



11^{ANS}
ET +

LA MÉTHANISATION, C'EST QUOI ?

1

QUE SONT LES MATIÈRES ORGANIQUES RÉSIDUELLES ?

- ◆ Les êtres vivants (végétaux, animaux, humains...) sont composés de **matière organique** : du bois, des feuilles, des algues, des os, des muscles... qui contiennent du carbone (C), de l'hydrogène (H), de l'oxygène (O) et de l'azote (N).
- ◆ Les matières organiques résiduelles sont **les déchets d'origine végétale ou animale**. Ils sont produits par l'agriculture, l'industrie agroalimentaire, les collectivités ou les habitants.

Ce sont, par exemple, des résidus de culture, des déjections d'animaux, des restes de repas, des boues d'épuration des eaux, des déchets verts...

LE
SAIS-
TU ?

Un mouton produit environ
1 tonne de déjections par an,
et une vache environ 15 tonnes.
Ces déjections sont méthanisables.

QUIZ

11 ANS ET +

LA MÉTHANISATION, C'EST QUOI ?

1

À ton avis, parmi ces déchets, lesquels sont des matières organiques résiduelles ?

- ☐ Du carton souillé
- ☐ Du plastique utilisé
- ☐ Une arête de poisson
- ☐ Une canette de soda vide
- ☐ Un trognon de pomme



RÉPONSE : L'arête de poisson et le trognon de pomme sont des matières organiques résiduelles. Le carton, le plastique et la canette (qui est en aluminium) sont, quant à eux, des déchets recyclables à mettre dans la poubelle jaune.



11^{ANS}
ET +

LA MÉTHANISATION, C'EST QUOI ?

2

COMMENT ÇA MARCHE, LA MÉTHANISATION ?

◆ La méthanisation résulte de **la dégradation de déchets d'origine végétale ou animale par des bactéries, en l'absence d'oxygène.**

Elle se produit naturellement dans certains milieux, comme les marais ou les rizières.

◆ Mais on peut aussi reproduire ce processus au sein d'une **unité de méthanisation.**

Les déchets, appelés « **intrants** », sont placés dans des « **digesteurs** » : des cuves étanches, chauffées à 35-55 °C, sans contact avec l'air extérieur. Les intrants sont alors dégradés par des bactéries spécifiques, dont la particularité est de produire du méthane et de l'oxygène.

On obtient ainsi, au bout de quelques semaines, **du biogaz composé principalement de méthane.**

◆ Ce qui reste des intrants constitue le « **digestat** » : une sorte de compost frais qui peut servir d'engrais sur les terres agricoles.

ACTION

11^{ANS}
ET +

LA MÉTHANISATION,
C'EST QUOI ?

2

Sur la maquette de l'unité
de méthanisation, repère
les « digesteurs ».

(Sans t'aider de la légende !)





11^{ANS}
ET +

LA MÉTHANISATION, C'EST QUOI ?

3

QUELLES BACTÉRIES SONT RESPONSABLES DE LA MÉTHANISATION ?

- ◆ **Les bactéries « méthanogènes »** sont des micro-organismes, invisibles à l'œil nu. Elles vivent dans **des endroits où il n'y a pas d'oxygène**, comme les marais, les rizières, le fond des lacs, les décharges, ou encore, dans le tube digestif de l'homme et d'animaux, comme les vaches et les termites. Ces bactéries se nourrissent des matières organiques présentes dans leur environnement et transforment le gaz carbonique et l'hydrogène en méthane et en oxygène.
- ◆ Selon des études scientifiques, ces bactéries seraient **les premiers organismes vivants apparus sur Terre**, il y a plus de 3 milliards d'années. C'est à ces bactéries que nous devons **l'apparition de l'oxygène sur Terre** : c'est donc grâce à elles que nous sommes là aujourd'hui !

QUIZ

11 ANS ET +

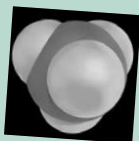
LA MÉTHANISATION,
C'EST QUOI ?

3

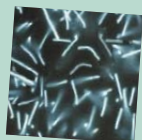
À ton avis, laquelle de ces 3 images représente des bactéries méthanogènes, dont la forme est allongée ?



■ 1



■ 2



■ 3



RÉPONSE : Image 3.

L'image 1 représente un ver de glace de méthane, un organisme qui vit dans les fonds marins très profonds, sur des nappes de glace de méthane, et se nourrit de méthane. L'image 2 représente une molécule de méthane.



11 ANS
ET +

LA MÉTHANISATION, C'EST QUOI ?

4

EXISTE-T-IL PLUSIEURS MODÈLES D'UNITÉS DE MÉTHANISATION ?

Une unité de méthanisation est un lieu où l'on reproduit le processus naturel de méthanisation, dans des cuves étanches, pour **transformer la matière organique en biogaz**. Il en existe plusieurs modèles, qui produisent du biogaz à partir de déchets différents et/ou avec des équipements différents :

◆ *Les unités de méthanisation agricoles, aussi appelées méthanisation « à la ferme ». On y transforme les matières organiques résiduelles agricoles d'un ou plusieurs agriculteurs.*

◆ *Les unités de méthanisation dites territoriales : on y transforme des déchets d'un territoire afin de chauffer des logements ou d'alimenter des transports en commun, par exemple.*

◆ *Les unités de méthanisation de boues de stations d'épuration des eaux usées (STEP) : elles produisent une énergie renouvelable et permettent de réduire le volume des boues.*

◆ *Les unités de méthanisation industrielles transforment les déchets de l'industrie agroalimentaire et des papeteries.*



- ◆ Les unités de méthanisation des décharges : elles captent le biogaz naturellement produit lors de la décomposition des déchets.
- ◆ Les unités de micro-méthanisation : elles permettent de traiter les déchets produits à l'échelle d'un quartier, de commerçants, d'une exploitation agricole de petite taille...
- ◆ Les unités de méthanisation dédiées aux biodéchets des ménages, contenus dans les poubelles.



QUIZ

Selon toi, quel est le modèle d'unité de méthanisation représenté sur la maquette ?

RÉPONSE :

Il s'agit d'une unité de méthanisation à la ferme ou territoriale, de par sa taille et ses équipements. Par exemple : les stockages extérieurs de la matière organique (n°1) permettent d'entreposer des matières végétales comme des résidus de culture ou des déchets verts triés, qui se décomposent moins vite que d'autres.



11 ANS
ET +

LA MÉTHANISATION, C'EST QUOI ?

5

LA MÉTHANISATION EST-ELLE RENTABLE ?

◆ La méthanisation **donne de la valeur aux déchets organiques**, car elle permet de les transformer en énergie ou en digestat (voir carte 1 de la rubrique « Le digestat »), de réduire la quantité de ces déchets...

Cette valorisation peut prendre la forme :

- **d'une vente** : les prix du biogaz ou de l'énergie issus de la méthanisation sont garantis sur 15 ou 20 ans, car ils contribuent à la protection de l'environnement. De plus, une taxe pour le traitement des matières organiques peut être mise en place.
 - **d'une diminution** : du coût de l'achat d'énergie, du traitement des déchets pour les industriels, de l'achat d'engrais minéraux ou des personnes chargées de l'épandage des fumiers et lisiers pour les agriculteurs...
- ◆ La méthanisation a également d'autres effets positifs, comme **la création d'emplois ou la réduction des émissions de gaz à effet de serre**.

QUIZ

11^{ANS}
ET +

LA MÉTHANISATION, C'EST QUOI ?

5

À ton avis, la rentabilité d'un projet de méthanisation dépend :

- Du coût de construction du méthaniseur
- Du coût des intrants
- Du prix de vente de l'énergie
- De la valorisation du digestat*

* voir carte 1 de la rubrique « Le digestat »



RÉPONSE :

La rentabilité économique dépend de tous ces éléments ! Il s'agit de trouver le bon équilibre financier...

LE SAIS-TU ?

Un projet de méthanisation nécessite des investissements importants. Il peut donc bénéficier de subventions publiques ou faire appel à du financement dit « participatif » ou « citoyen ».



11^{ANS}
ET +

LA MÉTHANISATION, C'EST QUOI ?

6

Y A-T-IL DES RÈGLES À RESPECTER POUR L'INSTALLATION D'UNE UNITÉ DE MÉTHANISATION ?

- ◆ Le processus de méthanisation est naturel, mais une installation de méthanisation peut présenter des dangers ou des nuisances si elle est mal dimensionnée ou mal exploitée.
- ◆ Les unités de méthanisation sont considérées comme des **Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE)**, tout comme les élevages de vaches ou les silos à grains. Il existe donc une rubrique spéciale pour la méthanisation dans **le Code de l'environnement** afin d'encadrer la gestion de ces installations.

