

# Biogaz



Stockage dans l'usine de biogaz à Güssing Burgenland, Autriche



Usine de biogaz par traitement mécano-biologique des déchets (MBA) à Lübeck, Allemagne

Le **biogaz** 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 dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ), avec des quantités variables de vapeur d'eau, et de sulfure d'hydrogène ( $\text{H}_2\text{S}$ ). On peut trouver d'autres composés provenant de contaminations, en particulier dans les biogaz de décharges<sup>[1]</sup>.

L'énergie du biogaz provient uniquement du méthane : le biogaz est ainsi la forme renouvelable de l'énergie fossile

très courante qu'est le gaz naturel qui, lui, contient essentiellement du méthane mais aussi du butane, du propane et d'autres éléments.

Le biogaz peut être épuré pour en extraire le dioxyde de carbone et le sulfure d'hydrogène : on obtient ainsi du biométhane que l'on peut injecter dans le réseau de distribution ou de transport du gaz naturel. Le procédé de raffinage en biométhane est toutefois sophistiqué et reste assez coûteux<sup>[2]</sup> mais présente une grande marge de progrès. C'est une des sources renouvelables d'énergie intéressant la transition énergétique, et en France la feuille de route de la Conférence environnementale de septembre 2012 prévoit la préparation d'un *plan national biogaz*, prolongeant le « projet agro-écologique »<sup>[3]</sup> lancé en décembre 2012, incluant un *plan énergie Méthanisation Autonomie Azote* (EMAA, lancé le 29 mars 2013).

On distingue trois plages de production de biogaz en fonction de la température.

- 15-25 °C : psychrophile
- 25-45 °C : mésophile
- 45-65 °C : thermophile

Ce sont les digesteurs mésophiles qui sont les plus utilisés (à 38 °C) dans les zones tempérées.

La récupération du biogaz produit par les décharges est doublement intéressante car le méthane libéré dans l'atmosphère est un gaz à effet de serre bien plus puissant que le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) produit par sa combustion.

## 1 Sources de biogaz

Le biogaz est le résultat de la méthanisation ou digestion anaérobie de déchets fermentescibles<sup>[4]</sup>. Les sources les plus courantes de biogaz proviennent des stockages de matière organique volontaires ou involontaires :

- Les cultures
- Les décharges : leur teneur en biogaz est plus ou moins élevée en fonction de l'étanchéité du mode d'exploitation.
- La collecte sélective des déchets putrescibles permet une méthanisation plus rapide qu'en décharge en utilisant des bioréacteurs spécifiques (digesteurs)<sup>[4]</sup>.

- 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 6 mois. Ce temps de stockage peut être mis à profit pour la méthanisation des effluents. Il s'agit des déjections animales mais aussi des autres déchets agricoles : résidus de culture et d'ensilage, effluents de laiteries, retraits des marchés, gazons etc.<sup>[5]</sup> ;
- 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 y est produit naturellement par les sédiments organiques qui s'y accumulent. L'utilisation du biogaz du lac Kivu a été entreprise il y a plus de 40 ans et maintenant développée à grande échelle.

## 2 Biogaz dans le monde

### 2.1 Allemagne



Biogaz en Allemagne

En Allemagne, où se sont développés plus de 8000 installations, le maïs est majoritairement utilisé. L'assolement a été souvent abandonné au profit d'une monoculture intensive du maïs qui pose des problèmes écologiques d'érosion, de pollution due aux phosphates, de perte grave de la diversité biologique. On cherche à Triesdorf en Bavière, les plantes les plus aptes à remplacer le maïs : parmi les herbacées le mauve de virginie et le silphium perforlié sont envisagés ; parmi les graminées, le panicaut érigé et le chiendent allongé issu de Sarvache en Hongrie. Ces plantes sauvages sont 20 % moins productives que le maïs et ne sont envisagées que comme complément à celui-ci<sup>[2],[6]</sup>. La nouvelle réglementation depuis 2012 impose

une certaine diversification des cultures pour réduire la place du maïs.

