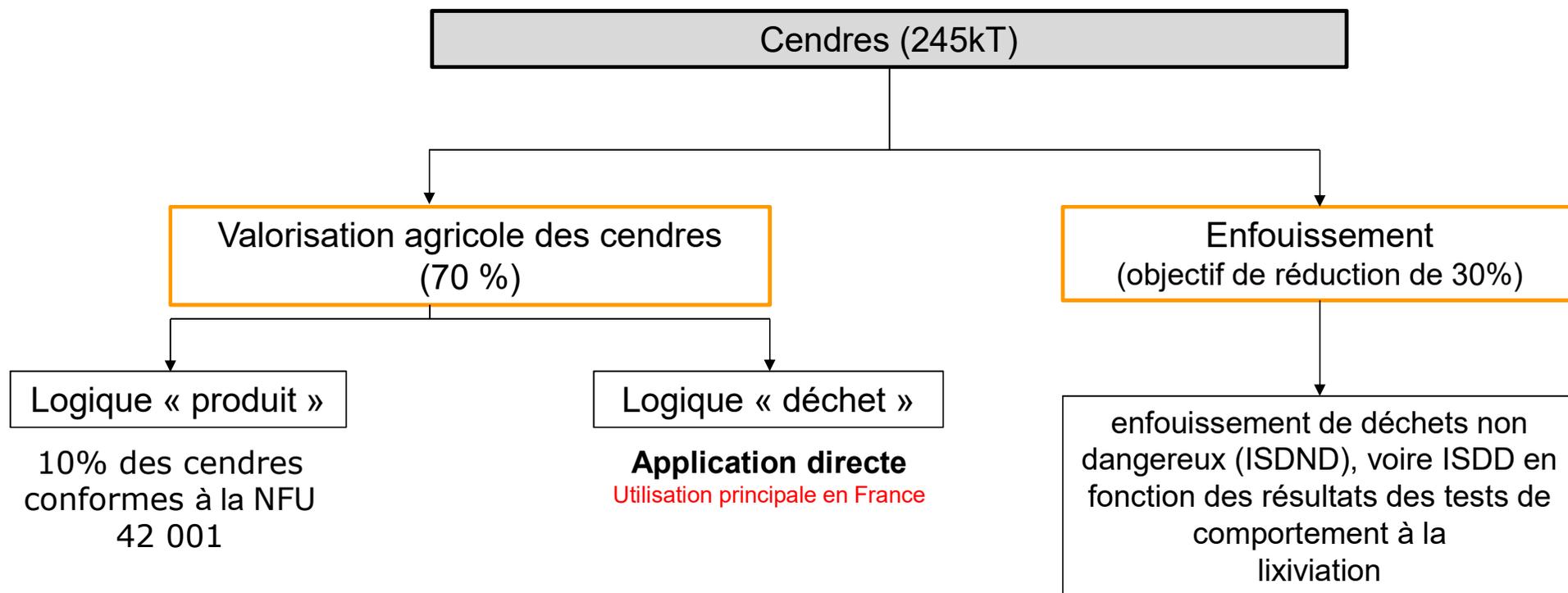


Figure : Les points de collecte des cendres

- o Les cendres
  - classées selon le catalogue européen des **déchets**
  - ne peuvent être épandues sans formalités sur des terres agricoles

