

Energie renouvelable

Le biogaz en Chine

Le biogaz émis par [une fermentation] des déchets organiques permet de récupérer une forme d'énergie renouvelable ; il évite, dans le même temps, les émissions de carbone dans l'atmosphère et les pollutions de l'environnement. Le biogaz est au centre d'une économie de nature écologique qui est en pleine expansion en Chine. Mais certaines contraintes doivent être prises en compte pour que toutes les potentialités puissent être exprimées, nous précisons le Professeur Li Kangmin et le [Dr. Mae-Wan Ho](#)

Communiqué de presse de l'Institut ISIS en date du 02/10/2006

Une version complète en anglais, entièrement référencée, de cet article, intitulé [Biogas China](#), est accessible par les membres de ISIS sur le site web : <http://www.i-sis.org.uk/BiogasChina.php>

"The Institute of Science in Society" = ISIS, est une organisation basée à Londres, Grande Bretagne. Le site web est <http://www.i-sis.org.uk> Les informations générales concernant cet institut sont disponibles auprès de Sam Burcher, joignable par sam@i-sis.org.uk L'institut ISIS est dirigé par Mae-Wan HO, dont la messagerie est m.w.ho@i-sis.org.uk

Qu'est-ce que le biogaz ?

Le **biogaz** est un mélange de gaz combustibles qui sont produits par des microorganismes, à partir de fumiers et de lisiers d'animaux domestiques, lorsque ces derniers sont placés dans des conteneurs fermés et en l'absence d'air [1] (voir [Dream Farms](#)). [La version en français, intitulée "La ferme visionnaire – Une proposition - Comment faire face au changement climatique et imaginer l'économie après la fin des combustibles et carburants fossiles", est accessible sur les sites suivants : www.indsp.org/pdf/DreamFarm-2-FR et www.apreis.org/actu_vf.html.

Les constituants principaux du biogaz sont le **méthane** (CH₄, 60 % ou plus en volume) et le **gaz carbonique**. Mais d'autres constituants sont également présents : vapeur d'eau, **hydrogène sulfuré** (H₂S), **monoxyde de carbone** (CO) et azote (N₂).

La composition du biogaz varie en fonction du matériel organique qui est utilisé. La teneur en méthane du biogaz, produit à partir des fèces humains, le fumier de volaille et les lisiers des porcheries, peut parfois atteindre 70%, voire plus, alors que la teneur du biogaz obtenu avec des tiges et des pailles végétales varie autour de 55%.

La concentration en **hydrogène sulfuré** H₂S dans le biogaz produit par les fumiers de volailles et les mélasses peut atteindre jusqu'à 10.000 mg/m³. Le biogaz est principalement utilisé comme combustible, à la manière du gaz naturel, alors que les mélanges des produits issus de la fermentation, à la fois liquides – boues liquides ou "bio-slurry" - et solides – gadoues ou "bio-sludge" - ; ils sont principalement employés

comme fertilisants organiques pour les cultures végétales. Mais il existe de nombreux autres usages de ces matériaux en Chine.

Brève histoire de la technique concernant le biogaz

Il existe des preuves que le biogaz était utilisé pour chauffer l'eau des bains en Assyrie au cours du Xème siècle avant notre ère. La première installation de fermentation en **anaérobiose**, pour produire du biogaz à partir des déchets, a été construite en 1859 dans une colonie de lépreux à Bombay en Inde [2] ([Sustainable Food System for Sustainable Development](#)). La version en français, intitulée "[Agriculture - Un système de production alimentaire soutenable pour un développement durable](#)", est consultable sur le site suivant : www.indsp.org/SFSSSDfr.php).

La **Chine** est l'un des pays au monde qui a fait appel très tôt, au cours de son histoire, à la technologie du biogaz. A la fin du XIXème siècle, des fermenteurs rudimentaires apparurent dans les zones côtières de la Chine du Sud.

Monsieur Luo Guorui inventa et construisit une citerne à biogaz d'une contenance de huit mètres cubes qui portait son nom ; il fonda en 1920 une société d'éclairage au biogaz, la "*Santou Guorui Biogas Lamp Company*". Il déménagea ensuite sa société en 1932 vers Shanghai, elle changea de nom pour s'appeler la "*Chinese Guorui Biogas Company*"; cette société eut de nombreuses filiales tout au long de la rivière du Yangtze et dans les provinces du sud de la Chine

La première monographie sur le biogaz, appelée la "*Chinese Guorui Biogas Digester Practical Lecture Notes*", fut publiée en 1935 [3]. Ce fut la première vague de l'emploi du biogaz en Chine.

La seconde vague de l'usage du biogaz trouva son origine dans la province du Wuchang, en 1958, dans le cadre d'une campagne visant à exploiter les multiples fonctions de la production de biogaz, qui résolvait simultanément les problèmes de mise à disposition de matières organiques [pour les cultures] et une amélioration de l'hygiène publique.

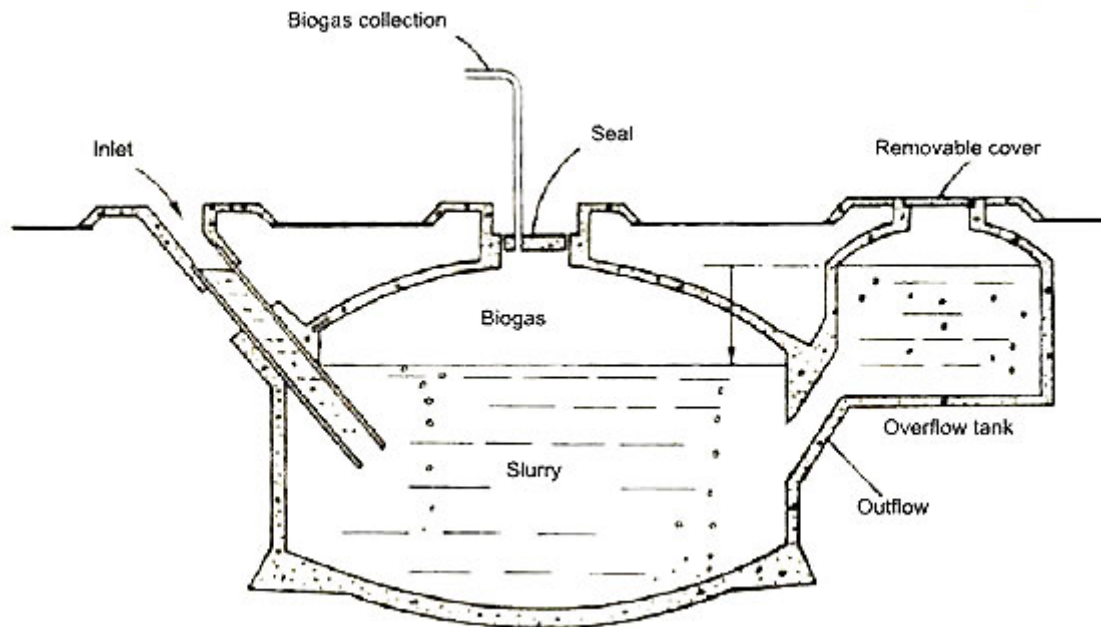
La troisième vague du biogaz se produisit vers la fin des années 1970 et le début des années 1980, lorsque le gouvernement chinois considéra la production de biogaz comme un emploi rationnel et efficace des ressources naturelles dans les milieux ruraux. La production de biogaz put non seulement fournir de l'énergie, mais également une protection de l'environnement et une amélioration de l'hygiène ; elle représenta un aspect important de la modernisation de l'agriculture.

Quelques 6 millions de **digesteurs** furent installés à travers la Chine ; ce pays devint le centre mondial du biogaz, attirant de nombreux visiteurs de pays en développement qui désiraient se former à ce sujet.

Le digesteur chinois en forme de dôme – le '*China dome*' - représente le modèle standard de construction actuellement en Chine (voir la Figure 1 ci-après) [4], particulièrement pour les usages domestiques de petites dimensions.

Mais de nombreux autres types de digesteurs ménagers en milieu rural ont été construits, basés sur la pression d'eau, par exemple le digesteur rural à flux continu à cycles automatiques, le digesteur à flux ascendant de petites dimensions, le digesteur à déflecteur et, plus récemment, le réacteur ou digesteur en anaérobiose à flux pulsé.

Figure 1. *Le digesteur chinois en forme de dôme ou 'China dome digester'*



Biogas = biogaz

Biogas collection = récupération du biogaz

Inlet = tuyau d'arrivée

Seal = bouchon de fermeture

Removable cover = couvercle amovible

Slurry = boues liquides

Overflow tank = citerne de trop-plein

Outflow = conduite de débordement

En Chine, un Plan National de Construction de Biogaz en Milieu Rural, annoncé en 2003, court sur la période 2003-2010. La proposition fut d'augmenter la production de biogaz de 11 millions à un total de 20 millions d'installations domestiques autour de 2005. La Chine voudrait augmenter à nouveau à l'horizon 2010 les installations de biogaz de 31 millions actuellement à un total de 50 millions, de façon à ce que le taux d'utilisation atteigne 35 millions.

Depuis 2003, une subvention du gouvernement de 1.000 Yuans (environ 150 \$ états-uniens) serait accordée pour chaque digesteur à biogaz.

Pourquoi utiliser le biogaz ?

La raison principale de faire appel à la digestion en **anaérobiose**, qui génère du biogaz comme produit secondaire, est de traiter les déchets. Selon une publication gouvernementale de 2002, la "*Chinese Ecological White Paper*", la quantité totale de déchets provenant du bétail et des volailles à travers tout le pays aurait atteint en 1995

2.485 milliards de tonnes, soit approximativement 3.9 fois la quantité totale des déchets industriels solides.

Ces déchets constituent de précieuses ressources si elles sont utilisées de manière appropriée, mais elles peuvent constituer une pollution considérable si elles sont déchargées à travers les rivières et les lacs. On estime qu'actuellement moins de 10% des eaux usées en Chine sont couramment traitées et que, par ailleurs, 10 millions d'hectares de terres agricoles sont sérieusement pollués, aussi bien par des eaux usées que par des déchets organiques solides.

Selon l'Académie Chinoise des Sciences Géographiques et la base de données de l'Environnement et des Ressources Naturelles en Chine, la production totale annuelle de fumiers et d'excréments humains pourraient théoriquement générer 130 milliards de m³ de méthane, soit l'équivalent de 93 millions de tonnes de charbon [6]. Alors que seulement 50% de la production théorique peut être réalisée en zones rurales, 80% des eaux usées industrielles peuvent aussi être mises à profit pour produire du méthane.

La **DCO** (demande chimique en oxygène) - une mesure de la concentration de polluants [organiques] d'une eau usée à partir d'un distillateur -, atteint parfois 40.000 mg/litre alors qu'un traitement en **aérobiose** ne supporte qu'une **DCO** inférieure à 1.000 mg/litre, ce qui signifie qu'il faut diluer l'eau usée quarante fois. Avec une digestion en **anaérobiose**, 90% des polluants [organiques] peuvent être facilement évacués, ce qui réduit ainsi grandement la pollution des terres cultivées, des rivières et des lacs [3].

Pendant le 10ème Plan Quinquennal, le gouvernement [chinois] avait investi 35 milliards de Yuans pour la promotion d'un modèle écologique basé sur le biogaz. Il fit de gros efforts et projeta de développer 2.200 projets d'ingénierie concernant le biogaz, en vue du traitement de plus de 60 millions de tonnes de fumiers par an, en provenance des élevages intensifs de bétails et de volailles. En plus, il installa 137.000 digesteurs pour traiter les évacuations des vidanges [7].

