

LES BIOGAZ

I – L'ENERGIE

II – L'EFFET DE SERRE

III – PRODUCTION DE BIOGAZ

IV – BIOGAZ DE DECHETS MENAGERS ET
INDUSTRIELS

CONCLUSION

I – L'ÉNERGIE

1 – Définition:

Qu'est ce que l'énergie?

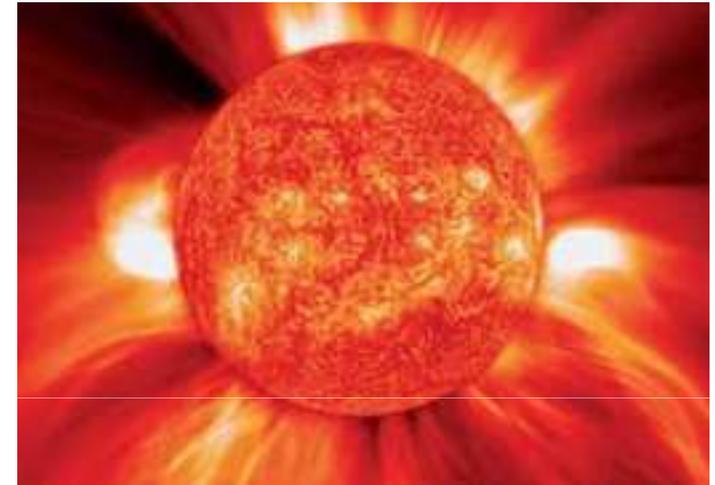
Pas de définition simple de la part des scientifiques.

Notion familière: chauffage, cuisson,
...

Définition du dictionnaire: un système qui a de l'énergie peut produire du travail.

Étymologie: ***énergia*** en latin = force active.

Tous les scientifiques sont capables de définir l'énergie chimique, l'énergie électrique, l'énergie nucléaire.



I – L'ÉNERGIE

1 – Définition:

Tous les scientifiques s'accordent pour donner une unité à l'énergie: le Joule avec la lettre d'abréviation J.

Pour l'industrie alimentaire (les paquets de gâteaux) , on utilise toujours une ancienne unité : la calorie ou le kilocalorie avec $1 \text{ kcal} = 4180 \text{ J}$.

Sur la facture EDF : le kilowattheure (kWh c'est l'unité d'énergie la plus connue) avec $1 \text{ kWh} = 3\,600\,000 \text{ J}$.

En industrie et en économie, on utilise la tep: Tonne Equivalent Pétrole avec $1 \text{ tep} = 42 \text{ milliards de joules}$. C'est l'énergie produite par la combustion de 1 tonne de pétrole soit 7,33 barils .

I – L'ÉNERGIE

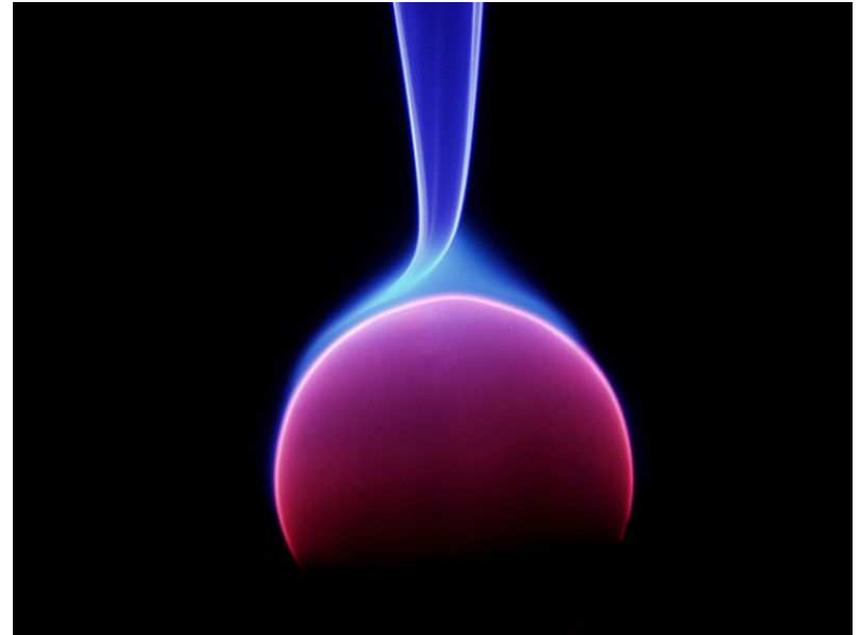
2 – La jungle des appellations:

Il est indispensable d'associer un qualificatif au mot énergie pour pouvoir en donner une définition précise.

Énergie : renouvelable, dégradée, noble, fossile, cinétique, potentielle, électrique, nucléaire, stockée, transférée, primaire, secondaire, utile?

Le tri dans tout ça?

Voir les classifications des pages suivantes.



I – L'ENERGIE

3 – Types d'énergie:

Ils sont à l'origine des sources d'énergie et il faut les deux qualificatifs:

-L'énergie mécanique: c'est l'énergie des chutes d'eau, de la traction humaine ou animale, des marées ...

-L'énergie chimique: c'est l'énergie de la combustion, des explosions , des piles ...

-L'énergie nucléaire : c'est celle des réacteurs nucléaires, du soleil des piles photovoltaïques.

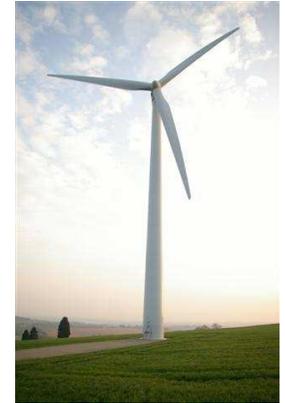
Ces types d'énergie sont disponibles dans la nature sous forme de sources d'énergie.

I – L'ENERGIE

4 – Sources d'énergie:

Les sources d'énergie dans la nature sont multiples :

- L'énergie marémotrice : produite par les mouvement des marées.
- L'énergie nucléaire: due à une réaction de fission au niveau des cœurs des atomes.
- L'énergie fossile: dont l'origine est de la matière organique enfouie sous terre depuis des millions d'années: charbon, pétrole .
- L'énergie éolienne : due au mouvement du vent .
- L'énergie géothermique : due à la chaleur naturellement élevée provenant du centre de la Terre.

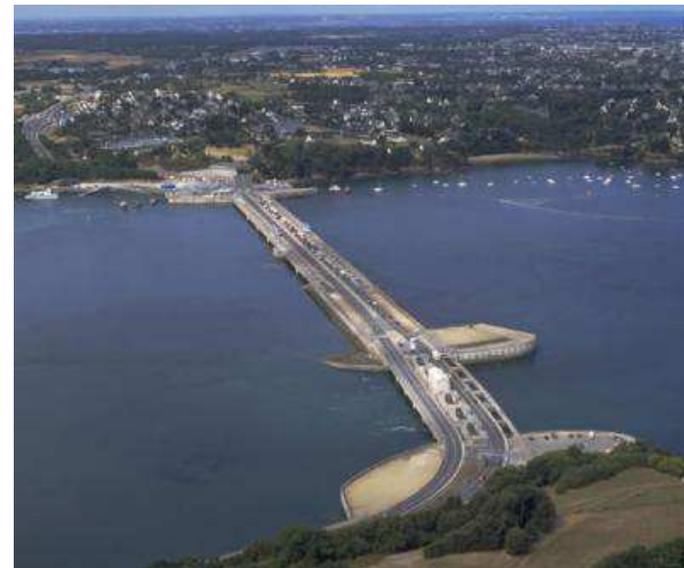
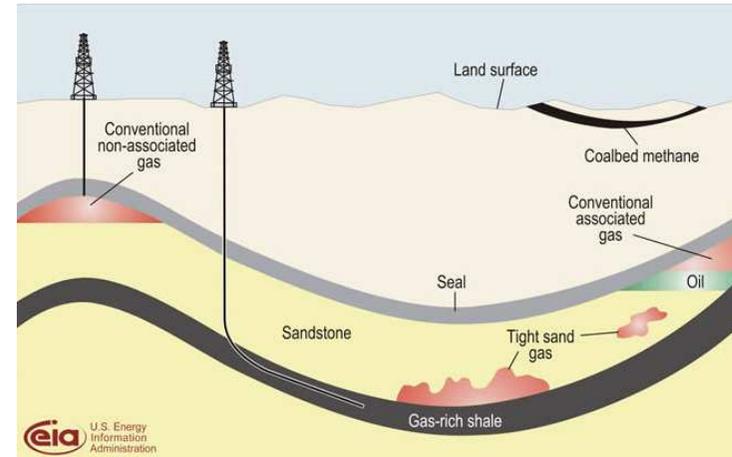


I – L'ÉNERGIE

5 – Energie stockée - énergie en flux :

Les exemples cités auparavant font apparaître deux qualificatifs pour désigner la dynamique avec laquelle l'énergie est récupérée depuis à sa source:

- Énergie en stock: cas des gisements de pétrole, charbon, mines d'uranium ..
- Énergie en flux, en mouvement: éolienne, géothermie, marémotrice...