# Valorisation des cendres de la combustion du bois en France



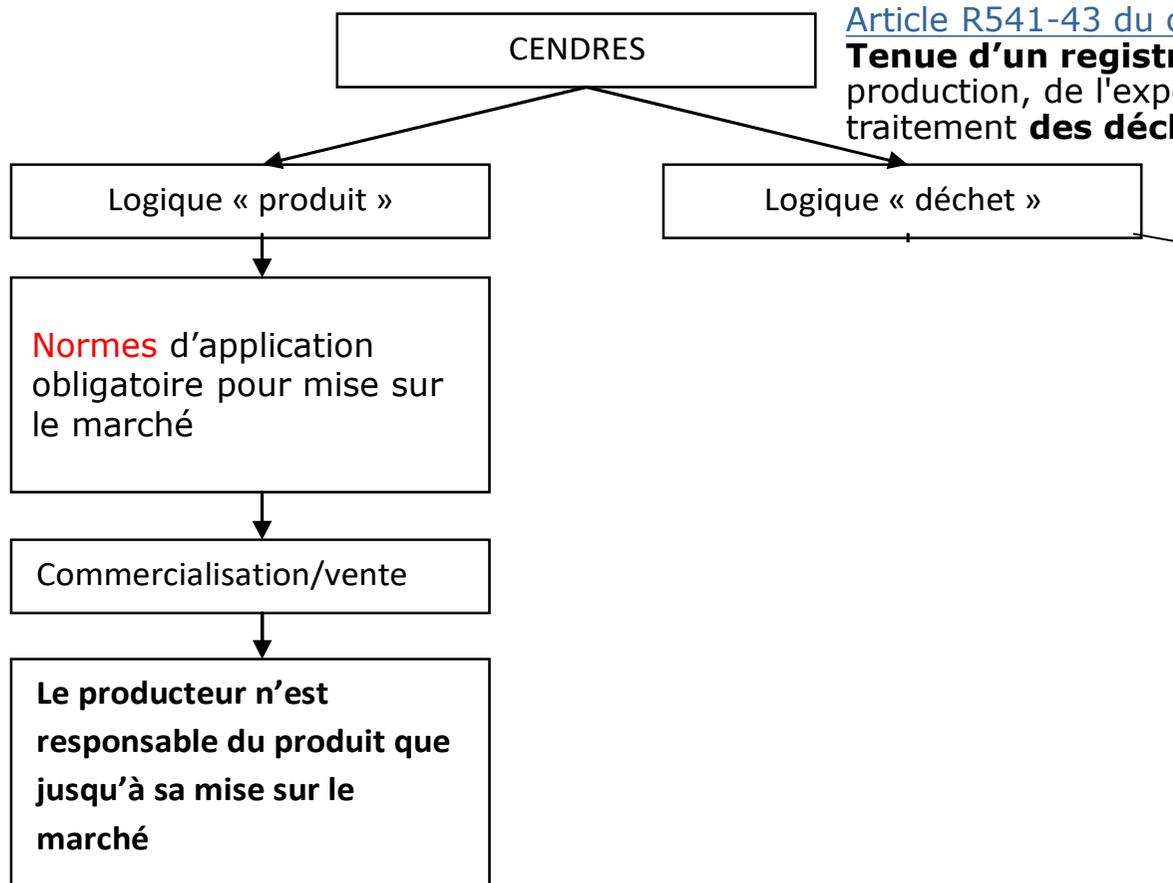


## Cadre réglementaire en France pour la valorisation agricole

- **Arrêtés ICPE 2910** → Epannage
- Code rural et de la pêche maritime - Chapitre V, titre V, titre II : Mise sur le marché et utilisation des matières fertilisantes, des adjuvants pour matières fertilisantes et des supports de culture (articles L. 255-1 à L. 255-18)
  - " matières fertilisantes " → produits destinés à assurer ou à améliorer la nutrition des végétaux ou les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols → notamment les **biostimulants tels que définis par le règlement (UE) 2019/1009** du Parlement européen et du Conseil du 5 juin 2019 établissant les règles relatives à la mise à disposition sur le marché des fertilisants UE → **les produits à base de cendres**
- Transposition du Règlement CE 2019/1009 → **Projet de réglementation socle commun des matières fertilisantes**
  - [Socle commun MFSC Arrêté innocuité Consultation](#) → teneur en éléments chimiques (ETM ...)
  - [Socle commun MFSC Arrêté flux Consultation](#) → flux maximum d'épandage
  - [Socle commun MFSC DCE Consultation](#)
  - [Socle commun MFSC Décret simple Consultation](#)

# Valorisation par retour au sol

## Diagramme général



Comparaison des logiques « produit » et « déchet »

\*Installations Classées pour la Protection de l'Environnement



# Valorisation par retour au sol

## Logique « produit »

### Normes engrais

#### o NF U42-001 « **Engrais** – Dénominations et Spécifications »

- Très peu de cendres de biomasses respectent la norme engrais en ce qui concerne les éléments fertilisants, hormis certaines petites installations : à l'heure actuelle, ce cadre n'est **pas adapté aux cendres issues de moyenne ou grandes chaufferies**
- Si conformes → **Épandage agricole ou vente** avec réalisation d'analyses et traçabilité

