

MÉTHANISATION OU DIGESTEUR, CE QU'IL FAUT SAVOIR

La méthanisation organique est également nommée bio-méthanisation, voir digestion anaérobie.

Ce processus anaérobie, (sans oxygène) dégrade la matière organique, cette fermentation produit un biogaz notamment du méthane (CH_4) également du dioxyde de carbone (CO_2).

Le produit final après élimination du CO_2 sera du Bio-méthane et utilisé pour produire de l'énergie notamment de l'électricité.

CE QU'IL FAUT SAVOIR POUR EXEMPLE :

Lorsque l'on transporte dix tonnes de déchets organique pour la méthanisation, il faut charger un camion pour ce transport.

À cela s'ajoute un chauffeur, pour le charger, le décharger et des employés dédiés à ces tâches, cela présente **un coût important** (loin d'être négligeable).

OPÉRATION :

Première étape : on va donc décharger ces dix tonnes dans le méthaniseur, puis extraire du gaz méthane de ce méthaniseur, ce n'est pas du méthane pur, voire très impur à la production d'énergie. Ce biogaz (CH_4) est principalement composé pour 50 % de méthane mais également 25 % de dioxyde de carbone (CO_2) il reste les impuretés à éliminer, notamment du Sulfure d'hydrogène (H_2S) un gaz extrait toxique également corrosif pour les installations et sa combustion provoque la production de dioxyde de soufre (SO_2) une importante pollution atmosphérique et d'un PH très acide.

Produire de l'électricité (cogénération) ou autre par exemple ne peut se faire sans une filtration efficace et coûteuse. Cette filtration coûte très cher, pratiquement l'équivalent, voire même plus d'un kilowatt heure d'électricité (cogénération) fournie par EDF.

Troisième étape : Ensuite, il faut extraire du méthaniseur les déchets organiques, équivalent à 60 à 80% de déchets restants dans le méthaniseur. Une grande partie de la matière organique ne sera pas dégradée et produira des lixiviats également difficile à traiter.

Quatrième étape : il faut recharger un camion pour un retour vers l'élimination, soit par enfouissement ou incinération. Il va donc falloir les traiter ou les incinérer. Cela représente un coût de traitement est extrêmement élevé. Beaucoup d'éleveurs en France ont abandonné la méthanisation, la jugeant peu rentable et polluante.

Ce procédé n'est pas très écologique, comparé **au compostage biologique**, qui est la voie vers l'avenir.



LES MÉFAITS DE LA MÉTHANISATION

Bien que la méthanisation soit une solution pour valoriser les déchets organiques et produire du biogaz, elle comporte plusieurs risques et inconvénient :

Impacts environnementaux :

de Pollution des sols et des eaux : Le digestat (varies considérablement en fonction des intrants ainsi nous pouvons affirmer le digestat issu de la méthanisation peut contenir des nitrates, des métaux lourds, des antibiotiques ou des micro-plastiques, risquant de contaminer les nappes phréatiques et les sols.

Émissions gaz à effet de serre : Le méthane (CH₄) gaz produit par la méthanisation, a un pouvoir de réchauffement global 28 fois supérieur à celui du CO₂. Des fuites peuvent annuler les bénéfices environnementaux attendus.

Nuisances olfactives : Les installations génèrent des odeurs importante et désagréables pour les riverains.

Risques d'accidents : Incendies, explosions ou débordements de méthaniseur ont été recensés, avec des conséquences graves comme la pollution de cours d'eau.

PRESSION SUR LES TERRES AGRICOLES :

Cultures dédiées : Pour alimenter le méthaniseur, certaines exploitations privilégient des cultures énergétiques (comme le maïs), au détriment de cultures alimentaires, ce qui peut aggraver la compétition foncière et nuire à la sécurité alimentaire.

Perte de traçabilité : L'agrandissement des installations peut entraîner l'acceptation d'intrants mal maîtrisés, augmentant les risques de pollution

LES COÛTS DE LA MÉTHANISATION

Coûts d'investissement

Installation coûteuse : La mise en place d'un méthaniseur nécessite des investissements lourds en infrastructures, équipements et expertise technique.

Maintenance et exploitation : Les frais d'entretien sont élevés et constants, incluant la gestion des intrants, le suivi du digestat et la sécurité des installations

Rentabilité incertaine

Dépendance aux subventions : Sans aides publiques, la rentabilité est difficile à atteindre, surtout pour les petites exploitations agricoles.

Fluctuations du marché de l'énergie : Les revenus issus de la vente de biogaz peuvent varier, rendant les projets économiquement fragiles.



IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DE LA MÉTHANISATION

1. Changement climatique

2. **Effet positif** : La méthanisation permet de réduire les émissions de gaz à effet de serre en valorisant les déchets organiques et en produisant du biogaz, substitut aux énergies fossiles.
3. **Effet négatif** : Des fuites de méthane (CH_4), gaz 28 fois plus puissant que le CO_2 , peuvent survenir lors du stockage ou du transport, annulant les bénéfices climatiques si mal maîtrisés.

2. Émissions atmosphériques

Particules fines et ammoniac : Le stockage et l'épandage du digestat, libère des particules fines et de l'ammoniac, nuisibles pour la qualité de l'air.

Protoxyde d'azote (N_2O) : Ce gaz à effet de serre peut être émis lors de l'épandage du digestat, surtout si les pratiques agricoles ne sont pas optimisées.

ACCEPTABILITÉ :

Les odeurs liées à la méthanisation est souvent dépendante de la mauvaise gestion, également en surdosage des épandages inapproprié et entraînant de l'azote, nitrates et autres, vers la nappe phréatique mais aussi le méthane dans l'atmosphère créant une nuisance olfactive très importante voir insoutenable pour les riverains.

Le digestat reste volumineux ce qui pose souvent un grand problème **de stockage** puis de transport. Le digestat reste un déchet et soumis à de nombreuses analyses avant l'épandage.

3. Pollution des eaux

Eutrophisation : L'épandage excessif du digestat, riches en azote et phosphore peut entraîner la prolifération d'algues dans les milieux aquatiques, perturbant les écosystèmes.

