



e-Colloque en  
visioconférence

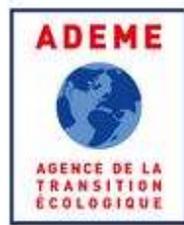
Jeudi 5 novembre 2020

14<sup>ème</sup> COLLOQUE

# Compétitivité de la première énergie renouvelable : le BOIS-ENERGIE



Avec le soutien de :



En partenariat avec :





# Comité interprofessionnel du bois énergie

## *Optimisation de la filière bois*

### *La gestion des cendres : contraintes réglementaires et conséquences*

*5 novembre 2020*

# Gestion des cendres

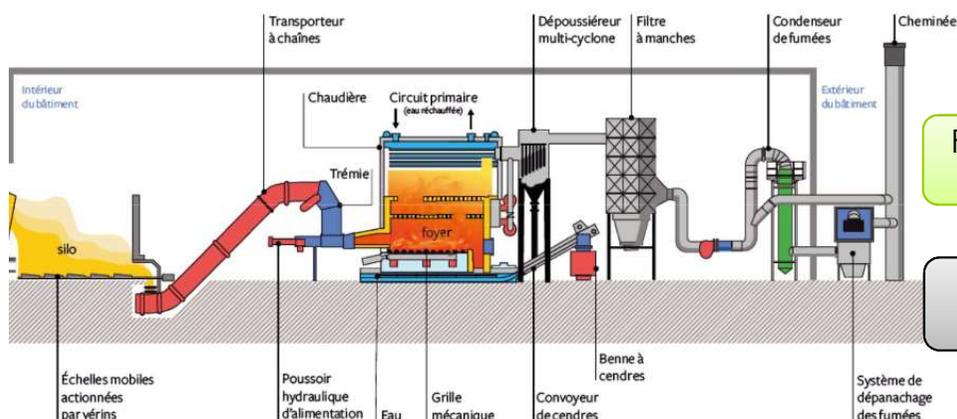


- 1. Les enjeux à l'échelle nationale**
- 2. La composition des cendres**
- 3. Les filières de valorisation/élimination**
- 4. Les contraintes réglementaires et leur évolution**
- 5. Le coût de la valorisation agronomique**
- 6. Le coût de l'élimination**
- 7. Les enjeux de l'évolution réglementaire**



# Les enjeux à l'échelle nationale

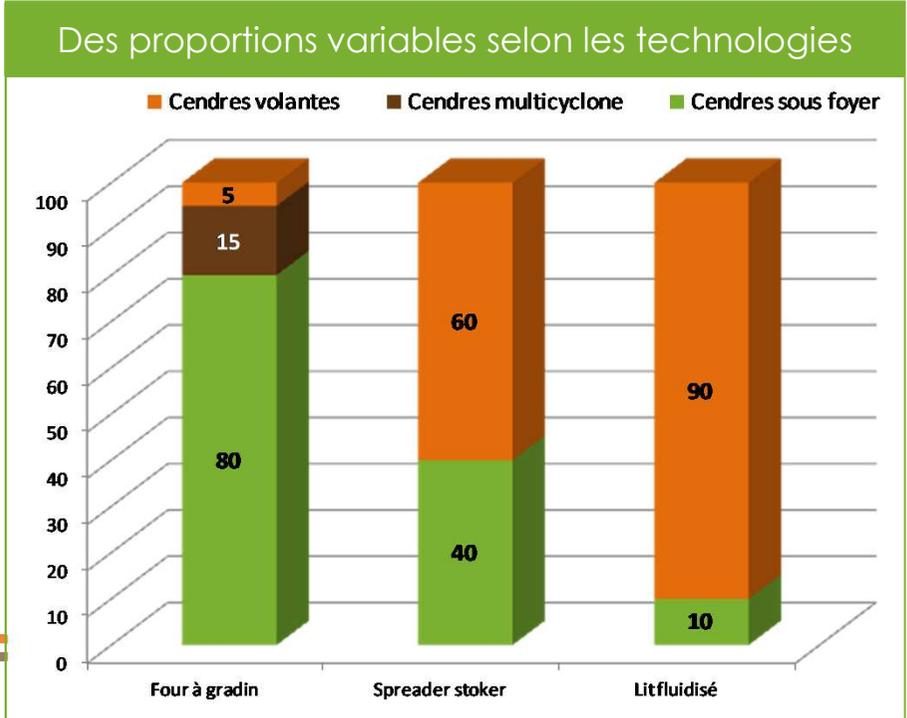
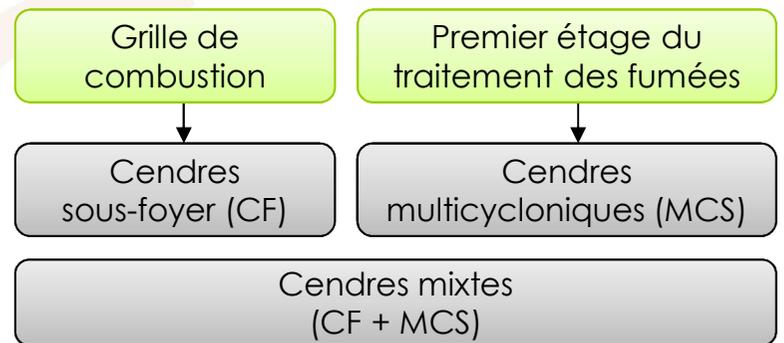
## Les cendres dans la chaîne de combustion/traitement des fumées



