



Valorisation des cendres de bois

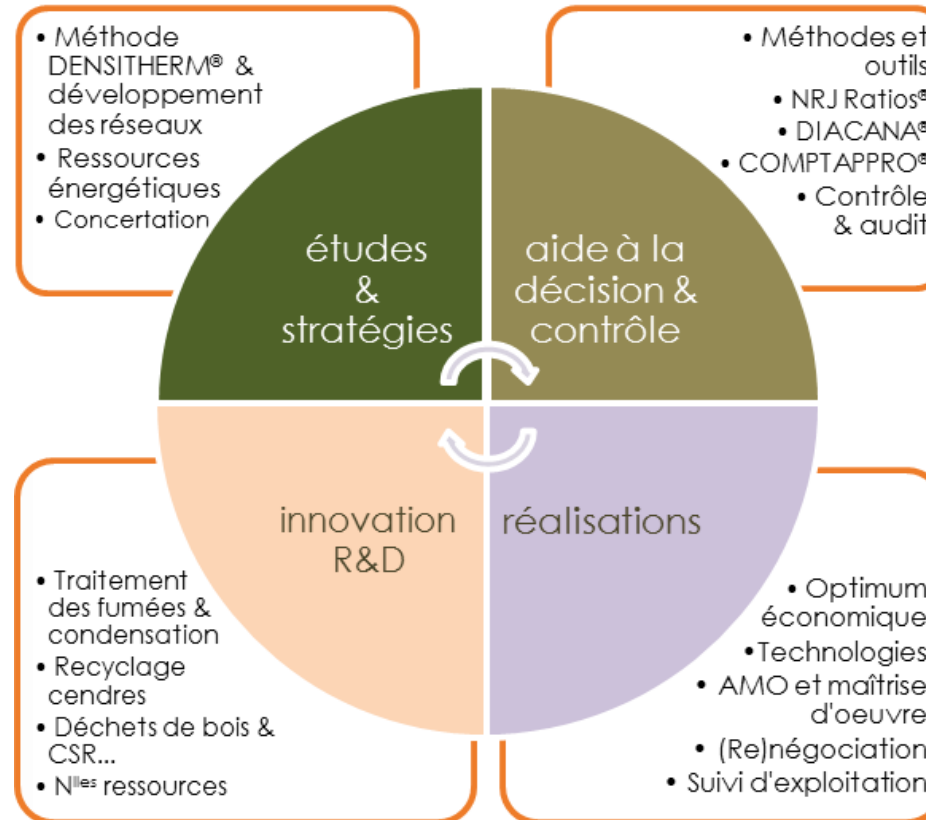
Caractéristiques des cendres

5 avril 2019

CEDEN

Cabinet d'études sur les
déchets et l'énergie
créé en 2006

**Spécialisé dans la
valorisation agro-
énergétique des ressources
naturelles**

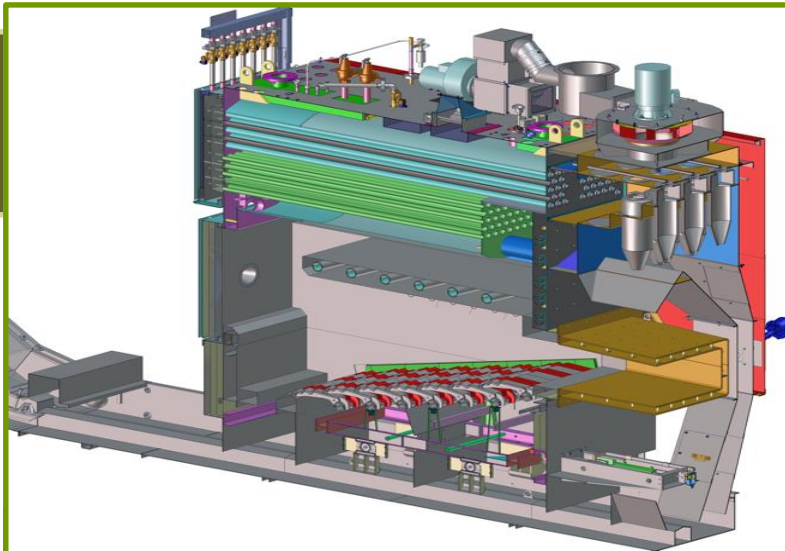


Références dans le domaine des cendres

- Plans d'épandage des cendres de biomasse en HN
- Dossier de déclaration 2716
- Mission de suivi des épandages depuis 2014 (en cours)
- Etat de l'art en Europe pour RECORD avec le LDAR
- Programme Ferticendres. Démarche d'autorisation de mise sur le marché (en cours)
- Pilotage du programme de caractérisation des cendres pour l'ADEME (en cours)
- Article sur la valorisation des cendres paru dans Bioénergie International en déc. 2018
- (Base de données de 300 analyses)