La seconde raison importante, concernant la digestion en **anaérobiose**, réside dans le fait que le méthane est un **gaz à effet de serre** de grande importance, venant derrière le gaz carbonique en terme de quantités émises, mais avec un potentiel de réchauffement global qui est 22 fois supérieur au gaz carbonique. L'utilisation du biogaz évacue non seulement les déchets polluants [organiques], mais il atténue également le réchauffement global [de la Planète] [8] ([Dream Farm 2 - Story So Far](#)) [La version en français intitulée " [Développement durable – Mise à jour concernant la Ferme Visionnaire Dream Farm 2](#) " est accessible sur le site suivant : <http://www.i-sis.org.uk/pdf/DreamFarm2FR.pdf> .

Le flux de méthane des boues liquides traitées est de 3,92 mg par m² et par heure, en comparaison des 10,26 mg par m² et par heure à partir des composts provenant des champs de riz [3]. La réduction du méthane épargne les émissions de carbone et elle peut faire l'objet d'un marché de **crédit de carbone** dans le cadre d'une disposition internationale, le *Clean Development Mechanism* qui se réfère au **Protocole de Kyoto** relatif au **changement climatique** [9] ([Biogas Bonanza for Third World Development](#) . [La version en français intitulée "[Energie - Le biogaz est une aubaine pour le](#)

[développement du tiers monde](http://www.i-sis.org.uk/BiogasBonanzaFR.php)” est accessible sur les sites suivants : www.i-sis.org.uk/BiogasBonanzaFR.php et yonne.lautre.net/rubrique.php3?id_rubrique=170 (26 septembre 2006).]

L'emploi du biogaz résout également le problème le plus crucial qui est la fourniture d'énergie dans les milieux ruraux, où les populations vont s'approvisionner traditionnellement en bois de chauffage dans les forêts.

Un digesteur de 10m³ en milieu rural peut épargner 2.000 kg de bois de chauffage, ce qui correspond à une déforestation de 0,26 à 4 hectares [6]. Le continent africain a perdu 64 millions d'hectares de forêts entre 1990 et 2005, soit plus que tout autre continent, et la collecte du bois de chauffage a constitué la cause principale de la diminution des forêts [10].

Le méthane du biogaz fournit du combustible pour la cuisson des aliments et, de plus, il évite aux femmes d'avoir à se déplacer pour ramasser et porter de lourds fardeaux de bois en guise de combustible. A l'inverse du bois de chauffage, le biogaz se consume sans produire de fumées, ce qui évite aux femmes et aux enfants des gênes et des maladies respiratoires [9].

Le biogaz peut être mis à profit pour générer de l'électricité, ce qui a comme résultat de prolonger les heures d'activités journalières et de permettre aux membres de la famille de s'engager dans des activités sociales ou de perfectionnement personnel, ou encore de rendre possible un revenu supplémentaire.

Le digesteur en anaérobiose résout les problèmes sanitaires en absorbant les déchets humains aussi bien qu'animaux, ce qui améliore, d'une part, l'hygiène domestique et au niveau des exploitations agricoles et, d'autre part, les conditions d'environnement en général.

Finalement, la digestion en anaérobiose produit non seulement du biogaz mais également des boues liquides et des lies organiques qui sont riches en éléments fertilisants, en minéraux et en composés biologiquement actifs qui constituent d'excellents fertilisants organiques pour les cultures et des aliments pour les porcs et les poissons (voir ci-dessous)

La fermentation en anaérobiose produit aussi des éléments fertilisants et des aliments pour les animaux d'élevage

Les matières liquides et solides du digesteur sont une mine de ressources biologiques de grande valeur [3]. Ces dernières comprennent les éléments nutritifs majeurs pour les végétaux tels que l'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (P), ainsi que des oligoéléments qui peuvent stimuler la germination des graines et la croissance des plantes.

Des composés biologiquement actifs sont également présents, comme des aminoacides, des **hormones de croissance**, des sucres, des **acides humiques**, des **acides gras insaturés**, des vitamines, de la cellulase et d'autres enzymes, ou encore des substances

à effet antibiotique qui sont capables de s'opposer à la croissance d'agents pathogènes et qui sont ainsi bénéfiques pour les plantes et pour les animaux.

Les boues et les matières solides peuvent être utilisées comme aliments pour le cheptel et les poissons d'élevage. La phase solide comprend des microorganismes responsables des fermentations des déchets et de la production de méthane, qui se sont multipliés dans le digesteur et qui vont constituer une riche source de protéines lorsque les gadoues et lies finales sont utilisées comme aliments pour les animaux.

Les gadoues ainsi digérées peuvent être utilisées avec profit comme engrais organiques à la période des semis et, en amendement, comme un matériau de rétention d'eau dans le sol au cours des saisons suivantes. Les graines de semences installées dans ces matériaux germent mieux et les plantules ont une croissance plus vigoureuse. Enfin ces matériaux employés en pulvérisations sur les plantes peuvent inhiber certaines maladies, favoriser le développement des plantes et augmenter les rendements.

Les boues digérées peuvent être utilisées pour nourrir des poissons d'élevage, en adaptant leur dosage en fonction de la transparence du bassin à poissons (qui donne une indication sur la quantité de matière organique présente). Elles peuvent aussi alimenter des élevages de porcs comme additif destiné accélérer la croissance et raccourcir la durée d'élevage de l'ordre de 25%, ce qui permet une économie d'aliments de 15%. Employées comme aliments pour nourrir des volailles pondeuses, les boues provenant des fumiers de bovins, de poulets à viande et de porcs, augmentent les taux de pontes respectivement de 14%, 9% et 7%.

Les gadoues et les lies solides, qui proviennent d'un digesteur, contiennent des taux élevés d'**acide humique** et elles peuvent être utilisées comme amendement agricole et comme substrat pour des cultures de champignons. Les volailles pondeuses nourries avec des **vers de terre** [croissant et de développant sur les boues récupérées du digesteur. Voir à **Vermiculture** dans les compléments annexés à cet étude] produisent 15 à 30% d'œufs en plus [11].

Les multiples usages du biogaz

Le biogaz peut servir directement pour la cuisson des aliments et pour la **co-génération** d'électricité et de chaleur, spécialement lorsque le biogaz est exploité localement ou à proximité du site de génération.

Le méthane du biogaz peut être utilisé comme carburant pour les véhicules et il constitue le plus propre des **biocarburants**. Des voitures automobiles roulant au méthane du biogaz ont été élues en 2005 «véhicules verts», bénéfiques pour l'environnement. Des milliers de voitures de ce type sont déjà opérationnelles et circulent en Suède, un pays qui dispose de centaines de stations de distribution alimentées par les digesteurs à biogaz des populations locales [12] ([Organic Waste-Powered Cars](#)).

Le biogaz peut alimenter des poêles et des lampes pour chauffer et éclairer des **serres de cultures** : il augmente, dans le même temps, la concentration en gaz carbonique qui stimule la photosynthèse des plantes cultivées sous serres et il augmente leur

rendement. Des expérimentations conduites dans la province du Shanxi montrent qu'une augmentation de quatre fois la teneur en gaz carbonique entre six et huit heures du matin, aboutit à une augmentation des rendements de 67,2 % [3].

De façon similaire, une lampe alimentée au biogaz fournit à la fois la lumière et la chaleur à des élevages de **vers à soie**, avec une augmentation concomitante du taux d'éclosion et de la formation des cocons, en comparaison avec le chauffage habituel au charbon.

Le méthane de biogaz est également une source de **méthanol**, un solvant organique et une matière première pour synthétiser du formaldéhyde, du chlorométhane, du verre organique et des fibres complexes [13].

Finalement, le biogaz peut-être utilisé pour prolonger la durée de conservation des fruits et des semences [3]. Une atmosphère de méthane et de gaz carbonique inhibe le métabolisme et réduit de ce fait la formation d'**éthylène** dans les fruits et les semences. Il a aussi une action inhibitrice sur des insectes nuisibles, ainsi que sur des champignons et des bactéries phytopathogènes.

Quelques exemples typiques de l'utilisation du biogaz en Chine [14]

La production de grains a atteint 504,3 millions de tonnes en Chine en 1996, dont la commercialisation fut difficile. La communauté de Nanyang, dans la province du Henan, dispose de 6,7 millions d'hectares de cultures céréalières (blé) – ce qui représente 1% de la culture du blé en Chine – et présentait un record de rendement de 9,5 tonnes/ha cette année là. Ainsi l'usine de production d'**éthanol** *Tianguan* lança une opération qui visait à consommer 1,75 millions de tonnes de grains invendus et périmés par an, afin de produire de l'alcool dénaturé, destiné à servir de carburant pour les voitures automobiles ; l'usine exploita les gadoues des distillateurs pour produire du biogaz dans un digesteur de 30.000 m³, afin de fournir plus de 20.000 ménages, soit 20% de la population.

La communauté villageoise de Meili, de la circonscription de Shaoxing, dans la province chinoise du Zhejiang, produit chaque année 28.000 porcs, 10.000 canards, 1 million de canetons et 100.000 poulets. En 2001, le village investit 1,2 millions de Yuans pour construire des digesteurs afin de traiter 30 tonnes de déchets d'élevage (bétail et volailles), ainsi que des excréments humains. Ceci permet de produire suffisamment de biogaz pour plus de 300 foyers et plus de 7.200 tonnes de **fertilisants organiques** chaque année.

La société de production d'**éthanol**, la *Hongzhi Alcohol Corporation Limited*, située à Mianzhu, dans la province chinoise du Sichuan, est la plus importante usine de fabrication d'alcool dans le Sud-Ouest de la Chine et elle produit pour la consommation humaine. Elle fonctionne avec un service qui part des eaux usées chargées en matières organiques de provenance industrielle, avec des vidanges et des lies, pour produire du biogaz ; ce dernier est vendu aux industriels et aux résidents, mais il est mis gratuitement à la disposition des exploitants agricoles. La société a également construit une usine de production électrique qui génère, à partir du biogaz, 7 millions de kilowatts

heures. La cité de Mianzhu traite 98% des vidanges municipales, incluant les eaux usées de l'hôpital, grâce à un digesteur d'une capacité totale de 10.000 m³. Les eaux traitées atteignent les standards nationaux de déversement et de restitution dans le milieu, ce qui améliore grandement l'environnement.

Le biogaz est à la base d'une économie écologique

Jusqu'à la fin de l'année 2005, il y avait en Chine 17 millions de **digesteurs** produisant annuellement 6,5 milliards de m³ de biogaz [15] ; la plupart étaient situés en zones rurales. Cinquante millions d'habitants tirent profit des avantages de cette technologie du biogaz. Il est prévu que la production de biogaz atteigne 25 milliards de m³ à l'horizon 2020. Le biogaz pourrait fournir de l'énergie à un quart des ménages dans les zones rurales.

Le biogaz est au centre d'une économie à caractère écologique, qui est émergente en Chine. Alors que l'économie agricole s'intensifie, il y a encore de nombreuses exploitations d'élevages, de grandes ou moyennes tailles, dans les banlieues des grandes cités [agriculture périurbaine].

Un exemple se rencontre dans la ferme *Fushan* située à Hangzhou [dans la province chinoise du Zhejiang], qui est composée de 32,47 hectares de riz, 4 hectares de théiers, 13,7 hectares de protections aquatiques et 7,3 hectares d'étangs pour la **pisciculture**. La ferme produit aussi 30.000 poules pondeuses, 150.000 poulets de chair et 8.000 porcs chaque année : il en résulte un déversement quotidien de 15 tonnes de déchets solides et de 70 tonnes d'eaux usées, ce qui représente une pollution énorme. Mais l'utilisation de digesteurs à biogaz pour traiter les déchets des porcs et de la volaille, permet de disposer d'énergie pour la transformation du thé et le chauffage de la coopérative volaillière ; de plus, il en résulte des aliments pour nourrir les poissons et les porcs d'élevage, ainsi que des engrais pour fertiliser les plantations de thé et les champs de riz. Aucune pollution n'est exportée dans le voisinage [7].

