



Fiche pédagogique n°3 : Construction d'une mini-usine de biogaz



COMPÉTENCES VISÉES :

Cette activité permettra aux élèves de participer activement à la démarche scientifique en créant, développant et perfectionnant leur propre centrale biomasse.

Au terme de cette activité, les processus suivants seront exercés :

- Expliquer le principe de production d'énergie par biomasse,
- Comprendre les centrales biomasse et de cogénération,
- Mener à bien un projet et le défendre.

COMPÉTENCE PRINCIPALE :

- UAA 20 : énergies : choix judicieux et utilisation rationnelle
Compétence : utiliser des arguments scientifiques pour alimenter ou comprendre une prise de position sur les choix énergétiques.



4 périodes au cours de formation scientifique



MISE EN SITUATION :

En Inde, 25% du territoire n'est pas électrifié et 290 millions de personnes n'ont pas accès à l'électricité. La pénurie d'électricité entrave le développement économique. Des solutions de production d'électricité doivent donc être imaginées. Dans ce contexte, la société TechnoEnergy lance le prix « Technolmpulse ». Ce prix a pour objectif de mettre au défi des start-up (jeunes entreprises innovantes) européennes développant des projets en faveur de l'efficacité énergétique. Les participants devront mettre au point une centrale biomasse performante afin de pérenniser les activités économiques dans des villages indiens mal desservis. Le biogaz fourni par cette centrale via les déchets organiques sera destiné à alimenter un moteur qui générera de l'électricité.

Les élèves sont invités à représenter leur start-up en participant au concours. Ils joueront donc le rôle d'ingénieur(e) agronome, technicien(ne) en biométhanisation...



PRÉREQUIS :

- UAA 20 : énergies : choix judicieux et utilisation rationnelle
- Les élèves sont capables d'expliquer :
- la production de gaz par biomasse,
 - le fonctionnement d'une centrale électrique classique.

REMARQUES :

- Attention au temps nécessaire pour produire du biogaz (+/- un mois!).
- L'élaboration du dispositif expérimental nécessite une implication des élèves en dehors des périodes mentionnées dans cette fiche d'activité. Prévoyez donc un local où les élèves pourront entreposer leur dispositif expérimental et y travailler durant la phase d'élaboration.



DÉROULEMENT DE L'ACTIVITÉ :

1 période

PHASE 1 :



• **Vérification des connaissances des élèves.** Les élèves reçoivent un schéma de centrale biomasse. Ils complètent le schéma et expliquent le fonctionnement de la centrale.

Cette étape permet de vérifier les connaissances des élèves et d'introduire le fonctionnement des centrales biomasse et de cogénération.

• **Point de départ du concours.** Les élèves reçoivent les consignes (📄 1).

Ils doivent construire un système pour récupérer la plus grande quantité de gaz produite par les déchets organiques.

L'élève devra :

- Choisir le matériel adéquat,
- Réaliser un montage performant,
- Tester son « usine »,
- Être capable d'améliorer le dispositif si nécessaire.

Les élèves sont avertis que la production de biogaz prend du temps.

Cette étape permet aux élèves de pratiquer la démarche scientifique en utilisant différentes voies de la démarche d'investigation.

COMPÉTENCES :

- Stratégie transversale : traiter et utiliser l'information.
- Stratégie transversale : mettre en relation des éléments pertinents.

1/2 période
chaque semaine

PHASE 2 :

• **Suivi de l'évolution de la conception.** Chaque semaine, des séances questions/réponses sont envisagées :

1^{re} semaine : récolte des déchets et choix du matériel pour le montage,

2^e semaine : réalisation du montage,

3^e semaine : pistes pour perfectionner le montage.

Cette étape permettra de suivre l'avancée de chaque élève. Afin de les aider étape par étape dans la conception de leur projet, vous avez à disposition un exemple de mode opératoire (📄 2).

DÉROULEMENT DE L'ACTIVITÉ :

PHASE 3 :

• **Jour du concours.** Les élèves apportent leur dispositif en classe (!) (+/- 1 mois après le point de départ de la compétition).

• **Résultat du concours.** Pour décerner le prix du meilleur projet, toutes les mini-usines sont examinées et le volume de gaz récolté par chaque élève est mesuré. Les élèves doivent être capables d'expliquer leur démarche dans la conception de leur « usine ».

Le prix « Technolmpulse » est décerné au lauréat.

1/2 période

PHASE 4 :

• **Structuration** : synthèse (📄3) des caractéristiques afin d'obtenir le dispositif le plus performant.

COMPÉTENCES :

● Stratégie transversale : communiquer en utilisant un vocabulaire spécifique et un langage adéquat.

A l'issue de cette activité, les élèves auront joué le rôle de fondateurs de start-up en découvrant les métiers suivants :

- Ingénieur(e) agronome,
- Technicien(ne) en biométhanisation,
- ...