Filtre à manches ou électrofiltre

↓

Poussières de filtration (PF)





# Les enjeux à l'échelle nationale

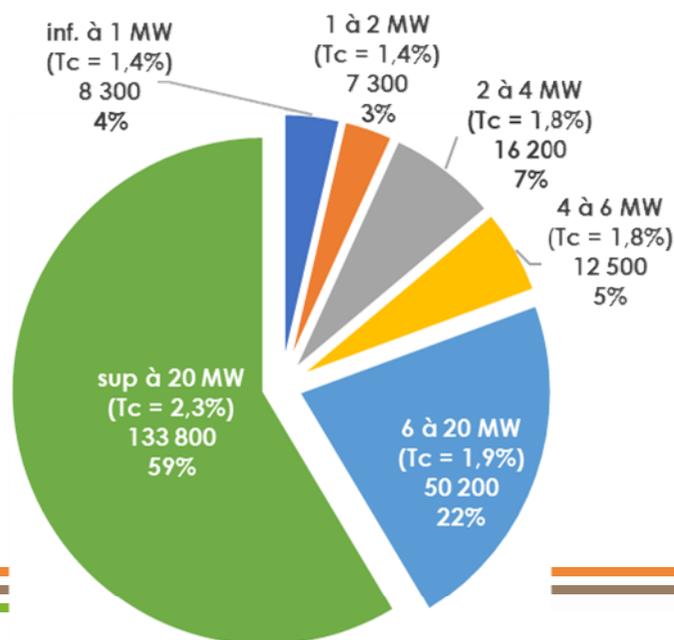
## Les flux actuels par type de cendres

Catégories	Cendres mixtes (CF et CM)	Cendres multicycloniques (MCS)	Poussières de filtration	Total
	TMB/an	TMB/an	TMB/an	TMB/an
Sites avec séparation (CF, MCS)	11 100	1 500	690	13 290
Sites sans séparation (CM)	217 200*		13 200	230 400
<b>Total</b>	<b>228 300</b>	<b>1 500</b>	<b>13 890</b>	<b>243 690</b>
	<b>94%</b>	<b>1%</b>	<b>6%</b>	<b>100%</b>

\* dont 19 500 tonnes matières brutes (MB)/an de cendres sous-multicyclone

## La répartition en fonction de la puissance des chaufferies

**Cendres sous-foyer (CF) et Cendres mixtes (CM)**



La production de cendres des chaufferies biomasse s'élève chaque année à **près 245 000 t MB/an**. La production de **cendres mixtes** est **ultra-majoritaire** (94 %).