Nitrates : Risque de contamination des nappes phréatiques si le digestat est mal ou épandus en période inappropriée.

4. Épuisement des ressources

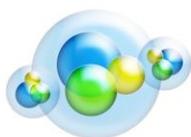
Ressources énergétiques : La méthanisation réduit la dépendance aux énergies fossiles, mais consomme de l'électricité pour le fonctionnement des installations.

Ressources minérales et métalliques : Les équipements nécessaires à la méthanisation (cuves, pompes, capteurs) mobilisent des matériaux non renouvelables.

5. Santé des sols

Digestat : Bien que riches en nutriments, le digestat peut appauvrir la matière organique labile du sol, essentielle à sa fertilité à long terme.

Cultures dédiées : L'utilisation de cultures énergétiques (comme le maïs) peut réduire la biodiversité et augmenter l'usage d'intrants chimiques.



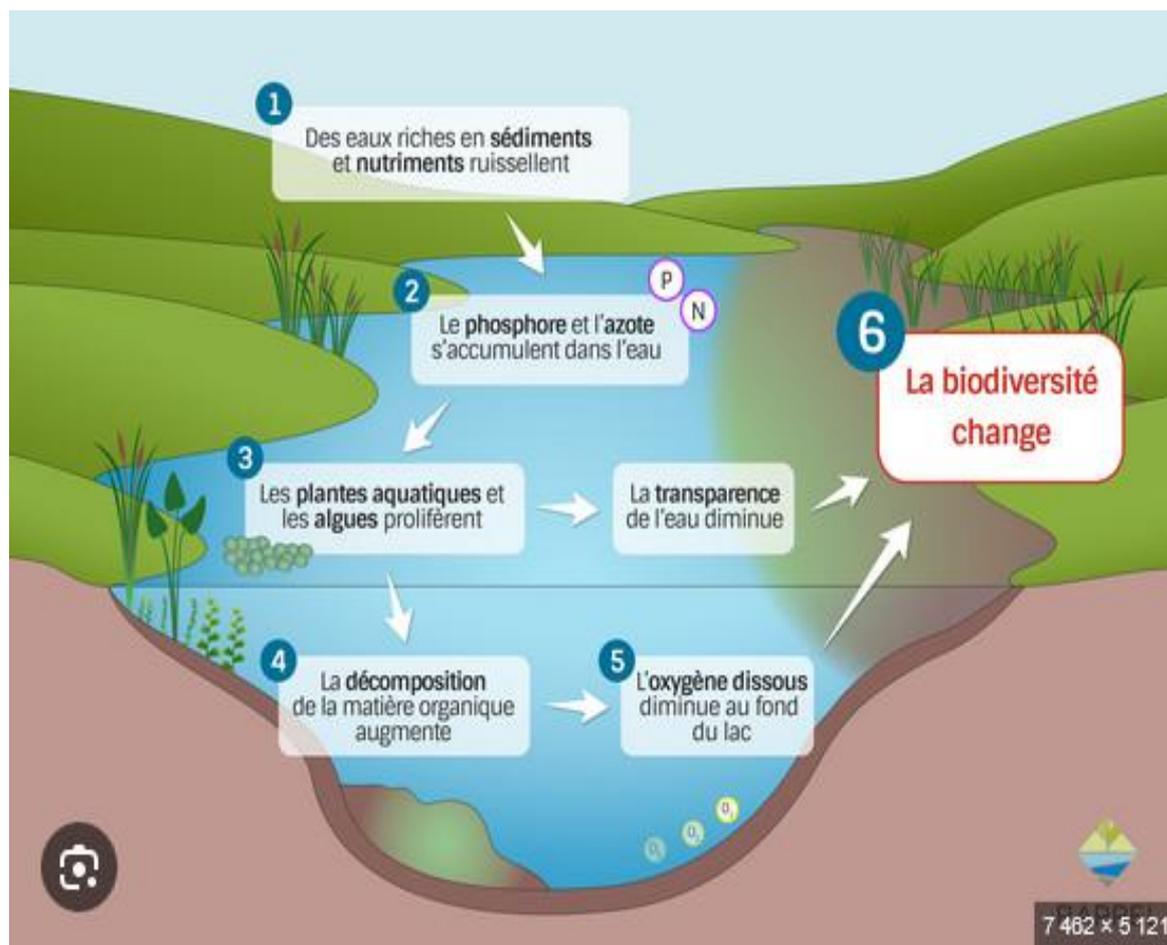
6. Risques sanitaires

Pathogènes : Certains substrats (déjections animales, déchets d'abattoirs) peuvent contenir des germes pathogènes. Des traitements thermiques (pasteurisation, digestion thermophiles) sont nécessaires pour les neutraliser.

Odeurs et nuisances : Les installations peuvent générer des nuisances olfactives, surtout lors du transport ou de l'épandage du digestat.

7. Pour limiter les impacts, il faut:

- Couvrir les cuves de stockage pour éviter les émissions gazeuses.
- Utiliser des outils d'épandage adaptés pour limiter les pertes d'azote.
- Introduire des **cultures intermédiaires à vocation énergétique (CIVE)** pour améliorer la couverture des sols et réduire les risques de ruissellement.
- Respecter les normes de gestion du digestat pour éviter la pollution des sols et des eaux.





LE SÉCHAGE DES DÉCHETS ORGANIQUES

1. PRÉSENTATION DES SÉCHEURS :

Un sécheur est une machine souvent d'origine étrangère commercialisée en France par différents revendeurs (**notamment la Chine et l'Inde**) pour être implantée chez les producteurs de biodéchets (généralement une grande surface alimentaire ou en restauration, les cantines etc.)

Ce dispositif de séchage de déchets organiques, comporte une cuve et muni d'un d'arbre de brassage, la montée en température est faite par un bain d'huile chauffée à température élevée par une résistance électrique.

Les biodéchets (des déchets alimentaires, qui peuvent être de toutes origine organique, également d'origine animale, ils sont introduits en séquence dans la cuve de malaxage.

Un flux d'air est forcé au travers du réservoir et condensé en sortie. Ce flux d'air peut être en circuit ouvert (filtré et rejeté à l'extérieur) ou recyclé en continu.