Les types de cendres

cendres volantes



Cendres sous foyer

Voie sèche
Faible et moyenne puissance

Voie sèche
Forte puissance

Voie humide
Forte puissance



Les quantités et proportions de cendres

⑩ Flux annuels

- ☞ 200 000 t de cendres sous foyer
- ☞ Projection 500 000 t d'ici 2023 (théorique)

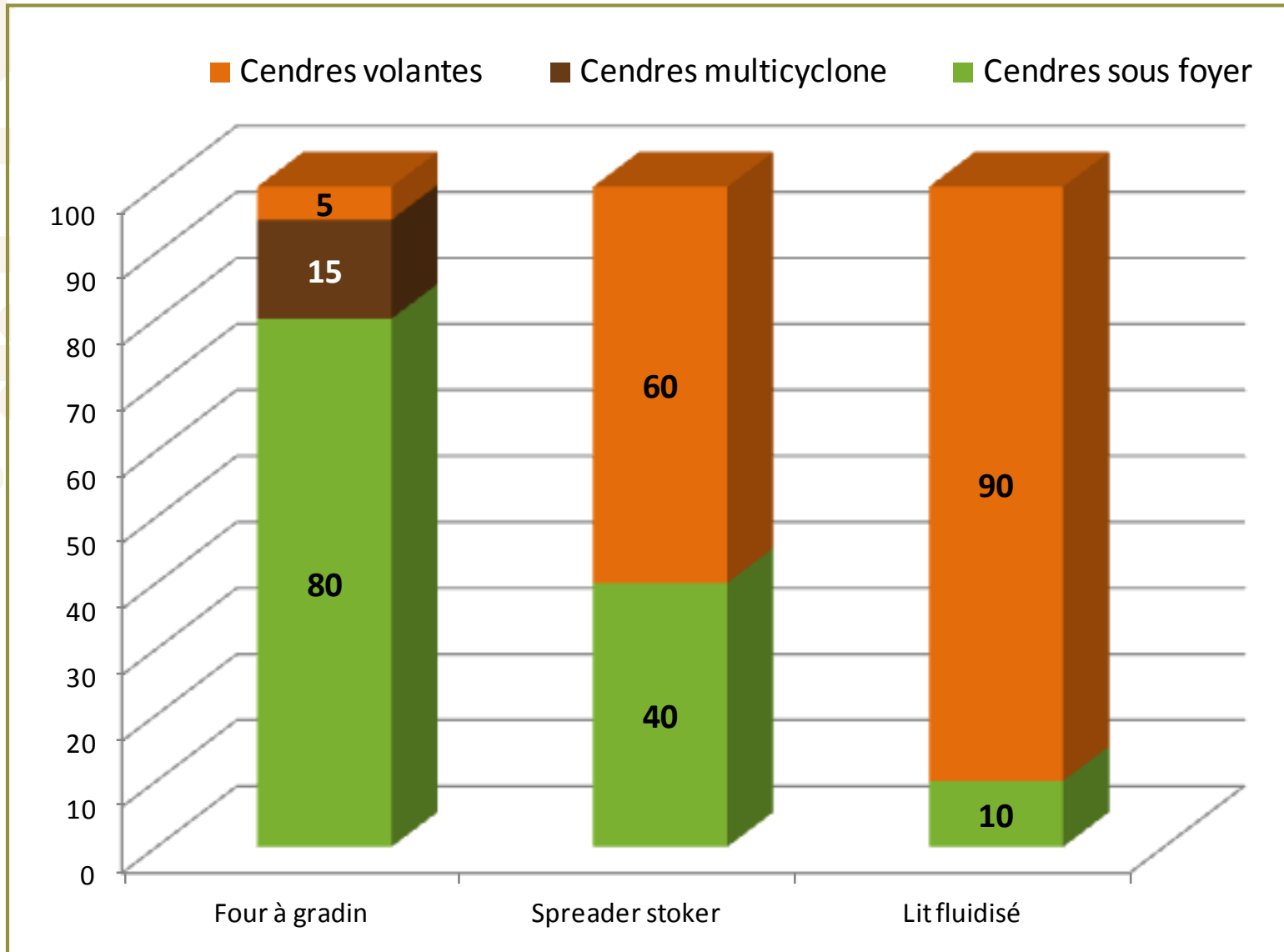
⑩ Proportions

Fraction cendres \ Type biomasse	Ecorce	Bois	Paille
Cendres sous foyer	75,0 - 85,0	70,0 - 90,0	80,0 - 90,0