Dans l'hypothèse d'une mise en œuvre de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie et du **développement du bois énergie**, la production de cendres pourrait atteindre près de **400 000 t MB/an**.



# Les filières de valorisation/élimination

## Les filières de valorisation et leurs limites

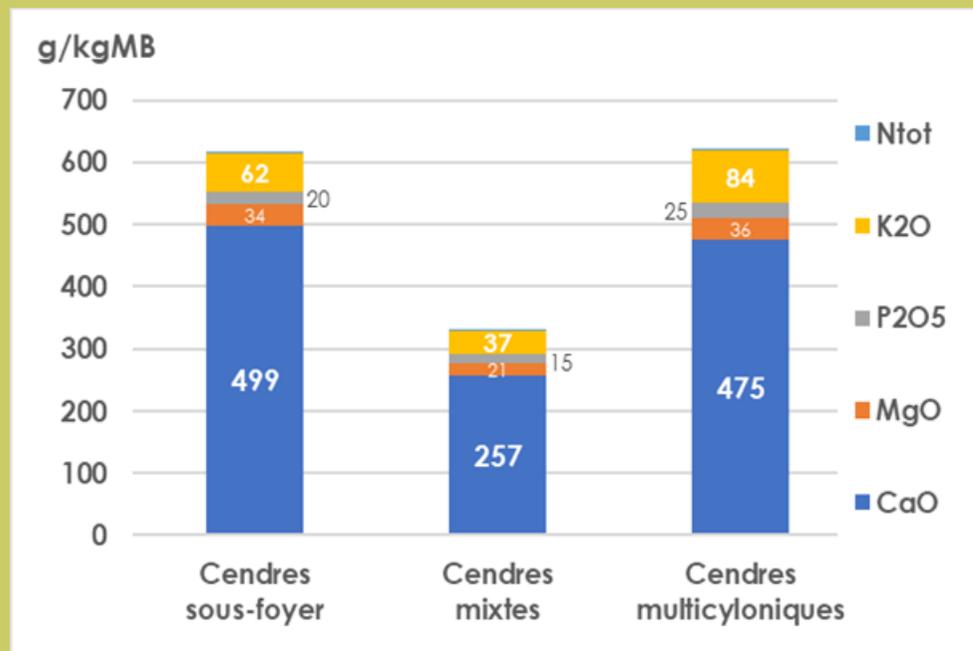
Type de valorisation	Facteurs limitants	Produits appropriés
Bétons/ciments	Forte teneur en COT, sulfates, formes libres du calcium, CaO, chlorures, mâchefers	Forte production de cendres volantes aux caractéristiques homogènes
Techniques routières	Forte teneur en fraction soluble, imbrulés, ETM	Forte production de cendres aux caractéristiques homogènes
Céramiques	Forte teneur en métaux (clous...), CaO et autres alcalins, en chlorures, granulométrie hétérogène (mâchefers)	Forte production de cendres aux caractéristiques homogènes
Retour sur les sols agricoles	Forte teneur en ETM (Cd), pulvérulence (petites chaufferies), mâchefers	Cendres mixtes, à l'appui de plate-forme de regroupement
Retour sur les sols forestiers	Idem agriculture + PH des sols, coût du plan d'épandage pour un unique apport	Cendres mixtes, à l'appui de plate-forme de regroupement

**Les filières de valorisation matière sont réservées aux unités produisant une grande quantité de cendres uniformes (CRE et certains BCIAT)**