Par exemple, pour implanter une unité de méthanisation sur un terrain, il faut qu'il se trouve de 100 à 200 mètres des habitations, selon la taille et le type de déchets traités.

Les règles et études à mener varient en fonction des quantités et de la nature des déchets traités.



- ◆ D'autres réglementations sont à respecter en fonction de la valorisation du biogaz choisie et la valorisation agronomique des digestats (voir carte 1 de la rubrique « Le digestat »).

QUIZ

Vrai ou faux ?

Une unité de méthanisation peut s'implanter partout.

RÉPONSE :

Faux. Il est nécessaire de respecter plusieurs critères réglementaires, comme : une distance de 200 mètres des habitations, de 35 mètres de toute source d'eau destinée à la consommation humaine, un terrain où la nappe phréatique est située à 2 mètres de profondeur minimum...

D'autres contraintes techniques, environnementaux ou fonciers peuvent également s'ajouter à ces critères.





11^{ANS}
ET +

LA MÉTHANISATION, C'EST QUOI ?

7

QU'EST-CE QUI EST MÉTHANISABLE ?

Toutes les matières organiques résiduelles, c'est-à-dire les résidus d'une activité, sont méthanisables. Il s'agit des déchets :

◆ **d'origine agricole**, comme les déjections d'animaux d'élevage, résidus de culture, fruits/légumes mal calibrés ou présentant des défauts d'aspect...

◆ **d'origine industrielle** : issus de la transformation agroalimentaire, résidus de la production de vin, déchets d'abattoirs, graisses usagées...

LE
SAIS-
TU ?

Chaque déchet organique génère une quantité de biogaz différente, appelée « pouvoir méthanogène ». Par exemple, les graisses usagées possèdent un pouvoir méthanogène supérieur à celui d'épluchures de légumes ou de lisier de vache.

- ◆ **des collectivités** : des déchets verts (feuilles, herbe tondue...), les restes de repas de cantines, les boues de stations d'épuration, les biodéchets des habitants...
- ◆ des déchets et invendus **des grandes et moyennes surfaces, de la restauration, des petits commerces...**

QUIZ

À ton avis, quelle est la matière organique résiduelle qui permet de produire le plus de biogaz ?

- 1 kilo de lisier de vache
- 1 kilo d'épluchures de légumes
- 1 kilo de graisses usagées

RÉPONSE :

1 kilo de graisses usagées.

En méthanisation, les graisses peuvent produire environ 6 fois plus d'énergie que 1 kilo d'épluchures de légumes, et 20 fois plus que le lisier de vache !

Mais ce dernier est important, car il apporte beaucoup de micro-organismes méthanogènes dans le digesteur.



11^{ANS}
ET +

LA MÉTHANISATION, QUELS INTÉRÊTS ?

1

... POUR LES AGRICULTEURS ?

Les intérêts sont multiples :

- ◆ Les agriculteurs peuvent **réduire leur facture énergétique** en consommant une partie de l'énergie produite (c'est **l'autoconsommation**).
- ◆ Ils peuvent aussi **vendre une partie de l'énergie produite** à partir des déchets organiques de leur activité. Cela peut leur apporter un complément de revenu stable.
- ◆ La méthanisation permet aussi d'**obtenir un engrais naturel, le digestat** (voir carte 1 de la rubrique « Le digestat »), **grâce auquel** les agriculteurs peuvent **limiter leurs dépenses en engrais chimiques**.
- ◆ La création d'une unité de méthanisation permet aux agriculteurs de contribuer à **la réduction des émissions de gaz à effet de serre**.
- ◆ Enfin, les agriculteurs **renforcent leur ancrage sur le territoire**, en créant des liens avec des acteurs régionaux et des emplois locaux.

QUIZ

11 ANS
ET +

LA MÉTHANISATION, QUELS INTÉRÊTS ?

1

Grâce à la méthanisation,
un agriculteur peut réduire
ses dépenses en engrais
chimiques de :

- ☐ 5 % ☐ 20 % ☐ 50 %



RÉPONSE :

20 % en moyenne, selon
une étude réalisée auprès
de 46 fermes en 2018 (source :
MethaLAE). La méthanisation
semble aussi favoriser
le bien-être des animaux.



11^{ANS}
ET +

LA MÉTHANISATION, QUELS INTÉRÊTS ?

2

... POUR LES COLLECTIVITÉS ?

La méthanisation participe à **la transition énergétique** du territoire, c'est-à-dire le passage de la consommation d'énergies fossiles à la consommation d'énergies renouvelables. Elle permet une gestion durable des matières organiques résiduelles, et répond à des enjeux :

- ◆ **sociaux**, en créant des emplois localement (en moyenne 6 emplois directs pour une unité territoriale, mais aussi des emplois indirects) et une économie circulaire.
- ◆ **économiques**, par la création d'une nouvelle filière économique locale et en réduisant les coûts de traitement des déchets.
- ◆ **environnementaux**, en permettant la réduction des émissions de gaz à effet de serre, la production d'une énergie renouvelable et en encourageant le développement d'une agriculture respectueuse des écosystèmes.

QUIZ

11 ANS ET +

LA MÉTHANISATION, QUELS INTÉRÊTS ?

2

Pour une unité de méthanisation territoriale qui traite environ 15 000 tonnes de matières organiques résiduelles par an, combien d'emplois sont créés ?

(pour l'exploitation, la maintenance, mais aussi pour le transport des matières et la phase de construction)

☐ 6

☐ 10

☐ 21

RÉPONSE :

21. Il y avait un petit piège dans cette question ! 6 emplois directs sont créés, mais il ne faut pas oublier les emplois indirects liés aux études, à la conception, construction... Ceux-ci sont 2 fois plus nombreux que les emplois directs.

LE
SAIS-
TU ?

L'énergie annuelle produite par une unité traitant 15 000 tonnes de déchets organiques équivaut à 500 foyers chauffés ou 60 bus urbains alimentés en BioGNV.



11^{ANS}
ET +

LA MÉTHANISATION, QUELS INTÉRÊTS ?

3

... POUR LES INDUSTRIES AGROALIMENTAIRES ?

La méthanisation permet aux industries agroalimentaires, mais aussi aux caves viticoles, aux laiteries... de :

- ◆ **traiter les résidus de leurs fabrications et de les valoriser** à un coût très compétitif comparé aux autres solutions, comme la mise en décharge.
- ◆ **participer à réduire l'impact environnemental de leurs activités**, y compris en réduisant les transports et l'utilisation d'énergie fossile.
- ◆ **réutiliser une partie de l'énergie créée dans leur activité ou la revendre.**

QUIZ

11^{ANS}
ET +

LA MÉTHANISATION, QUELS INTÉRÊTS ?

3

Quelles industries peuvent
utiliser la méthanisation
pour valoriser leurs déchets ?

*Indice : ce sont les industries qui produisent
des déchets organiques...*

- Les abattoirs
- Les conserveries de fruits/légumes
- Les industries du papier
- Les industries d'engrais chimiques
- Les industries du pétrole
- Les industries pharmaceutiques



RÉPONSE :

Les abattoirs, les conserveries de fruits/légumes et les industries du papier. Les autres industries produisent des déchets non organiques, non méthanisables.



11^{ANS}
ET +

LA MÉTHANISATION, QUELS INTÉRÊTS ?

4

... POUR LES HABITANTS ?

Ils sont nombreux :

- ◆ **consommer une énergie renouvelable produite localement.**
- ◆ **réduire leur impact sur l'environnement** en évitant certaines émissions de gaz à effet de serre et en réduisant le recours aux énergies fossiles.
- ◆ **profiter des retombées économiques** d'un projet de méthanisation en investissant en tant que citoyen, lorsqu'un financement participatif est lancé.

4

QUIZ

Classe par ordre d'importance les conditions indispensables pour un développement soutenable de la méthanisation (c'est-à-dire un développement qui répond aux besoins des générations du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs besoins) :

- La méthanisation ne doit pas détourner les cultures d'une production alimentaire vers la production énergétique.
- La méthanisation ne doit pas ralentir les démarches de prévention des déchets organiques. La priorité doit rester la réduction des déchets.
- Les risques associés à l'installation d'une unité de méthanisation doivent être maîtrisés et réduits au maximum.
- Le projet doit se faire en concertation et en toute transparence avec les populations locales et les associations de protection de l'environnement.

RÉPONSE :

Tous les classements sont bons, car ces 4 conditions sont essentielles pour un développement soutenable de la méthanisation ! L'ordre d'importance peut donc varier selon ses sensibilités.



11^{ANS}
ET +

LA MÉTHANISATION, QUELS INTÉRÊTS ?

5

... POUR LA PLANÈTE ?

La méthanisation participe à **lutter contre le changement climatique** en réduisant les émissions de gaz à effet de serre.