### 2.2 France

En France, la récupération du biogaz de décharge est obligatoire depuis l'arrêté du 9 septembre 1997<sup>[7]</sup>. Cet arrêté impose la recherche de solutions de valorisation énergétique du biogaz ou de sa destruction thermique (torchage) en cas de non-valorisation, afin d'éviter les nuisances olfactives et l'impact environnemental du méthane.

Un *atlas Biogaz* met annuellement à jour la carte des installations industrielles de production/valorisation de biogaz (sous forme d'électricité, de chaleur ou par injection directe dans les réseaux de gaz dans les pays francophones ; en 2012, 241 sites de production ont été recensés (publication 2013), en 2013, ils étaient 848 (publication 2014) : 578 en France, 200 en Flandre & Wallonie, 32 en Suisse, 25 au Canada francophone, 9 au Luxembourg, 3 à l'île Maurice et 3 en Tunisie. C'est en Belgique et Suisse que la densité d'installation est la plus marquée<sup>[8]</sup>. La France a accueilli le salon Biogaz Europe en février 2014 à Saint-Brieuc<sup>[9]</sup>.

En France la valorisation du gaz de décharge correspond à plus de 70% de la production d'énergie primaire issue du biogaz en France<sup>[10]</sup>

Plusieurs petits réseaux de chaleur sont maintenant alimentés par du biogaz, dont par exemple en Indre-et-Loire celui de Pernay (1 000 habitants), puis en 2014 de Le Plessis-Gassot dans le Val-d'Oise avec 23 foyers alimentés par le gaz d'une décharge d'ordures ménagères.

### 2.3 Suisse



Biogaz dans une ferme en Suisse

En 2013, environ 50 fermes en Suisse produisent du biogaz<sup>[11]</sup>.

## 3 Effet de serre

Le biogaz est constitué essentiellement de méthane (CH<sub>4</sub>) dont l'effet de serre est très important. Sa combustion produit du dioxyde de carbone, qui est aussi un gaz à effet de

serre, mais dont l'impact est moindre. En effet, un kilogramme de méthane (CH<sub>4</sub>) a un Potentiel de réchauffement global (PRG) sur 100 ans, 23 fois supérieur à un kilogramme de dioxyde de carbone.

Cependant, l'utilisation de biogaz n'accroît pas en soi globalement l'effet de serre dans l'atmosphère dans la mesure où le carbone produit (méthane et dioxyde de carbone) a lui-même été absorbé préalablement par les végétaux dont ce biogaz est issu, lors de leur croissance. L'utilisation de biogaz s'inscrit dans un cycle court de carbone ; sauf si elle s'inscrit dans une surexploitation de la biomasse, elle ne fait que restituer du carbone qui avait été ôté récemment de l'atmosphère, contrairement au gaz naturel.

## 4 Utilisations et avantages

Le biogaz est un biocarburant présentant de nombreux avantages :

- réduction des émissions de gaz à effet de serre, comme indiqué ci-dessus ;
- réduction de certains microbes dans les effluents agricoles (coliformes notamment<sup>[12]</sup>) ;
- substitut à d'autres énergies exogènes (fossiles et nucléaire), source de revenus pour l'exploitant qui économise sur ses dépenses énergétiques et/ou, de plus en plus vend son énergie ;
- diminution de la charge en carbone des déchets végétaux. Une fois digérés, les déchets sont moins nocifs pour l'environnement ; le risque d'une pollution biologique ou organique est en outre largement amoindri, et la fermentation diminue le pourcentage de matière sèche, permettant de diminuer le volume à transporter et épandre ;
- le purin est traité gratuitement par des agriculteurs qui le récupèrent en fin de cycle, après avoir produit du méthane, de meilleure qualité car il ne brûle plus les plantes, il est purifié par rapport à certaines maladies et la totalité des semences de mauvaises herbes qu'il pouvait contenir sont détruites<sup>[13]</sup>.
- Il peut aussi être injecté sur le réseau de gaz naturel moyennant épuration<sup>[2]</sup>. C'est la solution qui offre le meilleur rendement énergétique, si le réseau est assez proche du point de production. Cette solution est maintenant soutenue par les opérateurs de réseaux, qui envisagent même 100% de gaz vert en 2050. En France, l'Afssset a conclu en 2009 que l'injection de biogaz épuré dans le réseau ne posait pas de problème sanitaire particulier<sup>[14]</sup>.