Cendres cyclone	15,0 - 25,0	10,0 - 30,0	3,0 - 6,0
Cendres filtre	2,0 - 5,0	4,0 - 8,0	5,0 - 10,0
Poussières émises	0,1 - 2,0	0,2 - 3,0	0,2 - 1,0

Granulés et plaquettes blanches (sans écorces)	0,5%
Copeaux et sciures	0,5 à 1 %
Bois déchiqueté	1 à 3 %
Bois de rebut	0,5 à 2 %
Ecorces seules	4 à 10 %



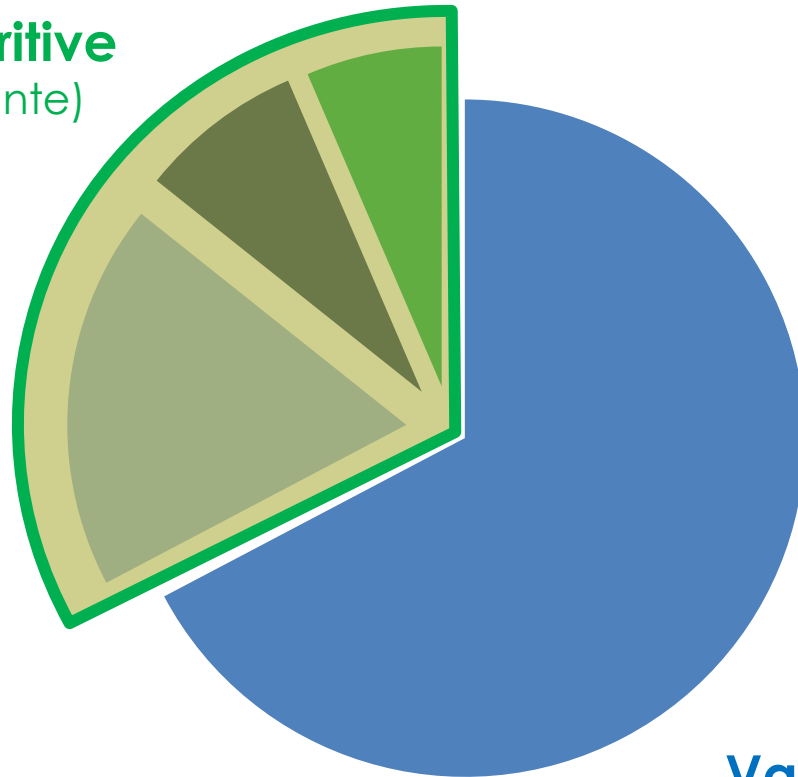
Cendres et technologies



Contenu en éléments nutritifs

⑩ Contenu en éléments nutritifs
(Kg/tonne de cendre)

Valeur nutritive
(pour la plante)