Grâce au biogaz, on peut **réduire les émissions de CO₂ équivalent**. En effet, une unité de méthanisation permet de :

- ◆ *fournir une énergie qui remplace des énergies fossiles.*
- ◆ *fournir au sol de la matière organique et des fertilisants, via l'épandage de digestat (voir carte 1 de la rubrique « Le digestat »), un engrais naturel qui se substitue aux engrais chimiques.*
- ◆ *capter le méthane produit par les matières organiques résiduelles, qui se libère d'habitude naturellement dans l'atmosphère (en particulier les déjections d'animaux d'élevage).*
- ◆ *réduire les transports et les pollutions liés à l'exportation de nos déchets ou à l'importation d'énergie.*

QUIZ

11 ANS ET +

LA MÉTHANISATION, QUELS INTÉRÊTS ?

5

Une unité de méthanisation qui traite 10 000 tonnes/an de déchets agricoles permet d'économiser en moyenne 1 500 tonnes de CO₂ équivalent par an. Cela correspond à l'émission de CO₂ annuelle de combien d'habitants de la région ?

Indice : en moyenne, dans la région, 10 habitants émettent 100 tonnes de CO₂ équivalent/an.

- ☐ 15 habitants ☐ 150 habitants
- ☐ 1 500 habitants

RÉPONSE :

150 habitants.

LE
SAIS-
TU ?

Le CO₂ équivalent est l'unité de base pour estimer l'impact d'une activité ou d'une personne sur le changement climatique.



11^{ANS}
ET +

LA MÉTHANISATION, QUELS INTÉRÊTS ?

6

... POUR L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE ?

- ◆ Aujourd'hui, le modèle de production majoritaire est « **linéaire** » : on produit, on utilise, on jette.
L'économie **circulaire** cherche, au contraire, à **transformer les déchets en matières réutilisables** : ce qui est produit n'est pas jeté une fois utilisé, mais utilisé de nouveau.
- ◆ Grâce à la méthanisation, les déchets que nous produisons en tant qu'habitants (nos biodéchets), industriels ou agriculteurs **peuvent créer** :
 - *de l'énergie, avec laquelle nous pouvons cuisiner, nous déplacer, travailler et produire.*
 - *des engrais naturels permettant de nourrir la terre.*
- ◆ C'est donc **un modèle vertueux** (où chaque élément est bénéfique aux autres), que la méthanisation renforce en inscrivant la production d'énergie dans son territoire.

ACTION

11^{ANS}
ET +

LA MÉTHANISATION, QUELS INTÉRÊTS ?

6

Montre sur la maquette
tous les endroits qui peuvent
fonctionner grâce au trognon
de pomme que tu jettes chez toi
(via sa transformation en gaz
et en digestat*).

* voir carte 1 de la rubrique
« Le digestat »

RÉPONSE :

XXXXXXXXXXXX





11 ANS
ET +

QUE PEUT-ON MÉTHANISER ?

1

QUELLES RESSOURCES AGRICOLES PEUVENT ÊTRE UTILISÉES ?

Les matières organiques résiduelles d'origine agricole peuvent être :

- ◆ **les déjections d'animaux**, comme les lisiers ou fumiers. Elles produisent peu de biogaz, mais sont riches en bactéries qui participent au processus de méthanisation.
- ◆ **les matières végétales** comme les résidus de récolte, les pailles non valorisées ou les déchets des silos agricoles. Plus sèches que les déjections d'animaux, elles contiennent plus de nutriments pour nourrir les bactéries méthanogènes et génèrent donc plus de biogaz.
- ◆ **les Cultures Intermédiaire à Vocation Énergétique**, appelées CIVE. Ces cultures sont implantées entre 2 cultures principales et utilisées dans une unité de méthanisation agricole pour produire du biogaz.

ACTION

11 ANS ET +

QUE PEUT-ON MÉTHANISER ?

1



Sur la maquette, montre
toutes les ressources agricoles
du territoire qui peuvent
être méthanisées.

RÉPONSE :



Cultures Intermédiaire
à Vocation Énergétique (CIVE)



Résidus de culture



Déchets agricoles



Déchets
d'élevage



11^{ANS}
ET +

QUE PEUT-ON MÉTHANISER ?

2

QUELS DÉCHETS DES COLLECTIVITÉS PEUVENT ÊTRE UTILISÉS ?

Ils sont de trois types :

- ◆ **les petits déchets verts**, produits lors de l'entretien des espaces verts, comme l'herbe tondue et les feuilles.
- ◆ **les biodéchets des cantines collectives** (écoles, maisons de retraite...) **et des habitants** (restes de repas, épluchures...). Ceux-ci doivent d'abord être triés et collectés séparément pour s'assurer qu'ils ne contiennent aucun emballage, plastique... non méthanisables.
- ◆ **les boues de stations d'épuration** (STEP), produites à partir des eaux usées des ménages (douches, chasses d'eau...).

ACTION

11 ANS ET +

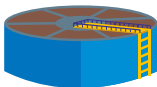
QUE PEUT-ON MÉTHANISER ?

2



Montre sur la maquette toutes
les ressources des collectivités
qui peuvent être méthanisées.

RÉPONSE :



Boues de STEP



Déchets verts



Déchets alimentaires



11^{ANS}
ET +

QUE PEUT-ON MÉTHANISER ?

3

QUELLES RESSOURCES DES INDUSTRIES AGROALIMENTAIRES ET DES SUPERMARCHÉS PEUVENT ÊTRE UTILISÉES ?

◆ Une industrie agroalimentaire transforme des matières « brutes », issues de l'agriculture ou de la pêche, en produits industriels destinés à la consommation humaine ou animale.

La plupart des déchets résultant de ces transformations sont valorisables :

les déchets de légumes, les graisses, le lactosérum (petit-lait) restant de la production de fromage, les grappes de raisin non utilisables lors de la fabrication du vin...

◆ **Les « biodéchets » des invendus des supermarchés** sont aussi utilisables en méthanisation, après avoir été séparés de leurs emballages.

QUIZ

11^{ANS} ET +

QUE PEUT-ON
MÉTHANISER ?

3

À ton avis, quels déchets
d'un supermarché peuvent
être méthanisés, parmi
ces propositions ?

- ☐ Une barre de chocolat périmée
- ☐ Un fromage ouvert
- ☐ Un stylo qui coule
- ☐ Une belle barquette de fraises
- ☐ Un verre cassé



RÉPONSE :

Une barre de chocolat périmée
et un fromage ouvert, car
ce sont des déchets organiques.
Mais il faut enlever l'emballage
avant de les intégrer au
digesteur. La barquette de fraises
est encore bonne, donc c'est à toi
de la manger, pas au digesteur ;-)



11 ANS
ET +

QUE PEUT-ON MÉTHANISER ?

4

PEUT-ON PRODUIRE DU BIOGAZ À PARTIR DES BOUES DE STATIONS D'ÉPURATION (STEP) ?

◆ **Les boues sont le principal déchet généré par une station d'épuration,** à partir des eaux sales qu'elle traite. Ces boues peuvent donner du biogaz. Des digesteurs peuvent donc être installés sur les stations pour :

- *produire une énergie renouvelable et un digestat* « traité » qui sera plus facile à épandre en agriculture.*

** voir carte 1 de la rubrique « Le digestat »*

- *réduire d'environ 40 % le volume de ces boues et en éliminer les odeurs.*

◆ **La réglementation encadre la valorisation et l'épandage des boues de STEP** sur les terres agricoles.

Par exemple, les boues ne peuvent pas être mises dans le digesteur en même temps que les autres matières organiques résiduelles.

QUIZ

11 ANS ET +

QUE PEUT-ON MÉTHANISER ?

4

Que peut-on installer sur les stations d'épuration pour permettre de produire une énergie renouvelable et un digestat* « traité », mais aussi réduire le volume et les odeurs de ces boues ?

* voir carte 1 de la rubrique « Le digestat »

RÉPONSE : Des digesteurs.

LE
SAIS-TU ?

Le tri à la source regroupe toutes les actions consistant à séparer et récupérer les déchets selon leur nature pour les valoriser et réduire au maximum la quantité

de déchets non recyclables. Il est déjà imposé aux professionnels qui produisent plus de 10 tonnes de déchets par an. À partir du 1^{er} janvier 2024, il sera obligatoire pour tou.te.s : tu verras donc peut-être près de chez toi une nouvelle poubelle de couleur pour valoriser ces déchets organiques triés.



11 ANS
ET +

QUE PEUT-ON MÉTHANISER ?

5

QUEL EST L'INTÉRÊT DES CIVE POUR LA MÉTHANISATION ?