Les utilisations du biogaz sont par exemple :

- combustion dans un moteur à gaz ou une petite turbine, pour produire de l'électricité injectée sur le réseau (plus de 8000 installations en Allemagne), et souvent de la chaleur en cogénération, mais une trigénération (production de froid) est possible ;
- alimentation de centrale thermoélectrique, cimenterie, chaufferie collective, etc. quand il en existe près de la source ;
- chauffage et enrichissement en CO<sub>2</sub> de serres ;
- carburant pour véhicules GNV, en substitution au gaz naturel fossile du réseau classique. Il alimente des flottes captives (autobus, bennes à ordures, véhicules de service) (voir biogaz carburant), ou même les véhicules individuels (Suisse et Suède) ;
- reformage du méthane pour former de l'hydrogène renouvelable (dit « biohydrogène ») ; comme pour l'injecter dans le réseau, il faut alors extraire le CO<sub>2</sub>, l'eau, les composés soufrés du biogaz pour obtenir un gaz composé à plus de 96 % de CH<sub>4</sub> substituable au gaz naturel fossile. Pour les autres applications, un gaz contenant 60 % de méthane est largement suffisant, donc le purifier serait une dépense inutile. On se contente alors d'enlever les impuretés qui présentent des problèmes de pollution, de corrosion ou d'odeur, notamment les composés soufrés.

## 5 Efficacité

Les études de l'IFEU montrent, qu'en Allemagne, l'utilisation de biogaz pour la cogénération locale avec un moteur à gaz est plus efficace vis-à-vis de l'effet serre, de l'injection dans les réseaux et de la maintenance nécessaire. Cependant cette étude évalue l'énergie fournie à l'équivalent de 5 000 litres de fioul par hectare et par an. Remplacer les énergies fossiles et nucléaire par du biogaz nécessiterait à peu près toute la surface de l'Allemagne<sup>[15]</sup>.

Le rendement d'exploitation d'une cogénération chaleur-électricité est au mieux de 70 %, soit 30 % de pertes.

L'utilisation de la chaleur est souvent saisonnière et requiert une certaine proximité avec les utilisateurs et la création d'un réseau de distribution. Il est également possible de fournir du froid grâce à des procédés d'absorption de chaleur. Toutefois, cette utilisation est limitée à certaines régions en France.

L'injection, est autorisée et peut présenter un rendement d'exploitation de 90 %. La consommation de gaz est aussi saisonnière mais en général l'injection est possible sur les réseaux toute l'année, à part dans certains cas, quelques

jours ou semaines en été, où la consommation est plus faible et donc le réseau est saturé. Par l'injection, la production de biométhane en été trouve un débouché que ne trouve pas toujours la chaleur de cogénération.

De nombreux projets se montent en France en injection. Par exemple, Fontainebleau, accompagnée par l'École Supérieure des Mines met en route une méthanisation-injection de 30 000 tonnes/an de fumiers de cheval sous le nom de projet : EQUIMETH.

Dans le monde, l'utilisation du biogaz au niveau domestique est très répandue, notamment en Asie<sup>[16]</sup>

Au Mali, des projets pilotes ont été menés dans des zones isolées, pour mesurer comment le biogaz pouvait produire de l'énergie à usage domestique dans une optique durable. L'expérience a montré qu'avec la formation d'artisans locaux pouvant prendre en charge la production des équipements nécessaires (gazomètre, digesteur) et la formation des familles à l'entretien des équipements, le biogaz peut être une alternative viable à l'utilisation des combustibles ligneux pour la cuisson des repas et améliorer les conditions de vie par d'autres apports en énergie (réfrigération notamment). La pression sur les ressources ligneuses a diminué et le compost produit a été utilisé pour fertiliser les sols. Un appui financier reste nécessaire pour la mise en place du système (équipements, installation, formation)<sup>[17]</sup>.