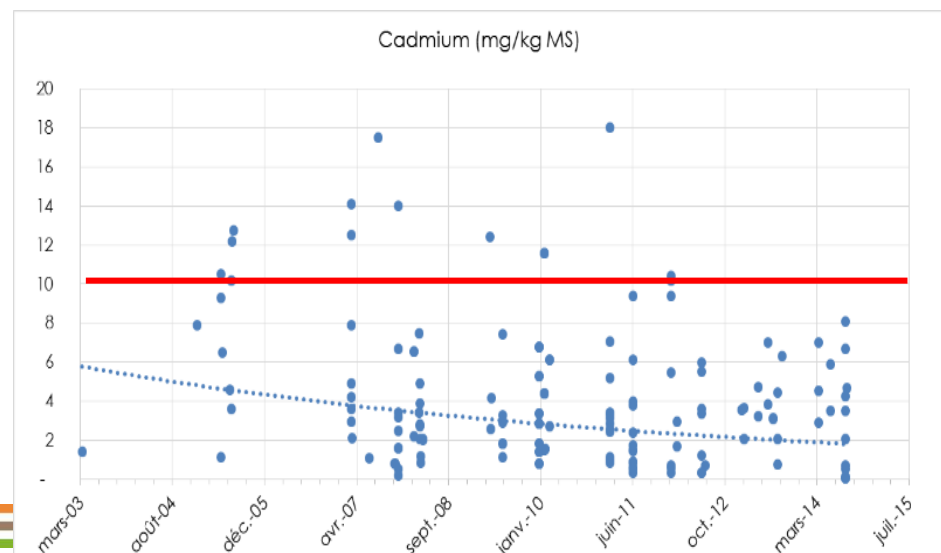
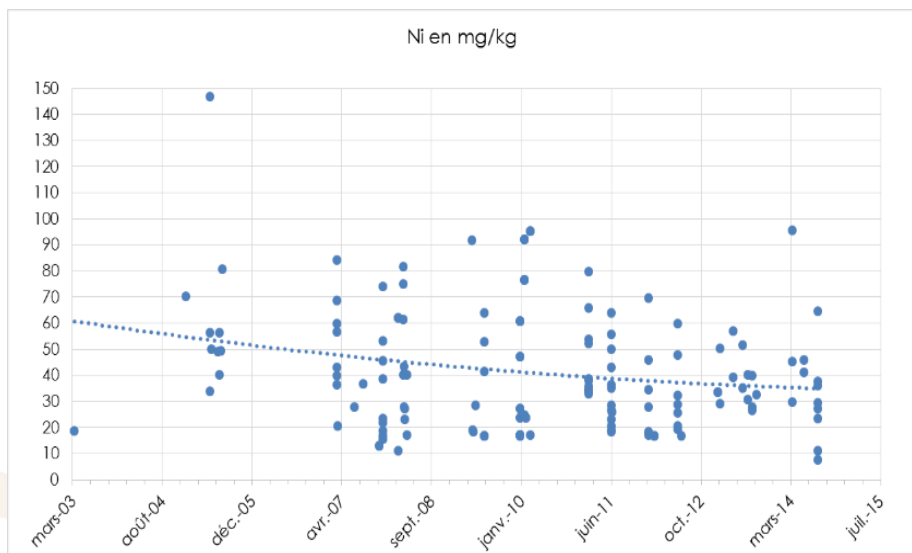
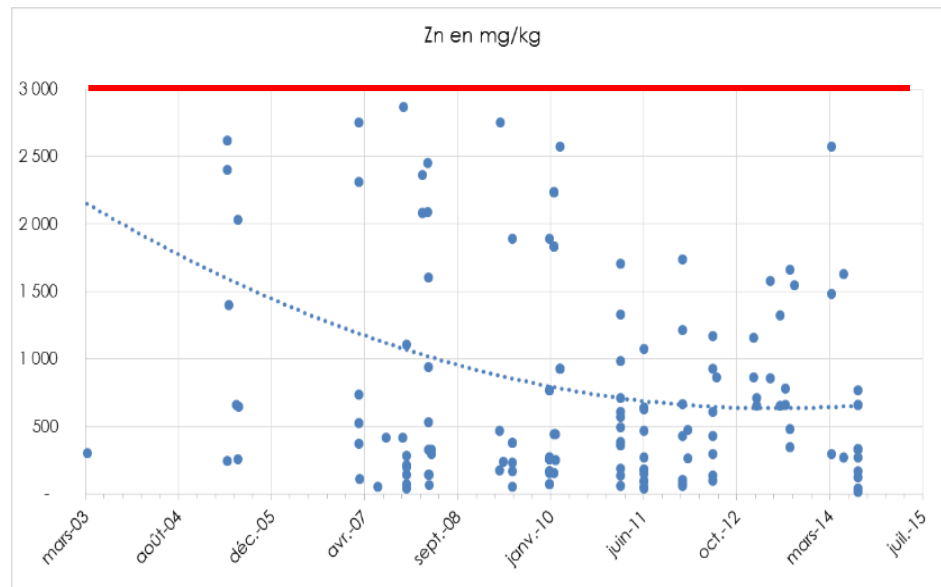
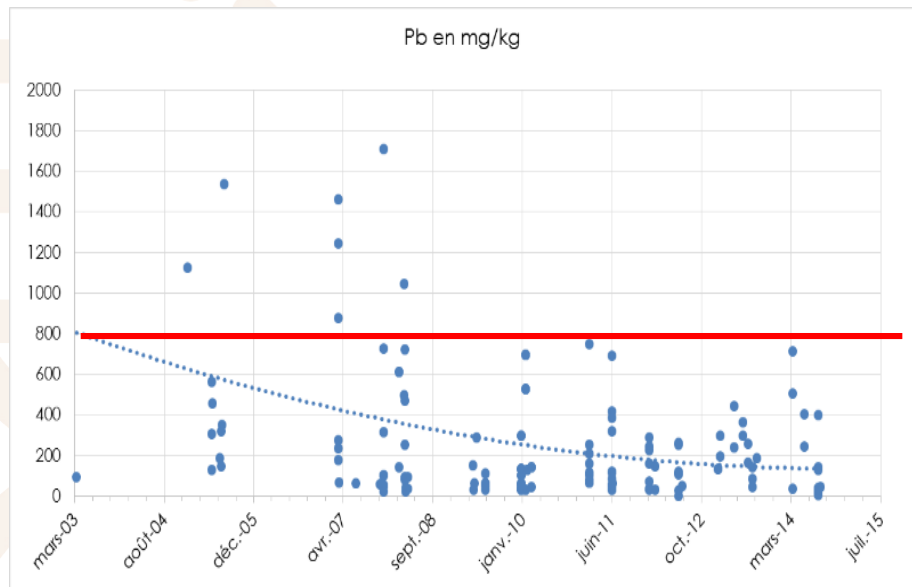