### Normes amendements

#### o NF U44-095 « **Amendements organiques - Composts contenant des matières d'intérêt agronomique, issues du traitement des eaux** »

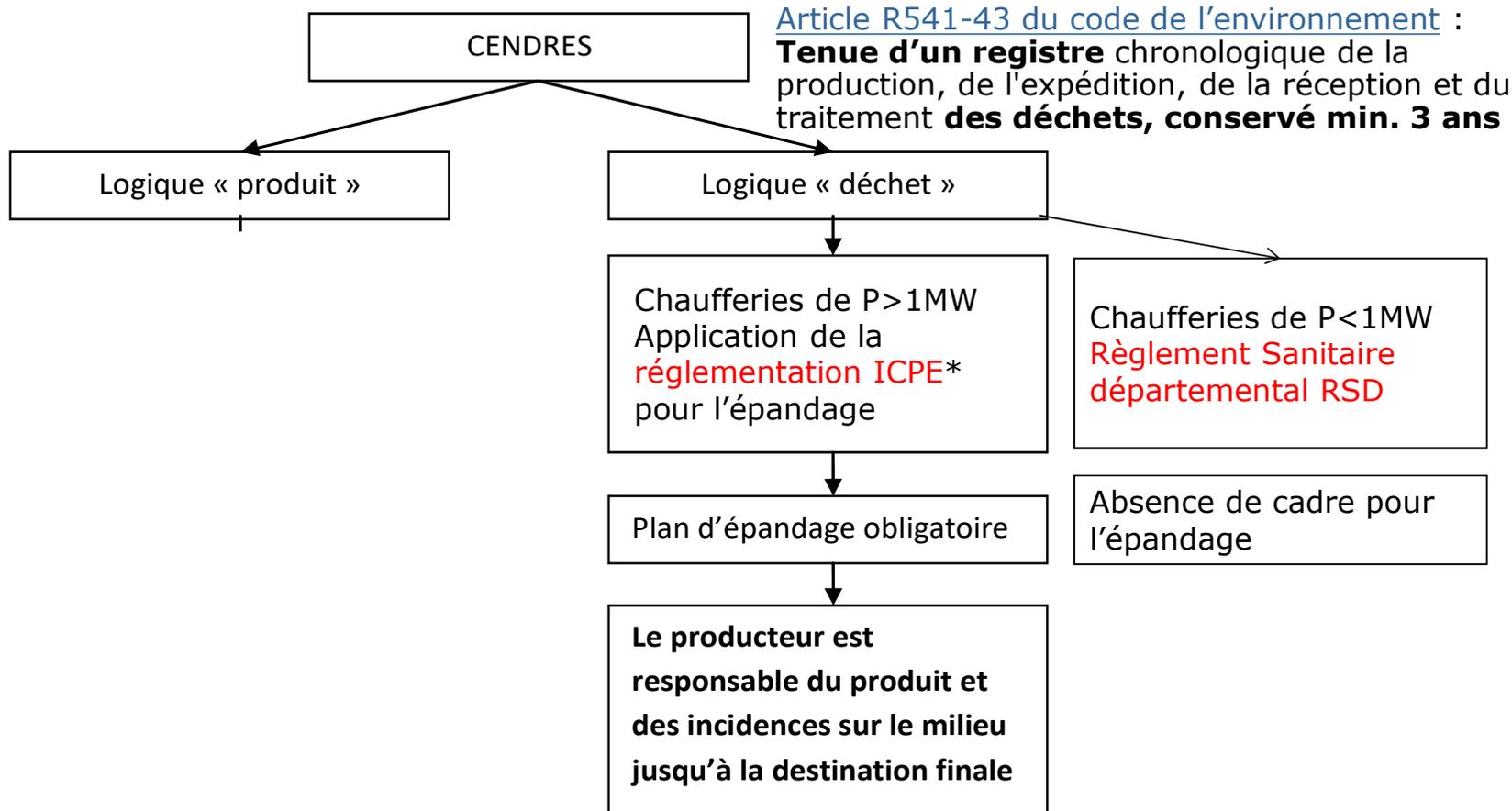
- les cendres de combustion peuvent être acceptées dans les matières premières entrantes en tant que « matières exclusivement végétales n'ayant subi que des traitements mécaniques, physiques ou thermiques » → **sujet à interprétation**