Pour plus d'informations, consultez les fiches métiers sur le site metiers.siep.be.

¹ Cette compétition peut se faire pendant une journée porte ouverte de l'établissement.



RESSOURCES PÉDAGOGIQUES :

Physagreg. Le fonctionnement d'une centrale biomasse [en ligne]. 2015. Disponible sur : <http://www.physagreg.fr/animations/animation-centrale-biomasse.swf> (09/08/2016).



OUTIL PÉDAGOGIQUE 1 : CONSIGNES

Ton but est de concevoir un dispositif capable de récupérer du gaz produit par les déchets organiques/ménagers. Ce dispositif doit être le plus performant possible et transportable.

Pour cela, tu dois :

- Te renseigner sur les méthodes pour récolter du biogaz,
- Trouver le matériel adéquat,
- Construire le dispositif,
- Prendre note de la masse de déchets utilisés.

Tu as un mois pour mettre au point ta mini-usine et pour récupérer le maximum de gaz. Ne t'y prends pas à la dernière minute car le gaz prend du temps à être produit.

Chaque semaine, tu auras l'occasion de discuter des problèmes que tu rencontres lors de l'élaboration de ton dispositif.

Voici le planning des séances de questions/réponses :

- 1^{re} semaine : récolte des déchets et choix du matériel pour le montage,
- 2^e semaine : réalisation du montage,
- 3^e semaine : pistes pour perfectionner le montage,
- 4^e semaine : concours et désignation du lauréat.



OUTIL PÉDAGOGIQUE 2 : MODE OPÉRATOIRE

Matériel :

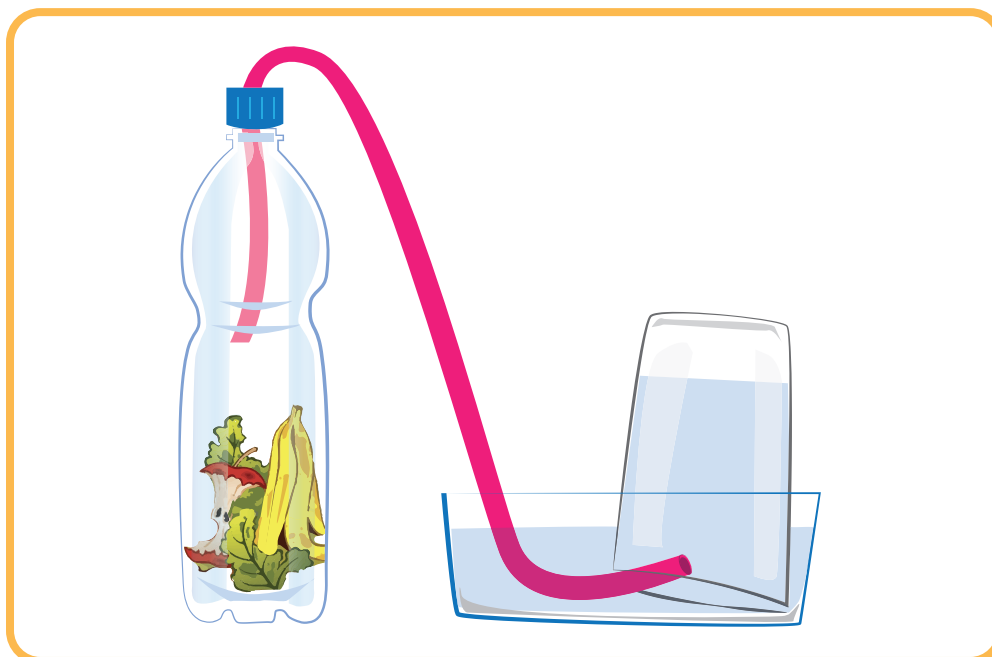
- Des déchets ménagers (trognons de pommes, épluchures...)
- 1 bocal et son couvercle ou 1 bouteille en plastique et son bouchon
- 1 tuyau en caoutchouc (d'aquarium)
- 1 grosse vrille à main ou 1 couteau
- De la colle forte ou de la cire
- 1 verre
- 1 bassin transparent (la hauteur des côtés doit être inférieure, de moitié environ, à la hauteur du verre)
- 1 papier carton (découpe un carré de +/- 15 cm de côté)

Mode opératoire :

- A l'aide de la vrille, perce un trou dans le couvercle du bocal ou dans le bouchon de la bouteille pour y passer le tuyau,
- Dépose de la colle autour du tuyau pour que son passage soit bien hermétique et passe-le dans le trou,
- Remplis le bassin aux $\frac{3}{4}$ avec de l'eau,
- Remplis complètement le verre avec de l'eau et pose le carré de carton par-dessus. (Attention ! La hauteur d'eau dans le verre doit être plus élevée que dans le bassin),
- Plonge l'autre extrémité du tuyau dans l'eau du bassin,
- Remplis le bocal de déchets ménagers (épluchures, trognons...) tout en connaissant la masse que tu y mets, puis ferme-le,
- Retourne le verre dans le bassin en maintenant le carton sur l'ouverture,
- Enlève le carton sous l'eau et introduis l'extrémité du tuyau dans le verre (Attention ! Ne laisse pas entrer de l'air dans le verre).