Usine marémotrice de la Rance

I – L'ÉNERGIE

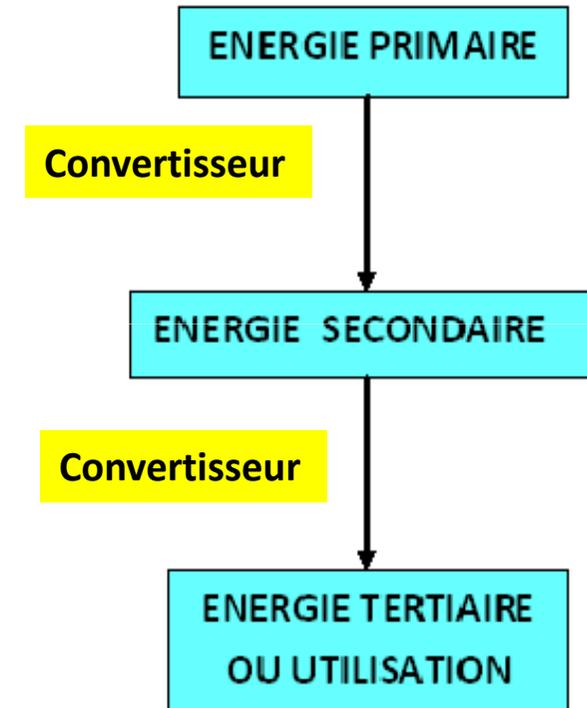
6 – De la source à l'utilisation:

Les sources d'énergies des exemples précédents sont qualifiées de source d'énergie primaire.

A partir de l'énergie primaire de la fission nucléaire, on produit une énergie secondaire, l'électricité, qui devient une énergie tertiaire pour l'utilisation dans la cuisson, le fonctionnement des trains, l'éclairage, etc...

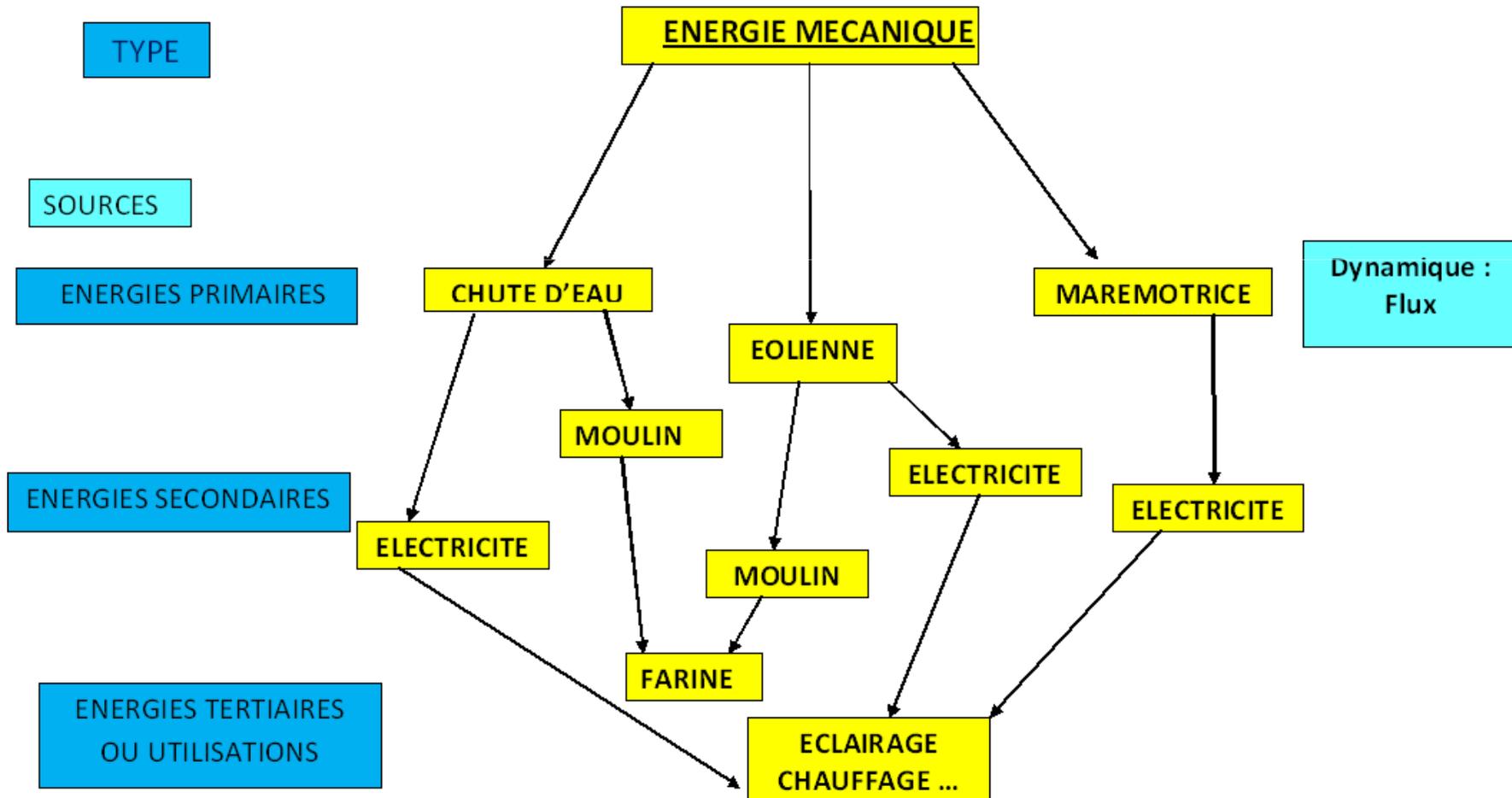
A partir de l'énergie primaire fossile (pétrole) on produit du carburant qui sert à produire de l'énergie mécanique pour faire avancer les véhicules.

Le passage d'une énergie à une autre se fait par l'intermédiaire d'un convertisseur : centrale nucléaire, plaque chauffante, voiture ...



I – L'ENERGIE

Résumé schématique



I – L'ÉNERGIE

7 – Régénération des sources :

Les énergies non renouvelables: celles dont la source d'énergie primaire disparaîtra un jour à force d'utilisation:

- 1) les énergies fossiles : gaz, charbon, pétrole.**
- 2) Les énergies nucléaires fissiles: mines d'uranium et autres minéraux radioactifs.**

Les énergies renouvelables: celles dont les sources se renouvellent naturellement:

- 1) L'énergie éolienne**
- 2) L'énergie des marées**
- 3) L'énergie solaire**
- 4) L'énergie hydraulique (chute ou écoulement de l'eau)**
- 5) La géothermie**
- 6) L'énergie de la biomasse: bois, biogaz.**

I – L'ÉNERGIE

8 – Impact sur l'environnement :

La classification renouvelable ou non n'indique rien quant au caractère polluant ou non d'une source d'énergie:

- Le nucléaire produit des déchets radioactifs; il ne produit pas de gaz à effet de serre (GES).

-l'énergie fossile produit des GES.

-La biomasse, biocarburant, biogaz, sources d'énergie renouvelable produisent des GES.