Les condensats liquides, qui peuvent être chargés en pollution organique, sont généralement rejetés au réseau d'eaux usées (si conformes avec la convention de rejet de l'établissement).

La capacité de ces sécheurs varie de 20 kg à 25.000 kg/jour Le temps de séchage est de minimum 72 h selon la quantité et l'humidité des déchets à traiter.

Les sécheurs ne nécessitent pas en complément des biodéchets d'apport de matériaux, par exemple de supports carbonés (morceaux de bois, cartons...) à mélanger aux biodéchets comme c'est le cas pour les électro-composteurs.

Les biodéchets introduits **doivent être le plus souvent débarrassés** préalablement de leur emballage, des gros os et de tout ce qui pourrait bloquer les arbres de brassage.

Certains équipements de plus grosse capacité acceptent les déchets avec leur emballage, mais il faudra alors séparer les emballages en sortie avant une méthanisation ou un compostage ultérieur. Les sauces (mayonnaise, vinaigrette ...) ne peuvent être admises qu'en quantité limitée, les graisses ne séchant pas ou mal et générant des odeurs.

2. STATUT DU RÉSIDU SORTANT :

Le **résidu sortant, reste réglementairement un déchet** : le déchet n'est pas composté, ni transformé ; il n'est que séché. Il n'est donc pas **légal en épandage**, hors d'une procédure administrative de plan d'épandage. Un agriculteur ne pourra donc pas l'utiliser directement sur ses espaces verts.



Le **séchage n'est qu'un prétraitement, et non une valorisation**. Cela ne permet pas à lui seul et au gros producteur de se mettre en conformité avec l'obligation réglementaire de valorisation des biodéchets. Le séchage peut par contre être suivi d'une valorisation par compostage (traitement précédé éventuellement d'une méthanisation).

En effet, pour que le résidu séché devienne un « produit » au sens réglementaire, il faut qu'il subisse un compostage complémentaire (sur une plate-forme agréée si présence de sous-produits animaux).

Un compost conforme doit obtenir la norme Afnor NFU 44-051 (le digestat de méthanisation ne faisant pas encore l'objet d'une norme d'application obligatoire, la méthanisation ne permet pas de fabriquer un "produit" au sens de la réglementation).

Si les biodéchets contiennent des sous-produits animaux de catégorie 3, ce qui est systématiquement le cas en grande distribution alimentaire et en restauration (anciennes denrées alimentaires animales ou d'origine animale et déchets de cuisine et de table), ils ne peuvent être valorisés qu'après une hygiénisation sur une plate-forme de compostage (ou de méthanisation avec post-compostage) ou transformés en usine de fabrication d'engrais bénéficiant d'un agrément sanitaire.

La réglementation européenne relative aux sous-produits animaux ne définit pas le séchage à la production comme un traitement hygiénisant s'il est pratiqué hors d'une installation bénéficiant d'un agrément sanitaire.

La température pour l'hygiénisation, est dans le réservoir 70° pendant 1 heure au minimum, la granulométrie des déchets n'est pas toujours inférieure à 12 mm.

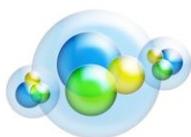
Une hygiénisation peut être admise uniquement sur un site de traitement, lequel aura reçu un agrément sanitaire pour traiter des sous-produits animaux de catégorie 3.

S'il n'y a pas de maturation aérobie (compostage), il faut alors une transformation en usine agréée (comportant notamment une stérilisation.)

L'agrément doit être demandé et est propre à une installation. Cet agrément implique notamment une « marche en avant » des matières, sans laquelle une nouvelle contamination apparaît possible, et une traçabilité « amont » et « aval », et d'autres procédures qui semblent complexes à appliquer en restaurant ou en commerce alimentaire.

Le résidu séché peut faire l'objet d'un compostage de proximité sur le site du producteur de biodéchets (si ce site est privé et ne reçoit pas de public) pour de « faibles » quantités (le compost obtenu est alors épandable sur site sans plan d'épandage) :

Ce seuil maximum de tonnage de seuls déchets de cuisine et de table pour déroger à l'obligation d'agrément sanitaire devrait être défini prochainement par le Ministère de l'Agriculture (l'arrêté ministériel est en relecture).



Il est possible de cribler le résidu séché en sortie pour n'orienter vers le compostage que la fraction fine, le refus (petits os, emballages ...) étant rejeté avec les déchets en mélange.

Par ailleurs, le brûlage du résidu séché dans des chaufferies est interdit, qu'il soit ou non incorporé à des granulés de bois et le gros producteur soumis à obligation de tri des biodéchets, ne peut évidemment pas faire collecter le résidu séché en mélange avec les ordures ménagères.

3. LE PRINCIPAL AVANTAGE DU SÉCHAGE EST LOGISTIQUE

Il reste que les sécheurs présentent des avantages d'ordre logistique et économique : les sécheurs sont peu encombrants, le résidu séché perd environ 80% de son poids et 50% de son volume, il est relativement stable, sans nuisances olfactives, peut être collecté une seule fois par semaine, voire moins souvent (si cela est permis par la réglementation relative à l'activité professionnelle concernée, lorsque les déchets en restent proches).

Avant d'acheter un sécheur, une étude économique préalable est toutefois indispensable, **la consommation électrique d'un sécheur est au moins 4 fois plus importante que celle d'une RMO pour concevoir un véritable compost biologique** (injection de micro-organismes).

RMO (Réduction de la Matière Organique)

Une Révolution dans le Compostage Biologique.

La RMO (Réduction de la Matière Organique) est une innovation brevetée dans le domaine du compostage biologique.

Elle permet de transformer les déchets organiques en compost haute qualité en seulement 24 heures, grâce à un processus entièrement automatisé.

Conçue pour répondre aux défis du compostage traditionnel, la RMO intègre des technologies avancées pour accélérer langage décomposition tout en garantissant un compost homogène et sans odeurs.

Ce compost est sans danger pour l'homme la faune et la flore. L'ensemencement biologique est automatique par l'eco fermenteur automatique (EFA) les micro-organismes sont de la catégorie 1 (saprophyte banal) et produise un compost aux normes Française NFU 044-051

Fonctionnalités et Innovations Technologiques:

1. Broyage avancé des matières dures.

La RMO est équipée d'un broyeur à couteau capable de réduire les déchets , organiques très finement, notamment les os et les déchets verts rigides.