#### o NF U44-203 « Matières fertilisantes ayant des caractéristiques mixtes - **Amendements minéraux basiques - Engrais** - Dénominations et spécifications »

- **les cendres** ont des propriétés d'amendement-engrais mais **ne sont pas encore acceptées**

# Valorisation par retour au sol

## Diagramme général



Comparaison des logiques « produit » et « déchet »

\*Installations Classées pour la Protection de l'Environnement



## Valorisation par retour au sol

### ICPE Enregistrement et Déclaration 2910

autorisent depuis 2013, l'**épandage des cendres** issues de la combustion de biomasse récupérées par voie sèche ou humide sous l'équipement de combustion peuvent être épandues, dans la limite d'un volume annuel de 2 000 tonnes/an.

L'exploitant respecte les **dispositions techniques** à appliquer pour l'épandage

- Une **étude préalable d'épandage** justifie la compatibilité de l'épandage avec les contraintes environnementales recensées et les documents de planification existants
- Un **plan d'épandage** est réalisé au vu de l'étude préalable d'épandage
- Toute **modification portant sur plus de 15 % de la surface du plan d'épandage est portée** avant sa réalisation à la **connaissance du préfet** du lieu de déclaration de l'installation de combustion
- Un **cahier d'épandage**, tenu sous la responsabilité de l'exploitant de l'installation de combustion, à la disposition de l'inspection des installations classées pendant une durée de dix ans
- ... **respect de teneurs seuils en éléments traces organiques et métalliques**



## Valorisation par retour au sol

### ICPE Autorisation 2910 / 3110 (< 50 MW)

- L'**arrêté préfectoral** fixe les prescriptions minimales applicables aux installations visées, en vue de prévenir et limiter la production de déchets liée à leur exploitation, ainsi que les **conditions de stockage, d'élimination ou de valorisation** de ces déchets dans des filières appropriées.
- **Contrôles inopinés**  
*L'inspection des installations classées peut, à tout moment, faire **réaliser des prélèvements d'effluents, de déchets, de cendres volantes ou de sol, des prélèvements et analyses des combustibles.** Les frais de prélèvement et d'analyses sont à la charge de l'exploitant.*



## Valorisation par retour au sol

### ICPE Autorisation 3110 ( $\geq 50$ MW)

- o Les cendres volantes et cendres de foyer
  - sont **comptabilisées et stockées séparément**
  - lorsque la possibilité technique existe, **valorisées**, en tenant compte de leurs caractéristiques et des possibilités du marché (ciment, béton, travaux routiers, comblement, remblai...).
  - L'arrêté préfectoral peut autoriser la **valorisation des cendres par retour au sol** dans le cadre d'un plan d'épandage, qui respecte l'ensemble des dispositions de la section IV du chapitre V et des annexes associées de l'arrêté du 2 février 1998 susvisé.
  - peuvent être **mises sur le marché** en application des dispositions des articles L. 255-1 à L. 255-11 du code rural applicables aux matières fertilisantes ; elles disposent alors d'une homologation, d'une autorisation provisoire de vente ou d'une autorisation de distribution pour expérimentation, ou sont conformes à une norme d'application obligatoire.



## Valorisation par retour au sol

### ICPE Autorisation - Plan d'épandage

Arrêté du 17 août 1998 modifiant l'arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux **émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation**, portant notamment sur

- les **périodes** d'épandage et les **quantités** épandues (art 37)
- **l'étude préalable** montrant l'innocuité et l'intérêt agronomique des produits épandus (art 38)
- le **suivi et le contrôle** (art 39)
- les ouvrages et équipements (art 40)
- le **programme prévisionnel annuel d'épandage** (art 41)

→ Plan d'épandage soumis au CODERST, (Conseil départemental de l'environnement, des risques sanitaires et technologiques), et autorisé par arrêté préfectoral