Source d'énergie	Renouvelable	Impact production	Emission GES	Déchets radioactifs
Nucléaire	Non	Elevé	Non	Oui
Solaire	Oui	Moyen	Non	Non
Fossile	Non	Elevé	Elevée	Non
Marée	Oui	Moyen	Non	Non
Eolienne	Oui	Moyen	Non	Non
Biomasse	Oui	Faible	Moyenne	Non
Géothermie	Oui	Moyen	non	Non

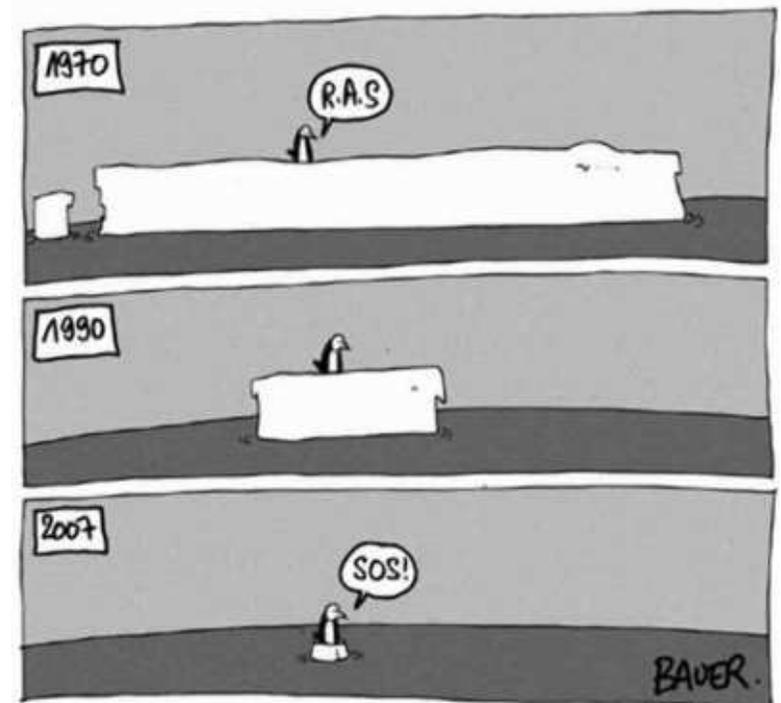
II – LES GAZ A EFFET DE SERRE

1- L'effet de serre

Notion familière pour les agriculteurs et les jardiniers, l'effet de serre a été constaté par les physiciens dès le 18^{ème} siècle.

Les gaz qui en sont les premiers responsables ont été identifiés dès le milieu du 19^{ème} siècle. A l'époque, il s'agit d'un objectif utile à atteindre puisque les scientifiques voulaient éviter une nouvelle ère glaciaire en augmentant la quantité de gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

L'alerte a été donnée un siècle plus tard (années 1980) lorsque l'on s'est rendu compte de l'impact nocif de l'échauffement climatique sur la banquise, les glaciers et le niveau des mers.



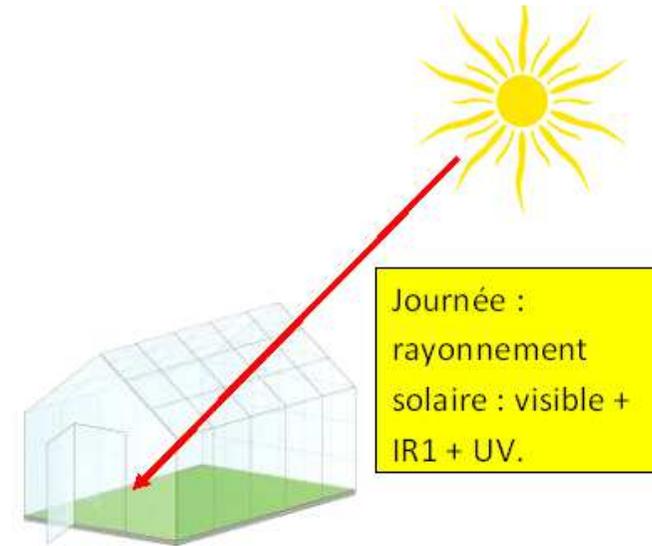
II – LES GAZ A EFFET DE SERRE

1- L'effet de serre

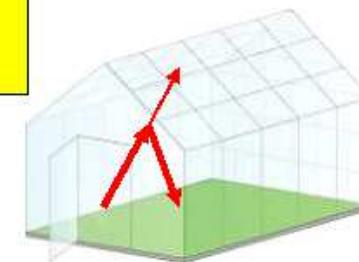
Le principe de l'effet de serre est le même qu'il s'agisse d'une serre agricole ou de l'atmosphère terrestre.

Pendant la journée: rayonnement solaire composé de lumière visible, d'Infra Rouge (IR invisible à nos yeux) et d'Ultra Violet (UV invisible à nos yeux).

Pendant la nuit: la terre est chaude par rapport à l'atmosphère; elle va restituer sa chaleur sous forme de rayonnement IR, différent de celui du soleil. Le verre (ou le plastique) ont la capacité de l'absorber amenant à emprisonner la chaleur dans la serre.



Nuit :
rayonnement
terrestre : IR2.



II – LES GAZ A EFFET DE SERRE

1- L'effet de serre

L'interprétation du phénomène est représentée dans l'animation ci- contre :

Pendant la journée, le rayonnement solaire, véhicule d'énergie est composé de lumière visible et invisible (surtout Infra Rouge)

. Il traverse l'atmosphère terrestre (50 %) et nous apporte la chaleur qui réchauffe notre planète.

L'activité humaine, les phénomènes naturels, apportent dans l'atmosphère différents types d'émissions : fines particules de charbon, des gaz: dioxyde de carbone CO_2 , méthane CH_4 , oxydes d'azote NxOy , ozone O_3 , fréons ...

La terre, réchauffée pendant la journée, restitue à l'atmosphère (froide) sa chaleur pendant la nuit. La chaleur est renvoyée uniquement sous forme de rayonnement Infra Rouge légèrement différent de celui acquis pendant la journée ; elle est absorbée par les GES; elle reste emprisonné e à 95 % et contribue au réchauffement climatique.

II – LES GAZ A EFFET DE SERRE

2 – Les gaz responsables (GES)

Certains gaz ont la capacité d'absorber une partie du rayonnement IR émis par la terre. Ils sont nommés gaz à effet de serre GES. Certains sont naturels comme le dioxyde de carbone (CO₂) et la vapeur d'eau (H₂O), oxyde nitreux (N₂O), le méthane (CH₄); d'autres sont exclusivement produits par l'industrie: les halocarbones qui comportent les CFC Chlorofluorocarbone multiples et variés, essentiellement utilisés comme fluide de réfrigération.

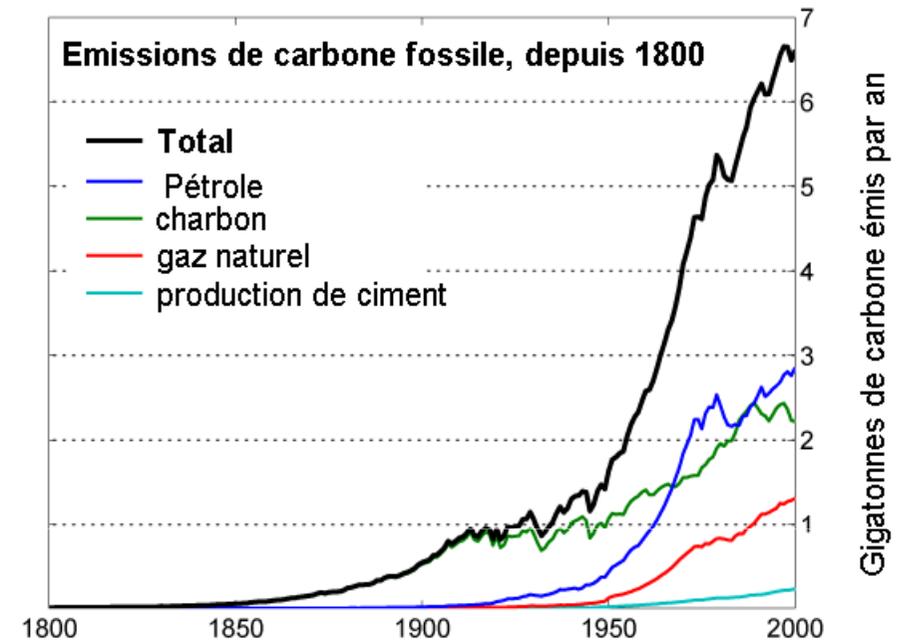
Les pourcentages des GES naturels augmente de façon très importante (exponentielle) depuis la révolution industrielle .

gaz à effet de serre	formule	concentration préindustrielle	concentration actuelle
vapeur d'eau	H ₂ O	3‰	3‰
dioxyde de carbone	CO ₂	278 ppm	387 ppm
méthane	CH ₄	0,7 ppm	1,7 ppm
protoxyde d'azote	N ₂ O	0,275 ppm	0,311 ppm
dichlorodifluorométhane (CFC-12)	CCl ₂ F ₂	0	0,503 ppb
chlorodifluorométhane (HCFC-22)	CHClF ₂	0	0,105 ppb
tétrafluorométhane	CF ₄	0	0,070 ppb
hexafluorure de soufre	SF ₆	0	0,032 ppb

II – LES GAZ A EFFET DE SERRE

3 – Les principaux émetteurs

L'utilisation d'énergie fossile dans l'industrie, les transports, l'agriculture et le bâtiment est le principal facteur d'augmentation des GES dans l'atmosphère.