Cette avancée technologique garantit une décomposition homogène et rapide, ce qui n'est pas possible avec un composteur traditionnel.



2. Malaxage programmable pour l'oxygénation.

Le compost biologique est un mélange de matières organiques décomposées, utilisées pour amender les sols et améliorer la croissance des plantes.

Il est riche en éléments nutritifs essentiels tels que l'azote, le phosphore et le potassium, ainsi qu'en oligo-éléments bénéfiques pour les plantes.

Air : L'aération est nécessaire pour que les micro-organismes puissent se reproduire rapidement et ainsi décomposer la matière organique.

Composants essentiels du compost biologique :

Matières organiques :

La RMO est également très performante dans le compostage animalier, telle que lisier de Bovins, de porcs, et fiente d'élevage intensif de poulet, canard et autres.

Eau :

Déchets de cuisine : épluchures de légumes et de fruits, restes de repas non consommés, marc de café, coquilles d'œufs, la RMO compost également les os et les déchets de viande notamment en restauration ou encore dans les élevages intensifs, les déchets y sont importants.

Déchets de jardinage : feuilles mortes, herbe coupée, branches broyées, fleurs fanées, etc.

Autres déchets organiques : essuie-tout, mouchoirs en papier, sciure de bois non traitée sans impression de couleur etc.

L'humidité est essentielle pour le processus de décomposition. Le compost doit être maintenu humide, mais pas détrempé. Les sondes positionnées dans la cuve de compostage, règlent l'hydrométrie en continu et le maintien selon le réglage initial.

*** Micro-organismes :**

Bactéries, champignons et autres micro-organismes sont les acteurs clés de la décomposition. Ils transforment les matières organiques en éléments nutritifs assimilables par les plantes.

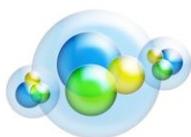
Éléments nutritifs présents dans le compost :

Azote (N) : essentiel à la croissance des feuilles et des tiges.

Phosphore (P) : favorise le développement des racines et la floraison.

Potassium (K) : renforce la résistance des plantes aux maladies et au stress.

Oligo-éléments : calcium, magnésium, fer, etc., qui sont nécessaires en plus petites quantités mais qui sont tout aussi importants pour la croissance des plantes.



Rapport carbone/azote (C/N) :

Un équilibre entre les matières carbonées (déchets bruns) et azotées (déchets verts) est crucial pour un compostage réussi. Un rapport C/N idéal se situe entre 20 et 30.

Différents types de compost:

Compost de déchets verts : principalement composé de déchets de jardin et de cuisine.

Compost de fumier : mélange de fumier animal et de matières organiques.

Compost de boues d'épuration : nécessite un contrôle rigoureux en raison des risques de contamination.

Utilisation du compost :

Le compost peut être utilisé pour amender le sol avant la plantation, comme engrais pour les plantes en pots, ou pour améliorer la structure et la fertilité du sol. Il est un allié précieux pour un jardinage écologique et durable.

Le malaxage programmé :

Le malaxage programmable permet une oxygénation optimale de la matière organique, favorisant l'activité microbienne essentielle au compostage.

Le cycle de malaxage est automatisé avec une rotation de l'axe pendant 1 minute à droite, 1 minute à gauche, suivie d'un arrêt programmé (selon la programmation) Cette fonctionnalité assure un brassage homogène sans intervention manuelle.

L'automatisation complète du cycle de compostage sur 24 heures garantit une gestion efficace du processus, depuis le malaxage jusqu'à l'injection des micro-organismes, le tout modifiable à distance avec une visualisation en temps réel grâce aux caméras intégrées dans la cuve de compostage.

Injection automatisée de micro-organismes (EFA)

La RMO intègre l'EFA (Eco Fermenteur Automatique), un système breveté permettant l'injection contrôlée de micro-organismes spécifiques et orienté en fonction des déchets en cours de compostage.

Ce système permet d'accélérer la décomposition des déchets.

Cette injection est programmée dans le cycle de compostage de 24 heures, garantissant une biodégradation rapide et complète.

Les Fonctions de l'EFA sont programmées en fonction des besoins du compost par exemple les besoins en nutriments ou encore phosphore, potassium.

L'EFA dispose de 3 distributeurs de produits biologiques.

4. Filtration des gaz de décomposition :

La RMO est équipée d'un système avancé de filtration des gaz de décomposition, conçu pour capturer et neutraliser les odeurs ainsi que les émissions potentiellement



NATURA VIVA

Protéger la nature et l'environnement c'est notre métier



nocives.

Les bacs de filtration sont disposés sur un lit de Zéolithe et d'autres supports spécifiques, permettant de capter efficacement les gaz issus du séquençage organique.

Cette configuration garantit une sortie sécurisée de l'air filtré, conforme aux normes environnementales les plus strictes. Le système de filtration assure un environnement de travail sain tout en réduisant l'impact écologique du compostage.

CONCLUSION:

La RMO révolutionne le compostage biologique en intégrant des fonctionnalités innovantes telles que le broyage avancé, le malaxage programmable, l'injection automatisée de micro-organismes et un système de filtration des gaz performant.

Ce dispositif entièrement automatisé offre une solution rapide, efficace et écologique pour le traitement des déchets organiques et notamment dans les élevages intensifs, répondant aux exigences des utilisateurs modernes tout en respectant l'environnement.

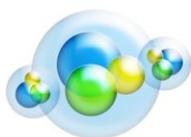
La RMO est particulièrement bénéfique sur le coup de revient, d'un compost biologique traditionnel ou autres types de traitement.

Il ne faut pas confondre séchage et compostage. Les machines venant de Chine et de l'Inde ont des ressemblances avec les machines RMO, mais n'ont rien à voir avec celles-ci. Elles font du séchage, sont fragiles, ne produisent pas ce qu'elles prétendent, alors que les machines RMO fabriquent du compost biologique destiné à l'agriculture et ainsi redonne la vie à la terre.