Cependant, cette exploitation écologique a maintenant déménagé dans une banlieue de la cité à cause des nuisances olfactives résultant de cette exploitation. Il est possible de faire appel à une combinaison de multiples microorganismes afin de désodoriser les fumiers de porcs ou de volailles. Par ailleurs, comme mesure d'économie d'eau, les grandes quantités d'eau des boues pourraient être réutilisées pour nettoyer les porcheries.

Le climat du Nord de la Chine est caractérisé par des hivers froids mais avec un ensoleillement suffisant. Les digesteurs ne sont plus opérationnels au-dessous de 10°C et les porcs élevés en hiver consomment de la nourriture, mais sans engraisser. A cette période, les habitants manquent aussi de légumes frais. Tous ces problèmes sont solutionnés à travers un modèle écologique « quatre en un » qui fait appel à des serres de culture pour les plantes alimentaires, à un abri pour élever des porcs, à un digesteur construit en dessous de la porcherie et à des toilettes installées dans la grande serre qui jouxte la porcherie [3].

Les porcs se développent parfaitement et leurs excréments sont conduits dans le digesteur en même temps que les excréments humains. Le digesteur fonctionne bien car il est maintenu à une température supérieure à 10°C ; cela a beaucoup amélioré les conditions de vie des travailleurs agricoles. Le digesteur fournit le biogaz comme source énergétique, des boues et lies qui servent d'engrais et les porcs émettent du gaz carbonique qui enrichit la teneur en CO₂ sous la serre, ce qui rend possible la production d'une quantité de légumes de bonne qualité.

Dans le Sud de la Chine, un modèle d'exploitation, baptisé « cinq en un », intègre des porcs, un digesteur en anaérobiose, un verger d'arbres fruitiers, un piège lumineux et des étangs à poissons [3]. Les lisiers des porcs sont conduits vers le fermenteur pour y être fermentés. Le biogaz est récupéré comme source d'énergie qui sert à la cuisson et à l'éclairage. Les boues digérées sont employées pour fertiliser le verger et vont aussi alimenter les porcs et les poissons d'élevage. Le piège lumineux suspendu au dessus de l'étang piscicole permet de piéger les insectes qui vont constituer un supplément de nourriture pour les poissons. Ce modèle est spécialement mis en œuvre dans la province du Guangxi, dans le Sud de la Chine, où des bandes collantes de couleur jaune sont aussi disposées dans le verger comme moyen supplémentaire de contrôle et de destruction des insectes nuisibles aux arbres fruitiers [16].

Contraintes et perspectives

La Chine est en train d'aménager de nouveaux villages socialistes dans le cadre de l'actuel onzième Plan Quinquennal. Les lignes directrices sont le développement de la production, le maintien d'un environnement propre et l'innovation pour économiser les ressources. Le développement du biogaz correspond bien à ce programme. La contrainte majeure est le manque de savoir-faire technique pour gérer et pour maintenir les digesteurs à biogaz.

Cependant une nouvelle génération d'exploitants agricoles, centrés sur le biogaz, est apparue. Par exemple, Monsieur Liu Zijian, habitant dans la province chinoise du Guangxi, joue un rôle capital dans son village. Il a tout d'abord installé un digesteur de huit mètres cubes et rénové les toilettes et la cuisine en même temps, en épargnant 7.540 Yuans (environ 1.000 \$ états-unis). Il s'est orienté dans une voie très efficace pour commencer la production de méthane et assurer son succès. Il a même construit 130 digesteurs sans une seule défection. Son village dispose de 165 digesteurs qui desservent 72% des villageois. Néanmoins, toute amélioration visant à rendre plus facile la conception, la réalisation et la maintenance, encouragera de nouveaux adeptes pour ce dispositif.

A la fin de l'année 2005, la province du Shanxi avait tenu 40 sessions de formation technique pour le biogaz et avait formé 6.000 agriculteurs, dont 4.037 d'entre eux avaient obtenu le Certificat national de technicien professionnel spécialiste du biogaz [17].

Afin de rendre plus populaire la technologie du biogaz, une session de formation se tient deux fois par mois, pendant une durée de 7 jours, à raison de 600 Yuans par personne (280 Yuans pour une formation par correspondance). A la fin de cette formation, les

participants se voient attribuer une qualification professionnelle technique, reconnue par l'état [18].

Le delta de la "rivière des perles" - *Pearl River* – dans la province de Guangdong, est réputé pour son système de bassins endigués, qui intègre de la **pisciculture** avec diverses plantes cultivées sur les digues entre les bassins aux poissons. Dans ce secteur, l'attrait pour les digesteurs à biogaz est faible, en partie à cause de l'arrivée du réseau d'électrification, selon le Professeur Deng Hanzeng de l'Institut de Géographie du Guangzhou : il était devenu beaucoup plus simple de tourner le bouton électrique que de maintenir un digesteur en bon état de marche.

Le Professeur Deng était l'un des membres d'une équipe de scientifiques dirigée par le Professeur Zhong Gongfu, qui fut le pionnier, dans les années 1980, pour l'étude du système des bassins endigués, développés par les paysans dans le delta de cette "rivière des perles", et en d'autres lieux, au cours des deux millénaires antérieurs [19]. Ils souhaiteraient que les digesteurs à biogaz soient revitalisés, ainsi que d'autres pratiques soutenables – ou durables -, du type zéro émission [de gaz à effet de serre] et zéro déchets [à traiter].

Un autre facteur important, pour encourager la diffusion de la technologie du biogaz, réside dans la mise en place d'un cadre légal approprié. Par exemple, une réforme fiscale de grande ampleur a pris effet en Allemagne en mars 1999 : des taxes établies sur les sources d'énergie et liées aux **émissions de carbone**, ainsi qu'une exemption des taxes pour les sources d'**énergies renouvelables**.

En février 2000, le parlement allemand a fait passer une loi sur les sources d'énergies renouvelables, qui comprenait des achats [aux particuliers équipés] pour la génération des surplus d'énergie verte qui sont remis en circuit sur les réseaux électriques [20]. De cette manière, la consommation d'énergie est diminuée d'autant, et réduit la facture d'électricité du client. Cette politique contribue à rendre l'énergie verte rentable et elle est essentielle pour l'ultime succès des programmes d'énergie verte.

Afin de maximiser les avantages du biogaz comme source d'énergie, la Chine a également besoin de technologies avancées pour purifier et comprimer le méthane, ainsi que pour construire de nouveaux moteurs qui fonctionnent effectivement et efficacement à partir du méthane [12], et qui équiperont des voitures et des matériels agricoles.

Les perspectives concernant le biogaz comme énergie renouvelable sont excellentes et les contraintes qui en résultent peuvent être levées. Les **digesteurs en anaérobiose** peuvent également traiter les déchets végétaux et alimentaires, de même que les algues et les **jacinthes d'eau**, lorsqu'elles se multiplient abondamment et qu'elles encrassent les rivières polluées : elles peuvent également être transformées en énergie à travers le **biogaz**.

*Li Kangmin est Professeur au Centre de Recherche et de Formation de la Région Pacifique Asie pour la **pisciculture** intégrée; il assure la représentation de la Chine auprès de l'organisation internationale des biotechnologies et du génie biotechnologique. Il enseigne la pisciculture intégrée ; il a conduit des recherches et publié abondamment*

sur l'agriculture écologique et sur l'économie locale circulaire et autonome, en particulier sur le contrôle de l'eutrophisation, l'aquaculture de surface, la vermiculture et le développement du biogaz.

The Institute of Science in Society, PO Box 51885, London NW2 9DH
telephone: [44 20 8452 2729] [44 20 7272 5636]

[Contact the Institute of Science in Society](#)

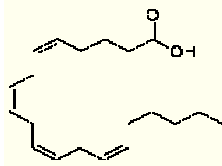
MATERIAL ON THIS SITE MAY NOT BE REPRODUCED IN ANY FORM WITHOUT EXPLICIT PERMISSION. FOR PERMISSION, PLEASE CONTACT enquiries@i-sis.org.uk

Définitions et informations complémentaires en français :

Acides gras insaturés : C'est un acide gras qui comporte une ou plusieurs **doubles liaisons carbone-carbone** . On parle d'acide gras **mono-insaturé** lorsqu'il n'y a *qu'une* seule double liaison et d'acide gras **poly-insaturé** lorsqu'il y en a *plusieurs* . Les acides gras poly-insaturés sont notamment d'origine végétale. Les acides gras *mono-insaturés* linéaires ont comme formule chimique :

$H_3C - (CH_2)_n - HC=CH - (CH_2)_p - COOH$, où n et p sont des nombres entiers positifs ou nuls.

Il est à noter que tous les acides gras insaturés ne sont pas forcément linéaires. Ils peuvent être **méthylés** , **hydroxylés** , *etc.* Par exemple, l'acide angélique (acide 2-méthyl-2Z-butenoïque) est un acide gras mono-insaturé méthylé.



L'acide arachidonique, 20 atomes de carbone et 4 insaturations, un exemple d'acide gras poly-insaturé

Source : fr.wikipedia.org/wiki/Acide_gras

Acides humiques : ce sont des substances qui constituent une des fractions les plus importantes de l' **humus** . Ils sont peu mobiles dans le sol, mais ils sont capables de se lier plus ou moins fortement, selon leur type, avec d'autres corps présents dans le sol et en particulier avec l' **argile** . Dans ce cas, on parle d' **acides humiques gris** ; le complexe formé avec l'argile ou **complexe argilo-humique** est très stable. Il existe également des **acides humiques bruns** qui constituent des composés relativement peu stables. Information récupérée et adaptée à partir du site suivant : http://fr.wikipedia.org/wiki/Acide_humique

L'acide humique est un mélange complexe des acides organiques produits la plupart du temps par la décomposition de la matière végétale, particulièrement la lignine. L'acide humique est brun foncé et c'est un constituant important de l'humus. Il peut également se trouver dans la tourbe, le charbon et l'eau des océans. Une fraction substantielle de la masse des acides humiques est dans les groupes fonctionnels d'acide carboxylique, qui dotent ces molécules avec la capacité de chélater les cations polyvalents. Cette chélation des ions est probablement le rôle le plus important des acides humiques en ce qui concerne les systèmes vivants. En chélatant les ions, ils facilitent la prise de ces ions par plusieurs mécanismes, dont l'un empêche leur précipitation ; d'autres semblent avoir une influence directe et positive sur leur disponibilité biologique. Source : www.faktis.com/wiki/fr/ac/Acide%20humique.htm

Aérobic : désigne la capacité d'un **organisme** ou **micro-organisme** de se développer dans l'air ambiant et plus particulièrement dans un milieu saturé en **oxygène** . Par exemple, le **bacille de Koch** (BK), responsable de la **tuberculose** , est aérobic. C'est pour cette raison qu'il s'installe dans des parties du corps riches en oxygène comme les **poumons** ou encore certaines parties du **cerveau** . Source : fr.wikipedia.org/wiki/Aérobic

Anaérobie : on appelle milieu anaérobie, un milieu où il n'y a pas de présence de gaz carbonique ou dioxygène (CO₂). Un organisme ou un mécanisme **anaérobie** n'a pas besoin d'air ou d'**oxygène** pour fonctionner. Par exemple un **digesteur** produit du **biogaz** en anaérobie. Le **muscle** a un fonctionnement anaérobie au début de l'excitation (**fermentation** lactique). Une bactérie anaérobie est une **bactérie** pour laquelle l'oxygène est toxique (ex. : bactéries du genre *Clostridium*). L'ensemble des conditions de vie des organismes vivants dans un milieu sans **oxygène** est appelé **anaérobiose**. Source : fr.wikipedia.org/wiki/Anaérobie

Aquaculture : c'est le terme générique qui regroupe toutes les activités de production **animale** ou **végétale** en milieu aquatique. Celui qui pratique cette forme de culture se nomme l'**aquaculteur**. L'aquaculture est apparue en **Égypte** et en **Chine** quatre mille ans avant notre ère. De nos jours, la production aquacole mondiale augmente de façon spectaculaire. L'aquaculture comprend différentes branches de productions : la **pisciculture**, c'est à dire l'élevage de **poissons** ; la **conchyliculture**, l'élevage de **coquillages**. Les types les plus courants de conchyliculture sont : l'**ostréiculture** (élevage des **huîtres**), la **mytiliculture** (élevage des **moules**), l'élevage de **coquilles Saint-Jacques**. L'**Élevage de crustacés** : l'**astaciculture** est l'élevage des **écrevisses** ; la **crevetticulture** (élevage de **crevettes de mer** et de **crevettes d'eau douce**) est pratiquée en France ; les crevettes "**gambas**" sont élevées en grande quantité au Brésil. L'**algoculture** est la culture des **algues**. Source : fr.wikipedia.org/wiki/Aquaculture

Biocarburants : ce sont des produits complémentaires ou de substitution aux carburants d'origine fossiles ; ils sont obtenus à partir de plantes possédant une haute valeur énergétique et, d'une façon plus générale, à partir de matières organiques végétales ou animales, appelées encore **biomasse**. Les biocarburants constituent des énergies renouvelables et contribuent à diminuer certains impacts globaux, comme l'effet de serre. Ils représentent un élément de réponse à l'augmentation du coût des carburants et à la baisse des réserves pétrolières. Ils se présentent sous les trois états : liquides, gazeux et solides.