II – LES GAZ A EFFET DE SERRE

4 – Le potentiel de réchauffement global (PRG)

La nocivité de ces gaz n'est pas la même ; les scientifiques ont établi une échelle de mesure et d'évaluation de la nocivité.

Ainsi l'effet de serre est calculé sur la base de 100 ans et avec le dioxyde de carbone comme référence (unité de mesure = l'influence du dioxyde de carbone sur le réchauffement climatique) ; le PRG des autres gaz est un multiple du PRG du CO₂.

On remarque que le méthane contribue 23 fois plus que le dioxyde de carbone au réchauffement climatique. Une tonne de méthane a un effet de serre équivalent à celui de 23 tonnes de CO₂.

gaz à effet de serre	formule	durée de séjour (ans)	PRG à 100 ans
vapeur d'eau	H ₂ O	~0,02 (1-2 semaines)	8
dioxyde de carbone	CO ₂	15 - 200	1
méthane	CH ₄	4	23
protoxyde d'azote	N ₂ O	120	310
dichlorodifluorométhane (CFC-12)	CCl ₂ F ₂	130	6 200 - 7 100
chlorodifluorométhane (HCFC-22)	CHClF ₂	12	1 300 - 1 400
tétrafluorométhane	CF ₄	50 000	6 500
hexafluorure de soufre	SF ₆	3 200	22 800

Alors que le dioxyde de carbone contribue pour 55 % à l'effet de serre, le méthane y participe à hauteur de 15%.

Dans les émissions de méthane liées aux activités humaines, les ruminants y contribuent à hauteur de 20 %.

III – PRODUCTION DE BIOGAZ

1 – Le biogaz

La définition d'un biogaz trouve son origine dans l'étymologie du terme: gaz biologique ou gaz du vivant.

Il s'agit d'un mélange gazeux produit par la fermentation de matières organiques d'origines animale ou végétale (bio) dans des conditions **anaérobies** (en absence d'oxygène de l'air).

La fermentation se produit naturellement dans les marais et les lacs où la matière organique (végétale) s'accumule au fond dans les conditions requises d'absence d'oxygène (anaérobies).



III – PRODUCTION DE BIOGAZ

1 – Le biogaz

C'est un gaz combustible de composition moyenne: 50 à 70 % de méthane, constituant principal du gaz naturel et de dioxyde de carbone, de la vapeur d'eau et du sulfure d'hydrogène (odeur d'œufs pourris).

Les autres sources naturelles de biogaz:

- Les décharges.
- Le stockage de déchets d'élevage: fumier et lisier .
- Les déchets de l'industrie agroalimentaire
- Les stations d'épuration des eaux.



III – PRODUCTION DE BIOGAZ

2 – Le modèle des vaches:

Les activités agricoles contribuent aux émissions de GES à hauteur de 19 % , mais le secteur est responsable de 50 à 70 % d'émissions de méthane et de protoxyde d'azote N_2O .

La part la plus importante du CH_4 émis revient au :

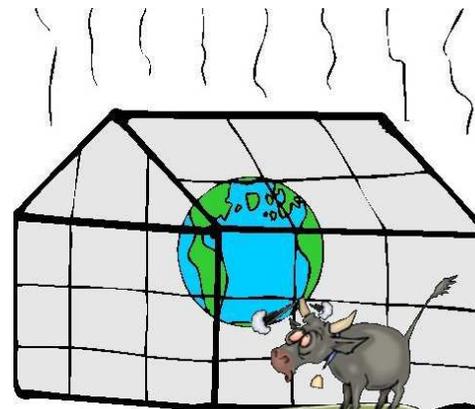
- processus de digestion des ruminants (vaches en particuliers – voir plus loin) (20 % du méthane).
- décomposition des eaux usées produites par l'agriculture et l'élevage.
- fermentation des déchets (voir diapo suivante).

III – PRODUCTION DE BIOGAZ

2 – Le modèle des vaches:

La décomposition organique du fumier produit du méthane et un troisième gaz à effet de serre, le protoxyde d'azote encore appelé oxyde nitreux (N_2O pour les chimistes) à partir des nitrates contenus dans le fumier.

L'épandage permet de réduire les émissions mais il ne peut être pratiqué qu'à des moments bien déterminés de l'année. Le reste du temps, lisier et fumier sont « conservés » ce qui crée les conditions de leur fermentation et de la production des GES.



III – PRODUCTION DE BIOGAZ

2 – Le modèle des vaches:

Une idée répandue qui fait rire les journalistes: les intestins des vaches sont à l'origine des émissions du méthane.

Les études scientifiques montrent que ce ne sont pas les flatulences des bovins mais leurs rôtis qui contiennent les quantités les plus élevées de méthane.

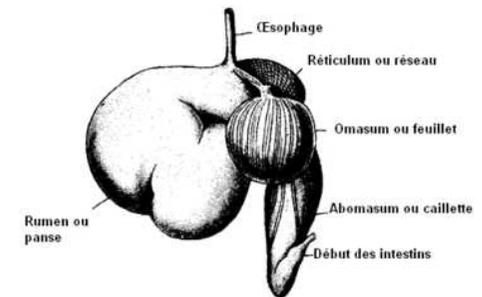
Une vache exhale quotidiennement une moyenne de 300 litres de méthane par éructation (l'équivalent d'un tiers de litre d'essence). Evidemment, cela dépend du pays (et de l'alimentation) du bétail: une vache africaine, produit en moyenne trois fois moins de méthane (et dix fois moins de lait) qu'une vache européenne. En Europe ou en Amérique du nord, on peut compter de l'ordre de 70 kg de méthane par tête de bovin et par an, les vaches laitières en produisant le plus avec 100 à 120 kg par an. Les moutons et les chèvres en produisent, en ordre de grandeur, 10 fois moins.

III – PRODUCTION DE BIOGAZ

2 – Le modèle des vaches:

Il existe sur la planète 1,3 milliards de vaches ; elles exhalent environ 300 000 milliards de litres de méthane par an.

Les aliments avalés par la vache aboutissent d'abord dans le premier estomac appelé rumen (la panse); il peut contenir 200 litres de matière. Les aliments y passent entre 24 et 48 heures pour être correctement digérés.

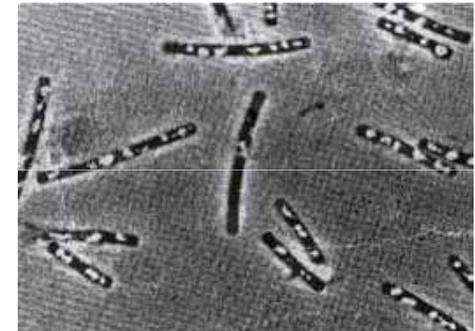


III – PRODUCTION DE BIOGAZ

2 – Le modèle des vaches:

Le rumen, le vaste estomac antérieur de la vache, décompose les plantes fourragères par fermentation microbienne. Ce processus, également appelé fermentation entérique, est semblable à l'action de la levure sur le raisin lors de la vinification.

C'est dans la panse que s'accomplit 70 % de la digestion grâce aux bactéries présentes dans le système digestif des vaches; pour les autres ruminants, pour les stations d'épuration des eaux, pour les décharges, c'est le même type de micro organismes ; il en est de même pour le tube digestif de l'homme.



III – PRODUCTION DE BIOGAZ

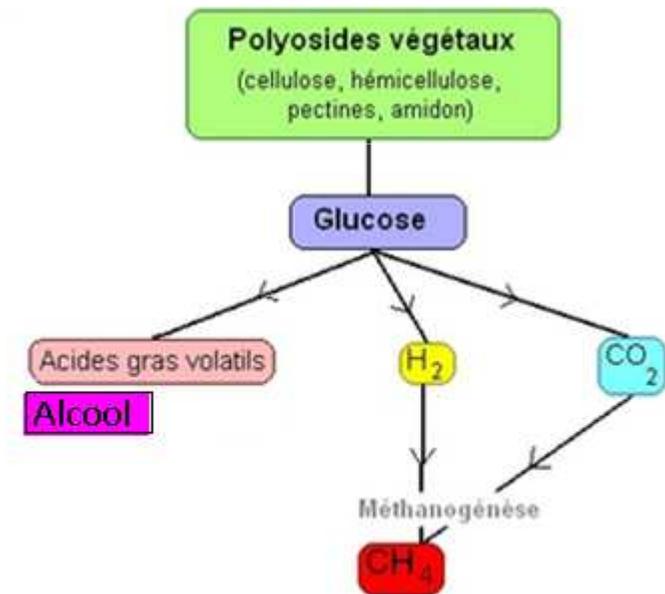
2 – Le modèle des vaches:

Le processus anaérobie se déroule en trois étapes :

-les végétaux absorbés par la vache subissent une fermentation qui les transforme en sucre.