- CaO
- K2O
- MgO
- P2O5

Valeur neutralisante
(pour le sol)



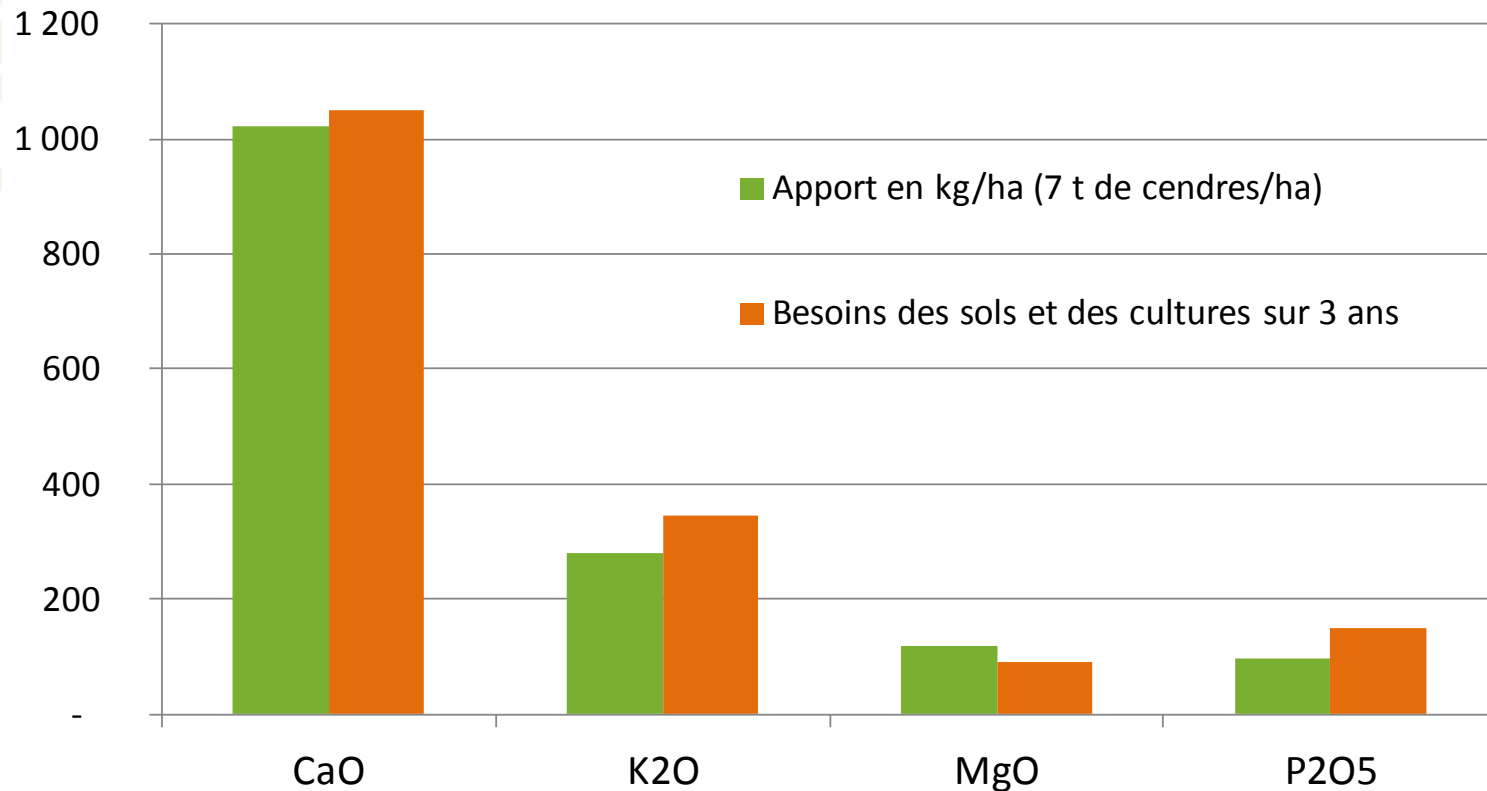
Une amélioration continue de la qualité des cendres