UCL. Vous avez dit énergie [en ligne]. 2014.

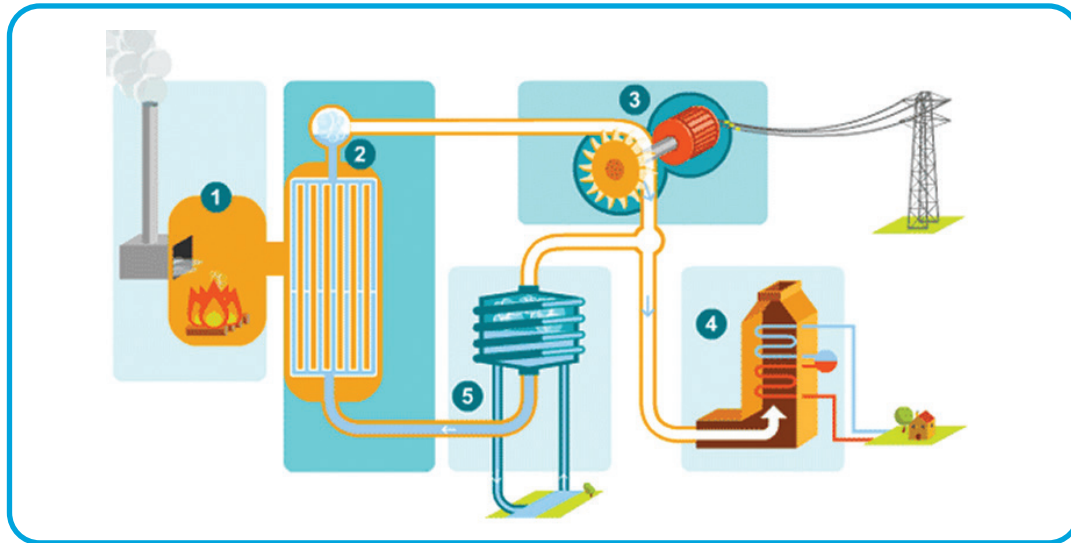
Disponible sur : https://www.uclouvain.be/cps/ucl/doc/emediastances/documents/Energie_en_pratique_FR.pdf (07/07/2016)





OUTIL PÉDAGOGIQUE 3 : SYNTHÈSE

Centrale biomasse (cogénération)



Physagereg. Le fonctionnement d'une centrale biomasse [en ligne]. 2015.
Disponible sur : <http://www.physagereg.fr/animations/animation-centrale-biomasse.swf> (09/08/2016).

Fonctionnement :

Dans la première étape, après la production de biogaz, ce gaz est brûlé dans une chambre à combustion (1), ce qui dégage de la chaleur. La deuxième étape se déroule dans la chaudière (2) : la chaleur transforme l'eau, qui circule dans les tuyaux, en vapeur. Dans une troisième étape (3), cette vapeur fait tourner la turbine. La turbine entraîne un alternateur, qui permet de produire de l'électricité. Une fois passée par la turbine, une partie de la vapeur est dirigée vers un cogénérateur. La vapeur transfère sa chaleur à des tuyaux remplis d'eau, ce qui permet de chauffer l'eau, c'est la quatrième étape (4). L'autre partie de la vapeur est transformée en eau grâce à un condensateur. Lors de la cinquième étape (5), cette eau est réinjectée dans les tuyaux pour être de nouveau utilisée dans la chaudière.

But : construire un système pour récupérer le gaz produit par les déchets organiques/ménagers.

Optimisation de la performance :

Pour produire une grosse quantité de gaz, il faut prendre des objets (tuyau, verre et bocal) parfaitement hermétiques. Veille à bien mettre le tuyau à serrage dans le couvercle pour qu'il y ait le moins de fuites possibles. Ainsi, la perte de gaz sera moins conséquente.

NB : pour mettre le tuyau à serrage, on peut utiliser de la colle ou de la cire.

Le biogaz provient de la décomposition des déchets, et celle-ci est initiée par des agents naturels, qu'on appelle les décomposeurs. Ces organismes vivants doivent proliférer pour décomposer les substances organiques, mais cette prolifération peut prendre du temps. Elle peut cependant être accélérée par la chaleur. La production de gaz a lieu tout au long de la décomposition et cesse une fois tous les déchets décomposés. Une plus grande quantité de déchets permettra donc de produire une plus grande quantité de gaz. Cette quantité de gaz peut être utilisée pour produire de l'énergie (si elle est utilisée dans une centrale de cogénération).

TECHNOSPHERE