- ◆ Une CIVE (Culture Intermédiaire à Vocation Énergétique) est **une culture implantée à une période où le sol est souvent nu, entre deux cultures principales**. Cela peut être de l'avoine, du seigle, du sorgho... Cette culture ne vient pas en concurrence avec celles destinées à l'alimentation humaine.
- ◆ **La partie aérienne des CIVE peut servir d'intrant** (c'est-à-dire d'ingrédient) dans une unité de méthanisation agricole, car elle produit beaucoup de méthane (on parle de « pouvoir méthanogène »). Elle peut compléter un intrant principal à faible pouvoir méthanogène (comme le fumier) ou remplacer des intrants qui ne sont pas disponibles toute l'année.
- ◆ **La CIVE présente un intérêt environnemental**, si elle est bien gérée et produite sans utilisation d'engrais chimique ou de pesticide. Elle peut permettre de **réduire la pollution des sols et des eaux, de limiter l'érosion des sols et y stocker de la matière organique, et de préserver la biodiversité** en offrant un abri et une source de nourriture à la faune et aux insectes pollinisateurs.

Mais il faut veiller à ce que ces cultures **n'entrent pas en concurrence avec l'agriculture alimentaire** et ne provoquent pas une augmentation de l'agriculture intensive ou des prix.

QUIZ

11 ANS ET +

QUE PEUT-ON MÉTHANISER ?

Qu'est-ce qu'une CIVE ?

- Une plante cultivée sur des terrains qui lui sont dédiés, afin de produire de l'énergie.
- Une culture implantée à une période où le sol est souvent nu, entre deux cultures principales et utilisée pour produire de l'énergie comme une méthanisation.
- Une culture temporaire de plantes à croissance rapide, destinée à capter les nitrates présents dans le sol.

RÉPONSE : Une CIVE est une culture implantée à une période où le sol est souvent nu, entre deux cultures principales et utilisée pour produire de l'énergie comme une méthanisation. Une plante cultivée à des fins de production d'énergie sur des parcelles dédiées est appelée « culture énergétique ». Une culture temporaire de plantes à croissance rapide, destinée à capter les nitrates présents dans le sol est une CIPAN (qui signifie Culture Intermédiaire Piège À Nitrates).

LE
SAIS-TU ?

L'usage de céréales cultivées comme cultures principales pour la méthanisation est réglementé. Pour qu'elles ne concurrencent pas la culture destinée à l'alimentation humaine, ces céréales ne peuvent pas représenter plus de 15 % du volume total d'intrants dans une unité de méthanisation.



11 ANS
ET +

QUE PEUT-ON MÉTHANISER ?

6

COMMENT APPROVISIONNE- T-ON UN DIGESTEUR ?

- ◆ Les ingrédients introduits dans le digesteur, appelés « **intrants** », sont collectés sur leur lieu de production. **Ils sont acheminés rapidement** vers l'unité de méthanisation afin d'éviter la perte de leur pouvoir méthanogène (*le lisier, par exemple, a perdu 90 % de son potentiel de production de biogaz au bout de 30 jours*), ainsi que les émissions de gaz à effet de serre qui surviennent lors de la décomposition à l'air libre des déchets.
- ◆ Une fois à l'unité de méthanisation, **les intrants sont stockés** dans des espaces conçus pour limiter les odeurs (ventilation, couverture...) et **sont intégrés rapidement dans le digesteur**. *Si besoin, les intrants les plus gros ou rigides (comme les pailles) sont broyés avant d'être ajoutés dans le digesteur.*
- ◆ Le processus de transformation en biogaz **dure environ 60 jours**.

QUIZ

11 ANS
ET +

QUE PEUT-ON
MÉTHANISER ?

6

Au bout de 30 jours de stockage à l'air libre, le lisier a perdu une partie de son potentiel de production de biogaz. Combien ?

☐ 10 %

☐ 50 %

☐ 90 %



RÉPONSE : 90 %, car beaucoup d'azote s'est volatilisé dans l'air, ce qui a pour effet de polluer l'atmosphère, mais aussi de diminuer les éléments nécessaires pour les bactéries méthanogènes.



11^{ANS}
ET +

QUE PEUT-ON MÉTHANISER ?

7

PEUT-ON TOUT METTRE DANS UN DIGESTEUR ?

- ◆ **Presque toutes les matières organiques résiduelles** (c'est-à-dire les déchets d'origine végétale ou animale) sont susceptibles de produire du biogaz. **Mais il y a quelques exceptions, comme le bois ou les os qui sont très durs et peu biodégradables** par les bactéries. Introduits dans le digesteur, ils peuvent endommager les équipements qui brassent le mélange (les « brasseurs »), tout comme les cailloux qui peuvent être involontairement mélangés au fumier.
- ◆ Dans le processus de méthanisation, tous les déchets sont transformés. Il faut donc **faire attention à la qualité des déchets**. Par exemple, **les films plastiques des emballages ne peuvent pas être dégradés** par les bactéries et finissent dans le digestat (voir carte 1 de la rubrique « Le digestat »), puis dans le sol lors de l'épandage.



De même, **les déchets d'animaux malades peuvent propager des maladies.**

Ces déchets sont donc interdits.

◆ Enfin, **certaines molécules peuvent tuer les bactéries du digesteur** ou les empêcher de fonctionner normalement.

C'est, par exemple, le cas des médicaments, des graisses ou de l'azote en trop grande quantité.

QUIZ

Comment s'appellent les équipements intérieurs qui brassent le mélange et qui peuvent être endommagés par des éléments indésirables comme les cailloux ?

- ☐ Les brasseurs
- ☐ Les mélangeurs
- ☐ Les mixeurs



RÉPONSE : Les brasseurs.

11 ANS
ET +



1

LE BIOGAZ

QU'EST-CE QUE C'EST, LE BIOGAZ ?

- ◆ Le biogaz est **un gaz libéré par les matières organiques lorsqu'elles se décomposent en l'absence d'oxygène (anaérobie) sous l'action des bactéries.** Il est principalement composé de gaz comme le méthane (de 50 à 80 %) et le dioxyde de carbone (CO_2). La proportion de méthane et de CO_2 peut varier selon les matières organiques utilisées.
- ◆ Le biogaz **peut remplacer le gaz naturel que nous utilisons couramment** pour la cuisine ou le chauffage. Il peut également **produire de l'électricité ou servir de carburant.**

QUIZ

11 ANS ET +

1

LE BIOGAZ

De quoi est composé le biogaz ?

- En majorité de méthane, mais aussi de CO_2 et d'azote
- En majorité de CO_2 , mais aussi de méthane et de soufre
- En majorité de méthane, mais aussi d'eau et d'oxygène



RÉPONSE : En majorité de méthane (de 50 à 80 %), mais aussi de CO_2 (de 25 à 45 %) et d'azote (de 0 à 2 %).

QUELLES SONT LES DIFFÉRENCES ENTRE LE BIOGAZ ET LE GAZ NATUREL (OU GAZ DE VILLE) ?

◆ La première différence réside dans leur origine.

Comme son nom l'indique, **le gaz naturel est présent naturellement sous la surface de la terre**. Il provient de la décomposition de diverses matières organiques, qui a pris des millions d'années. Pour cette raison, le gaz naturel est considéré comme une énergie fossile, au même titre que le pétrole. Les réserves mondiales de ce gaz pourraient arriver à épuisement d'ici une soixantaine d'années, selon l'Agence internationale de l'énergie.

Le biogaz, lui, est également produit à partir de la décomposition de matières organiques, mais de façon artificielle, **dans des digesteurs**.



◆ La seconde différence est liée à leur composition.

Le gaz naturel et le biogaz sont **tous les deux constitués de méthane, mais en proportion différente** : le gaz naturel en contient 99 %, le biogaz « seulement » 60 % de méthane en moyenne. Mais cela ne signifie pas que le biogaz est de moins bonne qualité car, après épuration, le biogaz devient du « **biométhane** », qui est alors composé d'au moins 97 % de méthane. Il possède alors des caractéristiques similaires au gaz naturel.

QUIZ

Quelle sera la proportion de biogaz dans le gaz qui arrive chez nous par les réseaux de distribution de gaz, en 2030 ?

- ☐ 0 à 5 % ☐ 6 à 11 % ☐ 12 à 20 %



RÉPONSE : 6 à 11 %.

11 ANS
ET +

3

LE BIOGAZ

COMMENT LE BIOGAZ EST-IL INJECTÉ DANS LES RÉSEAUX EXISTANTS DE DISTRIBUTION DE GAZ ?

◆ Le biogaz contient principalement du méthane (en moyenne 60 %) et du CO_2 (dioxyde de carbone). Pour être injecté dans les réseaux de distribution de gaz, **il doit être épuré, c'est-à-dire nettoyé de certaines « impuretés »** (sulfure, eau, calcaire).

Au terme de ce processus, il devient du « **biométhane** » : il contient au moins 97 % de méthane, comme le gaz naturel.