Arti, une organisation non gouvernementale en Inde, développe un simple digesteur de 0,5 m<sup>3</sup> (surélevé) pour les Tropiques qui utilise les déchets de la cuisine (riches en amidon et sucres) pour produire le biogaz. 1 kg de déchets produit 400 litres de biogaz en 6 à 8 heures, ce qui suffit pour environ 15 à 20 minutes de cuisine<sup>[18]</sup>.

## 6 Biogasmax : l'énergie des déchets pour un transport urbain environnemental

Biogasmax est un projet européen du 6<sup>e</sup> Programme Cadre de Recherche et Développement FP6 – 6<sup>e</sup> PCRD (2000-2006) de la Commission Européenne. Il fait partie des initiatives de l'Europe pour réduire sa dépendance aux carburants fossiles. Partant d'expériences existantes en Europe, il promeut des techniques et des réalisations prouvant l'intérêt de l'utilisation du biogaz comme carburant pour le transport terrestre, sur la base des gisements disponibles dans les zones urbaines en Europe.

Ce projet d'une durée de 4 ans tendra à prouver la fiabilité technique et à poser les bénéfices environnementaux, sociaux et financiers. Sur la base de démonstrations grandeur nature, le projet permettra d'optimiser les procédés industriels existants et d'effectuer des recherches sur des nouveaux. En plus de sa valeur technique, Biogasmax a une fonction d'éclairer afin de réduire les barrières à l'entrée, qu'elles soient techniques, opérationnelles, ins-

titutionnelles ou réglementaires. Les connaissances acquises seront diffusées sur l'ensemble de l'Union Européenne, spécialement dans les nouveaux états membres.

De fait, ce projet ne part pas d'une situation vierge ; ses membres participent à des projets innovants dans ce domaine, depuis longtemps pour certains. Il s'agit donc d'un projet européen de preuve et non d'intention.

Biogasmax regroupe des villes telles que Lille en France, Stockholm et Göteborg en Suède, Rome en Italie, Berne en Suisse, Torun et Zielona Gora en Pologne. Le projet s'est entouré de compétences pointues, en Allemagne (ISET à Kassel pour les aspects d'épuration et de concentration du biogaz, l'Université de Stuttgart pour l'analyse du cycle de vie du biométhane-carburant), de supports de transfert de compétences, ainsi que d'un ensemble de partenaires publics et privés dans les pays concernés : opérateurs de gestion des déchets et de l'énergie principalement.

La plupart des expériences les plus abouties actuellement qui concernent l'utilisation du biogaz comme carburant sont représentées au sein de Biogasmax, ce qui donne un cadre de communication et d'action extrêmement prolifique.

Biogasmax représente une mise en perspective des expériences : chaque ville a situé sa stratégie propre et ses objectifs comme il est indiqué sur le site Web du projet (). Un échange intense s'effectue entre les partenaires, qui se traduit par un certain nombre de résultats et de rapports techniques mis à disposition sur le Web. Cette visibilité des résultats s'accompagne aussi de documents stratégiques sur l'évolution du biométhane (biogaz adapté à la carburation des moteurs), sa participation à la prise en compte du changement climatique et l'assistance à sa prise en compte dans les métropoles urbaines. Ces échanges, fructueux de l'intérieur, se propagent ainsi à l'ensemble de la communauté intéressée, au fur et à mesure du projet et aussi à travers d'opérations ponctuelles de dissémination.

Avec l'acquisition des meilleures pratiques, les partenaires de Biogasmax sont capables de fédérer les meilleurs participants et de promouvoir la réflexion et les actions concernant cette démarche.

Pour plus d'information sur le projet européen Biogasmax, voir le site [Où Les news et les téléchargements sont régulièrement mis à jour](#).

À la suite de Biogasmax, le programme européen Biomethane Regions promeut lui aussi cette énergie

## 7 Bibliographie

- Biométhane, Edisud/énergies alternatives, collection « Technologies douces », 1979, Bernard Lagrange. 2 tomes :

### 1. une alternative crédible, (ISBN 2-85744-040-5) 1

Ce premier tome sur le biométhane présente successivement la matière organique comme source d'énergie, les systèmes intégrés, la géopolitique du biométhane et les bioconversions comme technologie appropriée.