Il existe **deux familles de biocarburants liquides**:

1. **Ceux qui se substituent au gazole (moteurs diesel)**. Ils sont issus de plantes oléagineuses riches en huile, principalement le colza et le tournesol. Ils sont produits sous **deux formes** :

1.1. L'**huile végétale pure = HVP**, avec l'inconvénient d'une viscosité élevée et d'une difficulté à s'auto-enflammer dans le moteur, ce qui est gênant pour un diesel ;

1.2. Le **diester** ou **EMHV** (ester méthylique d'huile végétale), qui est le produit de la réaction entre de l'huile végétale ou récupérée, comme les huiles de friture usagées par exemple et le méthanol. L'huile de colza, par exemple, subit une réaction chimique de trans-estérification avec du méthanol qui produit du **biodiesel**, d'une part, et du glycérol destiné à d'autres usages, d'autre part. Le diester peut être mélangé au gazole d'origine pétrolière en proportions variables. Il peut même être utilisé pur dans un moteur Diesel adapté, tel qu'on le rencontre en Allemagne, en Autriche et en Suède.

2. **Ceux qui se substituent à l'essence**. Ils sont issus de plantes riches en sucre (betterave sucrière, canne à sucre) ou en amidon (blé, maïs, pomme de terre). Ces plantes génèrent des alcools par fermentation. Il existe **deux types** de ces biocarburants :

2.1. L'**éthanol** ou **alcool éthylique** ou **bioéthanol**, un alcool que l'on peut utiliser en mélange avec l'essence ou même pur (mais dans ce cas il faut un moteur spécial modifié). Il est obtenu par fermentation des sucres, en général par des levures. Les sucres sont extraits de la betterave à sucre, la canne à sucre, le blé, le maïs, les déchets organiques collectés dans les ordures ménagères ou les résidus des agro-industries.

2.2. L'**ETBE** (éthyl tertio butyl éther) qui est produit par une combinaison entre l'éthanol/bioéthanol et l'isobutène, un produit intermédiaire des raffineries pétrolières, et le **MTBE** (méthyl tertio butyl éther), qui est fabriqué à partir de méthanol d'origine pétrolière. L'**ETBE** et le **MTBE** peuvent être mélangés à l'essence en proportions variables.

Ces informations sont adaptées des sites suivants : www.maisondelachimie.asso.fr/chimiesociete/bibliothequeposter/Biocarburants.pdf , www.planete-energies.com/contenu/energies-renouvelables/energie-verte/biocarburants.html , et fr.wikipedia.org/wiki/Biocarburant

Par ailleurs, on regroupe les **biocarburants gazeux**, au nombre de trois :

1. L'hydrogène : élément le plus abondant de l'univers (75 % en masse et 90 % en nombre d'atome), l'hydrogène sert à la production de méthanol, de carburant pour des **moteurs thermiques** (Chrysler et BMW possèdent une flotte de voitures roulant à l'hydrogène sans pile à combustible avec réservoir cryogénique) et comme combustible pour la **pile à combustible** chargée de produire de l'électricité. **L'hydrogène n'est pas un biocarburant en soi**, mais peut être produit à partir de **méthane** (par réformage) ou d'autres combustibles.

2. Le méthane : ce gaz peut être utilisé en remplacement de l'essence dans les moteurs à explosion. Le **méthane** est le principal constituant du **biogaz** issu de la fermentation de matières organiques animales ou végétales en l'absence d'oxygène. Le **biogaz** est composé de 60 à 70 % de méthane. Le méthane est un biocarburant pouvant se substituer au **gaz naturel** (essentiellement composé de plus de 95 % de méthane). Il est fabriqué par des bactéries méthanogènes qui vivent dans des milieux anaérobiques (sans **oxygène**). Le méthane se dégage naturellement des zones humides peu oxygénées comme les marais et les terres inondées. Il peut être utilisé aussi dans les moteurs diesel. L'explosion étant assurée par un léger apport de **biodiesel/huile** ou **gazole**.

3. Le gazogène : inventé par **Georges Imbert** (1884-1950), le **gazogène** est un système qui peut remplacer l'essence dans les moteurs à explosion. Pour que le **gazogène** soit un biocarburant il doit utiliser du bois ou du charbon de bois. La mise en œuvre est assez complexe, plus de vingt minutes sont nécessaires pour démarrer le moteur, après allumage d'un foyer, une fumée riche en gaz combustibles est produite, après purification le gaz obtenu est utilisé en carburant. Ce système n'est plus utilisé aujourd'hui que dans quelques véhicules d'époque. En effet, c'est le manque de pétrole durant la Seconde Guerre mondiale qui a conduit à l'utilisation de ce système très contraignant. Abandonné pour les transports, le principe est néanmoins utilisé à nouveau dans quelques petites unités de cogénération, il permet d'utiliser par exemple des déchets de bois dans un groupe électrogène avec un rendement convenable.

On distingue enfin la famille des **biocarburants solides** ou **combustibles** :

1. Le bois : le **bois** sert notamment à la production de **gazogène**. Depuis 2004, des installations entièrement automatisées utilisent des rebuts de l'industrie du bois pour produire en continu de la chaleur et de l'électricité. L'électricité alimente le réseau tandis que la chaleur est utilisée pour des processus industriels ou des équipements collectifs. Un module typique moyen, composé principalement d'un gazogène et d'un moteur diesel, délivre en continu 300 kW électriques et 600 kW thermiques.

3. La paille : la **paille** des récoltes de grains de céréales, sert à la production de méthane par fermentation.

4. Le charbon de bois : le **charbon de bois** se produit par **pyrolyse** de bois mais aussi de paille ou d'autres matières organiques. À condition que sa source soit soutenable (autre que du bois issu de déforestation irréversible), c'est un carburant intéressant, notamment pour les besoins domestiques dans les pays en développement (comme la cuisson des aliments) : il ne pose pas de problèmes sérieux de pollution ou de toxicité, est facile et sûr à manipuler, brûle sans fumée, et a le double du pouvoir calorifique du bois ou de la paille « tels quels ». Informations à vérifier en provenance du site Wikipédia accessible par : fr.wikipedia.org/wiki/Biocarburant

Biogaz : c'est le **gaz** produit par la **fermentation** de matières **organiques** animales ou végétales en l'absence d'**oxygène**. Cette fermentation appelée aussi **méthanisation** se produit naturellement (dans les marais) ou spontanément dans les **décharges** contenant des **déchets** organiques, mais on peut aussi la provoquer artificiellement dans des **digesteurs** (pour traiter des boues d'**épuration**, des déchets organiques **industriels** ou **agricoles**, etc.). Le biogaz est un mélange composé essentiellement de **méthane** (typiquement 50 à 70%) et de **gaz carbonique**, avec des quantités variables d'**eau**, d'hydrogène sulfuré (H₂S) et d'**oxygène**. La forme d'énergie majoritaire du biogaz est le **méthane** comme pour le gaz naturel : le biogaz est ainsi la forme renouvelable de l'énergie fossile très courante qu'est le **gaz naturel**. On peut aussi utiliser le terme **biométhane**.

Il y a trois types de production de biogaz en fonction de la température : 15-25°C : psychrophile, 25-45°C : mésophile et 45-65°C : thermophile. Ce sont les **digesteurs** mésophiles qui sont les plus utilisés (à 38°C). La récupération du biogaz produit par les décharges est d'autant plus intéressante que le méthane est un gaz à **effet de serre** bien plus puissant que le **dioxyde de carbone** (CO₂) produit par sa combustion. Le biogaz est le résultat de la **méthanisation** ou digestion anaérobie de déchets fermentescibles.

Les sources les plus courantes de biogaz sont les suivantes :

* Les **décharges** dont le biogaz a une teneur plus ou moins élevée en fonction du mode d'exploitation. En France, la récupération du biogaz de décharge est maintenant obligatoire. Sa valorisation énergétique (cogénération, épuration ...) est plus avantageuse que sa simple destruction en torchère. Là où les ordures sont collectées de façon sélective, les déchets putrescibles sont méthanisés dans des bioréacteurs.

* Les **boues des stations d'épuration** : la méthanisation permet d'éliminer les composés organiques et permet à la station d'être plus ou moins autonome en énergie.

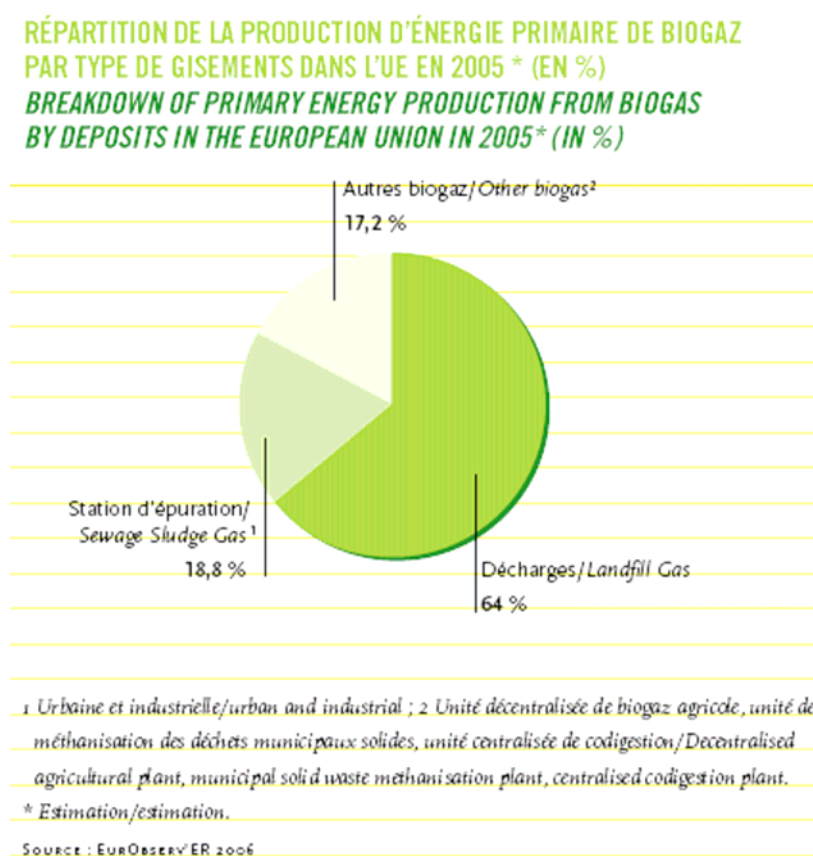
* Les **effluents d'élevages** : la réglementation rend obligatoire les équipements de stockage des effluents (lisier, fumier) pour une capacité supérieure à 4 mois. Ce temps de stockage peut être mis à profit pour la méthanisation des effluents. Il s'agit des déjections animales mais aussi de sous-produits agricoles (résidus de silos céréaliers, effluents de laiteries, retraits de marchés...) et de cultures énergétiques dédiées (3000 à 4000 l eq fioul /ha/an).