Conditions d'épandage

- Étude préalable pour la compatibilité avec le sol
- **Innocuité et intérêt agronomique** (*valeurs limites* )
- **Aptitude du sol à recevoir** (*analyses de sols et notion de flux annuels sur une période de 10 ans*)
- **Périmètre et modalités de gestion**
- Trois documents de suivi :
- **programme prévisionnel annuel d'épandage**
- **cahier de réalisation des épandages** (*dont analyses de sols et de cendres*)
- **bilan annuel, transmis aux services de l'État**



## Valorisation par retour au sol

### Arrêtés ICPE 2910 → Séparation des cendres ?

- o en attendant révision des arrêtés ICPE 2910 → accord filière sur modifications des arrêtés 2910 DC et E
  - *installations de combustion avec épandage des cendres sous-multicyclone seules ou en mélange avec des cendres sous-foyer, ou des cendres volantes issues de technologies de combustion spécifiques*  
→ **fréquence d'analyse des cendres**
    - *appareil de combustion de biomasse **Pth < 20 MW** → une analyse / lot de 100 tonnes maximum de cendres, ou **annuellement** pour les appareils dont les tonnages annuels sont < 100 tonnes*
    - *appareil de combustion de biomasse **Pth ≥ 20 MW** → une analyse mensuelle des cendres si fonctionne au moins 3 semaines sur un mois glissant, si fonctionne plus de 3 semaines dans le mois, alors analyses toutes les 100 tonnes*
    - *si collecte séparée des cendres sous foyer et des cendres sous multi-cyclone → **analyses séparées***
  - **installations de combustion existantes** avec appareil de combustion de biomasse **Pth ≥ 10 MW**  
+ épandage des cendres sous-multicyclone → dispositif **séparant cendres sous foyer et multi-cycloniques**, sauf impossibilité technique justifiée par l'exploitant (délai de 6 mois après l'entrée en vigueur de l'arrêté)
  - **installations de combustion nouvelles** avec appareil de combustion de biomasse **Pth ≥ 5 MW**  
+ épandage des cendres sous- multicyclone → dispositif **séparant cendres sous foyer et sous-multicyclone**



## Transposition du Règlement CE 2019/1009 en France

- Conséquences sur la filière de valorisation actuelle
    - 400 MT partiraient en décharge avec un surcoût entre 1 à 5% du prix de la chaleur biomasse
  - Discussions en cours avec le Ministère sur composition en cadmium et chrome
    - jusqu'en 2027 possibilité d'épandage des cendres
      - **seuil limite en cadmium** → réduit les volumes épandables de manière importante
      - **flux maximum annuel en cadmium** → enlève toute pertinence d'épandage des cendres
    - à partir du 01/01/2027 les compositions en cadmium et chrome évoluent, afin de ne pas être un obstacle majeur à son développement la filière demande que
      - les seuils soient maintenus en Cd (= 5 mg/kg) et Cr (Cr tot = 800 mg/kg et Cr VI = 2 mg/kg)
      - les conditions sur le Cr restent identiques : « L'analyse du chrome VI est obligatoire mais le respect de la teneur maximale est facultatif si la teneur maximale en chrome total est respectée »
- *en attendant* collecte d'information sur le chrome VI (teneur) pour améliorer la connaissance

## Quantité épannable encadrée

### Points réglementaires

Hors ICPE	Déclaration	Enregistrement	Autorisation
/	Aménagement d'une aire de stationnement et de manœuvre		
/	Prévention des risques de pollution (ruissèlements, envolées...)		
<b>Tenue d'un registre des déchets</b>			

#### o Cas **épannage** seulement sur certaines périodes, selon

- les annexes « Dispositions techniques en matière d'épannage » des arrêtés des ICPE soumises à déclaration et à enregistrement au titre des rubriques 2910 et 2716
- Les cultures  
→ généralement en **automne** ou au **printemps**

Hors ICPE	Déclaration	Enregistrement	Autorisation
/	Quantité maximale épannable : 2000 T/an		Si plus de 2000 T/an, déclaration au ministère
/	Période d'épannage limitée		



## Stockage sur plateforme de préparation

Afin de faciliter la

- Valorisation des cendres
  - *Regroupement*
  - *Mélange à du compost*

Ces sites doivent avoir une des rubriques ICPE

- 2716 : Transit, regroupement, tri ou préparation en vue de réutilisation de déchets non dangereux non inertes
- 2780 (sous rubrique 1, 2 ou 3) : Installation de compostage de déchets non dangereux ou matière végétale, ayant, le cas échéant, subi une étape de méthanisation

**NB :** le regroupement de cendres de plusieurs chaufferies et la valorisation de celles-ci grâce à un plan d'épandage unique ne nécessitent plus de dérogation de la part de la DREAL depuis l'application de l'arrêté du 6 juin 2018 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations de transit, regroupement, tri ou préparation en vue de la réutilisation de déchets relevant du régime de l'enregistrement au titre de la rubrique n° [...]2716.