### 2. principes. techniques utilisations, (ISBN 2-85744-041-3) 2

Ce deuxième tome sur le biométhane présente la fermentation méthanogène, la digestion en continu comme moyen d'épuration, la digestion en discontinu et la production de biométhane, le gaz et ses applications, l'utilisation des effluents de la digestion.

- Bertrand de La Farge, *Le Biogaz. Procédés de fermentation méthanique*, 1995, éd. Masson, 237 p.

## 8 Notes et références

- [1] Gaz de décharge,
- [2] Émission « X :enius », magazine de connaissance d'Arte, mercredi 22 février 2012
- [3] Gouvernement français (2012), *Projet agro-écologique pour la France*, consulté 2013-04-11
- [4] Biogaz issus de déchets alimentaires pour cogénération / CHP, sur le site clarke-energy.com
- [5] Biogaz de déchets de distillerie
- [6] Biogaz agricoles et cogénération / CHP, sur le site clarke-energy.com
- [7] [PDF] Analyse de la composition du biogaz en vue de l'optimisation de sa production et de son exploitation dans des centres de stockage des déchets ménagers , sur le site tel.archives-ouvertes.fr
- [8] Frédéric DOUARD (2014), *Atlas biogaz 2014 des sites francophones de production et de valorisation* , 2014-01-24, consulté 2014-02-04
- [9] salon Biogaz europe 2014
- [10] Commission du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire.(2013).*La biomasse au service du développement durable*. Rapport d'information, Assemblée Nationale, Paris. Modèle:P.22
- [11] Migros Magazine, numéro 40, 1 octobre 2012, *Énergie verte : le produit d'avenir des paysans suisses*, par Alexandre Willemin, p.25
- [12] Phitsanu Tulayakul et al. , *Comparative study of heavy metal and pathogenic bacterial contamination in sludge and manure in biogas and non-biogas swine farms* ; Journal of Environmental Sciences Volume 23, Issue 6, June 2011, Pages 991-997 ; doi:10.1016/S1001-0742(10)60484-6 (Résumé)
- [13] Migros Magazine, numéro 40, 1 octobre 2012, *Énergie verte : le produit d'avenir des paysans suisses*, par Alexandre Willemin, p.27
- [14] Avis de l'Afset du 29 octobre 2008 : « *Biogaz : L'Afset rend un avis favorable pour l'injection de certains types de biogaz dans le réseau de gaz naturel* »
- [15] [PDF] Article Kabasci, Fraunhofer Institute, non trouvé le 23 juillet 2013
- [16] Page du Club Biogaz référençant des initiatives sur le biogaz dans les pays en développement
- [17] Production et usage de biogaz dans 4 communes de la région de Kayes (Mali)
- [18] Arti biogaz digesteur (Inde)

## 9 Voir aussi

### 9.1 Articles connexes

- biogaz carburant
- Bois énergie (Un gaz naturel de synthèse issu du bois)
- Compost de broussailles
- Carburant à domicile
- Déchet (gestion des déchets)
- Biodéchet
- Digesteur
- Écologie
- Hydrogène
- Méthanisation
- Pouvoir méthanogène

### 9.2 Liens externes

- Club Biogaz ATEE, inter-profession du biogaz en France
- ADEME- méthanisation
- Association européenne du biogaz
- Projet européen biogasmax

- Vidéo biogaz maison de la Fondation Québécoise des Énergies Renouvelables
- Vidéo d'un exemple de production familiale de biogaz
-  Portail des énergies renouvelables
-  Portail de l'agriculture et l'agronomie

