

Valorisation de la phytoextraction : du nickel biosourcé dans les méthaniseurs

Dans le monde, près de 3% des sols sont dits ultramafiques car très riches en nickel et ne permettent pas une production agricole classique. Toutefois, l'agromine permet de valoriser ces sols par le biais de plantes hyperaccumulatrices de nickel comme *Odontarrhena chalcidica*. La méthanisation est un débouché nouveau du Ni biosourcé. Ce procédé semble être une solution durable pour la valorisation des sols ultramafiques et permettrait de répondre à des enjeux agronomiques et énergétiques.

I- L'utilisation du Ni : agromine et méthanisation

Les sols ultramafiques

Figure 1 – Les différentes régions du monde où les sols sont naturellement riches en Nickel (1- Californie; 2- Caraïbes; 3- Europe méditerranéenne; 4- Tanzanie, Zimbabwe, Mozambique; 5- Asie du Sud-Est; 6- Ouest de l'Australie; 7- Îles Fidji)

En Europe, la culture d'*O. chalcidica* se développe en tant que moyen de valorisation des sols ultramafiques. Ailleurs, certains de ces sols délaissés constituent un marché potentiel pour le développement des plantes hyperaccumulatrices.

Phytoextraction et valorisation des produits biosourcés

Les procédés d'agromine **coûteux** pourraient être remplacés par une filière méthanisation faisant suite à la phytoextraction déjà pratiquée.

Il existe deux voies de transfert racinaire du Ni :

- Voie apoplasmique (rouge)
- Voie symplasmique (bleu)

1. Phytoextraction

2. a) Agromine
La combustion des plantes puis des traitements chimiques permettent d'extraire le Ni.

2. b) Méthanisation

Des enzymes clés utilisent le Ni en tant que cofacteur

Hydrolyse
↓
Acidogénèse
↓
Acétogénèse
↓
Méthanogénèse

Archée méthanogène :
Monoxyde de carbone déshydrogénase
 $CH_3COOH = CH_4 + CO_2$

Production d'énergie (biogaz) et d'amendement organique (digestat)

II- Les différentes voies de valorisation de la culture d'*O. chalcidica* en méthanisation

Culture d'*O. chalcidica*

Légende – Trois scénarios étudiés pour l'utilisation du digestat, issus de l'étude de faisabilité :

- Théorique : extraction de Ni solide à partir du digestat (en Recherche & Développement) et extraction d'ammoniac gazeux ($NH_3(g)$) permettant une fertilisation azotée
- Irréalizable (volume de digestat à épandre trop important): épandage de la totalité du digestat riche en Ni^{2+} sur la culture d'*O. chalcidica*
- Réalizable : épandage du digestat riche en Ni^{2+} sur les cultures de maïs énergie

III- L'utilisation d'*O. chalcidica* en méthanisation : un meilleur système ?

Phytoextraction vs. mines classiques

- Un paysage et une biodiversité préservés
- Un transport moins coûteux en énergie et un produit adapté à la méthanisation

Agromine vs. Méthanisation

- Suppression des processus de transformation coûteux en énergie
- Production d'énergie renouvelable

Ni biosourcé (via combustion et hydrométallurgie)

Energie (via méthanisation)

Digestat (via méthanisation)

Conclusion

La valorisation en méthanisation de la biomasse issue de la phytoextraction du Ni par *O. chalcidica* permet, tout comme l'agromine, de valoriser ces sols délaissés. En effet, les coûts d'obtention de Ni pour les méthaniseurs sont inférieurs à ceux des mines classiques productrices de poudres enrichies en Ni. De plus, il est possible que ce marché rencontre moins de difficultés que celui du Ni biosourcé issu de l'agromine, qui nécessite des processus de transformation complexes et coûteux. Enfin d'un point de vue environnemental, cette filière est plus bénéfique que ces concurrents miniers ou en agromine.