

TECHNOLOGIE REM

BIOREMÉDIATION DE SITES PRÉSENTANT UNE FORMATION INCONTRÔLÉE DE MÉTHANE

Brevet IT n° 0001393404 — Procédé visant à réduire la production et les émissions de méthane provenant des décharges et des sites de valorisation des déchets

► LES PROBLÉMATIQUES

Les anciennes décharges, ainsi que les sites de réhabilitation utilisant des boues de charbon non traitées, peuvent être à l'origine d'émissions et de productions incontrôlées de biogaz, entraînant des émissions diffuses dans l'atmosphère, parfois pendant des années.

La technologie REM (Bioremédiation des sites présentant une formation incontrôlée de méthane) a été spécifiquement développée pour résoudre un cas concret : un site de réhabilitation environnementale contenant des boues d'épuration qui ont provoqué une production incontrôlée de méthane. Ce rejet incontrôlé de méthane a généré des conditions hautement dangereuses, avec un risque réel d'explosion.

Dans ce cas, des boues de papeterie avaient été utilisées pour la réhabilitation environnementale (conformément à l'opération R10 « épandage sur le sol au profit de l'agriculture de boues issues de l'industrie papetière » — valorisation de matières, en particulier de matières organiques) selon le décret ministériel du 5 février 1998.

Grâce à ces activités, le comportement variable des boues de papeterie a pu être analysé et vérifié :

- Elles sont **stables** dans des conditions aérobies.
- Elles sont **instables** dans des conditions anaérobies, présentant une production élevée de biogaz (elles sont d'ailleurs actuellement exploitées pour ce haut potentiel biochimique de méthanisation afin de produire de l'énergie).

Ces mêmes conditions de dangerosité peuvent également se présenter dans le cas d'anciennes décharges non « confinées », où la production de méthane est résiduelle et difficilement exploitable, mais doit néanmoins être surveillée attentivement, en particulier si elles ne sont pas équipées de systèmes de captage du biogaz.

L'entreprise **ADA** a acquis la technologie REM, qui a constitué une solution décisive pour ce site spécifique.

Applications préventives de la technique :

À titre de mesure préventive, cette technique peut être appliquée avec succès à :

- La conception innovante de bassins de rétention environnementaux (R10), utilisant des boues de charbon comme méthode innovante et sûre de récupération de la biomasse.

- Le stockage temporaire des déchets, en amont de leur mise en décharge, afin de réduire drastiquement les émissions de méthane.

► ASPECTS INNOVANTS ET AVANTAGES CONNEXES

(Par rapport aux technologies les plus courantes)

La technologie REM est une solution de bioremédiation innovante et à faible impact environnemental visant à réduire les émissions de méthane et les conditions de dangerosité. Elle s'applique aux bassins de rétention environnementaux contenant des boues de carrière, afin d'éliminer ou de prévenir les situations de risque en cas de production incontrôlée et de migration de biogaz/méthane.

Il s'agit d'une technologie de **bioremédiation *in situ***, dotée de biosystèmes catalytiques, basée sur l'utilisation d'un compost conçu sur mesure et d'enzymes cellulolitiques.

La technique REM présente un double intérêt, à la fois environnemental et économique : elle ne nécessite **ni l'enlèvement des boues d'épuration, ni l'utilisation d'eau ou d'électricité** pendant toute sa durée de fonctionnement.

Principaux avantages attendus :

- Réduction significative de l'impact sonore et visuel.
- Atténuation efficace des émissions diffuses de méthane.
- Réduction drastique des coûts d'exploitation.
- Remise en état et réhabilitation accélérées du site.

► ACTIVITÉS RÉALISÉES

La technologie REM a été développée et appliquée pour la première fois sur une ancienne carrière d'argile à **Imola (BO)**, où 60 000 tonnes de boues de papier ont été valorisées pour la remise en état environnementale d'un site d'environ 49 000 m². Une ferme adjacente au site avait été directement touchée par des explosions dues à la migration souterraine de biogaz. L'intervention REM a ainsi permis la réhabilitation agricole complète du site.

La réalisation de cette intervention d'envergure a donné lieu à une large collaboration multidisciplinaire entre :

- **Entreprises privées** : AMEK (spécialisée dans la production d'enzymes) et APICE.
- **Universités et organismes de recherche** : ENEA, Université de Bologne (DICMA - Département d'Ingénierie).
- **Structures publiques et de contrôle** : ArpaE, municipalité d'Imola, et l'Azienda USL d'Imola.

✓ RÉSULTATS MAJEURS OBTENUS

- **Plan de surveillance multi-phase** : Élaboration d'un projet d'intervention où les actions de remédiation ont été complétées par un plan de surveillance rigoureux des phases solide, liquide et gazeuse, permettant d'évaluer l'efficacité des opérations en temps réel malgré la forte hétérogénéité du terrain.
- **Système de traitement spécifique au site** : Création d'une discontinuité physique grâce à l'introduction d'un compost spécial à faible densité et riche en micro-organismes capables de dégrader la matière cellulosique (compost « conçu sur mesure »), ayant permis :
 - La **réduction progressive de la concentration de CH₄** (diminution de 50 % de la concentration moyenne en l'espace de 14 mois) en parallèle avec un **doublment de la concentration moyenne en O₂** sur la même période.
 - La **réduction de plus de 70 % de la durée de vie de la source** en 14 mois, comme le démontrent les mesures du potentiel biochimique de méthanisation (BMP) des boues du site.
- **Prévention des surpressions** : Mise en place d'un réseau de biofiltres composés du compost sur mesure, assurant le drainage passif du biogaz et la bioconversion du CH₄ en CO₂ lors de son passage du fond vers la surface.

Ce système de traitement s'inscrit pleinement comme une pratique d'**économie circulaire**, valorisant des sous-produits/déchets pour formuler un compost technique adaptable à d'autres typologies spécifiques de remédiation de sols contaminés.

► FORMATION ET RECHERCHE

Les activités expérimentales et de terrain ont été menées en synergie étroite avec des actions de formation académique. Dans le cadre de ce projet, plusieurs mémoires de master ont été soutenus à l'Université de Bologne, contribuant à la documentation et à la validation scientifique du procédé.

Références académiques et ressources :

- Exemple de recherche : https://amslaurea.unibo.it/619/1/ruffilli_claudia_tesi.pdf
- Portail des thèses : <https://amslaurea.unibo.it/1488/>