EXERCICE III : COGÉNÉRATION EN EXPLOITATION AGRICOLE (5 points)

La cogénération est la production simultanée d'électricité et de chaleur à partir d'un combustible dans un dispositif unique : le cogénérateur. Dans une exploitation agricole, le combustible peut être le biogaz issu de la méthanisation des déchets organiques produits : fumier, résidus végétaux, etc.

L'objectif de cet exercice est d'étudier une installation de ce type. Les documents utiles sont rassemblés en fin d'exercice.

1. La méthanisation.
Vérifier la cohérence entre la composition du biogaz obtenu par méthanisation (document 1) et les données énergétiques présentes dans le document 4.

2. La cogénération.

2.1. Calculer en MW.h (10^6 W.h) la quantité d'énergie libérée en un an par la combustion du biogaz dans cette installation, puis l'ordre de grandeur du volume de biogaz correspondant dans les conditions normales de pression et de température.

2.2. Déterminer, en m^3, le volume d'eau qui peut être chauffé de 10°C à 70°C chaque année grâce à l'énergie thermique produite par l'installation. Justifier que l'on peut utiliser l'eau chaude produite pour la salle de traite et pour la consommation de plusieurs usagers.
Données :
- Capacité thermique massique de l'eau : c_{eau} = 4180 $J.kg^{-1}.K^{-1}$
- 1 kW.h =3600 kJ
- Masse volumique de l'eau : 1000 $kg.m^{-3}$

2.3. Calculer l'énergie électrique annuelle produite par le cogénérateur en utilisant la puissance électrique du cogénérateur (P = 104 kW). Comparer ce résultat avec une autre donnée présente dans le document 3. Interpréter l'écart éventuel constaté.

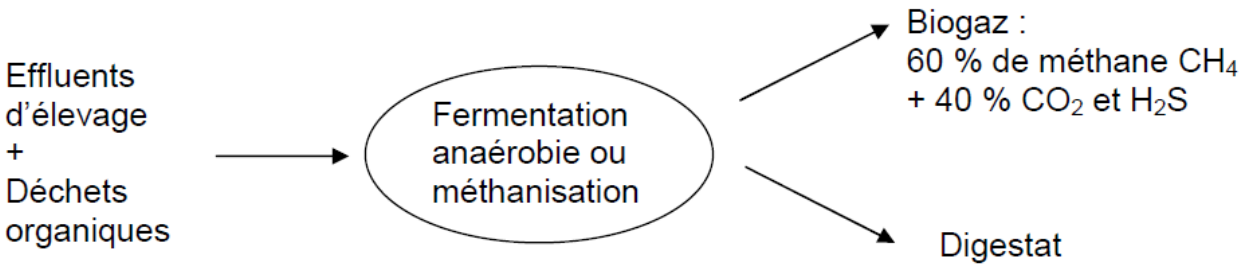
3. Enjeux environnementaux
En prenant appui sur les documents et les résultats précédents, donner deux arguments montrant l'intérêt environnemental d'un dispositif méthanisation-cogénération dans une exploitation agricole.