Quelques différences fondamentales :

1. Les châssis, la mécanique, les axes ne sont pas renforcés comme ceux de la RMO.
2. Les moteurs ne sont pas les mêmes, la RMO utilise des moteurs venant d'Allemagne ou d'Italie
3. La logistique est différente
4. Les machines étrangères ne disposent pas d'Eco Fermenteur Automatique (EFA) pour l'injection des bactéries. Les machines RMO peuvent injecter trois souches de bactéries différentes, suivant le type de déchets à traiter.

Nos prix sont le prix rendu sur place, la formation des personnes utilisant la RMO sur le site (environ 8 jours). La machine RMO est livrée avec les bactéries de base pour la mise en route.



MILIEU NATUREL TRAITEMENT DES Terres polluées par HYDROCARBURE (Effets en milieu souterrain anaérobie)

La société **NATURA VIVA** a acquis une expérience importante depuis 1987 dans la dégradation des **matières organiques (MO)** en provenance de diverses pollutions *in situ* par un principe associatif exclusif : **Tarwash + bactéries sélectionnées**. Ce principe permet une **Neutralisation instantanée des polluants et leur mise à disposition immédiate d'une action bactérienne dirigée**.

Quelles que soient les difficultés d'accès, **NATURA VIVA** est ainsi en mesure de traiter les terres polluées par des hydrocarbures en site industriel mais également tout déversement accidentel tel que dégazage en mer, traitement des sables sur les plages, ainsi que tout type de système épuratoire, station d'épuration ou lagunage urbain et industriel.

Les études réalisées sur la capacité de **Tarwash** à désintégrer, par le principe de **l'encapsulation.*** les chaînes moléculaires des graisses et autres polluants ont produit des résultats qui font désormais considérer **Tarwash** comme un produit de nettoyage révolutionnaire.

En association avec des micro-organismes sélectionnés, **Tarwash** devient un produit de traitement extrêmement efficace pour la dégradation de tout type de graisse minérale ou organique, notamment les hydrocarbures et leurs dérivés complexes.

**Encapsulation : Procédé d'immobilisation d'une molécule bioactive emprisonnée à l'intérieur d'un espace délimité, totalement ou partiellement, par une membrane semi-perméable qui permet sa diffusion (effet chélatant). Isolée à l'intérieur des micro-capsules, incapable d'effectuer un transfert d'électrons avec l'électrode, les polluants deviennent ainsi éco compatibles et accessibles à la dégradation biologique.*

COMPOSITION de Tarwash

Métasilicate de sodium (0,16%-1,1% Carbonate de sodium (0,15%-0,9% Tensioactifs non ioniques (0,02%-0,08% Soluble dans l'Eau – complet Eau douce ou salée C.A.S. #7732 - 18 - 5) (*) D'autres substances sont présentes dans ce produit à un pourcentage inférieur à 1%.

Sans Pétrole Sans Butyne Cellosolve, non inflammable - non combustible.

Tarwash est un adsorbant puissant et particulièrement efficace pour éliminer les odeurs.

Tarwash se caractérise par un impact environnemental négligeable

Tarwash n'est pas toxique ni nuisible **.

Tarwash ne contient pas de substances agressives.



(**) Pré REACH 05-2114594732-39-0000 n. Présence de carbonate du sodium (Pré REACH n 05-2114594745-32-0000) et d'alcool éthoxylate (Pré REACH n° 05-2114594780-38-0000) à une concentration inférieure à 1%.

(***) Voir Fiche de sécurité.

Les biotechnologies, la mécanique du vivant.

Notre procédé de traitement par la fixation de micro-organismes sur un support minéral entièrement naturel, notamment la zéolithe, permet la nidification et la cohabitation de souches bactériennes difficilement compatibles entre elles. La zéolithe est naturellement micro-poreuse, ce qui la rend adaptée à notre méthode de fixation (ou *nidification*) des micro-organismes saprophytes banaux.

Il est important de noter que la zéolithe absorbe **sans déformation jusqu'à 39%** de son volume.

La finesse de la granulométrie permet d'effectuer la dégradation des hydrocarbures jusque dans les micro-fissures des zones à traiter.

Ce procès naturel de nidification donne une multitude de possibilités de traitement de pollutions simples ou complexes en milieu humide, qu'elles résultent du seul usage ou soient accidentelles.

Les saprophytes banals nidifiées sur la zéolithe sont entièrement inoffensifs pour l'homme, la faune et la flore.

La zéolithe, en association avec des carbonates tel que Maërl pulvérisé, nutriments et activateurs biologiques, favorise le développement des souches et contribue à l'apparition des floccs bactériens.

EXPLICATIONS TECHNIQUES.

Les micro-organismes **NATURA VIVA**, naturels et non pathogènes, sont associés à des supports minéraux naturels compatibles avec eux et de granulométrie variable et adaptée - (carbonate d'origine marine, pierre volcanique, silicate d'alumine).

Ces supports facilitent la nidification et la fixation bactérienne par biofilm, apportant une grande richesse en oligo-éléments ce qui les rends plus actives, plus résistantes, plus reproductrices (activité métabolique et cinétique enzymatique).

Les micro-organismes associés à ces minéraux créent leur propre écosystème stable, supportent des concentrations toxiques fortes (ex: jusqu'à 250 mg/l de chlore libre), évitent la perte des exo enzymes permettant la colonisation permanente et le



traitement des flux en continu, créant des chaînes alimentaires spécifiques, ouvrant la voie aux bactéries banales.

En fonction de leur spécificité, les micro-organismes se consacrent pleinement à leur travail de dégradation des toxiques polluant l'effluent. La nidification bactérienne permettant la cohabitation de souches incompatibles entre elles.

Des phénomènes de conservation énergétique entre polarisation membranaire bactérienne et paroi des supports minéraux expliquent des échanges électroniques, ioniques, voire métalliques.

FICHE TECHNIQUE DES MICRO-ORGANISMES (origine naturelle - absence de modification génétique)

Micro-organismes du groupe 1, ne nécessitant aucune précaution particulière, saprophytes banaux, c'est à dire toutes bactéries, champignons, virus, à l'exception de ceux désignés dans les catégories suivantes et dont l'étude ou l'utilisation est légalement interdite.