- la deuxième étape est nommée acétogénèse et produit des alcools et deux gaz l'hydrogène H_2 et le dioxyde de carbone CO_2 . Il paraît que les vaches pourraient en devenir ivres.

-La troisième étape est la méthanogénèse; c'est là que les gaz de la deuxième étape vont se transformer en méthane.



III – PRODUCTION DE BIOGAZ

2 – Le modèle des vaches:

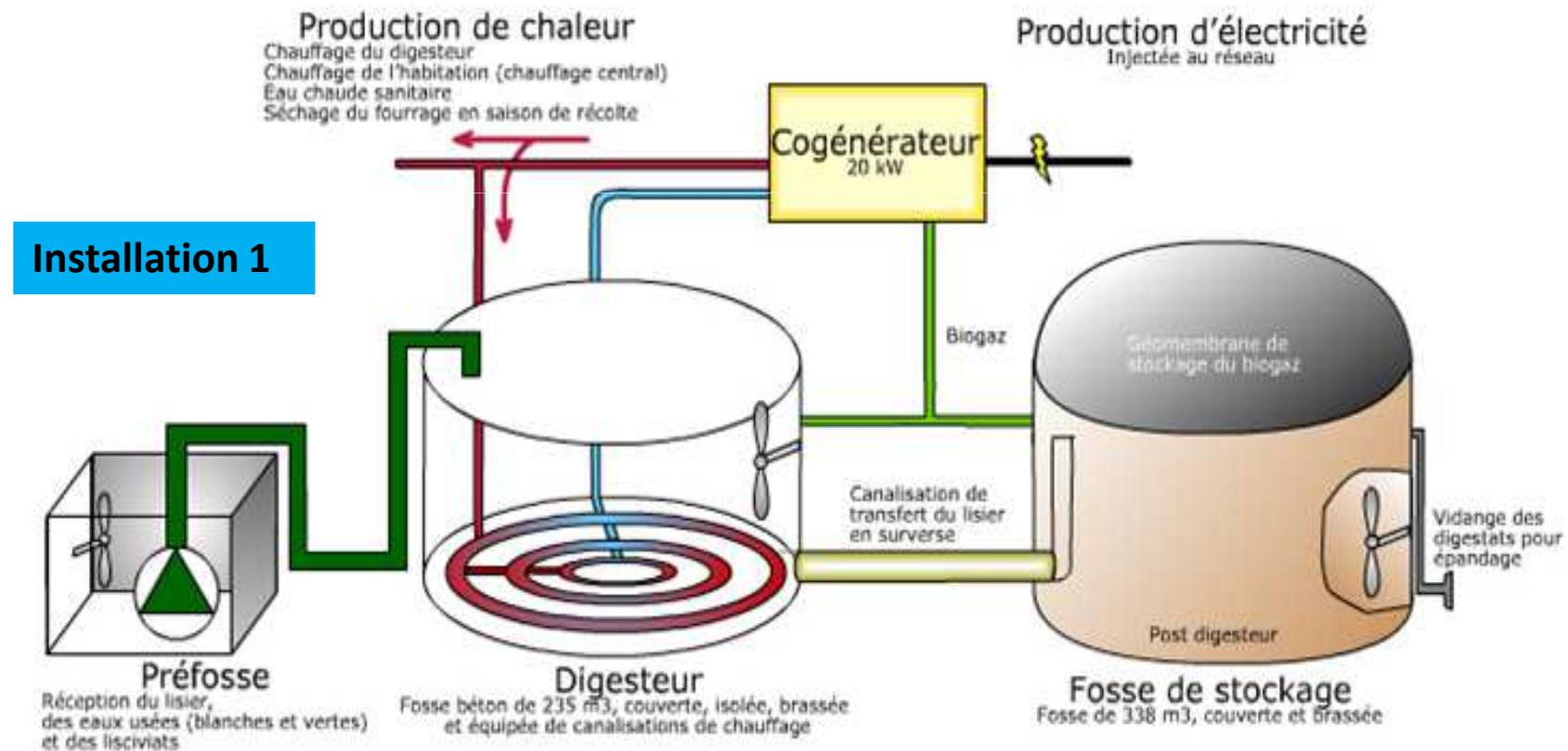
La transposition du modèle des bovins dans le monde industriel se fait selon le schéma :



III – PRODUCTION DE BIOGAZ

3 – La méthanisation agricole:

C'est l'opération industrielle qui produit du biogaz en copiant la digestion des végétaux dans l'estomac des bovins . On parle aussi de biométhanisation pour rappeler l'origine biologique de la transformation.



III – PRODUCTION DE BIOGAZ

3 – La méthanisation agricole:

Une installation type comporte:

-Une préfosse , lieu de stockage des déchets de la ferme : lisier, fumier, branchages, produits de la tonte, sous produits agroalimentaires.

-Le digesteur : c'est la partie centrale, le « rumen » industriel où vont se dérouler les différentes opérations qui conduiront à la production du biogaz, majoritairement formé de méthane.

Comme dans le monde biologique, le digesteur doit être maintenu à une température adéquate (37 à 40 °C) dans des conditions anaérobies, pour permettre aux bactéries utiles de se développer et de faire leur travail.

- Cuve de stockage des produits formée d'une géo membrane étanche aux gaz ; elle permet aussi l'évacuation du digestat (produit liquide de la digestion) pour l'épandage.

III – PRODUCTION DE BIOGAZ

3 – La méthanisation agricole:

Autres formes et technologies utilisées: avec deux digesteurs - un digesteur piston et un digesteur fosse. Avantage: augmenter le temps de séjour des matières premières à l'intérieur.

Installation 2

100 m³

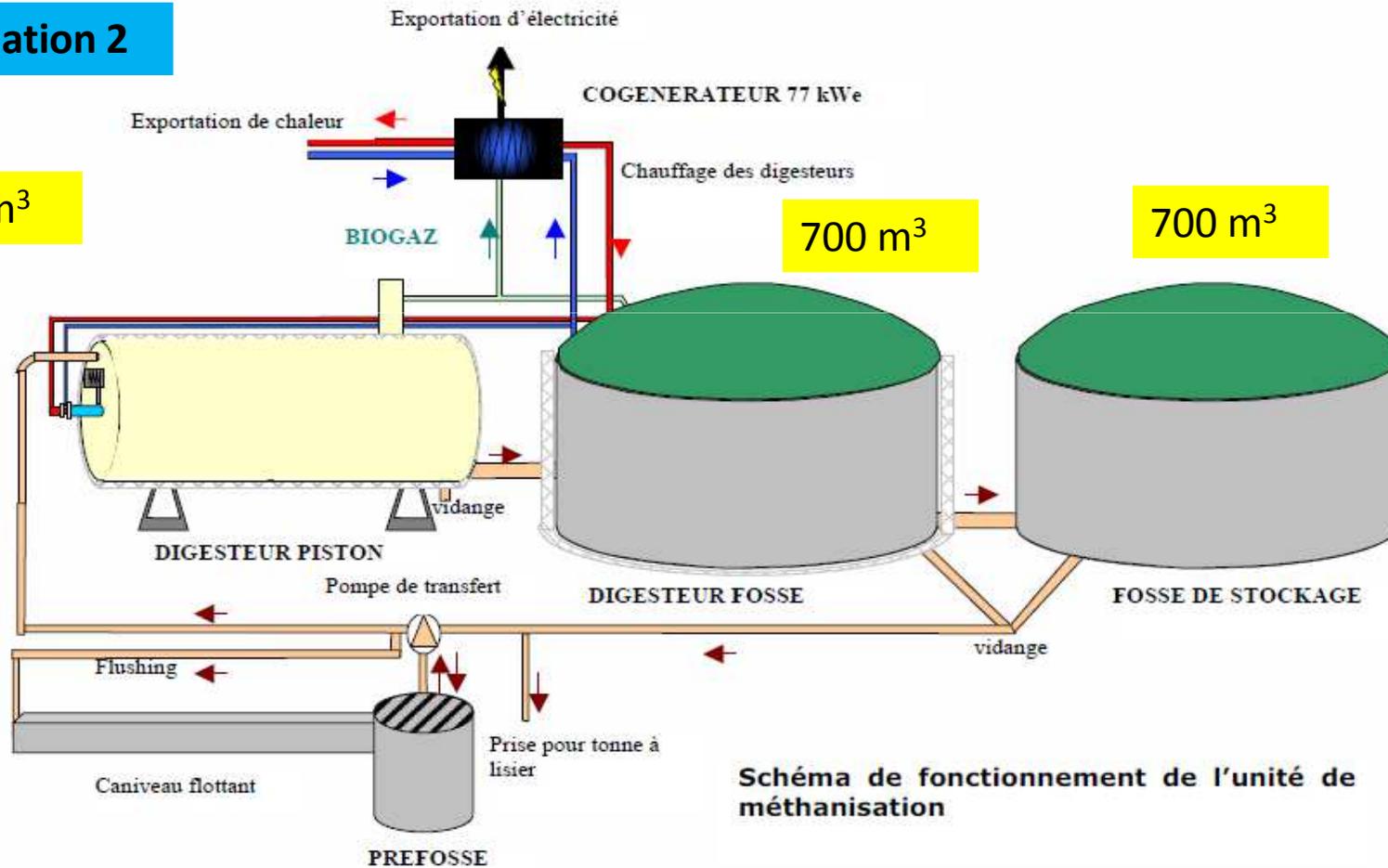


Schéma de fonctionnement de l'unité de méthanisation

Méthaniseur 2

III – PRODUCTION DE BIOGAZ

4 – La valorisation énergétique :

La composition type du gaz produit est rassemblée dans le tableau ci-dessous; le seul combustible du mélange est le méthane , présent à hauteur de 50 à 75%.