* Les **effluents des industries agroalimentaires** peuvent aussi être méthanisés : le but est principalement d'éviter le rejet de matières organiques trop riches, et peut s'accompagner d'une valorisation énergétique.

* Le **fond des lacs et marais** : le biogaz produit naturellement y est généralement non utilisé mais des projets sont en cours pour la valorisation du méthane produit sur des grands lacs africains. Source : fr.wikipedia.org/wiki/Biogaz

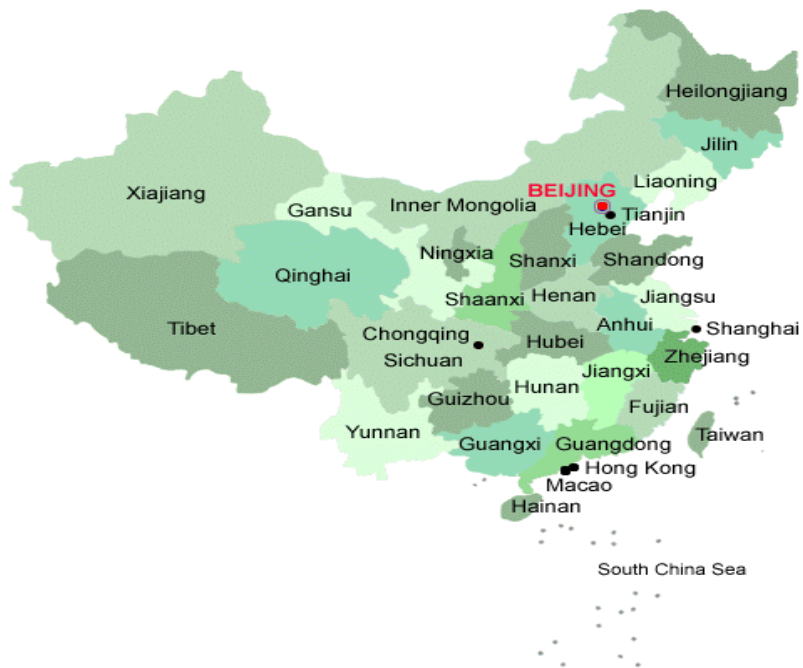
Un nouveau portail BIOGAZ destiné aux professionnels francophones est disponible. Ses promoteurs, **SOLAGRO**, le **CLUB BIOGAZ ATEE**, et **ALKAESTConseil** ont mutualisé leurs données pour permettre d'accéder à toute une palette d'informations sur le **biogaz**. Site à consulter : <http://www.lebiogaz.info/>

Au niveau européen, l'Observatoire des Energies Renouvelables donnent des chiffres-clés, en particulier sur le biogaz :



Source d'information http://ec.europa.eu/energy/res/publications/barometers_en.htm

Carte de la Chine avec les différentes provinces :



Source : www.saveursdumonde.net/ency-voy/chine/carte.htm

Changement climatique : phénomène de dérèglements climatiques qui sont associés à l'augmentation des gaz à effet de serre et qui se traduisent par la fonte des glaciers, la montée des eaux, les changements de vent, l'utilisation de la nature par l'homme... Il faut savoir que ces changements climatiques sont appelés « changements climatiques industriels » ; ils sont d'origine anthropique : ils apparaissent dès le XIX^e siècle en raison de l'activité humaine et du développement d'un mode de vie basé sur l'industrie. Avant ce siècle, la Terre connaît aussi d'autres changements dits naturels ou « variations climatiques ». Information adaptée à partir du site : fr.wikipedia.org/wiki/Changement_climatique

Les deux sites suivants en français sont incontournables sur le sujet du **changement climatique** :

www.manicore.com/documentation/serre/index.html et
www.greenfacts.org/fr/dossiers/changement-climatique/index.htm

Cogénération : c'est un système de production d'énergie à haut rendement, en général compris entre 80% et 90%. Dans les applications industrielles les plus pointues, le rendement peut atteindre et parfois dépasser 95%. Une installation de cogénération correctement conçue permet d'offrir des rendements meilleurs que n'importe quelle chaudière classique, et fait partie des techniques les plus efficaces énergétiquement pour l'utilisation des énergies fossiles et renouvelables. Le principe de la cogénération est contenu dans son nom : elle consiste à produire, à partir d'une énergie primaire combustible, deux énergies secondaires utilisables : une énergie mécanique ou électrique et une énergie thermique.

En pratique, la cogénération consiste le plus souvent à récupérer et valoriser la chaleur dissipée lors de la génération électrique. Les équipements de génération électrique en cogénération sont généralement peu différents d'une simple génératrice, c'est surtout l'utilisation de l'appareil en cogénération qui fait que l'on utilise la chaleur disponible. Dans l'industrie, l'énergie utilisable est principalement produite par 3 moyens: le moteur à combustion, la turbine à gaz, et la turbine à vapeur. Dans des applications de recherche, l'énergie utilisable peut également être produite par une pile à combustible. Dans la plupart des applications, l'énergie mécanique produite est immédiatement convertie en énergie électrique, pour être soit autoconsommée, soit réinjectée sur le réseau public de distribution électrique (en France EDF ou Entreprises locales de distribution d'électricité et de gaz en France), soit vendue à un autre utilisateur (revente directe actuellement interdite en France). L'énergie thermique peut servir au chauffage de bâtiments, à la production d'eau chaude sanitaire ou à des procédés industriels. Pour en savoir plus, se reporter au site Wikipédia : fr.wikipedia.org/wiki/Cogénération

Une étude spécialisée très utile, « *La Cogénération : une solution moderne et durable de production d'énergie* », remise le 12/05/2006, est accessible sur le site de l'Université Catholique de Louvain, en Belgique : www.term.ucl.ac.be/cours/meca2420/RAP_MECA2420_cogeneration.pdf

Crédit de carbone : un crédit de carbone équivaut à l'émission d'une tonne de dioxyde de carbone. Il permet à son détenteur d'émettre davantage de gaz à effet de serre (par rapport au taux en vigueur fixé par le protocole de Kyoto). Ils sont attribués aux Etats ou aux entreprises qui participent à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Cette mise en place des crédits de carbone est censée aider les pays signataires à respecter leurs engagements vis à vis du protocole de Kyoto. L'attribution de ces crédits s'articule autour de plusieurs mécanismes. L'un d'entre eux s'intéresse plus particulièrement à la collaboration entre les pays industrialisés et les pays en voie de développement ; il s'agit du Mécanisme de développement propre (MDP), qui conditionne l'obtention de « crédits carbone » au financement d'un projet de réduction dans les pays en développement. Un tel système permet aujourd'hui aux pays industrialisés de se rapprocher de leurs propres objectifs nationaux fixés à Kyoto. A moyen terme, pour qu'un tel marché fonctionne, les pays industrialisés devront devenir eux-mêmes émetteurs de « crédits carbone » et seront donc contraints de réduire leurs émissions sur le sol national. Source : www.futura-sciences.com/comprendre/g/definition-credit-carbone_4297.php

Un marché du carbone s'est organisé à travers le système boursier : les quotas d'émissions de gaz à effet de serre (dioxyde de carbone ou CO₂) font aujourd'hui partie d'un marché. C'est l'une des façons qu'ont trouvés les pays ayant signé le [protocole de Kyoto](#) pour réduire leurs émissions, et limiter ainsi le réchauffement de la planète. Des millions de tonnes d'équivalent CO₂ sont ainsi échangées sur le marché. Source : fr.wikipedia.org/wiki/Bourse_du_carbone

Pour réduire ses émissions de gaz à effet de serre, la **Chine** commence à utiliser le mécanisme de développement propre (MDP) prévu par le protocole de Kyoto. Ce mécanisme est un instrument financier qui permet à des entreprises de pays industrialisés d'investir dans des projets de pays émergents pour acquérir des crédits de carbone. Source : <http://www.novethic.fr/novethic/site/article/index.jsp?id=99>

DCO ou **Demande Chimique en Oxygène** : c'est la consommation en oxygène par les oxydants chimiques forts pour oxyder les substances organiques et minérales de l'eau. Elle permet d'évaluer la charge polluante des eaux usées. L'oxydant employé classiquement est le [dichromate de potassium](#), et la réaction se fait sous chauffage à reflux en milieu fortement acidifié pour avoir des conditions d'oxydation très sévères, d'où il résulte qu'une majeure partie des substances oxydables dissoutes dans l'eau sont consommées par la réaction. Toutes les matières oxydées dans la mesure de la DCO ne sont pas [biodégradables](#), loin de là. La quantité de matières biodégradables par oxydation biochimique (oxydation par des bactéries aérobies qui tirent leur énergie de réactions d'oxydo-réduction) contenue dans l'eau à analyser est définie par le paramètre **DBO** ([demande biologique en oxygène](#)).

Dans une eau résiduaire urbaine (ERU), le rapport *DCO / DBO* est de l'ordre de 2 jusqu'à 2,6, ce qui indique que le rejet d'une eau résiduaire brute dans l'environnement aurait d'importantes conséquences écologiques, étant donnée la quantité de matières non biodégradables considérée. Les matières non biodégradables sont lentement oxydées par le dioxygène (qui est un oxydant faible) dissous dans l'eau. L'oxygène gazeux dissous étant indispensable à une vie aquatique animale, une demande en oxygène trop importante dans une eau de rivière serait nuisible à cette vie animale, conduisant à l'[hypoxie](#), puis à l'[anoxie](#), voire comme c'est le cas sur près de 150 zones sur la planète à la constitution de [zones mortes](#) sur de vastes surfaces.