◆ Il est enfin **odorisé et contrôlé**, avant d'être injecté dans les réseaux de distribution de gaz.

LE
SAIS-
TU ?

Les techniques d'épuration du gaz les plus performantes permettent de profiter au maximum de l'énergie du biogaz, car elles génèrent moins de 2 % de perte de méthane.

QUIZ

11^{ANS}
ET +

3

LE BIOGAZ

Remets dans l'ordre les 3 étapes par lesquelles le biogaz passe, avant de pouvoir être injecté dans les réseaux de distribution de gaz.

- Il est odorisé et contrôlé
- Il est épuré
- Il devient du biométhane



RÉPONSE :

Étape 1 : il est épuré ;
étape 2 : il devient du biométhane ;
étape 3 : il est odorisé et contrôlé.

11^{ANS}
ET +

4

LE BIOGAZ

PEUT-ON FAIRE ROULER DES VÉHICULES GRÂCE AU BIOGAZ ?

◆ **Oui. Aujourd'hui, des véhicules fonctionnent déjà au gaz naturel : le GNV, Gaz Naturel pour Véhicule. La qualité du biométhane est équivalente à celle du gaz naturel : il est donc possible de créer des stations d'alimentation BioGNV, nom donné au biométhane quand il est utilisé comme carburant. Il suffit, par exemple, de le comprimer ou de le rendre liquide, pour qu'il prenne moins de place. Il existe déjà plus de 120 stations de ce type en France, et beaucoup d'autres sont à venir.**

◆ **En France, le BioGNV sert pour l'instant principalement à alimenter les transports en commun, les véhicules de collecte d'ordures...**

Par exemple, Lille expérimente les bus roulant au biogaz depuis plus de 15 ans !

QUIZ

11 ANS
ET +

4

LE BIOGAZ

Combien existe-t-il de stations en France distribuant du BioGNV, à ce jour ?

☐ 49

☐ 72

☐ 128

RÉPONSE :

128.

Et déjà 7 dans notre région.

(au 04/11/2021)



LE
SAIS-
TU ?

Le BioGNV émet 80 % de CO₂ de moins que le diesel, si l'on compare 2 véhicules de même génération. Il permet également de réduire de 95 % les particules fines à l'origine

de la pollution de l'air. Il coûte aussi en moyenne 20 % moins cher que le diesel, et offre aux véhicules une autonomie et une puissance comparables.

11 ANS
ET +

5

LE BIOGAZ

COMMENT PRODUIT-ON DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE LA CHALEUR AVEC DU BIOGAZ ?

- ◆ Le biogaz peut être **transformé en chaleur**, sous forme d'eau chaude ou de vapeur. Pour cela, il doit être brûlé **dans une chaudière adaptée** : c'est la combustion directe.
- ◆ **C'est le mode de valorisation le moins cher.** Il est utilisé notamment dans les unités de méthanisation des industries agroalimentaires.
- ◆ Le biogaz peut alimenter **un moteur de cogénération**, qui produit à la fois de l'électricité et de la chaleur. Ce moteur met en mouvement un alternateur, qui produit de l'énergie.
 - Environ 38 % de cette énergie est sous forme d'électricité, injectable dans le réseau électrique classique ou consommée sur place.
 - Environ 45 % de cette énergie est sous forme de chaleur, qui peut servir à chauffer les digesteurs ou des bâtiments, à sécher du foin...
 - Le reste correspond à des pertes thermiques.

QUIZ

11 ANS ET +

5

LE BIOGAZ

Le biogaz brûlé dans une chaudière peut servir à produire :

- Du gaz, par exemple pour la cuisson d'aliments
- De l'eau chaude, par exemple pour se laver les mains
- De l'eau froide, par exemple pour la climatisation



RÉPONSE :

Il peut servir à produire de l'eau chaude pour se laver les mains. Le biogaz brûlé ne peut pas produire à nouveau du gaz. Et une chaudière sert à produire de la chaleur et non du froid.

LE BIOGAZ PEUT-IL ÊTRE STOCKÉ ?

◆ **Le biogaz est une énergie renouvelable.**

Or, aujourd'hui, le stockage d'énergie renouvelable est un enjeu, car il peut y avoir un décalage entre le moment où cette énergie est produite et celui où elle est consommée. De même, les besoins en énergie ne sont pas forcément situés à côté du lieu de production.

◆ Le biogaz est donc **momentanément stocké sur l'unité de méthanisation, sous une bâche spéciale**, posée au-dessus des digesteurs.

◆ **Il peut aussi être comprimé, ce qui permet d'en stocker plus.** Avant d'être envoyé sur les réseaux de gaz (distribution ou transport), il est donc mis sous pression.

◆ Et on peut également **le liquéfier à très basse température** (-160 °C), réduisant d'environ 600 fois son volume. On parle alors de Gaz Naturel Liquide (GNL). Sous cette forme, **il peut être transporté et utilisé comme carburant.**

QUIZ

11^{ANS}
ET +

6

LE BIOGAZ

Comment peut-on réduire
le volume du biogaz
pour le stocker, le transporter
ou l'utiliser ?



RÉPONSE :

En le mettant sous pression
ou en le liquéfiant à basse
température.

11 ANS
ET +



LE DIGESTAT

1

C'EST QUOI, LE DIGESTAT ?

◆ La méthanisation ne transforme pas toute la matière organique résiduelle en biogaz.

Le reste est appelé « digestat ».

◆ Ce dernier est **facilement et rapidement assimilable par les plantes**. Bien utilisé, le digestat peut donc **remplacer en partie ou en totalité les engrais chimiques**. Il peut être épandu sur le sol, comme le sont habituellement les fumiers et lisiers. Et **ce digestat est inodore** : son épandage génère donc moins de nuisances.

◆ **90 % des intrants** traités dans les **unités de méthanisation agricoles ou territoriales ressortent sous forme de digestat**.

LE
SAIS-
TU ?

La proportion d'eau, de matières organiques non dégradées et d'éléments minéraux dans le digestat peut varier en fonction des matières utilisées pour la méthanisation et des éventuels traitements qui leur sont appliqués (séparation de la partie solide et liquide, séchage...).

QUIZ

11 ANS
ET +

1

LE DIGESTAT

Grâce aux éléments minéraux qu'il contient, que peut remplacer le digestat ?



RÉPONSE :

Les engrais chimiques.



QUELLE EST LA DIFFÉRENCE ENTRE LE DIGESTAT ET LE COMPOST ?

◆ Tout d'abord, le digestat et le compost **ne sont pas fabriqués de la même manière.**

Le **digestat** est produit par **méthanisation en l'absence d'oxygène** (anaérobie), à une température allant de 37 °C à 55 °C.

Le **compost**, lui, est obtenu par une **décomposition avec oxygène** (aérobie) avec une montée en température à 70 °C.

◆ La seconde différence vient de **leur utilisation.**

Le **compost** est une matière **assez proche du terreau** : il est principalement utilisé pour améliorer la structure du sol.

Le **digestat** est plus riche en azote et en phosphore : il sert **d'avantage comme fertilisant** pour nourrir les plantes.

QUIZ

11^{ANS}
ET +

2

LE DIGESTAT

Lequel de ces 2 éléments
est le plus fertilisant
pour nourrir les plantes :
le compost ou le digestat ?



RÉPONSE : Le digestat.



11^{ANS}
ET +

3

LE DIGESTAT

COMMENT BIEN UTILISER LE DIGESTAT ?

◆ Le digestat est **riche en minéraux**, comme l'azote, le potassium et le phosphore. C'est donc **un très bon fertilisant**. Cependant, si le digestat est mal épandu ou mal dosé, ces éléments peuvent être polluants pour les sols ou l'air.

Son utilisation doit respecter des conditions définies dans un « **plan d'épandage** ».

◆ Pour bien utiliser le digestat comme fertilisant, il faut **calculer la quantité nécessaire** et tenir compte des besoins des plantes cultivées pour définir la période idéale à l'apport du digestat.

◆ **Le digestat doit être mis au plus près du sol et enfoui** sous la première couche de terre.

◆ Les conditions météo sont également importantes : pour épandre le digestat, **il faut de préférence une température basse, un temps humide et pas de vent.**



Toutes ces précautions permettent **d'éviter qu'une partie de l'azote contenu dans le digestat ne s'envole pas dans l'air** et ne pollue pas l'atmosphère.

QUIZ

Coche les conditions nécessaires à une bonne utilisation du digestat comme fertilisant pour les sols :

- ☐ Calculer la quantité nécessaire avant de l'épandre
- ☐ Attendre le printemps
- ☐ Enfouir le digestat sous la première couche de terre
- ☐ L'épandre quand le temps est chaud et sec
- ☐ Préférer un moment où la température est basse
- ☐ L'épandre quand le temps est humide et sans vent

RÉPONSE :

Calculer la quantité nécessaire avant de l'épandre ;
enfouir le digestat sous la première couche de terre ;
préférer un moment où la température est basse ;
l'épandre quand le temps est humide et sans vent.