Le mélange est utilisé tel quel, sans purification (opération coûteuse); il est brûlé pour récupérer de l'énergie.

Composant	Concentration (Vol.- %)
Méthane (CH ₄)	50 – 75
Dioxyde de carbone (CO ₂)	25 – 45
Eau (H ₂ O)	2 (20°C) - 7 (40°C)
Azote (N ₂)	<2
Oxygène (O ₂)	<2
Hydrogène sulfureux (H ₂ S)	< 1
Hydrogène (H ₂)	<1

La première installation produit 20 kW électrique et 44 kW thermique.

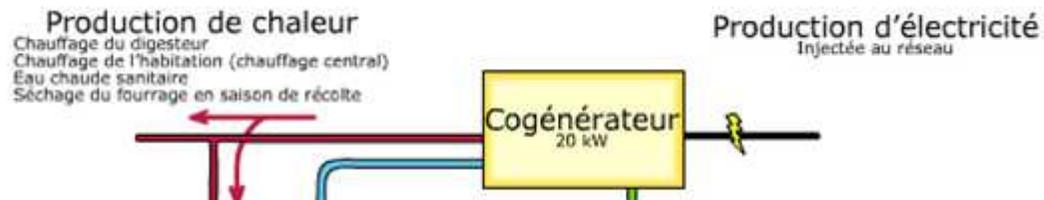
La seconde, de plus grande capacité , produit 77 kW électrique et 130 kW thermique.

La valorisation énergétique d'une installation (cas des deux exemples cités) se fait par un système en cogénération électrique et thermique.

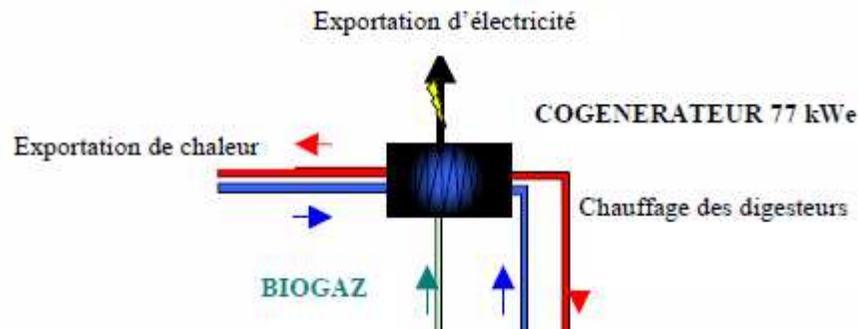
III – PRODUCTION DE BIOGAZ

4 – La valorisation énergétique :

Un procédé de cogénération reçoit le biogaz, produit de l'électricité et produit également de la chaleur.



Méthaneiseur 1



Méthaneiseur 2

III – PRODUCTION DE BIOGAZ

5 – La cogénération:

On appelle cogénération la production de l'électricité dans une génératrice par une combustion (fioul, gaz, biogaz...) et la récupération de la chaleur des gaz d'échappement pour le chauffage.

Avantage : le rendement cumulé.

Une génératrice d'électricité seule possède en moyenne un rendement de l'ordre de 40 %. Les gaz d'échappement, chauds, sont évacués vers l'atmosphère.

Un cogénérateur est muni d'un système qui permet de récupérer la chaleur de ces gaz afin de produire de l'eau chaude sanitaire.

Le rendement cumulé peut atteindre 80% .

III – PRODUCTION DE BIOGAZ

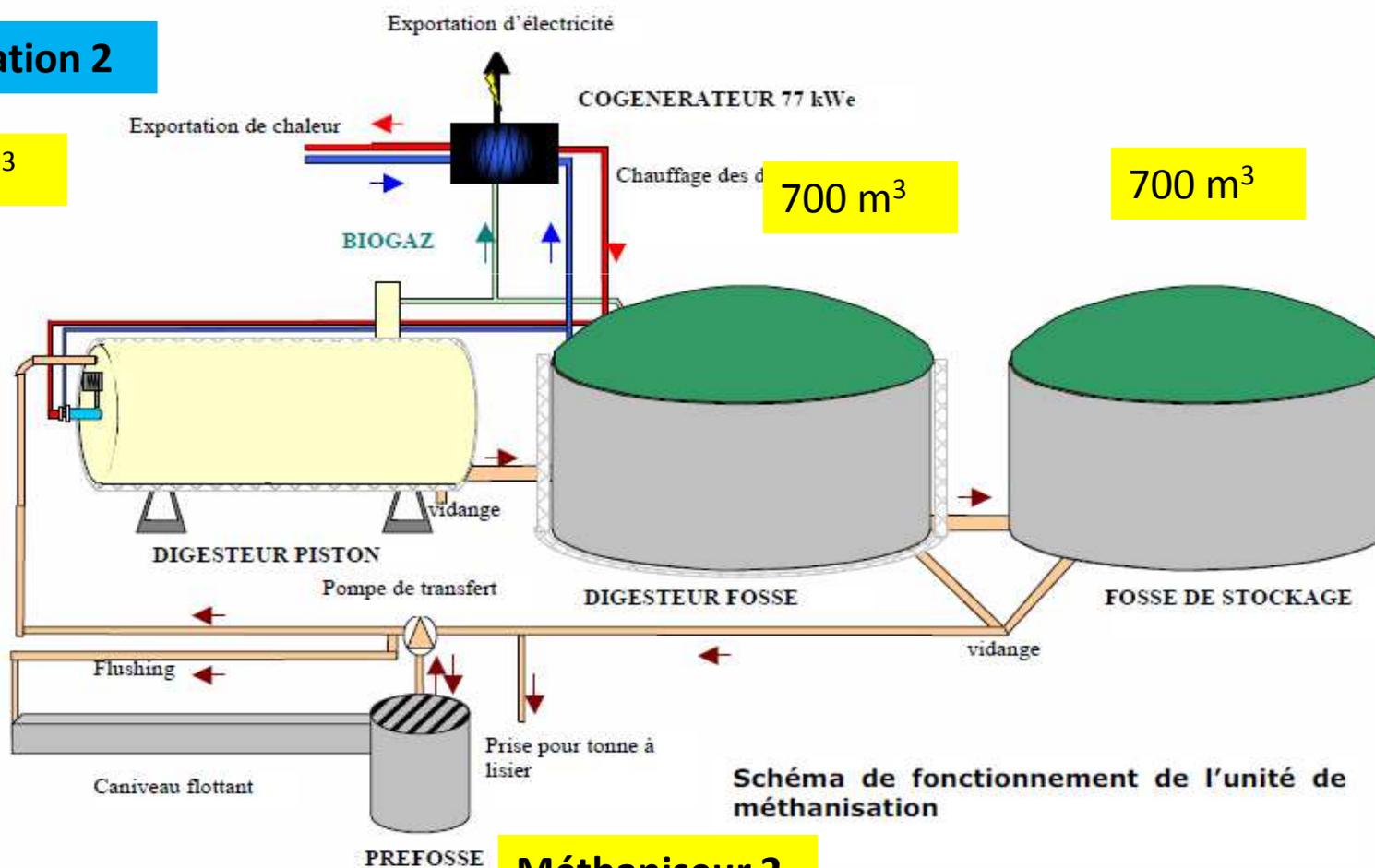
6 – Les bilans :

Plusieurs bilans sont à élaborer pour être complet sur les avantages d'une installation agricole de biométhanisation.