# MANUTENTION





## Enjeux de la manutention pour la valorisation

- Eviter la prise en masse
- Faciliter le chargement/transport
- Préserver les qualités agronomiques
- Garantir la sécurité du personnel

→ Bonnes pratiques sur la manutention et logistique

## Outils pour calculs quantité et +

- o CIBE - [Calculette - Fréquence d'évacuation et Autonomie de stockage des cendres - 2020](#)

A remplir		
Caractéristiques du combustible et de la chaufferie	Valeur	Unité
Quantité de combustible	1500	Tonnes/an
Humidité moyenne	30%	
Puissance nominale	Peut être modifié	
Filtre multicyclone existant ?	Hypothèses	
Filtre à manche/électrofiltre existant ?		
Evacuation cendres sous-foyer par voie	Taux de cendres	2%
Evacuation cendres multi-cycloniques par voie	Masse volumique cendres humides	1050 kg/m <sup>3</sup>
Evacuation poussières de filtration par voie	Masse volumique cendres sèches	650 kg/m <sup>3</sup>
Evacuation commune cendres sous-foyer et multicycloniques	Humidité des cendres humides	30%
	Rendement moyen	90%
Volume de stockage des cendres sous-foyer	PCIhumide (30%)	11955000 kJ/Tonne

Résultat					
Quantité de cendres :	Sous-foyer	Multi-cyclonique	Poussières de filtration	TOTAL cendres sèches	TOTAL cendres humides
Masse de cendres sèches (Tonnes/an)	21,00	0,00	0,00	21,00	
Volume de cendres (m <sup>3</sup> /an)	32,31	0,00	0,00	32,31	0,00
<b>Fréquence d'évacuation cendres sous-foyer</b>	<b>2,2 fois par an</b>				
Quantité de cendres :	Sous-foyer	Multi-cyclonique	Poussières de filtration	TOTAL cendres sèches	TOTAL cendres humides
kg/jour	160,60	0,00	0,00	160,60	
m <sup>3</sup> /jour	0,25	0,00	0,00	0,25	0,00
<b>Autonomie de stockage cendres sous-foyer à puissance nominale</b>	<b>61 jours</b>				

## Outils pour calculs quantité et +

- o CCI 48 - Fiche 1 - [Gestion des cendres de bois des chaufferies automatiques](#) -
- o CCI 48 - Fiche 2 - [Évaluer et suivre votre production de cendres de bois](#) - 2020

$H_{cendres}$	Humidité des cendres	cendres sèches	0 %
		cendres humides	30 %
$Mv$	Masse volumique	cendres sèches	600 kg/m <sup>3</sup>
		cendres humides	1 000 kg/m <sup>3</sup>

$$\text{Masse de cendre calculée : } m_{cendres} = m_{bois} \times \left(1 - \frac{H_{bois}}{100}\right) \times \frac{tx_{moy}}{100} / \left(1 - \frac{H_{cendres}}{100}\right)$$

$$\text{Volume de cendre calculé* : } V_{cendres} = \frac{m_{cendres}}{Mv}$$

\*Le résultat obtenu est en m<sup>3</sup>, il suffit de le multiplier par 1000 pour l'avoir en litres.  
Pour rappel, 1 m<sup>3</sup> = 1000 litres

Exemple : Une chaufferie consommant 30 T (30 000 kg) de bois déchiqueté ( $tx_{moy} = 2\%$ ) par mois