DOCUMENTS POUR L'EXERCICE III

Document 1 : Méthanisation

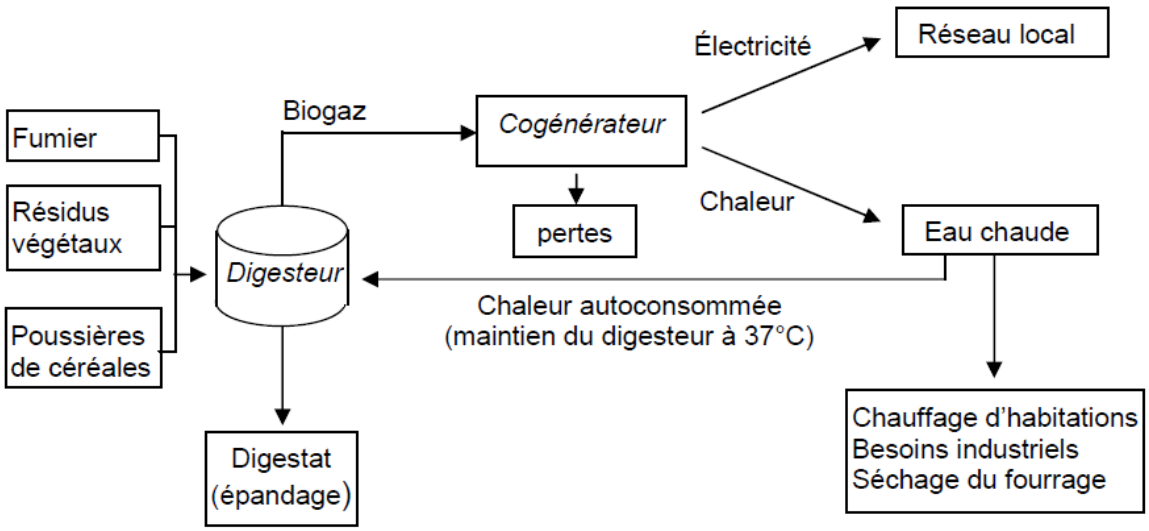
La méthanisation est un processus biologique naturel permettant de valoriser des matières organiques. Pendant 40 à 60 jours, ces matières sont placées à l'intérieur d'une cuve, le digesteur, qui est chauffée et brassée en absence de d'oxygène. La fermentation anaérobie qui a lieu produit un gaz, appelé « biogaz », et un engrais de haute valeur fertilisante, appelé « digestat ».

Schéma de principe de la méthanisation :



D'après http://www.solagro.org

Document 2 : Schéma de fonctionnement global d'une unité de cogénération



D'après http://www.solagro.org

Document 3 : Caractéristiques d'une installation de cogénération



Le GAEC les Châtelets, sur la commune de Gruffy (74) est une exploitation agricole de type élevage bovin. Ce GAEC a souhaité développer une structure de méthanisation – cogénération, mise en service à l'automne 2009. Cette structure est constituée d'un digesteur en acier (1), d'une trémie d'alimentation (2) et d'un module de cogénération(3).

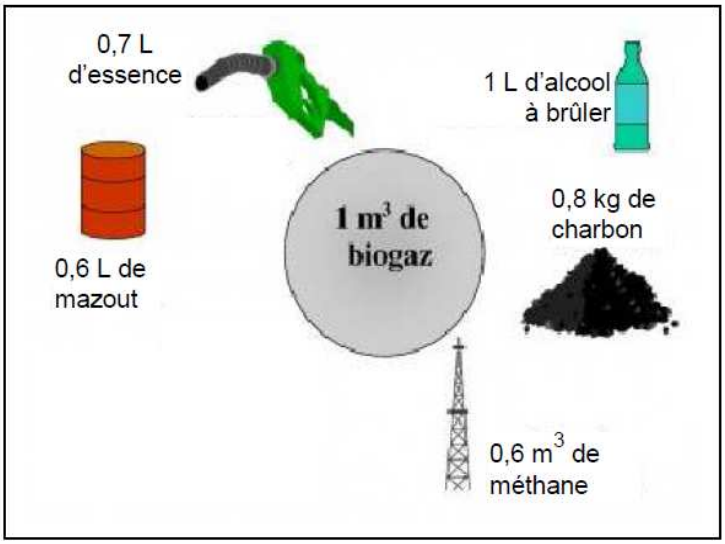
Caractéristiques :

- Digesteur de 675 m^3
- Puissance électrique du cogénérateur : 104 kW
- Production annuelle d'énergie par le cogénérateur :
  - thermique : 860 MWh
  - électrique :830 MWh
- Efficacité énergétique (ou rendement) globale : 70% (rapport de l'énergie totale produite par le cogénérateur à l'énergie issue de la combustion du biogaz)
- 3200 tonnes/an de matière organique valorisée
- Économie de CO_2 : environ 420 tonnes/an
- 200 L d'eau chaude sont consommés par jour dans la salle de traite
- Réseau de chaleur pour plusieurs usagers.

D'après http://www.cogenerationbiomasserhonealpes.org

Document 4 : Équivalences énergétiques

Les volumes gazeux sont mesurés dans les conditions normales de pression et de température.



La combustion de 1 m^3 de méthane produit une énergie égale à 10 kWh.

D'après www.ecobase21.net