LE DIGESTAT PEUT-IL PRÉSENTER DES RISQUES DE POLLUTION POUR LES SOLS ET L'EAU ?

◆ Ces risques sont quasi nuls, grâce à une réglementation prévoyant des équipements de sécurité ainsi que des dosages, et des distances à respecter pour l'épandage.

Pour éviter tout risque, une **attention particulière est portée à la qualité et à la composition des matières (intrants)** qui permettent de produire le biogaz et le digestat. De plus, le digestat est analysé et **ne doit pas dépasser certains seuils d'éléments nocifs**, comme certains métaux (zinc, cadmium...). S'il les dépasse, il est envoyé en centre d'enfouissement ou est incinéré.

◆ C'est seulement si ces règles de sécurité ne sont pas respectées qu'une pollution est possible. *Par exemple, s'il y a un débordement des cuves qui servent à stocker le digestat ou que celles-ci se cassent, une quantité trop importante de digestat épandue, ou du matériel non adapté.*

QUIZ

11 ANS
ET +

4

LE DIGESTAT

Que doit-on faire
si la composition du digestat
dépasse les seuils
acceptés d'éléments nocifs ?

- On peut l'épandre quand même
- On doit l'envoyer en centre d'enfouissement ou l'incinérer



RÉPONSE :

On doit l'envoyer en centre
d'enfouissement ou l'incinérer.



11^{ANS}
ET +

5

LE DIGESTAT

QUELS SONT LES EFFETS DU DIGESTAT SUR LES SOLS ?

◆ Comme tout élément riche en matières organiques, **le digestat contribue à la qualité des sols.**

La matière organique permet en effet de :

- *rendre le sol plus poreux, afin qu'il absorbe et retienne mieux l'eau*
- *nourrir les micro-organismes et la faune du sol*
- *stocker le carbone pour éviter qu'il ne s'échappe dans l'atmosphère et ne participe au réchauffement climatique.*

On parle d'un **effet « d'amendement »**.

Lorsqu'on sépare le digestat liquide du digestat solide, ce dernier est **plus riche en matières organiques**. Il améliore donc encore plus la qualité du sol.

QUIZ

11 ANS ET +

5

LE DIGESTAT

Relie chaque caractéristique du digestat à ses bénéfices pour les sols.

ACTION

- A- Le digestat ■ améliore la structure et la porosité du sol.
- B- Le digestat ■ favorise la présence de vers de terre et de micro-organismes.
- C- Le digestat est ■ riche en minéraux.

BÉNÉFICES

- 1- Les matières organiques présentes dans le sol se dégradent mieux. Le sol est plus aéré, enrichi...
- 2- Le sol est fertilisé.
- 3- L'eau et l'air pénètrent mieux le sol. L'eau y est mieux absorbée. L'érosion, le ruissellement et le tassement du sol sont plus limités. Le sol se réchauffe.



RÉPONSE : A-3 ; B-1 ; C-2.



11^{ANS}
ET +

L'UNITÉ DE MÉTHANISATION ET L'ENVIRONNEMENT

1

L'INSTALLATION D'UNE UNITÉ DE MÉTHANISATION ENTRAÎNE-T-ELLE UNE AUGMENTATION DU TRAFIC ?

- ◆ Pour une unité agricole, dite « à la ferme », le trafic augmente en général de 1 camion par jour, durant les horaires de travail. Pour une unité territoriale traitant 15 000 tonnes de déchets par an, l'acheminement des matières nécessite le passage de 10 camions par jour travaillé.
- ◆ Afin de limiter ces nuisances et de permettre à l'unité de méthanisation d'être rentable, **le transport est optimisé, de manière à réduire les distances et les consommations de carburant, mais aussi pour éviter les trajets « à vide »** : chaque camion qui apporte des matières à méthaniser repart avec du digestat ou d'autres matières. Les horaires et les itinéraires sont également adaptés pour éviter les heures de pointe et les zones les plus fréquentées. Si besoin, des points de stockage décentralisés peuvent être mis en place.

QUIZ

11^{ANS}
ET +

1

Comment faire pour optimiser le transport vers et à partir d'une unité de méthanisation ?



RÉPONSE :

Réduire les distances et les consommations de carburant ; éviter les trajets « à vide » des camions ; mettre en place des espaces de stockage décentralisés ; favoriser des installations proches des lieux de production des déchets (circuit court)...



11^{ANS}
ET +

L'UNITÉ DE MÉTHANISATION ET L'ENVIRONNEMENT

2

EST-CE BRUYANT, UNE UNITÉ DE MÉTHANISATION ?

- ◆ L'unité de méthanisation ne fait pas plus de bruit que l'activité principale du site où elle est implantée (agricole ou industrielle). **Le procédé de méthanisation** en lui-même **est silencieux**.
- ◆ Les sources de bruit possibles sont le transport des déchets et le fonctionnement des moteurs de cogénération (dans le cas d'une valorisation du biogaz en électricité et en chaleur). Pour ces derniers, **une étude acoustique** est menée pour évaluer les mesures nécessaires : on peut, par exemple, installer un caisson insonorisé.
- ◆ **Le niveau de bruit en limite de propriété de l'unité est réglementé** : il ne doit pas dépasser 70 décibels le jour (comme une télévision avec un volume normal) et 60 décibels la nuit (comme une conversation normale).

QUIZ

11 ANS ET +

L'UNITÉ DE MÉTHANISATION ET L'ENVIRONNEMENT

2

60 décibels correspondent à :

- Une conversation normale
- Une voiture qui roule
- Un aboiement de chien

Et 70 décibels correspondent à :

- Un concert de métal
- Un marteau-piqueur
- Une télévision avec un volume normal

RÉPONSE :

60 décibels (dB) correspondent à une conversation normale et 70 dB à une télévision avec un volume normal. En comparaison, le niveau sonore d'un concert de métal est de 100 dB, et celui d'un marteau-piqueur de 120 dB !





11 ANS
ET +

L'UNITÉ DE MÉTHANISATION ET L'ENVIRONNEMENT

3

LA MÉTHANISATION ÉMET-ELLE DE MAUVAISES ODEURS ?

- ◆ Le procédé de méthanisation en lui-même **ne crée pas d'odeurs. Il se déroule en milieu confiné et complètement hermétique.** C'est le transport, le stockage, le déchargement et le chargement des matières organiques résiduelles qui peuvent être sources d'odeurs. Comme dans une poubelle, la matière organique en décomposition émet plus d'odeurs si elle est stockée longtemps et non confinée.
- ◆ **Des mesures simples permettent de limiter le risque d'odeurs :** le transport des matières en camions bâchés, le stockage dans des cuves fermées pour les produits les plus malodorants (lisiers, graisses...) et/ou dans des hangars pouvant être fermés voire ventilés, la désodorisation des bâtiments, qui permet de réduire les odeurs de 90 à 99 %...



- ◆ Après la méthanisation, **le digestat** (voir carte 1 de la rubrique « Le digestat ») **épanchu est désodorisé à plus de 90 %**, car les bactéries méthanogènes détruisent les éléments responsables des odeurs. **Le digestat peut aussi être enfoui sous une couche de terre** lors de son épandage pour supprimer toute odeur.
- ◆ Désormais, on peut également faire appel à **un jury de nez** pour surveiller d'éventuels problèmes d'odeurs.

QUIZ

Les techniques de désodorisation de bâtiments, comme le biofiltre ou charbon activé, permettent de réduire les odeurs de :

- 1 à 10 %
- 40 à 50 %
- 90 à 99 %



RÉPONSE : 90 à 99 %.



11 ANS
ET +

L'UNITÉ DE MÉTHANISATION ET L'ENVIRONNEMENT

4

UNE UNITÉ DE MÉTHANISATION PEUT-ELLE EXPLOSER ?

◆ Pour cela, il **faudrait que 3 facteurs soient réunis : une atmosphère confinée + de l'oxygène et du méthane + une étincelle.**

Or, c'est **presque impossible**, puisque la méthanisation se déroule effectivement en milieu confiné, mais sans oxygène.

Et, sans oxygène, la combustion et donc l'explosion ne peuvent avoir lieu.

◆ De plus, la construction des unités de méthanisation répond à **des normes et des règles très strictes**, afin que les digesteurs, les canalisations et les équipements de stockage soient bien étanches et empêchent toute fuite ou présence d'oxygène.

◆ Les équipements de sécurité et de prévention sont, quant à eux, **régulièrement vérifiés, et les consignes de sécurité sont strictes** : il est interdit d'y créer ou d'y apporter toute source de flamme ou d'étincelles.