Cas de l'installation n°2

Installation 2

100 m³



III – PRODUCTION DE BIOGAZ

6 – Les bilans :

Données:

Situation géographique : dans les Ardennes.

Motivation des exploitants: afin de profiter de la mise en place de nouvelles normes pour les cuves de stockage des effluents d'élevage, les propriétaires décident d'aller plus loin et d'en faire une unité de production de biogaz.

Nombre de bovins: 60 vaches laitières (une seule vache produit 17 m³ de lisier par an qui , après méthanisation donne 450 m³ de biogaz, dont 260 m³ de méthane soit l'équivalent de 260 litres d'essence) .



III – PRODUCTION DE BIOGAZ

6 – Les bilans :

Données:

L'installation traite 1600 m³ de lisier et de fumier produits par l'exploitation, de l'ensilage de maïs, (4 ha) , des déchets de céréales (100 tonnes) et les tontes des pelouses des communes avoisinantes (400 à 500 tonnes). Les effluents traités sont ensuite épandus sur les terres de la ferme , soit une superficie de 120 ha.

Durée de séjour du mélange dans l'installation: 55 jours.

La recherche de déchets supplémentaires est en cours afin d'exploiter pleinement les capacités de l'installation. Elle pourrait traiter en plus 900 t de tontes de pelouse + 100 t de déchets de céréales + 15 ha d'ensilage. Il n'est pas envisagé de faire de la culture spécifiquement destinée à l'installation.

III – PRODUCTION DE BIOGAZ

6 – Les bilans :

Production:

L'installation peut produire environ 330 000 m³ de biogaz par an valorisé dans le groupe électrogène, le biogaz permet de produire 605 000 kWh électriques par an et 1 007 000 kWh thermiques par an en alimentant un cogénérateur de 77 kW électrique et 130 kW thermique.

L'électricité produite est totalement vendue à EDF

La chaleur produite sert à :

- chauffer les digesteurs (40 °C)
- la mise hors gel de la salle de traite et production d'eau chaude sanitaire pour le bâtiment d'élevage
- alimenter un réseau de chaleur composé de 3 maisons voisines (potentiel de 4-5 bâtiments supplémentaires)

III – PRODUCTION DE BIOGAZ

6 – Les bilans :

Bilan environnemental:

- Réduction des émissions de gaz à effet de serre au niveau du stockage des effluents (lisier et fumier) : 190 tonnes CO₂.
- Production d'électricité renouvelable équivalent à la consommation de 230 foyers.
- Disparition des nuisances olfactives des effluents d'élevage (stockage et épandage).
- Réduction de la consommation d'engrais chimiques pour la fertilisation des sols par une meilleure valorisation de l'azote contenu dans les effluents d'élevage (le digestat épandu est très riche en azote) .

III – PRODUCTION DE BIOGAZ

6 – Les bilans :

Bilan financier:

L'investissement total pour cette installation a été de 370 000 € pour la partie biogaz et 600 000 € au total (en incluant la mise aux normes), avec un taux de subvention de 50% environ.

Sources de subvention:

ADEME: Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

PMPOA: Pour la maîtrise des pollutions d'origine agricole (dans les exploitations d'élevage bovin, porcin et avicole).

Région

Département

L'installation procure un revenu annuel estimé à 80 000 €. Les charges annuelles s'élèvent à 39 000 €. Le temps de retour sur investissement est de 4 ans pour la partie méthanisation et de 8,1 ans en incluant l'investissement pour la mise aux normes.

III – PRODUCTION DE BIOGAZ

7 – Les installations de biogaz agricoles :

Alors qu'en Allemagne on compte plus de 3500 installations et qu'en Europe, on en totalise plus de 5000, leur nombre est plutôt faible en France :

Nombre d'installations	Tonnage d'effluents traités (t _{MS} /an)	Production de biogaz (Nm ³ /an)	Puissance électrique cumulée (MW)	Puissance électrique moyenne (kW)	Production totale d'énergie électrique (GWh/an)	Production totale d'énergie thermique (GWh/an)
Opérationnel						
48	103 500	34 652 000	9,6	200	81	110
En construction						
35	109 400	42 359 000	16,4	470	99	114

Tableau 11 : Tableau de synthèse du secteur de la méthanisation d'effluent agricoles

IV – BIOGAZ DE DECHETS MENAGERS ET INDUSTRIELS

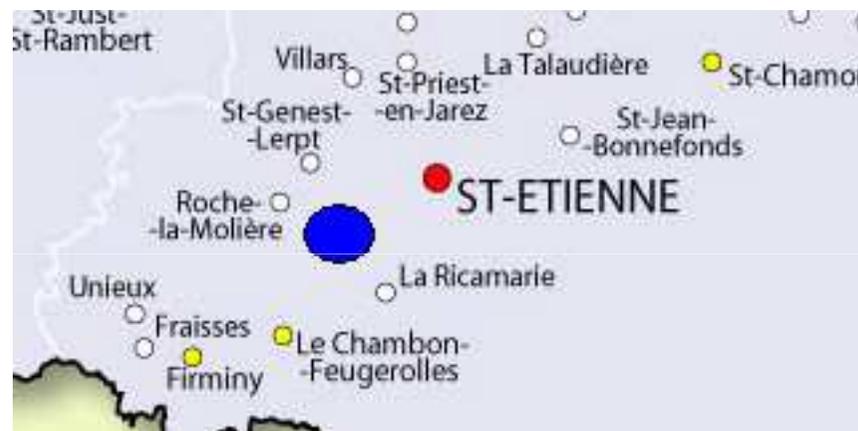
1 - La décharge de la Satrod à Saint Etienne:

Les habitants de la Vallée de l'Ondaine et certains quartiers de Saint Etienne ont le souvenir des nuisances olfactives quotidiennes que causait la décharge de la Satrod situé à Roche la Molière.

Depuis quelques années, les nuisances, sans avoir complètement disparues, ont baissé sensiblement d'intensité.

La quantité de déchets traités : 450 000 tonnes par an correspondant à la collecte sur le territoire de Saint Etienne Métropole qui regroupe 26 communes et compte 375 000 habitants.

La superficie de la décharge : 80 hectares dont 25 en utilisation.



IV – BIOGAZ DE DECHETS MENAGERS ET INDUSTRIELS

1 - La décharge de la Satrod à Saint Etienne:

La décharge fonctionnait auparavant par simple enfouissement de toutes les ordures ménagères ce qui causait la fermentation et la méthanisation des déchets organiques (environ 30 % d'une poubelle).

Le gaz dégagé par les différentes parcelles d'enfouissement n'était pas systématiquement récupéré.

A partir de 2000 une installation de production de biogaz a été mise en place.

L'objectif au départ était d'éliminer les odeurs nauséabondes (associations de riverains très actives, manifestations de la population ...).

Le gaz produit était destiné à être brûlé dans des torchères.

Composition du gaz produit à Roche la Molière:
45 % de méthane (CH₄)
30 % de dioxyde de carbone (CO₂)
16 % d'azote (N₂)
4 % d'oxygène (O₂)
traces d'hydrogène sulfuré (H₂S) et de mercaptans

IV – BIOGAZ DE DECHETS MENAGERS ET INDUSTRIELS

1 - La décharge de la Satrod à Saint Etienne:

Plus tard, une installation de génération électrique par combustion du gaz a été réalisée.

Elle est assurée par 7 groupes électrogènes.

La production d'électricité est de 6 245 kW (6,2 MW) ; c'est un record de puissance électrique fournie par ce genre de procédé à l'échelle européenne; EDF achète toute la production de l'usine.

L'usine dégage aussi 8 MW d'énergie thermique (chaleur des gaz d'échappement des moteurs) qui ne sont pas utilisés.