Retour au sol

⑩ Les enjeux du point de vue de l'agriculteur et de la profession en général

- Maintien ou redressement du pH des sols
- Impasses sur CaO, K, MgO



Retour au sol

⑩ Les enjeux du point de vue de l'agriculteur et de la profession en général

➤ Réduction des consommations d'engrais

- 50 000 t aujourd'hui, plus de 100 000 t demain
- Economie de 9 M€ aujourd'hui, 20 M€ demain

⑩ Les enjeux du point de vue des exploitants

☞ Aujourd'hui (épandage)

- ⑩ 90 % à 40 €/t
- ⑩ 10 % à 300-350 €/t

70 €/t

0,5 €/MWh

⑩ Les enjeux du point de vue de la collectivité

- ☞ 210 000 TEP et de 510 000 t éq-CO₂ sur 20 ans
- ☞ Réduction de l'enfouissement

Alternatives au retour au sol

⑩ Valorisation matière BATIMENT/MATERIAUX

- ∞ Production de clinker (ciment), comme matière première (Autriche et Pays-Bas uniquement)
- ∞ Production de briques en remplacement du sable (pratiqué en Autriche et Pays-Bas uniquement), incorporation à des céramiques
- ∞ Production de liants alternatifs (par exemple, les géopolymères)
- ∞ Production de granulats synthétiques par collage à froid
- ∞ Remplacement de sable dans les bétons non armés préfabriqués
- ∞ Incorporation dans des panneaux agglomérés (Unilin dans l'Est de la France)

Alternatives au retour au sol

- ⑩ TECHNIQUES ROUTIERES, remblaiement...
 - ∞ Modélisation/aménagement de décharges
 - ∞ Routes forestières (phase de démonstration en Autriche, Finlande et Suède)
 - ∞ Liant pour la stabilisation des sols dans la construction de la route, en remplacement de la chaux comme liant (phase de démonstration en Autriche, Finlande et Suède)
 - ∞ Aménagements paysagers (murs, remblais, collines, remblaiement)
 - ∞ Stabilisation des déblais de dragage



Alternatives au retour au sol

- ⑩ Retour en forêt
- ⑩ Incorporation comme charge minérale
 - ☞ Les peintures, les matières plastiques, les mélanges bitumineux
- ⑩ Adsorbants
 - ☞ Charbon actif
- ⑩ Extraction de métaux/séparation des éléments fertilisants (années 2000)
 - ☞ Danemark (méthode électrodialytique)
 - ☞ Finlande (l'usine de cogénération de Keljonlahti)
- ⑩ Extraction des éléments fertilisants (années 2000)
 - ☞ Danemark (KOMUNNEKEMI, DONG Energy's)
- ⑩ Sols artificiels (en cours)
 - ☞ Norvège (sols artificiels des cultures sous serres notamment)

Alternatives au retour au sol

⑩ De manière générale, difficultés liées à

∞ Dispersion des flux

∞ Variabilité : appro, techno, additifs...

∞ Qualité des cendres : imbrulés COT, caractères non pouzzolanique (silicates d'alumines), chlorures, chaux vives, métaux lourds, granulométrie...

∞ Réglementation

→ Favorise les très grosses installations industriels

∞ Programmes de R&D : CERACENDRES, PLASTICENDRES, RESPIRE, BIOCOMBUST, VALOCENDRES, Plateforme phosphore, Essais NORSKE SKOG