Les apports d'oxygène gazeux dans les eaux sont de deux sortes : d'une part, par dissolution de l'oxygène de l'air dans la phase liquide et, d'autre part par **photosynthèse** des algues vivant dans l'eau. La première est favorisée par une température du gaz dissous (donc température du liquide) pas trop élevée. La raison en est simple, il s'agit d'une application directe de la loi d'Avogadro. La **photosynthèse** des algues nécessite de la lumière et toutes les autres conditions nécessaires à la vie d'un végétal, ici d'un végétal aquatique. Un phénomène appelé **eutrophisation** est la prolifération d'algues en surface, qui déséquilibre totalement le milieu. Ainsi, la lumière ne parvient plus aux couches de l'eau situées sous la surface, bloquant ainsi la photosynthèse des couches inférieures. De plus, les matières végétales occupant la surface sont souvent mortes et en décomposition, générant leur propre demande en oxygène. L'eutrophisation est favorisée par la présence de nitrates et de phosphates, mais également, dans une moindre part par une température de l'eau élevée (été). La température est donc une double cause d'accroissement de la DCO dans les rivières. Source : fr.wikipedia.org/wiki/DCO

Digesteur : c'est une **cuve** qui produit du **biogaz** grâce à un procédé de **méthanisation** des matières organiques. Ces cuves doivent être chauffées pour que le **rendement** soit acceptable. Ce sont des digesteurs **mésophiles** la plupart du temps mais il existe aussi des réacteurs **thermophile**. Les avantages sont multiples et notamment au niveau des odeurs et des bactéries qui sont détruites. Un réacteur produit environs 50 à 70 % de **méthane**, 30 % de **CO2** et de l'eau, de l'**hydrogène** sulfuré (H2S) et de l'**oxygène**. Source : fr.wikipedia.org/wiki/Digesteur

Le **digesteur**, ou **méthaniseur**, est une enceinte fermée dans laquelle les matières organiques sont soumises à l'action des bactéries. Ce n'est pas un procédé nouveau : la première installation connue date de la fin du siècle dernier et traitait les boues de la station d'épuration d'Exeter en Grande-Bretagne. C'est d'ailleurs cette application qui est aujourd'hui la plus répandue en France où l'on compte plus de 150 méthaniseurs équipant des stations d'épuration urbaines. Pour en savoir plus, consulter le site suivant : www.biogaz.atee.fr/news/fullstory.php/aid/24%20

Emissions de carbone : l'un des **gaz à effet de serre** émis par diverses activités humaines, résulte de l'émission de **gaz carbonique** dans l'atmosphère et ces émissions sont tenues pour responsables de **changements climatiques** ou **dérèglements climatiques**, qui sont directement associés à l'augmentation des **gaz à effet de serre** ; les conséquences sur le Planète sont la fonte des glaciers, la montée des eaux, les changements des vents, l'utilisation de la nature par l'homme... Ces changements climatiques sont apparus dès le **XIX^e siècle**, en raison de l'activité humaine et du développement d'un mode de vie basé sur l'industrie, avec l'emploi de combustibles et de carburants d'origine fossiles notamment. Actuellement, il est en effet admis que le changement climatique est d'origine **anthropique** (lié aux activités humaines).

Le site indiqué ci-après, figure la liste des pays du monde par émissions de **gaz carbonique** ou **dioxyde de carbone**. Toutes les données proviennent de la division statistique des **Nations unies**, et ont été établies pour l'année **2002**. Les dépendances et les territoires dont l'indépendance n'est généralement pas reconnue sont indiqués *en italique*, sous le pays auquel ils sont généralement rattachés (cet article ne prend cependant pas position sur un quelconque statut de ces territoires). Certaines entités sont également mentionnées à titre de comparaison. Elles sont également indiquées *en italique* et ne sont pas prise en compte dans le classement des pays. Source : fr.wikipedia.org/wiki/Liste_des_pays_par_émissions_de_dioxyde_de_carbone -

Energie renouvelable : c'est une source d'énergie qui se renouvelle assez rapidement pour être considérée comme inépuisable à l'échelle de l'homme. Les énergies renouvelables sont issues de phénomènes naturels réguliers ou constants provoqués par les astres, principalement le **Soleil** (rayonnement), mais aussi la **Lune** (marée) et la **Terre** (énergie géothermique). Aujourd'hui, on assimile souvent les énergies renouvelables aux **énergies propres**, mais il faut a priori les distinguer bien que certaines énergies soient renouvelables *et* propres. Le **Soleil**, principale origine des énergies renouvelables. Les énergies renouvelables (bois, solaire, hydroélectricité...) proviennent principalement de l'énergie solaire (sauf la géothermie et l'énergie marémotrice). De plus, toutes les énergies renouvelables (sauf l'**énergie marémotrice**) ont pour origine l'**énergie nucléaire** naturelle du soleil (par **fusion nucléaire**) ou de la Terre (par **désintégration** naturelle des roches de la croûte terrestre). Le pétrole ou le gaz naturel ne sont pas des énergies renouvelables car il faudrait des millions d'années pour reformer la quantité d'énergie fossile que l'on consomme actuellement. De même, l'énergie nucléaire n'est pas une énergie renouvelable car la réserve d'**uranium** disponible sur Terre est limitée. Source : fr.wikipedia.org/wiki/Énergie_renouvelable

Aujourd'hui, les **énergies renouvelables** ne représentent que 20 % de la consommation mondiale d'électricité, dont 90 % d'hydraulique. Le reste est très marginal : biomasse 5,5%, géothermie 1,5%, éolien 0,5% et le solaire 0,05%. Autour de 80% des besoins en énergie dans les sociétés industrielles occidentales sont focalisés autour du chauffage, de la climatisation des bâtiments, et du transport (voitures, trains, avions). Cependant, la plupart des utilisations de puissance renouvelable se concentrent sur la production d'électricité. Une énergie renouvelable est une source d'énergie dont le gisement se reconstitue en permanence à un rythme au moins égal à celui de la consommation. Le concept d'énergie renouvelable est directement lié à une idée d'énergie "non polluante", mais il en est en toute rigueur distinct : le fait qu'une énergie se reconstitue n'implique pas que les déchets d'exploitation de cette énergie disparaissent. De même une énergie renouvelable peut être d'exploitation difficile et risquée. Les principales formes renouvelables d'énergie (autres que géothermique et marémotrice), sont de l'énergie solaire stockée. L'énergie hydraulique et l'énergie éolienne représentent un stockage solaire à très court terme, alors que la biomasse représente un stockage à plus long terme, mais toujours à une échelle de temps humaine, donc renouvelable à cette échelle. Les combustibles fossiles sont également de l'énergie solaire stockée, dont l'accumulation a pris plusieurs millions d'années (et se produit encore de nos jours, mais à un

rythme bien moindre) ; compte tenu du rythme actuel de consommation ces combustibles fossiles ne sont pas de l'énergie renouvelable.

Des ressources en **énergies renouvelables** peuvent être employées directement comme sources d'énergie, ou être transformées en d'autres formes d'énergie. Des exemples d'une utilisation directe sont les fours solaires, les pompes à chaleur géothermiques, et les moulins à vent mécaniques. Des exemples d'une utilisation indirecte, passant par d'autres formes d'énergie, sont la production d'électricité par des éoliennes ou des cellules photovoltaïques, ou la production de carburants tels que l'éthanol issu de la biomasse. Mettre un frein à la surconsommation et au gaspillage de l'énergie est une étape indispensable si l'on souhaite réduire de façon non négligeable les rejets de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. En France 60% des émissions de CO₂ proviennent de la production et consommation d'énergie (industrie, transports, habitat, etc...). *Eurocarbon LTD* a pour mission de promouvoir les stratégies de réduction de consommation d'énergie (sobriété et efficacité énergétique), de favoriser la diversification des sources d'énergie (**énergies renouvelables**) ainsi que l'utilisation de technologies propres, sobres et efficaces (**cogénération**, pile à combustible, biocarburants, gestion des déchets) Sources : www.eurocarbhone.com/carbone_reduction.htm et http://www.eurocarbhone.com/energie_renouvelable.htm

Parmi les nombreuses autres sources qui traitent des **énergies renouvelables**, on peut citer notamment le site de la Fondation Nicolas Hulot : www.fnh.org/francais/doc/en_ligne/energie/intro.htm et celui de Jean-Marc Jancovici : www.manicore.com/documentation/part_eolien.html

Ethanol ou **alcool éthylique** : c'est un **alcool**, possédant la structure semi-développée suivante : CH₃-CH₂-OH. L'éthanol est usuellement désigné par la formule EtOH. C'est un liquide incolore, miscible à l'eau en toutes proportions. On l'appelle souvent simplement « alcool », car l'éthanol est l'alcool qui se retrouve dans toutes les **boissons alcoolisées**. Dans la **pharmacopée** européenne, **éthanol** désigne l'**éthanol absolu** alors que **alcool Ph. Eur.** désigne l'**éthanol**. Ses synonymes sont esprit de vin, alcool de grain, alcool éthylique. L'**alcoolisme** est la consommation excessive d'alcool et ses conséquences néfastes en font un fléau historique. Historiquement l'éthanol a été produit par **fermentation** directe de **sucres** naturels : la production de **vin** ou de **bière** fermentée est attestée dans l'empire **babylonien** dès **3000 av. J.-C.** Les premières obtentions pures sont probablement dues aux **alchimistes perses** qui développèrent l'art de la **distillation** au **VIII^e** et **IX^e siècle** de l'ère chrétienne. On le fabrique aussi industriellement par hydratation de l'**éthylène**. L'éthanol est utilisé comme intermédiaire de synthèse dans l'industrie chimique et comme solvant. C'est aussi un désinfectant. En Amérique du Nord, certaines **essences** disponibles à la pompe peuvent comporter jusqu'à 20% d'éthanol et portent le nom d'« *ethanol blend* ». Pour en savoir plus, se reporter au site suivant : fr.wikipedia.org/wiki/Éthanol

Éthylène, nom usuel de l'**éthène** : c'est un **hydrocarbure** insaturé, de formule brute C₂H₄. Par polymérisation il donne un **polymère** à structure tridimensionnelle couramment employé, le **polyéthylène (PE)**. L'éthylène est volatil. Il a été découvert en tant qu'hormone végétale en 1901 : on remarquait que les feuilles des plantes situées à proximité des lampadaires (à lampe à gaz) tombaient prématurément. En 1910, on s'aperçoit qu'un fruit confiné mûrit plus vite qu'un fruit à l'air libre. On fait alors un premier rapprochement avec l'éthylène. En 1934 on découvre les voies métaboliques de l'éthylène. Et en 1960, par chromatographie en phase gazeuse, on arrive à doser l'éthylène émis par les plantes. L'éthylène module de nombreux métabolismes (réponses des plantes aux stress biotiques et abiotiques) ; il est impliquée dans les étapes de la floraison et il stimule la maturation de nombreux fruits. Cette molécule a des effets très variés car elle est très simple et donc peu spécifique. L'éthylène est un catalyseur essentiel de la maturation des fruits. Cette hormone inhibe la **floraison** sauf chez certaines espèces comme la **mangue** ou l'**ananas**, espèces chez lesquelles on synchronise la floraison des fruits en apportant de l'éthylène sur l'arbre. L'éthylène est une hormone féminisante et elle peut changer la nature des organes floraux chez les espèces **monoïques** (par exemple le melon). Pour en savoir plus, se reporter au site suivant : fr.wikipedia.org/wiki/Éthylène

Eutrophisation : c'est un phénomène naturel ou accidentel d'enrichissement excessif en éléments nutritifs, essentiellement de phosphore et d'azote dans les milieux aquatiques. Ces éléments sont des engrais pour les plantes, algues ou **bactéries**, qui se développent alors de manière excessive. Leur décomposition provoque une chute de la quantité d'oxygène réduisant ainsi le nombre d'**espèces** animales et végétales aquatiques. www.cite-sciences.fr/lexique/definition1.php?idmot=372&rech_lettre=e&num_page=14&habillage=st...