# Influence de la voie d'évacuation sur la qualité physique

## Voie Sèche

- Pulvérulente
- 600 kg/m<sup>3</sup>
- **Avantages**
  - Investissement limité
- **Inconvénients**
  - Les préserver de l'humidité pour éviter
    - Prise en masse
    - Formation de chaux
  - Se protéger des poussières
  - Nécessité d'humidifier les cendres si épandage

## Voie humide

- P > 500 kW
- 1000 kg/m<sup>3</sup>
- **Avantages**
  - Etanchéifie le foyer
  - Limite le risque incendie
  - Facilite l'épandage
- **Inconvénients**
  - Augmente la quantité de cendres à transporter
  - Crée plus facilement des bourrages des tapis
  - Usure des bennes et tapis
  - Les protéger des intempéries (gel) Brassage nécessaire

# Solutions existantes d'acheminement des cendres jusqu'au contenant

1. Transfert par vis avec cendrier déporté
2. Convoyeur à bande
3. Convoyeur à chaîne
4. Élévateur à godet
5. Transfert pneumatique
6. Aspiration des cendres

Conditions d'installation → sur

## Recommandations

- Qualité du combustible
- s'assurer régulièrement de la
- absence de coude ou de remontées à trop forte pente (causes





## Solutions existantes d'acheminement des cendres jusqu'au contenant

1. Transfert par vis avec cendrier déporté
2. Convoyeur à bande
3. Convoyeur à chaîne
4. Élévateur à godet
5. Transfert pneumatique
6. Aspiration des cendres

Conditions d'installation → sur la page [Manutention et logistique des cendres](#) (octobre 2020)