Ces micro-organismes ont été expertisés par recherche et dénombrement des germes usuels et par recherche et numération des bactéries pathogènes couramment recherchées lors des investigations par un laboratoire officiel - **absence de germes pathogènes, de salmonelles d'entérobactéries pathogènes, d'anaérobies sulfitoréductrices et de staphylocoque doré.**

PROPRIETES PHYSIQUES: densité apparente comprise entre 0,88 et 1

Aspect: poudre gris clair ou blanchâtre 1 sable - pH : 7 - 8,4

COMPTAGE BACTERIEN MOYEN : Supérieur à $10^{(6)}$ c. f. u/gramme.

Protocole de mise en œuvre des analyses physico-chimiques

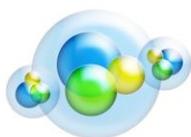
1. Suivit analytique du traitement :

En ce qui concerne les analyses, un point zéro est à faire avant tout épandage de Micro-organismes et de tout traitement de nettoyage avec du MPCD.

Une évaluation précise et officiel est indispensable afin d'établir les bases définitives du traitement, permettant ainsi le suivit et la progression de l'élimination des hydrocarbures contenus dans les terres polluées.

ANALYSES À PRATIQUER : Hydrocarbures totaux

Classification de l'hydrocarbure et une analyse complète.



<u>TERRE 2</u>	
Matière sèche % PB	84
hydrocarbures chromatographie en phase gazeuse* (CPG) Indice hydrocarbures (HCT C10-C40) mg/Kg M.S	8120
C10-C16	70,7
> C16-C22	2640
> C22- C30	3960
> C30-C40	1450

*(CPG) Hydrocarbures chromatographie en phase gazeuse sont des composés organiques constitués uniquement de carbone et d'hydrogène. C'est une technique analytique utilisée pour séparer et identifier les composés volatiles des hydrocarbures

Pour la mise en œuvre :

Matériel nécessaire à l'expérimentation :

Notre Matériel RMO :

2 litre de Tarwash concentré à 20 %

1800 gr de MFD (Matériaux finement divisé)

200 gr de Micro-organismes.

Jour 1 :

Injection d'une solution MPCD 1 litre de solution à 20 % pour 5 Kg de terre polluée séquence N° 2 dans votre document.

Dilué 1 litre de Tarwash avec 49 litres d'eau claire.

Faire tourner la RMO 15 mn.

- a) Injection 10 Kg d'absorbant structurant
- b) Faire tourner la RMO 15 mn.

Après les 30 mn:

Recommencé l'opération pour la deuxième fois avec le structurant (Zéolithe)

Injection d'une solution MPCD 1 litre de solution à 20 % pour 5 Kg de terre polluée séquence N° 2 dans votre document Excel + la Zéolithe



1 litre de Tarwash avec 49 litres d'eau claire.

Faire tourner la RMO 15 mn.

- a) Injection 10 Kg d'absorbant structurant
- b) **Faire tourner la RMO 15 mn.**

Après 30 mn:

- b) Injection 1800 Gr de MFD + 200 gr de Micro-organisme Nutriment

Cette injection a pour objectif de rectifier où de maintenir un PH favorable à la dégradation des hydrocarbures, mais également de préparer les terres polluées à la sédimentation des métaux lourds si il y a lieu.

Composition :

Maërl (Calmar) 43% d'oxyde de calcium (CaO) total combiné à l'état de carbonate et 4 % d'oxyde de Magnésium (MgO) total combiné à l'état de carbonate.

Valeur neutralisante : 50 solubilité carbonique : 60 Amendement action rapide.

Injection De Micro-organisme.

- b) Injection De Micro-organisme Nutriment dans la RMO avec 5 litres d'eau. ⁽¹⁾

Cette injection a pour objectif de traiter les hydrocarbures, C9 - C10 C11-C22.

Les Hydrocarbures > 12

La sédimentation des métaux lourds Injection De Micro-organisme et Carbone organique totale.

Faire tourner la RMO 15 mn puis vider la RMO dans le sac blanc fermé près d'un chauffage si possible.

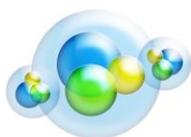
Après 48 heures vider le stockage (sacs) sur une bâche pour aération en remuant si possible tous les jours ;

Faire les analyses après 10 jours.

1. 5 litre d'eau minimum pour 1 kg de micro-organismes;
2. L'activation est faite dans la RMO.

Cette expérimentation n'est faite qu'avec Tarwash, sans structurant et sans bactérie, uniquement en dilution des hydrocarbures.

En ce qui concerne les grosses quantités de terres polluées par des hydrocarbures ou autres, nous adaptons des protocoles ciblés suivants les besoins. Cette technologie d'avant-garde permet de traiter l'organique très rapidement sans odeur.



Note technique et scientifique V.9 -.2024.07.GB

DEGRADATION BIOLOGIQUE DES DECHETS ORGANIQUES

**Par ensemencements contrôlés de complexes bio-minéralogiques dans
composteur RMO (brevets)**

PARAMETRES PRINCIPAUX :

1) Le taux d'oxygène lacunaire

Tout organisme aérobic consomme de l'oxygène pour oxyder les composés organiques qui lui servent de nourriture - Le taux d'oxygène lacunaire, défini comme le pourcentage d'oxygène dans l'air des "vides" joue donc un rôle primordial dans le traitement biologique aérobic des déchets solides - Plus le pourcentage d'espace lacunaire est élevé, plus la circulation d'air est aisée. La pénétration de nos produits est optimale eu égard à la granulométrie employée (0-1 mm) et au système RMO (broyeur, répartiteur, malaxeur,).

L'aérobiose est maintenue tant que le taux d'oxygène ne descend pas en dessous de 5%, la limite réelle d'anaérobiose étant d'inférieur à 1%.

**L'ASSOCIATION DU SYSTEME RMO ET DE CERTAINS MINERAUX CONTENUS
DANS NOS COMPOSITIONS ASSURENT CET ASPECT ESSENTIEL** (Volume poral 39 à 50% du volume total - Rapport surface/volume disponible 400 à 500 m²/g).