◆ Enfin, la faible pression (1,5 bar) et la faible quantité du gaz présent sur le site réduisent d'autant les risques, car le biogaz est peu stocké sur place : il est envoyé en continu dans le réseau de gaz ou pour alimenter un moteur de cogénération.

QUIZ

À quoi correspond la quantité de biogaz stockée sur site ?

- ☐ Aux dimensions d'un stade de football
- ☐ Au volume d'une maison de 100 m²
- ☐ À celle contenue dans une cuve de propane pour une maison individuelle



RÉPONSE : À celle contenue dans une cuve de propane pour une maison individuelle.



11^{ANS}
ET +

L'UNITÉ DE MÉTHANISATION ET L'ENVIRONNEMENT

5

LES UNITÉS DE MÉTHANISATION DÉFIGURENT-ELLES LE PAYSAGE ?

◆ Dans le cas d'une unité agricole, dite « à la ferme », **les installations sont souvent identiques aux bâtiments ou espaces de stockage existants.**

Pour les unités industrielles, les équipements de méthanisation sont généralement **au sein du site**, et ont donc peu d'impact sur le paysage.

◆ Lors de la construction d'une unité de méthanisation sur un nouveau site, **il est possible de travailler dès la conception** pour respecter le relief, « fondre » l'unité dans le paysage grâce à des haies ou des arbres, disposer les bâtiments de manière à les rendre moins visibles... On peut également faire appel à **un architecte expert en intégration paysagère** afin de construire une unité en harmonie avec son environnement.

ACTION

11^{ANS}
ET +

L'UNITÉ DE MÉTHANISATION ET L'ENVIRONNEMENT

5

D'après toi, quels aménagements
seraient possibles pour intégrer
au mieux l'unité de méthanisation
de la maquette au paysage ?



RÉPONSE :

En l'entourant
de haies ou d'arbres,
par exemple.



11 ANS
ET +

LES AUTRES
SOLUTIONS

DE VALORISATION

1

VAUT-IL MIEUX MÉTHANISER LES BIODÉCHETS DES HABITANTS OU LES BRÛLER ?

◆ **Il vaut mieux méthaniser les biodéchets** (comme les déchets provenant de la cuisine, les déchets verts...) **pour 2 raisons :**

- **ces déchets sont humides** : d'un point de vue énergétique, il n'est donc pas très intéressant de les brûler, car leur combustion consomme beaucoup d'énergie.

- **la méthanisation produit** du biogaz mais aussi un résidu, **le digestat**. Il constitue une **sorte de compost frais**, qui peut être utilisé comme engrais. **Une partie du carbone retourne donc au sol.**

QUIZ

11 ANS
ET +

LES AUTRES SOLUTIONS DE VALORISATION

1

Donne des exemples de
biodéchets domestiques
qu'il peut être intéressant
de méthaniser.



RÉPONSE : Des restes de repas,
des épluchures de légumes,
l'herbe tondue, les feuilles mortes...



11 ANS
ET +

LES AUTRES
SOLUTIONS

2

DE VALORISATION

LA MÉTHANISATION EST-ELLE LA SEULE MANIÈRE DE PRODUIRE DU BIOGAZ ?

◆ D'autres procédés sont en cours d'étude et de développement afin de produire du biogaz à partir de déchets plus difficiles à traiter, comme le bois, les noyaux de fruits...

◆ C'est, par exemple, le cas de la **pyrogazéification** : elle consiste à chauffer ces déchets à plus de 1 000 °C, en présence d'une faible quantité d'oxygène. En dehors du résidu solide, l'ensemble du déchet est ainsi transformé en gaz : **la pyrogazéification correspond à la production de biogaz de 2^e génération.**

QUIZ

11^{ANS}
ET +

LES AUTRES SOLUTIONS DE VALORISATION

2

Quelles sont les principales différences entre la méthanisation et la pyrogazéification ?



RÉPONSE : La nature des déchets, la température à laquelle ils sont chauffés, le type de gaz obtenu.



11 ANS
ET +

LES AUTRES
SOLUTIONS

3

DE VALORISATION

QU'EST-CE QUE LE « POWER-TO-GAS » ?

- ◆ Le **power-to-gas** est une solution d'avenir, qui **permet de stocker** dans le réseau de gaz naturel **l'excédent d'électricité issue des éoliennes et des centrales solaires**.
- ◆ Ce procédé **convertit**, en effet, l'hydrogène généré par les excédents des énergies renouvelables **en gaz injectable dans les réseaux de distribution**.

QUIZ

11^{ANS}
ET +

LES AUTRES SOLUTIONS DE VALORISATION

3

Le power-to-gas repose-t-il
sur un processus naturel,
comme la méthanisation ?



RÉPONSE :

Non, le power-to-gas est une réaction chimique qui permet de produire du méthane de synthèse.



11^{ANS}
ET +

LES AUTRES
SOLUTIONS

DE VALORISATION

4

QUELLES DIFFÉRENCES Y A-T-IL ENTRE LA MÉTHANISATION ET LE COMPOSTAGE ?

◆ La méthanisation et le compostage sont **tous les deux des processus de valorisation de déchets organiques.**

Leurs différences résident dans :

- *la présence ou non d'oxygène pour les obtenir*
- *leur processus de production*

◆ Bien que ces techniques de valorisation soient souvent opposées, **elles sont en réalité complémentaires.**

• *La méthanisation permet de produire de l'énergie sous forme de gaz. Elle est obtenue en chauffant les déchets jusqu'à 55 °C environ, en l'absence d'oxygène. Cependant, une partie des bactéries issues de la décomposition des déchets résiste à cette température. Or, certaines de ces bactéries pourraient être dangereuses, comme la salmonelle. Une phase de nettoyage est donc nécessaire pour tuer ces bactéries, avant l'incorporation de ces déchets dans le digesteur.*



Le compostage consiste également à dégrader des déchets organiques, mais en présence d'oxygène et d'humidité. Il permet d'obtenir du compost, un fertilisant proche du terreau, riche en éléments humides mais qui ne produit pas d'énergie.

- Au cours du processus de compostage, la température monte jusqu'à 70 °C, ce qui tue les bactéries potentiellement dangereuses. De plus, la décomposition en présence d'oxygène permet de valoriser certaines matières organiques qui ne produisent que peu de biogaz ou qui se décomposent trop lentement en méthanisation, comme certains déchets verts (les branches, par exemple).

- Dans certains cas, le digestat est ensuite composté afin de bénéficier des avantages des deux techniques.

★ QUIZ

La méthanisation et le compostage présentent certaines différences, mais quel est leur principal point commun ?

RÉPONSE :

Ce sont deux moyens complémentaires de valoriser les déchets organiques : la méthanisation permet de produire de l'énergie sous forme de gaz, et le compostage un fertilisant pouvant être utilisé en agriculture.

SOMMAIRE

11 ANS ET +



AXE 1 LA MÉTHANISATION, C'EST QUOI ? (7 cartes)

- 1 QUE SONT LES MATIÈRES ORGANIQUES RÉSIDUELLES ?
- 2 COMMENT ÇA MARCHE, LA MÉTHANISATION ?
- 3 QUELLES BACTÉRIES SONT RESPONSABLES DE LA MÉTHANISATION ?
- 4 EXISTE-T-IL PLUSIEURS MODÈLES D'UNITÉS DE MÉTHANISATION ?
- 5 LA MÉTHANISATION EST-ELLE RENTABLE ?
- 6 Y A-T-IL DES RÈGLES À RESPECTER POUR L'INSTALLATION D'UNE UNITÉ DE MÉTHANISATION ?
- 7 QU'EST-CE QUI EST MÉTHANISABLE ?

AXE 2 LA MÉTHANISATION, QUELS INTÉRÊTS ? (6 cartes)

- 1 ... POUR LES AGRICULTEURS ?
- 2 ... POUR LES COLLECTIVITÉS ?
- 3 ... POUR LES INDUSTRIES AGROALIMENTAIRES ?
- 4 ... POUR LES HABITANTS ?
- 5 ... POUR LA PLANÈTE ?
- 6 ... POUR L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE ?

AXE 3 QUE PEUT-ON MÉTHANISER ? (7 cartes)

- 1 QUELLES RESSOURCES AGRICOLES PEUVENT ÊTRE UTILISÉES ?
- 2 QUELS DÉCHETS DES COLLECTIVITÉS PEUVENT ÊTRE UTILISÉS ?
- 3 QUELLES RESSOURCES DES INDUSTRIES AGROALIMENTAIRES ET DES SUPERMARCHÉS PEUVENT ÊTRE UTILISÉES ?
- 4 PEUT-ON PRODUIRE DU BIOGAZ À PARTIR DES BOUES DE STATIONS D'ÉPURATION (OU STEP) ?
- 5 QUEL EST L'INTÉRÊT DES CULTURES INTERMÉDIAIRES À VOCATION ÉNERGÉTIQUE (CIVE) POUR LA MÉTHANISATION ?
- 6 COMMENT APPROVISIONNE-T-ON UN DIGESTEUR ?
- 7 PEUT-ON TOUT METTRE DANS UN DIGESTEUR ?