IV – BIOGAZ DE DECHETS MENAGERS ET INDUSTRIELS

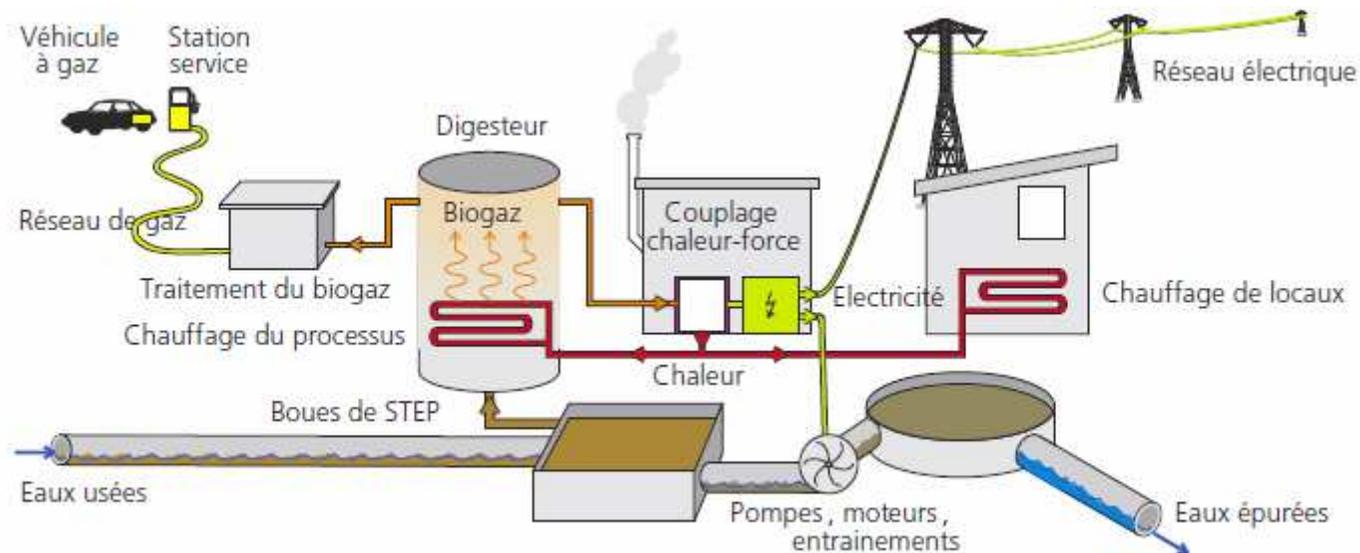
2 - Station d'épuration des eaux:

Les exemples proviennent de l'étranger :

Le premier provient de la Suisse et le second d'Algérie.

-Exemple suisse:

-Les eaux usées contiennent beaucoup de matières organiques. Lors du traitement des eaux la matière organique est récupérée et stockée dans des digesteurs.

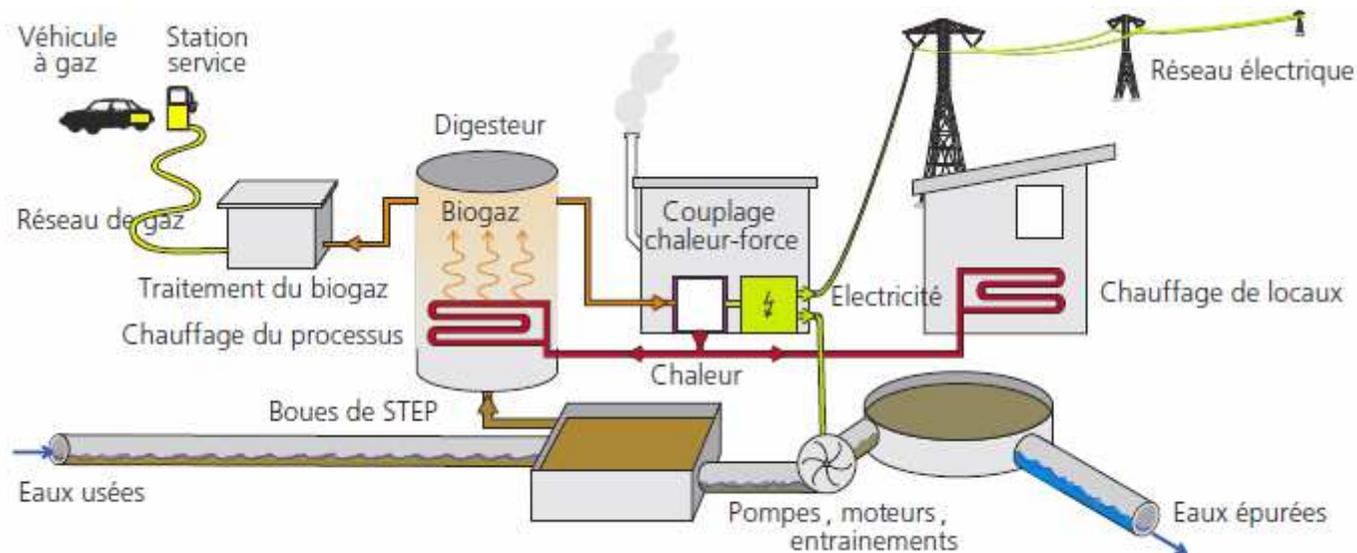


IV – BIOGAZ DE DECHETS MENAGERS ET INDUSTRIELS

2 - Station d'épuration des eaux:

En sortie de la digestion, le biogaz est récupéré, utilisé comme tel pour la production d'électricité et de chaleur, ou bien purifié pour être utilisé comme carburant pour les véhicules à gaz.

En Suisse, la production annuelle de biogaz des stations d'épuration des eaux est de 90 millions de m³ soit l'équivalent de 75 millions de litres d'essence.



IV – BIOGAZ DE DECHETS MENAGERS ET INDUSTRIELS

2 - Station d'épuration des eaux:

Le deuxième exemple vient d'Algérie avec une station d'épuration des eaux de 900 000 équivalent habitants dans la région de la capitale Alger.

Elle est équipée de digesteurs de capacité élevée: 3600 m³ chacun.

La production quotidienne est d'environ 2000 m³ de biogaz. Malheureusement , la valorisation énergétique n'est pas la priorité dans ce pays producteur de pétrole et le biogaz finit dans une torchère géante.



IV – BIOGAZ DE DECHETS MENAGERS ET INDUSTRIELS

3 - Une expérience originale Lille Métropole:

Lille Métropole Communauté urbaine est un établissement public créé par la loi de 1966; il regroupe 85 communes et 1,1 million d'habitants.

Dès 1990 : lancement d'une expérimentation de valorisation en méthane-carburant du biogaz excédentaire issu de la digestion des boues de la station d'épuration de Marquette.



A partir du biogaz brut, on peut produire du carburant en :

- élevant la concentration en méthane pour atteindre plus de 90 % de méthane
- éliminer les gaz mineurs dommageables pour les moteurs (H_2S).
- sécher le gaz
- dépoussiérer le gaz
- comprimer le gaz à 200 bar

IV – BIOGAZ DE DECHETS MENAGERS ET INDUSTRIELS

3 - Une expérience originale - Lille Métropole:

Dans un premier temps : Mise au point d'une unité pilote de concentration du biogaz afin d'augmenter sa concentration en méthane de 60 à 97 %

(élimination du CO₂ et des polluants résiduels par lavage à l'eau sous pression)

A partir de 1994 quatre bus au gaz peuvent être alimentés.

Dès 2008 : construction d'une usine de traitement du biogaz: plus de 100 bus des transports urbains fonctionnent exclusivement au biogaz traité.



IV – BIOGAZ DE DECHETS MENAGERS ET INDUSTRIELS

4 - Etat des lieux en France:

L'état des lieux montre la présence de 80 installations appartenant à trois secteurs majeurs de l'industrie:

- Les industries agroalimentaires regroupent les industries de transformation des produits suivants : Viandes (2 installations)
Lait (11 installations), Sucre, miel et friandises (6 installations) Boissons et alcools (7 brasseries, 18 exploitations viticoles, 4 distilleries et 1 industrie de fabrication de boisson non alcoolisée) Fruits, légumes et pommes de terre (7 installations) Amidon et additifs alimentaires (2 installations)
- Les industries chimiques et industries de production de biocarburants (13 installations), ainsi que les industries pharmaceutiques (2 installations)
- Les papeteries et cartonneries (7 installations).

IV – BIOGAZ DE DECHETS MENAGERS ET INDUSTRIELS

3 - En France:

Nombre d'installations	Tonnage d'effluents traités (t _{MS} /an)	Production de biogaz (Nm ³ /an)	Puissance électrique cumulée (MW)	Puissance électrique moyenne (kW)	Production totale d'énergie électrique (GWh/an)	Production totale d'énergie thermique (GWh/an)
Opérationnel						
80	149 400	57 000 000	1765	441,25	7,105	350
En construction						
4	1 228	500 000	0	0	0	NC

Ces chiffres montrent que la valorisation des déchets industriels organiques est encore à ses débuts dans notre pays.

CONCLUSION

1) PLUSIEURS AVANTAGES :

-RECYCLAGE DE DECHETS AGRICOLES

-DIMINUTION DES EMISSIONS DE METHANE, UN REDOUTABLE GES

- UTILISATION D'UNE ENERGIE RENOUVELABLE

2) DES INCONVENIENTS :

-EMISSION DE CO2 PAR COMBUSTION (TOUTEFOIS MOINS NOCIF QUE LE METHANE);

-BILAN ECONOMIQUE MITIGE POUR PETITES EXPLOITATIONS