# La composition des cendres et l'intérêt agronomique



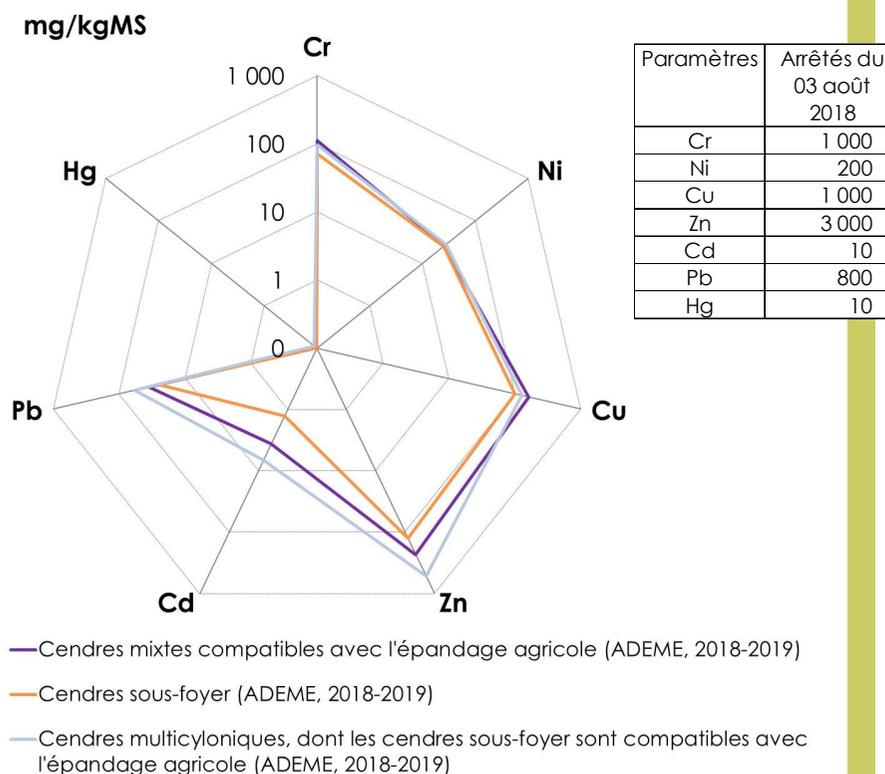
## Valeur agronomique



**Fort intérêt agronomique** pour les sols et les cultures : valeurs neutralisante (CaO, MgO, K<sub>2</sub>O) et fertilisante (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O) élevées.

⇒ Près de **67 000 tonnes équivalentes** d'unités fertilisantes et neutralisantes.

## Teneurs en métaux lourds



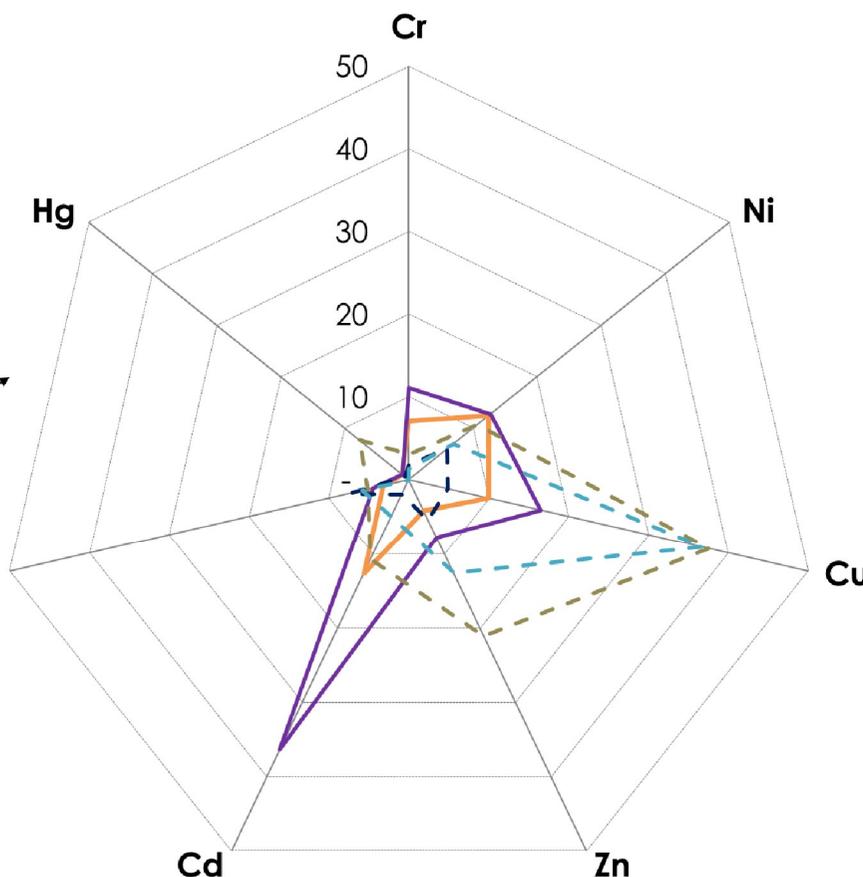
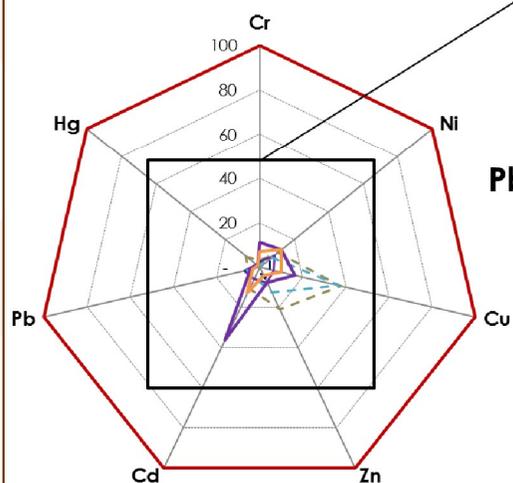
**Teneurs en ETM faibles**