L'**eutrophisation** désigne usuellement le déséquilibre qui résulte d'un apport excessif de **nutriments** : **azote** (des nitrates par exemple), **carbone** (carbonates, hydrogencarbonates, matières organiques...) et **phosphore** notamment. Le phosphore étant généralement le facteur limitant dans les milieux aquatiques naturels (**loi de**

Liebig), ce sont ses composés, en particulier les **phosphates** (orthophosphates, polyphosphates) qui permettent l'emballage du processus. Ce milieu déséquilibré, *dystrophe*, devient alors *hypertrophe*. Ce processus peut résulter des épandages agricoles (engrais riches en azote et phosphore) ainsi que de l'utilisation de produits lessiviels riches en polyphosphates, sur le **bassin versant** du lac ou de la rivière. L'accroissement de nos rejets, industriels ou urbains, l'utilisation excessive d'**engrais** (nitrates, ammonium), la présence de **polyphosphates** dans les **lessives** font de l'eutrophisation un processus fréquent, atteignant même les zones océaniques, où sont régulièrement constatés de développements d'algues toxiques, telles *Dynophysis*, sur les littoraux, par exemple en Bretagne (France). Dans l'acception courante, l'eutrophisation est donc souvent synonyme de **pollution**, bien que celle-ci puisse revêtir bien d'autres aspects : contamination biologique (**bactéries**, **parasites**...), chimique (**pesticides**, **métaux**, **solvants**...) ou physique (**chaleur**, **radionucléides**...). Source : fr.wikipedia.org/wiki/Eutrophisation

L'**eutrophisation** des lacs et des étangs se caractérise par une prolifération des algues et autres plantes aquatiques suite à un enrichissement du milieu en ions nutritifs (nitrates, phosphates). Cette eutrophisation provoque une désoxygénation progressive des couches inférieures et une accélération du dépôt des matières organiques. L'eutrophisation est un phénomène naturel qui peut être accentué par des activités humaines et porte alors le nom de dystrophisation. Deux exemples d'utilisation pédagogique sont fournis en France : Le lac d'Aydat (Puy de Dôme), qui concerne la prolifération d'algues et le lac de Courtille (Creuse), avec une prolifération de cyanobactéries. Source : www.inrp.fr/biogeo/cooper/eau/html/eutroph.htm

Fertilisants organiques ou **amendements humifères** : il y a trois façons d'apporter des matières organiques dans les sols et qui correspondent aux trois stades de décomposition de la matière organique. La première consiste à apporter des matières organiques fraîches (débris végétaux et déjections animales). La seconde consiste à apporter des composts, c'est-à-dire des matières organiques ayant subi un début de décomposition active par des microorganismes. Ces composts sont enrichis en corps microbiens et de leurs sécrétions. La troisième façon consiste à apporter des humus, c'est-à-dire des matières organiques dont le stade de décomposition est suffisamment avancé pour qu'un début de restructuration moléculaire conduise à la fabrication d'acides humiques et fulviques. Les matières organiques mortes, promises à la décomposition et à l'humification, se classent en deux catégories. La première correspond aux matières organiques qui sont riches en sucres solubles et en azote, qui se décomposent vite, qui donnent une grande quantité de produits vite utilisés par les bactéries et qui ne laissent pratiquement pas d'humus (engrais verts). La seconde correspond aux matières organiques qui sont riches en lignine et beaucoup moins en azote. Ces matières organiques se décomposent lentement et conduisent surtout à la fabrication des précurseurs de l'humus (paille, fumier pailleux). Quel que soit le stade de décomposition auquel elles se trouvent, qu'elles soient facilement décomposables ou non, les matières organiques améliorent toujours la structure du sol dans lequel elles sont incorporées. Une granulation apparaît dans les horizons supérieurs du sol. L'incorporation de matière organique provoque une prolifération bactérienne, augmente les sécrétions des racines dont le développement est stimulé et augmente notablement la quantité de complexe argilo-humique. Ce sont ces facteurs qui, tôt ou tard, rendent la structure du sol grumeleuse. Cette structure grumeleuse sera encore plus fine si, sur un sol amendé, on y installe pendant une ou plusieurs années des graminées (ray-grass surtout) ou des légumineuses. À la ferme, éventuellement au jardin, les amendements humifères sont constitués essentiellement par les fumiers, les lisiers, les purins, les déchets végétaux, les résidus de récolte, les engrais verts, les déchets ménagers fermentescibles et les boues de station d'épuration. L'utilisation de ces matières organiques peut se révéler la meilleure comme la pire des choses. Tout dépend de la préparation qu'on leur fait subir et des conditions dans lesquelles on les utilise. Pour en savoir plus, on peut consulter le site suivant : Un article de Wikipédia, l'encyclopédie libre.

Gaz à effet de serre ou **GES** : gaz dont les propriétés physiques sont telles que leur présence dans l'atmosphère terrestre contribue à l'effet de serre (réchauffement) à la surface de la planète. Les principaux gaz à effet de serre sont la **vapeur d'eau H₂O**, le **dioxyde de carbone CO₂**, le **méthane CH₄**, le **protoxyde d'azote N₂O** et **l'ozone stratosphérique O₃**. Les gaz à effet de serre sont générés par les activités humaines industrielles et elles incluent en plus des halocarbones lourds (fluorocarbones chlorés ou CFC), des halocarbures particuliers : perfluorocarbures C_nF_{2n+2} et hydrofluorocarbures C_nH_mF_p, ainsi que l'hexafluorure de soufre SF₆, tous visés par le protocole de Kyoto. Les problèmes liés aux gaz à effet de serre sont particulièrement bien traités par Jean-Marc Jancovici sur le site <http://www.manicore.com/documentation/serre/gaz.html>, sur le site de l'association SAGES : <http://sages.free.fr/sages.htm> ainsi que dans l'encyclopédie Wikipedia accessible sur le site : http://fr.wikipedia.org/wiki/Gaz_%C3%A0_effet_de_serre

Hormone de croissance ou **somatropine** ou **somatotropine** : c'est une hormone polypeptidique sécrétée par la partie antérieure de l'hypophyse, qui stimule la croissance et la reproduction cellulaire chez les humains et les autres vertébrés. Chez l'Homme, elle a 191 acides aminés. Bien des facteurs entrent en jeu dans la croissance.

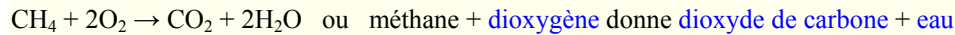
Les gènes, les hormones, l'alimentation, le repos - tous ces éléments aident les enfants à croître, de la naissance à l'âge adulte. Un élément clé de ce processus est le facteur de libération de l'hormone de croissance ou le facteur de régulation de la croissance (GH-RF ou GRF). Ce messager chimique est produit dans une partie du cerveau appelée hypothalamus. Le GH-RF permet à l'hypophyse (" glande maîtresse " qui intervient dans le processus de croissance) de sécréter l'hormone de croissance, soit la principale hormone responsable de la croissance d'une personne. La croissance est l'augmentation des dimensions du corps. Ce phénomène, caractéristique de l'enfance, est lié à l'interaction entre des facteurs génétiques et du milieu. La puberté représente l'ensemble des phénomènes physiques, psychiques, affectifs qui caractérise le passage de l'état d'enfant à l'état d'adulte aboutissant à la fonction de reproduction. "C'est pendant cette période que le taux d'hormones de croissance sécrété naturellement atteint son maximum" affirme Romain Kermarec. Mais l'hormone de croissance n'est pas seulement impliquée dans les phénomènes de croissance, elle joue aussi un rôle dans la régulation fine des phénomènes de reproduction aussi bien chez les mammifères mâles que femelles. Chez le **mâle** cette hormone a des *actions extra-gonadiques* parmi lesquelles on peut citer l'accroissement et le maintien de la taille du pénis, la différenciation des canaux spermatiques chez l'adolescent et la stimulation de la synthèse d'enzymes dans certaines glandes annexes (vésicules séminales et la prostate). Cette hormone a aussi des *effets sur les fonctions gonadiques* parmi lesquelles nous retiendrons la spermiogenèse, la stimulation de la synthèse des androgènes, l'accroissement de la mobilité des spermatozoïdes. Cette hormone exerce des *effets gonadiques* chez la **femelle** parmi lesquels on trouve la stimulation de la synthèse d'hormones stéroïdiennes, l'induction de l'ovulation, le recrutement et la croissance folliculaire, la maturation nucléaire et cytoplasmique de l'ovocyte. Cette hormone exerce aussi des *effets extragonadiques* sur l'activité sécrétoire des cellules épithéliales du tractus génital féminin, sur la croissance placentaire et sur divers aspects de la lactation. Source : fr.wikipedia.org/wiki/Hormone_de_croissance

Jacinthe d'eau, en latin *Eichhornia Crassipes* : c'est une plante vivace aquatique classique dans les jardins d'eau. Elle constitue un véritable fléau dans certains pays d'Afrique où sa prolifération menace la faune et la flore comme par exemple dans le lac Victoria. Elle y forme de véritables tapis asphyxiant littéralement les lacs et les cours d'eau. Des programmes existent pour essayer de l'éradiquer mais la véritable raison de sa prolifération est liée à l'excès de matières organiques rejeté dans les eaux par les activités humaines. Source : www.aujardin.info/plantes/bassin/eichhornia-crassipes.php

Hydrogène sulfuré ou **sulfure d'hydrogène** (H₂S) : c'est un **composé chimique** de **soufre** et d'**hydrogène** qui a une odeur désagréable d'œuf pourri. C'est un **gaz acide** qui réagit avec les **solutions aqueuses basiques** et les métaux tels que **l'argent**. C'est la raison pour laquelle les bijoux argentés noircissent lorsqu'ils sont longuement exposés à **l'atmosphère** polluée. Le **sulfure d'argent** résultant de la réaction est de couleur noire. Ce gaz peut faire suffoquer les égoutiers et est souvent associé à d'autres odeurs dans les marais. Le sulfure d'hydrogène est produit par la dégradation des **protéines** contenant du soufre et est responsable d'une grande partie de **l'odeur fétide** des excréments et des flatulences. Le sulfure d'hydrogène est naturellement présent dans le **pétrole**, le **gaz naturel**, le **gaz volcaniques** et les **sources chaudes**. Il peut résulter de décomposition **bactérienne** de la **matière organique**. Il est également produit par les déchets humains et animaux. Le sulfure d'hydrogène peut également provenir des activités industrielles, telles que la transformation des produits alimentaires, du **traitement des eaux usées**, des **haut-fourneaux**, des **papeteries**, des **tanneries** et des **raffineries** de pétrole. Le sulfure d'hydrogène est considéré comme un **poison** à large-spectre. Il peut donc empoisonner différents **organes**. L'inhalation prolongée de sulfure d'hydrogène peut causer la dégénérescence du nerf olfactif (rendant la détection du gaz impossible) et provoquer la mort juste après quelques **mouvements respiratoires**. L'inhalation du gaz, même en relativement faible quantité, peut entraîner une perte de connaissance. L'exposition à des concentrations inférieures peut avoir comme conséquence des irritations des **yeux**, de la **gorge**, une toux douloureuse, un souffle court et un épanchement de fluide dans les **poumons**. Ces symptômes disparaissent habituellement en quelques semaines. L'exposition à long terme à de faible concentration peut avoir pour conséquence : fatigue, perte d'appétit, maux de tête, irritabilité, pertes de mémoire et vertiges. Source : http://fr.wikipedia.org/wiki/Sulfure_d%27hydrog%C3%A8ne

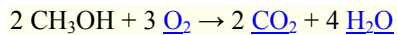
Méthane : c'est un **hydrocarbure** de la famille des **alcanes**. Cette **molécule** possède 1 **atome** de **carbone** (C) et 4 atomes d'**hydrogène** (H). Le méthane est le composant principal du **gaz naturel**. C'est le principal constituant du **biogaz** issu de la **fermentation** de matières organiques animales ou végétales en l'absence d'**oxygène**. Il est fabriqué par des **bactéries méthanogènes** qui vivent dans des milieux anaérobiques c'est-à-dire sans oxygène. Le méthane est ainsi le seul hydrocarbure classique qui peut être obtenu grâce à un processus biologique naturel. Nous utilisons principalement du gaz naturel et donc du méthane fossile, mais l'utilisation du méthane renouvelable, aussi appelé **biogaz**, est en développement : Suède, Allemagne, Danemark, Viet-Nam, Cambodge, Chine, Inde... Le méthane se dégage naturellement des zones humides peu oxygénées comme les **marais** et les terres inondées. Il se forme aussi dans l'estomac des mammifères. C'est d'ailleurs le gaz principal des flatulences.