AXE 4 LE BIOGAZ (6 cartes)

- 1 QU'EST-CE QUE C'EST, LE BIOGAZ ?
- 2 QUELLES SONT LES DIFFÉRENCES ENTRE LE BIOGAZ ET LE GAZ NATUREL (OU GAZ DE VILLE) ?
- 3 COMMENT LE BIOGAZ EST-IL INJECTÉ DANS LES RÉSEAUX EXISTANTS DE DISTRIBUTION DE GAZ ?
- 4 PEUT-ON FAIRE ROULER DES VÉHICULES GRÂCE AU BIOGAZ ?



5 COMMENT PRODUIT-ON DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE LA CHALEUR AVEC DU BIOGAZ ?

6 LE BIOGAZ PEUT-IL ÊTRE STOCKÉ ?

AXE 5 LE DIGESTAT (5 cartes)

1 C'EST QUOI, LE DIGESTAT ?

2 QUELLE EST LA DIFFÉRENCE ENTRE LE DIGESTAT ET LE COMPOST ?

3 COMMENT BIEN UTILISER LE DIGESTAT ?

4 LE DIGESTAT PEUT-IL PRÉSENTER DES RISQUES DE POLLUTION POUR LES SOLS ET L'EAU ?

5 QUELS SONT LES EFFETS DU DIGESTAT SUR LES SOLS ?

AXE 6 L'UNITÉ DE MÉTHANISATION ET L'ENVIRONNEMENT (5 cartes)

1 L'INSTALLATION D'UNE UNITÉ DE MÉTHANISATION ENTRAÎNE-T-ELLE UNE AUGMENTATION DU TRAFIC ?

2 EST-CE BRUYANT, UNE UNITÉ DE MÉTHANISATION ?

3 LA MÉTHANISATION ÉMET-ELLE DE MAUVAISES ODEURS ?

4 UNE UNITÉ DE MÉTHANISATION PEUT-ELLE EXPLOSER ?

5 LES UNITÉS DE MÉTHANISATION DÉFIGURENT-ELLES LE PAYSAGE ?

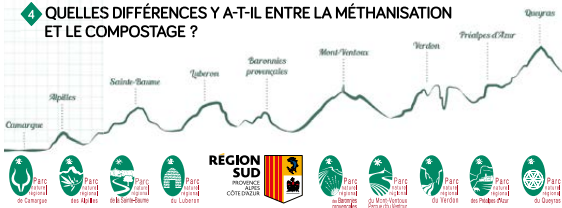
AXE 7 LES AUTRES SOLUTIONS DE VALORISATION (4 cartes)

1 VAUT-IL MIEUX MÉTHANISER LES BIODÉCHETS DES HABITANTS OU LES BRÛLER ?

2 LA MÉTHANISATION EST-ELLE LA SEULE MANIÈRE DE PRODUIRE DU BIOGAZ ?

3 QU'EST-CE QUE LE « POWER-TO-GAS » ?

4 QUELLES DIFFÉRENCES Y A-T-IL ENTRE LA MÉTHANISATION ET LE COMPOSTAGE ?



La Région
Auvergne-Rhône-Alpes



LE DÉPARTEMENT

Hauts Alpes
Conseil Général



Conception et réalisation :

www.lapetiteboite-communication.fr / Illustrations Sylvie Eder.

SOMMAIRE

11 ANS ET +



AXE 1 LA MÉTHANISATION, C'EST QUOI ? (7 cartes)

- 1 QUE SONT LES MATIÈRES ORGANIQUES RÉSIDUELLES ?
- 2 COMMENT ÇA MARCHE, LA MÉTHANISATION ?
- 3 QUELLES BACTÉRIES SONT RESPONSABLES DE LA MÉTHANISATION ?
- 4 EXISTE-T-IL PLUSIEURS MODÈLES D'UNITÉS DE MÉTHANISATION ?
- 5 LA MÉTHANISATION EST-ELLE RENTABLE ?
- 6 Y A-T-IL DES RÈGLES À RESPECTER POUR L'INSTALLATION D'UNE UNITÉ DE MÉTHANISATION ?
- 7 QU'EST-CE QUI EST MÉTHANISABLE ?

AXE 2 LA MÉTHANISATION, QUELS INTÉRÊTS ? (6 cartes)

- 1 ... POUR LES AGRICULTEURS ?
- 2 ... POUR LES COLLECTIVITÉS ?
- 3 ... POUR LES INDUSTRIES AGROALIMENTAIRES ?
- 4 ... POUR LES HABITANTS ?
- 5 ... POUR LA PLANÈTE ?
- 6 ... POUR L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE ?

AXE 3 QUE PEUT-ON MÉTHANISER ? (7 cartes)

- 1 QUELLES RESSOURCES AGRICOLES PEUVENT ÊTRE UTILISÉES ?
- 2 QUELS DÉCHETS DES COLLECTIVITÉS PEUVENT ÊTRE UTILISÉS ?
- 3 QUELLES RESSOURCES DES INDUSTRIES AGROALIMENTAIRES ET DES SUPERMARCHÉS PEUVENT ÊTRE UTILISÉES ?
- 4 PEUT-ON PRODUIRE DU BIOGAZ À PARTIR DES BOUES DE STATIONS D'ÉPURATION (OU STEP) ?
- 5 QUEL EST L'INTÉRÊT DES CULTURES INTERMÉDIAIRES À VOCATION ÉNERGÉTIQUE (CIVE) POUR LA MÉTHANISATION ?
- 6 COMMENT APPROVISIONNE-T-ON UN DIGESTEUR ?
- 7 PEUT-ON TOUT METTRE DANS UN DIGESTEUR ?



AXE 4 **LE BIOGAZ** (6 cartes)

- 1 QU'EST-CE QUE C'EST, LE BIOGAZ ?
- 2 QUELLES SONT LES DIFFÉRENCES ENTRE LE BIOGAZ ET LE GAZ NATUREL (OU GAZ DE VILLE) ?
- 3 COMMENT LE BIOGAZ EST-IL INJECTÉ DANS LES RÉSEAUX EXISTANTS DE DISTRIBUTION DE GAZ ?
- 4 PEUT-ON FAIRE ROULER DES VÉHICULES GRÂCE AU BIOGAZ ?
- 5 COMMENT PRODUIT-ON DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE LA CHALEUR AVEC DU BIOGAZ ?
- 6 LE BIOGAZ PEUT-IL ÊTRE STOCKÉ ?

AXE 5 **LE DIGESTAT** (5 cartes)

- 1 C'EST QUOI, LE DIGESTAT ?
- 2 QUELLE EST LA DIFFÉRENCE ENTRE LE DIGESTAT ET LE COMPOST ?
- 3 COMMENT BIEN UTILISER LE DIGESTAT ?
- 4 LE DIGESTAT PEUT-IL PRÉSENTER DES RISQUES DE POLLUTION POUR LES SOLS ET L'EAU ?
- 5 QUELS SONT LES EFFETS DU DIGESTAT SUR LES SOLS ?

AXE 6 **L'UNITÉ DE MÉTHANISATION ET L'ENVIRONNEMENT** (5 cartes)

- 1 L'INSTALLATION D'UNE UNITÉ DE MÉTHANISATION ENTRAÎNE-T-ELLE UNE AUGMENTATION DU TRAFIC ?
- 2 EST-CE BRUYANT, UNE UNITÉ DE MÉTHANISATION ?
- 3 LA MÉTHANISATION ÉMET-ELLE DE MAUVAISES ODEURS ?
- 4 UNE UNITÉ DE MÉTHANISATION PEUT-ELLE EXPLOSER ?
- 5 LES UNITÉS DE MÉTHANISATION DÉFIGURENT-ELLES LE PAYSAGE ?

AXE 7 **LES AUTRES SOLUTIONS DE VALORISATION** (4 cartes)

- 1 VAUT-IL MIEUX MÉTHANISER LES BIODÉCHETS DES HABITANTS OU LES BRÛLER ?
- 2 LA MÉTHANISATION EST-ELLE LA SEULE MANIÈRE DE PRODUIRE DU BIOGAZ ?
- 3 QU'EST-CE QUE LE « POWER-TO-GAS » ?
- 4 QUELLES DIFFÉRENCES Y A-T-IL ENTRE LA MÉTHANISATION ET LE COMPOSTAGE ?