Teneurs **plus élevées** dans les **cendres mixtes** et dans les **cendres multicycloniques**

# Les contraintes réglementaires et leur évolution



Paramètres	Arrêtés du 03 août 2018
Cr	1 000
Ni	200
Cu	1 000
Zn	3 000
Cd	10
Pb	800
Hg	10



- Cendres sous-foyer (CF) (ADEME, 2018-2019)
- Cendres mixtes (CM) compatibles avec l'épandage agricole (ADEME, 2018-2019)
- - Boues d'épuration épandues
- - Composts de déchets verts
- - Lisiers de porcs
- 100% des seuils de l'épandage

Source : INRA, Programme ESCo 2014

**Plus de 93 % des cendres sous-foyer (CF) et mixtes (CM) sont conformes** aux seuils réglementaires d'épandage agricole, dont :

- **100% des cendres sous foyer (CF),**
- **88% des cendres mixtes (CM).**

Le seul paramètre présentant une non-conformité est le cadmium.

**Dose d'épandage : 4 tMB/ha**

Immobilisation de 53 000 ha/an  
(0,4% des  
13 000 000 ha de terres arables)

# L'organisation de la filière de valorisation agricole

## Plate-forme de regroupement commune à plusieurs chaufferies



### Cadre réglementaire

#### ICPE 2910

(arrêtés déclaration, enregistrement et autorisation du 3 août 2018)

**ICPE 2716** (arrêté du 6 juin 2018 relatif au transit, regroupement et tri)

**ICPE 2791** (arrêté du 23 nov. 2011 relatif au traitement de déchets)

**ICPE 2780** (arrêté du 12 juillet 2011 relatif au compostage)

Conditions d'épandage encadrées par les **arrêtés « ICPE 2910 et ICPE 2716 »**

### Organisation fonctionnelle

Chaufferie 1    Chaufferie 2    Chaufferie n

*Transport*

**Réception et contrôle de la qualité des cendres « mixtes »**  
(CF et CM)

**Gestion par lot** (traçabilité),  
**Echantillonnage et Analyse**

*Reprise au chargeur*

**Mélange et Conditionnement**  
(mélange à un compost)

*Transport en bout de champ*  
*Epandage*

**Retour au sol agricole avec ou sans mélange**



Site de stockage couvert  
Prélèvements élémentaires sur chaque benne – Echantillon toute les 10 à 13 bennes (70 à 100 t.)