Des quantités importantes de méthane sont piégées sous forme d'hydrates de méthane au fond des océans. Le méthane est un combustible. Il s'enflamme à 667 °C en présence d'oxygène. La réaction de combustion du méthane s'écrit :

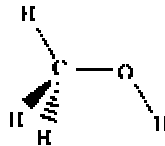


Le méthane est considéré comme très dangereux, car il explose facilement, dans les raffineries. Le méthane est un [gaz à effet de serre](#) qui influe sur le climat. Il absorbe une partie du rayonnement infrarouge émis par la Terre, et l'empêche ainsi de s'échapper vers l'espace. Ce phénomène contribue au réchauffement de la Terre. De plus il contribue aussi indirectement à l'effet de serre par le fait qu'il diminue la capacité de l'atmosphère à oxyder d'autres gaz à effet de serre (comme les [fréons](#)), et sa combustion fournit du CO₂ à hauteur de 380Tg /an (les émissions industrielles avoisinent 6000Tg/an), et de la vapeur d'eau, autre gaz à effet de serre important. Pour en savoir plus, voir le site suivant : fr.wikipedia.org/wiki/Méthane

Méthanol ou **alcool méthylique** ou **alcool de bois** : c'est un [composé chimique](#) de formule [CH₃OH](#). C'est le plus simple des [alcools](#). Son niveau de [toxicité](#) pour l'organisme est élevé. C'est un [liquide léger](#), [volatil](#), [transparent](#), [inflammable](#) qui est utilisé comme [antigel](#), [solvant](#), [carburant](#) (championnat de [champcar](#) nord américain depuis [1964](#)), et comme [dénaturant](#) de l'[alcool éthylique](#). Il a une forte odeur d'alcool, plus écœurante que l'[éthanol](#) et est indissociable de l'éthanol par simple distillation. Le méthanol brûle dans l'air en formant du [dioxyde de carbone](#) et de l'[eau](#) :



Le méthanol est une substance très toxique. Sa consommation peut entraîner la [cécité](#) et même la mort. Avant toute utilisation régulière, consulter la fiche toxicologique [FT5](#) de l'[INRS](#)



Structure du méthanol

Source : fr.wikipedia.org/wiki/Méthanol

Monoxyde de carbone : c'est l'un des [oxydes](#) du carbone. Sa formule chimique est CO, sa [molécule](#) est donc composée d'un [atome](#) de [carbone](#) et d'un atome d'[oxygène](#) ; il est [gazeux](#) dans les [conditions normales de pression et de température](#). Le monoxyde de carbone est incolore, inodore et toxique. Produit par toute combustion de matière organique lorsque l'oxygénation du foyer est insuffisante (combustion incomplète), il peut être la cause d'[intoxications](#) mortelles. Le monoxyde de carbone est [métastable](#) à température et pression ambiantes. Il a tendance à réagir avec une autre molécule de monoxyde de carbone pour former du [dioxyde de carbone](#) et du [carbone](#)... Le monoxyde de carbone est émis par les [automobiles](#) quand la température est insuffisante pour une oxydation complète des [hydrocarbures](#) de l'[essence](#) en eau et en CO₂, température insuffisante du fait d'une durée insuffisante dans la chambre de combustion ou du fait d'une présence insuffisante d'[oxygène](#). Il est généralement plus difficile de créer une combustion à faible rejet de CO qu'à faible rejet d'imbrûlés. La première source de CO pour l'homme est la [cigarette](#). Le CO a une forte affinité (230 fois supérieure à celle du dioxygène) pour l'ion [fer](#) de l'[hémoglobine](#), le principal transporteur d'oxygène dans le sang. De ce fait, peu de CO dans l'air inspiré conduit rapidement à la formation de [carboxyhémoglobine](#) qui remplace l'oxyhémoglobine. La capacité de transport de l'oxygène est diminuée et devient rapidement insuffisante pour apporter l'oxygène nécessaire aux tissus. Par ailleurs, le CO bloque des enzymes de la chaîne respiratoire mitochondriale : il s'ensuit une impossibilité pour la cellule d'utiliser l'oxygène qui lui parvient. Ainsi, l'organisme souffre rapidement d'une hypoxie généralisée. Pour en savoir plus, consulter le site suivant : fr.wikipedia.org/wiki/Monoxyde_de_carbone

Pisciculture : c'est l'élevage de [poissons](#) ; voir ci-dessus à Aquaculture.

Protocole de Kyoto : accord international qui a été établi en décembre 1997 par les négociateurs des 180 Etats adhérents à la CCC (Convention Cadre sur le Changement Climatique, proposée par les Nations Unies au sommet de Rio en 1992). Il prévoit de réduire les émissions de gaz à effet de serre à 94,8% des niveaux

enregistrés en 1990 grâce à des engagements juridiquement contraignants en terme de droit international. Le protocole de Kyoto fixe des objectifs spécifiques aux pays industrialisés qui sont les plus gros émetteurs de gaz à effet de serre. La période d'engagement s'étale entre 2008 et 2012 en application des réductions certifiées obtenues entre 2000 et 2007. Chaque pays s'est vu fixer des cibles maximales individuelles ou " *quantité attribuée* ". Ces différenciations ont été négociées par chacun des pays. Elles ne reposent pas sur des critères objectifs tels que le nombre de la population ou les émissions anthropiques de gaz à effet de serre de chacun de ses pays. Pour entrer en vigueur, le protocole doit être ratifié par 55 pays représentant ensemble au moins 55 % des émissions de gaz. Les États-Unis mettent son application en danger puisqu'ils ont abandonné l'idée de ratifier le protocole. Or, ils sont à l'origine de plus d'un quart des émissions mondiales de gaz à effet de serre tout en représentant moins de 5 % de la population. La mise en oeuvre du protocole de Kyoto n'a vraiment été décidée qu'à la conférence de Bonn en juillet 2001. C'est un sujet de désaccord constant entre l'Europe et les États-Unis. Source émanant du glossaire de **Novéthic**, un centre français de ressources et d'expertise sur la responsabilité sociétale des entreprises et l'investissement socialement responsable. Créée en avril 2001, Novéthic est une filiale de la Caisse des Dépôts et Consignations, France. Pour plus d'information, consulter son site accessible par : http://www.novethic.fr/novethic/site/novethic/nov_presentation.jsp

Serre de culture : c'est une structure artificielle qui permet la forme de production agricole la plus intensive. Les coûts d'investissement et de main-d'oeuvre sont plus considérables que dans n'importe quel autre secteur. Cependant, le rendement, la qualité et la valeur des récoltes sont proportionnellement plus élevés. La serre procure essentiellement un climat contrôlé qui, dans des conditions défavorables, peut être adapté aux besoins de certaines cultures. Par exemple, dans des pays septentrionaux comme le Canada, où la culture à l'extérieur n'est possible qu'environ 5 mois par année, les serres assurent un environnement climatique qui protège les plantes contre les fortes pluies, les vents violents, les insectes et autres ennemis des cultures. La serriculture ou industrie des cultures sous serres, utilise aujourd'hui une technologie de pointe pour mieux concurrencer les marchés mondiaux. De nouvelles technologies de culture en serre comme la culture hydroponique, le contrôle biologique des insectes nuisibles, le génie génétique, la régulation environnementale et nutritive par ordinateur, la mécanisation des procédés et la conservation de l'énergie ont largement contribué à l'augmentation du rendement et de la qualité au cours des dix dernières années. À titre d'exemple, le rendement des tomates a doublé durant cette période, alors que la consommation de l'énergie et les besoins de main-d'oeuvre diminuaient. La qualité et l'innocuité des produits (sans pesticides) sont maintenant des éléments clés des marchés des plantes ornementales et des légumes de serre. Source :

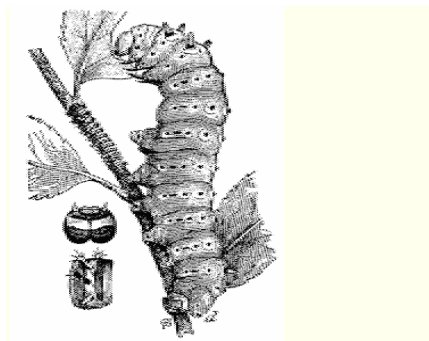
www.canadianencyclopedia.ca/index.cfm?PgNm=TCE&Params=flARTf0003442

Vermiculture ou lombriculture : c'est l'élevage des vers de terre, avec un objectif d'accroissement continu en vue d'une production durable et pour différents usages. Le lombricompostage est l'une des méthodes d'utilisation des vers de terre en vue de transformer des matières organiques (généralement des déchets) en une matière très semblable à l'humus ou à du terreau, connu sous le nom de lombricompost.

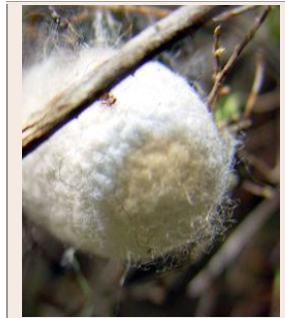
Pour découvrir ce vaste sujet, parmi les nombreux sites, nous recommandons le "Guide du lombricompostage et de la lombriculture à la ferme", de Glenn Munroe du Centre d'Agriculture Biologique du Canada, accessible sur ce site : www.organicagcentre.ca/Docs/Vermiculture_FarmersManual_gm_fr.pdf

Vers à soie ou bombyx du mûrier (*Bombyx mori*) : c'est une larve de papillon originaire du Nord de la Chine. *Bombyx mori* est la seule espèce du genre *Bombyx*. D'autres papillons portent en français le nom de bombyx sans pour autant appartenir au genre scientifique *Bombyx*, c'est le cas du bombyx de l'ailante (*Samia cynthia* (Drury, 1773)) ou celui du chêne (*Lasiocampa quercus* (Linnaeus, 1758)). Il est considéré comme domestique. C'est au stade de chenille que le bombyx produit la précieuse fibre, elle sécrète un fil unique de soie brute avec lequel elle fabrique son cocon, ce fil mesure entre 300 et 1500 mètres de long. Il est produit par des glandes spécialisées, dites *sérigènes*. La chenille possède un gros appétit, elle mange en effet jour et nuit, exclusivement des feuilles de mûrier blanc. Elle grandit donc très vite. Après quatre mues, la chenille commence à produire son cocon. Elle se transformera en chrysalide. Elle est ensuite bouillie pour tuer la chrysalide et faciliter le filage de la soie. La chenille elle-même est souvent mangée. En Chine, la tradition de la soie est vieille de plus de quatre millénaires, le *Bombyx mori* après tant d'années d'élevage en captivité n'est plus capable au stade adulte ni de voler ni de se nourrir. Sa seule fonction est la reproduction. La femelle pond entre 200 et 400 œufs (ou graines). À cause de son importance économique et de sa longue histoire, le génome du ver à soie a été l'objet de nombreuses études et expérimentations.

En Chine, on attribue la découverte du ver à soie à une ancienne Impératrice nommée Xi Ling-Shi (mandarin : 嫫嫫, pinyin : Léi Zū). On raconte qu'elle se promenait lorsqu'elle découvrit les petits vers. Elle les toucha du doigt, et, miracle, un fil de soie douce s'en détacha ! Plus elle tirait, et plus le fil s'allongeait. Elle l'enroulait autour de son doigt pour pouvoir tirer encore, et ressentit une chaleur agréable. Quand elle eût tiré toute la soie, elle aperçut un petit cocon. Elle comprit immédiatement que c'était ce cocon qui produisait la soie. L'Impératrice en parla autour d'elle, et cette découverte se propagea. Cette légende, la plus connue, n'est que l'une des nombreuses pour expliquer la découverte de la soie.



Bombyx du mûrier au stade chenille



Cocon de *Bombyx mori*

Traduction, définitions et compléments en français :

Jacques Hallard, Ing. CNAM, consultant indépendant.
Adresse : 19 Chemin du Malpas 13940 Mollégès France
Courriel : jacques.hallard921@orange.fr

Fichier : Energie Biogaz China ISIS french.7