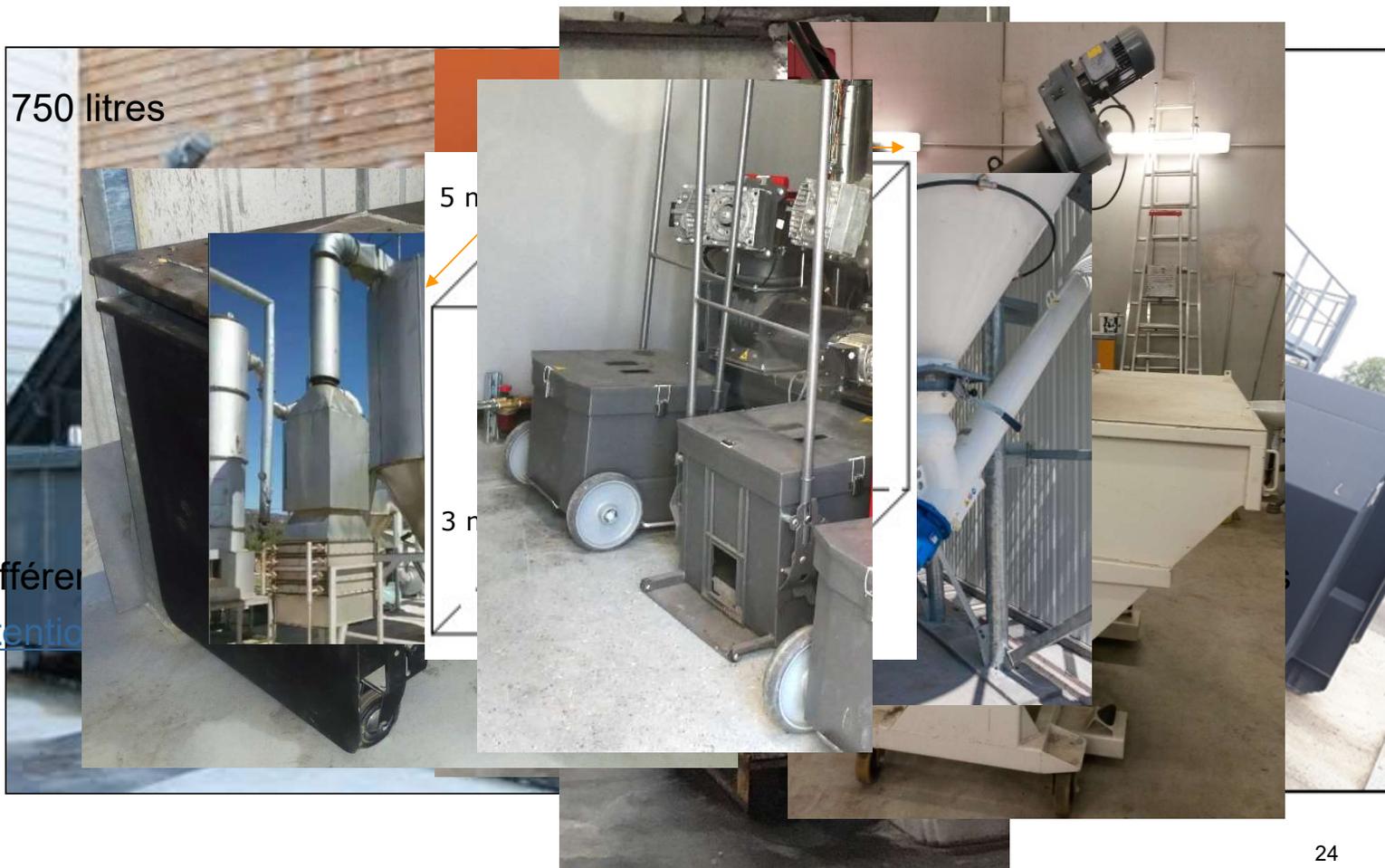
### Recommandations

- Qualité du combustible
- s'assurer régulièrement de la bonne évacuation
- absence de coude ou de remontées à trop forte pente (sauf élévateur à godet)

## Différents types de contenants pour la manutention

1. Sac « Big-bag » - 750 litres
2. Cendrier/Bac
  1. 10 à 70 L
  2. 100 à 500 L
  3. 500 à 1000 L
3. Benne
4. Local en béton
5. Silo

Un comparatif des différents  
→ sur la page [Manutention](#)





## Différents types de contenants pour la manutention

1. Sac « Big-bag » - 750 litres
2. Cendrier/Bac
  1. 10 à 70 L
  2. 100 à 500 L
  3. 500 à 1000 L
3. Benne
4. Local en béton
5. Silo

Un comparatif des différents types de contenants : avantages, inconvénients et recommandations  
→ sur la page [Manutention et logistique des cendres](#) (octobre 2020)

## Risques liés aux cendres

- Risque inhalation
  - PM 2,5
  - Risque à long terme de maladie professionnelle (tableau n° 16bis annexe II du code de la sécurité sociale)
- Risque brûlure (chimique/thermique)
  - Cendres humides (température, pH)
  - Cendres sèches
- Risque lié à la manutention manuelle de charges
  - Coupure
  - Mal de dos



Les mesures de protection pour chacun des risques

→ sur la page [Manutention et logistique des cendres](#) (octobre 2020)



## Synthèse des recommandations, à prévoir en amont du projet

- Connaitre la **règlementation** applicable à l'installation / site et anticiper ses évolutions
- Intégrer enjeux fonctionnement + exploitation + entretien + maintenance dès phase de **conception** ou de **rénovation** d'une chaufferie existante
  - Connaitre la **quantité, la qualité** chimique et physique des cendres
  - Déterminer l'**exutoire** pour chaque **type de cendres**
  - Choisir un **moyen de transfert** des cendres jusqu'à leurs contenant en fonction des critères ci-dessus
  - Choisir un **contenant** adapté à la qualité des cendres et au type de reprise qui sera possible sur site (fréquence, mode de manutention, mode d'approche)
  - Calculer une **fréquence de collecte** à l'aide de la capacité de stockage et de la production de cendres et l'**investissement nécessaire**
  - Déterminer l'**aire de manœuvre** nécessaire en fonction du contenant choisi et de son emplacement
  - Identifier les besoins pour le suivi de la qualité des cendres
- Mettre en place des **mesures organisationnelles et techniques** pour limiter au maximum l'exposition du personnel aux cendres, **sensibiliser le personnel** sur les risques associés, veiller au **port effectif des EPI**

- 
- Soirée conviviale ce soir
    - Rdv 18h45 à Rivesaltes
    - N'oubliez pas vos passagers !!
  
  - Rdv demain à 8h30  
**dans la salle de réunion en face !!**

Pour en savoir plus

[www.cibe.fr](http://www.cibe.fr)

Pour nous rejoindre

[contact@cibe.fr](mailto:contact@cibe.fr)

**Merci pour votre attention**