4 à 6 tonnes tous les 3 ans  
Plan d'épandage s'étend sur 400 à 500 ha en moyenne



# Le coût de la filière de valorisation agronomique

## Les charges d'investissement

### Achats de bennes (2 pour la rotation)

- 15 000 à 20 000 €HT par benne
- Ce poste est commun à tous les exutoires

### Hangar de stockage des cendres

- 300 €HT/m<sup>2</sup>
- 250 m<sup>2</sup> pour 700 t, soit environ 100 à 100 €HT/t MB par an

### Plan d'épandage

- Bureau d'études : 15 000 – 20 000 €HT (avec analyses de sol)

Plateforme de regroupement d'une capacité nominale de 700 t de cendres par an

## Les charges de fonctionnement

### Transport

- 250-390 €HT/rotation (30-100 km)

### Temps passé exploitant sur la plateforme

- Manutention, prélèvements et transfert vers sur la parcelle : 4 €HT/t MB
- Criblage : 7 €HT/ MB

### Epandage

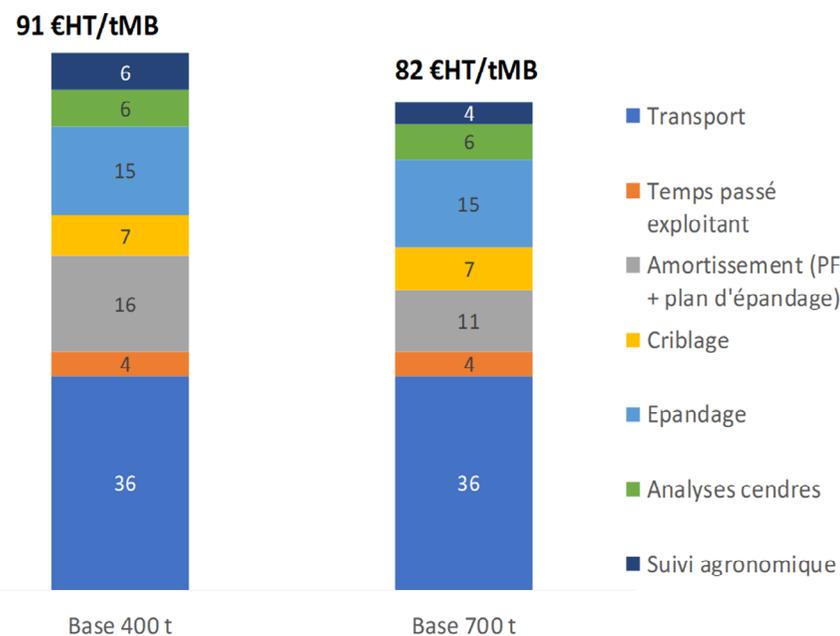
- Tracteur + Epandeur : 60 €HT/ha

### Suivi agronomique

- Bureau d'études : 2 500 à 3 000 €HT selon les sites

### Analyses cendres

- Agro + ETM : 250 €HT/analyse et 1 analyse pour 100 t
- [ Dioxines : 275 €HT/analyse]





# Le coût de la filière d'élimination des cendres

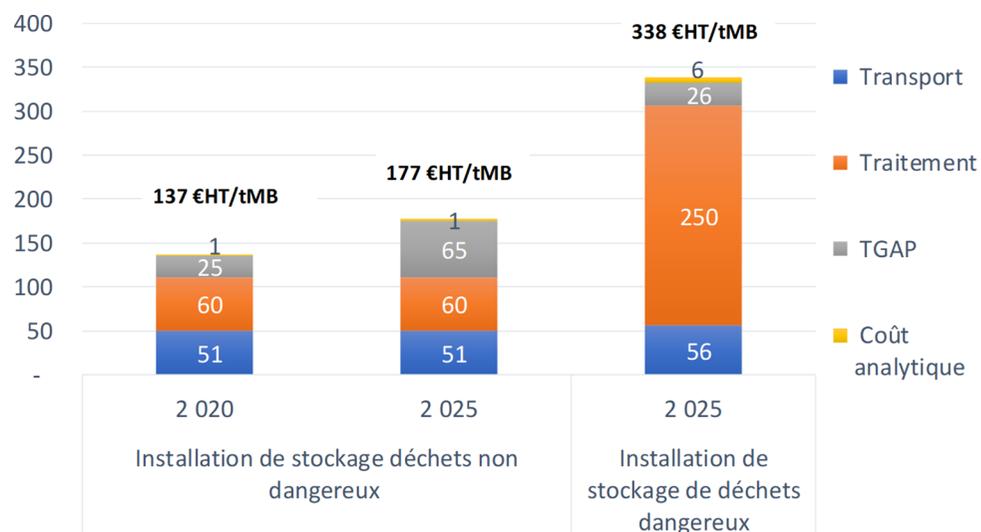
## Installation de stockage de déchets non dangereux