Les besoins des micro-organismes aérobies évoluent en cours de fermentations - Ils sont maximums au démarrage lors des premières phases de dégradation des matières organiques.

La disparition progressive de cette fraction provoque une diminution proportionnelle des besoins en oxygène jusqu'à la maturation où une faible consommation résiduelle est encore enregistrée.

(Pour exemple compostage optimal est obtenu dans les premières phases pour des valeurs de 30 à 36% d'espaces lacunaires dans la masse).

2) L'humidité

Le taux optimal d'humidité pour un substrat donné est déterminé par le taux maximal d'espaces lacunaire qui n'entraîne pas d'inhibition de l'activité des micro-organismes.



Ce n'est pas tant la quantité totale d'eau qui compte que sa disponibilité pour les micro-organismes

- Bactéries et actinomycètes Hr³ 0,93
- Champignons Hr³ 0,61

Pour exemple un tas de compost qui monte mal en température par excès d'humidité - fort

% en eau et peu de volume d'espace lacunaire est surtout un tas qui perd vite sa chaleur.

L'ASSOCIATION DU SYSTEME ELECTROMECHANIQUE RMO ET DE CERTAINS MINERAUX CONTENUS DANS NOS COMPOSITIONS ASSURENT CET ASPECT ESSENTIEL (Volume poral, surface d'échange, forte hydrophilie -> rapport Si /Al de 4 à 5,4).

3) Le pH

La gamme optimale des pH pour la dégradation organique est encore une fois celle des conditions optimales de vie des micro-organismes (environ 7).

LA PLUPART DES BACTERIES QUI INTERVIENNENT DANS NOS FORMULATIONS ONT LEUR OPTIMUM ENTRE 6 ET 8 ET LES CHAMPIGNONS DE 5 A 8,5 ENVIRON.

L'ASSOCIATION DU SYTEME ELECTROMECHANIQUE RMO ET DE CERTAINS MINERAUX CONTENUS DANS NOS COMPOSITIONS ASSURENT LA RECTIFICATION DU pH.

4) Les conditions physico-chimiques

Le rapport carbone/Azote

Le carbone est le principal constituant des molécules organiques - pendant les phases de fermentation aérobie active, les micro-organismes consomment 15 à 30 fois plus de carbone que d'azote dans le substrat - le rapport C/N décroît donc constamment au cours de la dégradation.

Les besoins azotés sont donc fonction de la teneur en matériaux carbonés facilement biodégradables.

LES NUTRIMENTS ET OLIGO-ELEMENTS CONTENUS DANS NOS FORMULATIONS ET EXPLOITES DANS LE SYSTEME RMO PERMETTENT D'ASSURER UN EQUILIBRE FAVORABLE A UNE DEGRADATION OPTIMALE.



5) Evolution quantitative et qualitative de la matière organique

Pendant la dégradation, le volume total et la masse ne font que diminuer. Cette croissance est due à plusieurs facteurs :

- Il y a diminution du volume par tassement, par décomposition du substrat (destruction des particules).
- Il y a diminution de la masse totale à humidité constante par diminution de la masse de matières organique (dégradations accompagnées de pertes ou adsorption minérale de carbone par départ du gaz carbonique et de composés volatils) - Parallèlement, l'élévation de la température entraîne des pertes d'eau par évaporation.

Sur le plan densité, ces diminutions se compensent en partie - La densité finale est surtout fonction de la teneur en eau du substrat et de la proportion d'agrégats stables.

En moyenne, on estime que la perte de matière organique, pour un rapport C/N/P correct varie entre 35% et 50%. En moyenne, avec le procédé RMO :

SUBSTRAT % DE REDUCTION :

Matière sèche	50 à 90 %
Matière volatile totale	70 à 90 %
Glucides totaux	75 à 85 %
Lipides et hydrocarbures	80 à 95 %
Fibres lignocellulosiques	50 à 60 %
Protéines	50 à 60 %

Les réductions seront plus fortes (plus de 50%) dans les cas des déchets très fermentescibles et inversement moins fortes (environ 50 %) dans le cas de déchets peu fermentescibles.

Le rapport poids/densité du substrat, d'où sa stabilité, déterminera également le taux d'effondrement de la masse sur elle-même.

PRINCIPE GENERAUX ENTRANT DANS LE CYCLE DE DEGRADATION AEROBIE :

Cycle de Krebs (aérobie), en présence d'O₂, on peut réaliser une dégradation totale des composés organiques, qui s'accompagne :



- ✓ De la lyse des matières organiques par les bactéries
- ✓ De l'activation des enzymes adaptatives
- ✓ D'un second niveau de dégradation par les réactions intracellulaires
- ✓ De la consommation des lysats par les bactéries
- ✓ De la reproduction des bactéries
- ✓ Et de la libération comme produits finaux de CO₂, H₂O, N₂, NO₃⁻,... (gaz carbonique, eau, azote minéral...)

GÉNÉRALITÉS MICRO-BIOLOGIQUES

(procédés brevetés)

Nos micro-organismes naturels non modifiés génétiquement sont libres d'emploi, répertoriés et classés de longue date par la science et les services de l'état. La directive 2000/54/CE1 et l'EFB (European Federation of Biotechnologies - CR 12894:1997) ont classé en 5 catégories les micro-organismes connus. Les micro-organismes utilisées et autorisées dans nos compositions sont de classe 1. Cette classe contient les micro-organismes qui n'ont jamais été décrits comme agent causal de maladies chez l'homme et qui ne constituent pas une menace pour l'environnement (EFB) et ils sont libres d'emploi sans avoir en référer à l'autorité compétente quant à la protection des travailleurs (directive).

Ces micro-organismes appartiennent à la même catégorie que ceux utilisés dans l'alimentaire, tels les lactobacilles (bactéries lactiques), les bactéries et champignons intervenant dans la fermentation du fromage, les bactéries de l'acétification (vinaigre, alcool)...etc.