## 10 Sources, contributeurs et licences du texte et de l'image

### 10.1 Texte

- **Biogaz** *Source* : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Biogaz?oldid=112910005> *Contributeurs* : ArnoLagrange, Hemmer, Orthogaffe, Céréales Killer, Hémant, Alno, Herman, Xulin, Abrahami, Robbot, Phe, MedBot, Phe-bot, Effco, Fylip22, Nicolas Ray, Emirix, Mario~frwiki, Padawane, Raminagrobis, DocteurCosmos, Gede, Seb35, Romanc19s, David Berardan, Elpiaf, Arnaud.Serander, Zwobot, RobotQuistnix, Gpvosbot, YurikBot, Gerfriedc, Sylvainfrederic, Flameman 11, PoM, CHEFALAIN, Dominique natanson, Loveless, Le sotré, Julianedm, Papydenis, Moulins, Pautard, Gonioul, Loudubewe, Lebrunxavier, Karl1263, Pld, Gizmo~frwiki, Lamiot, Liquid-aim-bot, Nmrk.n, Biomethane, Bourrichon, Anne-Marie Marcotte, A2, Laurent Nguyen, Kropotkine 113, Le Pied-bot, Zedh, Kuplop, Sebleouf, Anne Barnley, Jeluto, Francis Vérillon, Eiffèle, VonTasha, Sauju, Salebot, Chcou, Akeron, Speculos, Zorrobot, PANDA 81, DodekBot~frwiki, Snipre, TXiKiBoT, Environnement2100, Nono le petit robot, VolkovBot, Julian es21, Gz260, BotMultichill, SieBot, Louperibot, JLM, Kyro, Salmoneus, Catalysebot, Dhatier, Heurtelions, Estirabot, Alexbot, Darkicebot, Carsrac, BodhisattvaBot, Dkusberg, King Willan Bot, Maurilbert, Xavier71, ZetudBot, Max003, Pej62, AkhtaBot, Luckas-bot, Andreas07, ABACA, GrouchoBot, Dorkapeter, DSisyphBot, Pic-Sou, Xqbot, Nouill, Pom445, Sanblihac, Matkaz, AnneJea, Biogaz, Lomita, Adrian Cardas, Oliver H, EmausBot, Ediacara, Kilith, Kozerator, JackieBot, WikitanvirBot, Jules78120, CocuBot, Oimabe, Bertol, Rezabot, Nebulus99, Pano38, Bonnezeau, Jean Marcotte, Nochnix, Enrevseluj, Vortexreal, Makecat-bot, Addbot, Eba2009, Club Biogaz et Anonyme : 107

### 10.2 Images

- **Fichier:Allershofen\_NM\_018.JPG** *Source* : [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f6/Allershofen\\_NM\\_018.JPG](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f6/Allershofen_NM_018.JPG) *Licence* : CC BY-SA 3.0 *Contributeurs* : Travail personnel *Artiste d'origine* : DALIBRI
- **Fichier:Biogas\_plant\_0095.jpg** *Source* : [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/36/Biogas\\_plant\\_0095.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/36/Biogas_plant_0095.jpg) *Licence* : CC BY-SA 3.0 *Contributeurs* : Travail personnel *Artiste d'origine* : Amada44
- **Fichier:Biogasspeicher.jpg** *Source* : <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/91/Biogasspeicher.jpg> *Licence* : CC BY 2.5 *Contributeurs* : ? *Artiste d'origine* : ?
- **Fichier:External.svg** *Source* : <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/25/External.svg> *Licence* : Public domain *Contributeurs* : Travail personnel *Artiste d'origine* : Denelson83
- **Fichier:Haase\_Lubeck\_MBT.JPG** *Source* : [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5c/Haase\\_Lubeck\\_MBT.JPG](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5c/Haase_Lubeck_MBT.JPG) *Licence* : CC BY 3.0 *Contributeurs* : ? *Artiste d'origine* : Alex Marshall (Clarke Energy)
- **Fichier:Tractor\_icon.svg** *Source* : [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b5/Tractor\\_icon.svg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b5/Tractor_icon.svg) *Licence* : CC BY-SA 3.0 *Contributeurs* : Travail personnel *Artiste d'origine* : Spedona
- **Fichier:Windmill.svg** *Source* : <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/91/Windmill.svg> *Licence* : Public domain *Contributeurs* : Based on South\_Point\_Wind\_Farm.jpg by Harvey McDaniel *Artiste d'origine* : maix<sup>i</sup>?

### 10.3 Licence du contenu

- Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0