- Transport :** Coût supérieur à l'épandage en distance (300 à 500 €HT/rotation)
- Traitement :** Coût variable selon les régions (60-90 €HT/t, hors TGAP)
- TGAP :** 25 €HT/t en 2020 et évolution jusqu'à 65 € en 2025
- Coût analytique :** 1 analyse par an (comportement à la lixiviation : 200 €HT/analyse)

## Installation de stockage de déchets dangereux

- Achat des big-bag :** 10 à 17 €HT/ big-bag (400 à 600 kg/sac)
- Transport big-bag :** Evacuation à l'aide d'un camion plateau + grue (650 €HT/rotation)
- Traitement :** Coût variable selon les régions (250-350 €HT/t et selon nécessité de stabilisation ou non en fonction des résultats analytiques)
- TGAP :** 26 € en 2020 (pas d'évolution attendue)
- Coût analytique :** 1 analyse par an (comportement à la lixiviation : 200 €HT/analyse)

Le **stockage en décharge** sera environ **2 fois plus coûteux** que **l'épandage en agriculture** à l'horizon 2025





# Les enjeux de l'évolution réglementaire

## Conséquences sur la filière bois énergie

Chaudières existantes – Cendres en mélange  
217 200 t/an

Coût de gestion des cendres  
26 M€ HT/an France entière

non

Séparation du produit

oui

cas 1

217 200 t/an  
734 kg de Cd  
10,8 g Cd/ha

Décharge  
Déchets Non  
Dangereux (ISDND)

cas 2

Coût d'aménagement  
(séparation) : 70 M€

19 500 t/an  
477 kg de Cd

Décharge  
Déchets Dangereux  
(ISDD)

Coût d'exploitation en chaudière  
(hors amortissement)

cas 1 : 54 M€

cas 2 : 46 M€

+

Le **ministère** envisage d'**imposer** la **séparation des cendres multicycloniques et des cendres sous-foyer** en raison de leur contenu en Cadmium (Cd).

Il en résulte trois conséquences :

- **Conséquences financières** pour la filière **bois énergie** (+ 20 à + 28 M€/an, hors amortissement)
- **Conséquences financières** pour la filière **agricole** (+ 21 à + 44 M€/an)
- **Conséquences écologiques** par le déstockage du sous-sol de Cadmium enrichissant la biosphère