Les supports minéraux sont des minéraux naturels en l'état (souvent utilisés dans le traitement des eaux potables, la nutrition animale et humaine

Notre procédé est basé sur le principe de « bio-fixation » Concentration produit : 10⁷/10⁸ (u.f.c.) unités formant colonies/g. **Cette méthode est brevetée et ne peut donc être apparentée à aucune autre.** En effet, même si la fixation bactérienne est un phénomène connu, de la méthode mise en œuvre :

- ✓ Ultracentrifugation,
- ✓ Temporalité : phase de croissance ↔ fixation
- ✓ Phase de transport (diffusion, convection...)
- ✓ Phase d'adhésion (équilibre forces attractives et électromagnétiques répulsives)
- ✓ Phase d'attachement (fibrilles, polymères...)
- ✓ Température et mode de séchage dépend la qualité et l'efficacité du produit fini.

A cet effet, nous pratiquons :

- ✓ Des vérifications quantitatives et qualitatives (dénombrement bactérien/ml – examens microscopiques) en situation d'ensemencement avec le produit fini
- ✓ Des contrôles de revivification sur substrat à traiter, dans des conditions proches de la réalité la vérification



NATURA VIVA

Protéger la nature et l'environnement c'est notre métier



- ✓ De l'état physiologique des micro-organismes
- ✓ Du potentiel de développement
- ✓ Du taux de survie...

Les concentrations sont un élément important mais ne suffisent pas pour étalonner la qualité d'un procédé microbiologique :

- D'un point de vue général selon les applications (compostage, dépollution in situ milieux naturelles, urbains, industriels) , la sélection qualitative et associative doit privilégier les cultures pures et mixtes (pseudomonas, bacillus, aeromonas, streptomyces, actinomyces, micrococcus...) → co-métabolisme, syntrophisme... → aérobies et aérobies facultatifs afin d'augmenter le spectre d'action sur différents types de matière organique, en aéro- anaérobie, et limiter les phénomènes de prédation, compétition, attaque phagique, parasitisme...
- La concentration n'est qu'un indicateur. C'est la capacité à produire des enzymes spécifiques et l'activité de ces enzymes qui donnent la valeur d'un procédé (RAU-PCU-PLI- UC-CCU/g – activité métabolique et cinétique enzymatique)

INTERACTIONS DANS LES COMPLEXES BIO-MINÉRALOGIQUES

(procédés brevetés)

- Les concentrations (u.f.c.) ne peuvent être appréhendées de la même manière en culture libre et fixée. La fixation des micro-organismes permet à une biomasse à croissance plus durable de se maintenir sur le matériau (« pied de cuve »)
- Les supports minéraux : clinoptilolite – chabazite – maërl – bentonite - montmorillonite... permettent des phénomènes de coagulation/floculation des matières organiques et d'adsorption/échange :
 - a) Des métaux lourds
 - b) Des composés organiques
 - c) Des micropolluants

Ils augmentent les surfaces d'échange (400 à 500 m²/g), offrent une très forte porosité, sont riches en oligo-éléments et favorisent l'activité métabolique et les cinétiques enzymatiques. Ils rectifient favorablement le pH et le potentiel redox, notamment dans les micro-niches écologiques qu'ils constituent pour les micro-organismes adsorbés.

Les propriétés liées à la structure des minéraux sont essentielles. En allant du plus grand vers le plus petit, on trouvera :



1. Les états de surface liés à la "texture" des grains, dépendants de la granulométrie, définissant une macro et une méso-porosité.
2. Les états massifs liés à la structure cristallographique du matériau, définis par une microporosité, interplanétaires dans le cas des argiles, tridimensionnelles dans le cas des zéolithes.

Macro et méso porosités (point 1) favorisent la nidation (ou nidification) et la protection des souches et donc le développement des populations, même en présence d'une hostilité extérieure et constituent une protection contre les phagocytes.

La microporosité (point 2) établit des liens physico-chimiques à la fois avec les parties échangées et/ou adsorbées :

- ✓ Perméabilité membranaire
- ✓ Activité métabolique
- ✓ Augmentation du seuil de densité de saturation des cultures
- ✓ Augmentation du taux de croissance et d'assimilation
- ✓ Protection des enzymes exo cellulaires
- ✓ Amélioration de différentes phases de la minéralisation des matières organiques y compris en conditions psychrophiles
- ✓ Neutralisation de la toxicité des métaux lourds
- ✓ Possibilité de privilégier telle ou telle voie métabolique selon le support utilisé

Par l'échange cationique et par l'adsorption moléculaire, ils vont collecter les métaux lourds, surtout divalents, présents dans la partie organique Du substrat en cours de minéralisation. Ainsi collectés, ces métaux vont rester immobilisés sur les sites d'échanges des différents minéraux constituant nos supports, (zéolithes, argiles, carbonates,...). Ils ne sont donc plus toxiques pour le milieu.

Très minéralisées, ces matières peuvent retenir indéfiniment ces métaux à conditions d'éviter des lavages acides. Pour désorber, utiliser par exemple, de l'acide fluorhydrique ou de l'eau régale ne suffit pas.

Les phénomènes d'échanges doivent être invoqués pour les métaux divalents Fe, Mn, Cd, Zn, Cu, Pb, Ni, ainsi que pour les formes trivalentes du Chrome, de l'Aluminium et du fer. En revanche, pour les valences supérieures du Chrome, pour l'Arsenic et pour les dérivés organiques de l'Etain et du Mercure, ce sont les procédures d'adsorption physique et/ou chimique, qui interviennent majoritairement. Un effet d'adsorption moléculaire se produira sur des micropolluants tels les sulfates, les pesticides, herbicides et fongicides (PHF) ou encore pour des composés organiques volatils (COV) non détruits par voie biologique, avec atténuation des nuisances olfactives.



NATURA VIVA

Protéger la nature et l'environnement c'est notre métier



** Le procédé breveté RMO s'inspire à la base de la méthode de compostage rapide Berkley (déchiquetage et retournements fréquents) qui permet un compostage en deux à trois semaines. La combinaison de l'outil électromécanique et des complexes bio-minéralogiques en optimisent et rationalisent considérablement les performances et les possibilités d'applications.*

Ingénierie Technique **Michel TOMBEUR**

Ingénierie Commerciale Sylvain BATAILLE & AIT-MESSAOUD Kamal