## Conséquences sur la filière agricole

**Produits commerciaux** d'origine minière substitutifs aux cendres (dolomie, potasse...)  
Apport 4,5 g Cd/ha

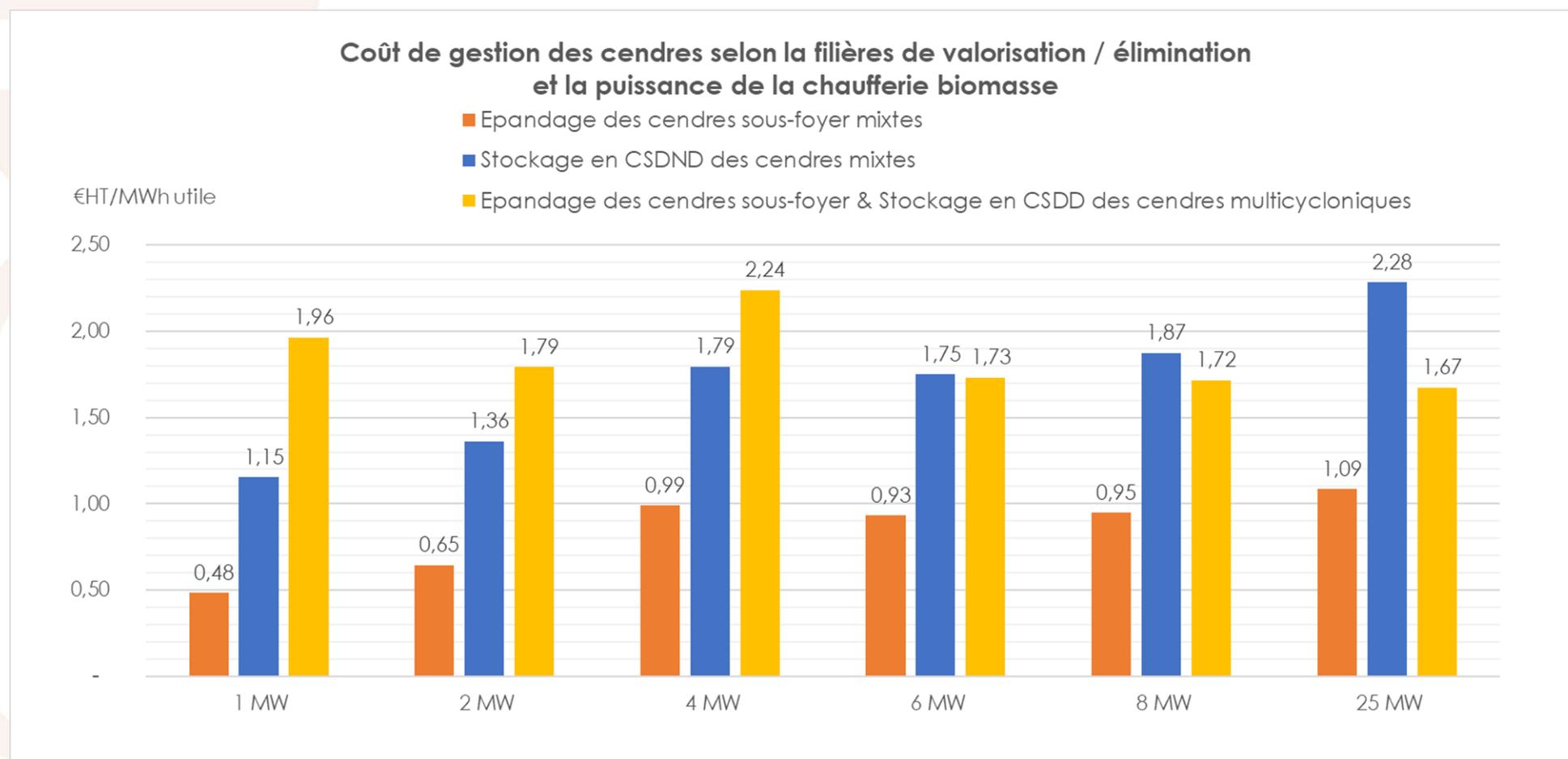
**Surcoût induits pour les agriculteurs**  
21 - 44 M€ HT



# Les enjeux de l'évolution réglementaire

**Augmentation de 150%** pour les chaufferies de très forte puissance **à 240%** pour les chaufferie de faible puissance du coût de gestion des cendres !

L'enfouissement en **décharge** est **moins coûteux** que la valorisation agronomique pour les chaufferies de **moins de 6 MW** !





# Merci de votre attention !

## CEDEN

CABINET D'ÉTUDES SUR LES DÉCHETS ET L'ÉNERGIE

S.A.S. au capital de 53 500 €uros

RCS Rouen 488 524 919 - N° TVA intracommunautaire : FR23488524919

Adresse électronique : [plumail@ceden.fr](mailto:plumail@ceden.fr) - téléphone : 02.35.12.44.77 - télécopie : 02.35.60.01.35

46, rue Raoul GLORIA – 76230 BOSI-GUILLAUME

