



Collection : Je grandis avec l'entreprise  
Visite et Travaux Pratiques  
au Centre de valorisation énergétique de Saint-Saulve

## Travaux Pratiques Cahier Professeur



Visite personnalisée du niveau scolaire :  
**Seconde de lycée**

Entreprise :

**ECOVALOR**

Syndicat Intercommunal de Valorisation  
des Déchets Ménagers du Hainaut Valenciennois.

Cahier de visite conçu par :  
Monsieur MICHIK, Enseignant  
ECOVALOR : Madame Ingrid LEPRON - Ingénieur  
COKASS - Agence de communication

# L'essentiel sur la valorisation énergétique



## Qu'est-ce qu'un déchet ?

La notion de déchet est définie par la loi : "est un déchet tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit... que son détenteur destine à l'abandon". (article 1 de la loi du 15 juillet 1975).

Le développement économique et l'évolution de nos modes de vie entraînent aujourd'hui une augmentation croissante de la quantité de déchets générés, qu'ils soient issus des ménages (déchets ménagers) ou des entreprises (déchets industriels).

Dans le cas des déchets ménagers qui nous intéressent, afin de trouver une alternative à leur mise en décharge, polluante et représentant un risque de dégradation des paysages, 4 filières de traitement et d'élimination des déchets ont vu le jour, dont la valorisation énergétique.

## Un peu d'histoire

- ⦿ Jusqu'alors éparpillées dans la rue avant d'être ramassées par les services municipaux, les ordures ménagères sont à l'origine d'une célèbre invention : c'est en 1884 qu'un Préfet obligea les Parisiens à regrouper leurs déchets dans un récipient spécial afin de les déposer devant leur porte. Son nom restera gravé dans l'histoire car il s'agissait du Préfet Eugène Poubelle.
- ⦿ Le 15 juillet 1975 était promulguée en France la première grande loi sur la gestion des déchets qui obligeait dès lors chaque commune à collecter et éliminer les déchets des ménages dans des conditions "sans risque pour l'environnement et pour la santé humaine" et d'après le principe du "pollueur-payeur" (ce sont ménages et les entreprises qui financent).
- ⦿ Au vu de l'augmentation de la quantité de déchets produite, une nouvelle loi (celle du 13 juillet 1992) vient actualiser les dispositions réglementaires de celle de 1975 en instaurant la valorisation et le recyclage des déchets à une échelle départementale. Elle prévoit notamment la fermeture des anciennes décharges et la création de centres de stockage des déchets ultimes.

## A chaque déchet sa filière de traitement

**Il existe 4 filières de traitement des déchets, accueillant chacune des déchets de nature différente :**

- ⦿ **Le centre de tri :** les déchets ménagers déjà triés à la base par les habitants, sont à nouveau triés au centre de tri afin de les envoyer dans les différentes filières de recyclage (recyclage du verre, du papier, du plastique...).
- ⦿ **Le centre de valorisation organique :** c'est à cet endroit que les déchets verts (épluchures, tonte de gazon) sont emmenés. On les stocke un certain temps pour qu'ils pourrissent et ainsi pouvoir récupérer le gaz produit afin de le valoriser en énergie le plus souvent électrique. On fabrique également de l'engrais à partir du compost formé.
- ⦿ **Le centre de valorisation énergétique :** c'est ici que les déchets ménagers non recyclables sont incinérés. La vapeur d'eau produite par la chaleur du four est elle aussi valorisée en énergie électrique.
- ⦿ **Le centre de stockage des déchets ultimes :** les déchets qui ne peuvent être ni recyclés, ni valorisés sont stockés dans le sol, totalement étanche afin de ne pas nuire à l'environnement.

## Ecovalor, Centre de Valorisation des déchets du Hainaut Valenciennois implanté à Saint Saulve

Créée en 1976, l'usine Ecovalor gère aujourd'hui la valorisation des déchets ménagers de 218 737 habitants répartis sur les 35 communes de la Communauté d'Agglomération Valenciennes Métropole (CAVM), les 7 communes de la Communauté de Communes Rurales de la Vallée de la Scarpe (CCRVS), les 12 communes de la Communauté de Communes du Pays Solesmois (CCPS) et la ville d'Escautpont.

Elle emploie actuellement 24 personnes et assure l'incinération de plus de 120 000 tonnes de déchets par an et la production électrique de 46 000 mégawattheures par an.



# L'essentiel sur la valorisation énergétique

## Le mode de fonctionnement de l'usine

- ⦿ L'entrée et la sortie du site sont équipées de portiques fixes de détection de radioactivité.

Ces systèmes permettent la mesure du rayonnement gamma émis éventuellement par les déchets entrants ou les résidus sortants (mâchefers, ferrailles, cendres, boues). Le principe de fonctionnement réside dans la comparaison de la radioactivité émise par le chargement avec la radioactivité ambiante. Chaque portique est associé à une électronique de traitement, de visualisation et d'alarme.

- ⦿ L'usine est équipée de deux ponts-bascules qui permettent la double pesée des camions d'apport des déchets et de reprise des résidus.

Le déchargement s'effectue par vidage direct dans une fosse bétonnée de 2 700 m<sup>3</sup>. Le hall de déchargement est mis en dépression afin d'éviter la dispersion des poussières et papiers à l'extérieur du bâtiment.



- ⦿ L'incinération est assurée par 3 fours de conception pratiquement identique (conception CNIM Martin, capacité nominale de 5,5 t/h de déchets pour un PCI de 2 000 kcal/kg). A la sortie des fours, les résidus de combustion, les mâchefers, sont récupérés par des extracteurs puis évacués vers la ligne de traitement. Ces mâchefers sont valorisés en technique routière (on parle de valorisation matière).



- ⦿ Les 3 chaudières verticales à circulation récupèrent la chaleur contenue dans les gaz de combustion. Chaque chaudière fournit 13,6 t/h de vapeur surchauffée à 350 °C - 38 bar. A la sortie, les fumées partent dans un électrofiltre qui permet de capter les poussières. Les cendres sont stockées dans un silo avant envoi dans un centre agréé.
- ⦿ Chaque ligne d'incinération a son propre traitement des fumées (type sec) et sa propre cheminée. Les gaz de combustion sont refroidis puis passent dans un réacteur où est injecté un mélange de chaux et de coke de lignite. L'ensemble des polluants est mesuré in situ en salle des commandes (Opacimètre et analyse multigaz à l'émission par corrélation infrarouge).



- ⦿ La vapeur produite par les 3 chaudières est récupérée par 2 turbines ALSTOM à condensation. Chaque turbine est reliée à un alternateur d'une puissance de 7 500 kVA (6 010 kW) qui assure la production d'électricité (c'est la valorisation énergétique). La vapeur sortie des turbines est ensuite retransformée en eau grâce à un aérocondenseur.





# La combustion des déchets

Fiche pédagogique n°1



**Les déchets ménagers sont dans un premier temps conduits dans un four pour y être brûlés.**

**1 • Quels sont les éléments nécessaires pour la combustion ?**

- A - de l'eau
- B - du combustible**
- C - du CO<sub>2</sub> (dioxyde de carbone)
- D - de l'O<sub>2</sub> (dioxygène)**

**2 • Quel est ou quels sont le(s) combustible(s) des fours du centre de valorisation des déchets ?**

- A - du bois
- B - du mazout
- C - les déchets ménagers**
- D - du fuel (pour le démarrage ou en fonctionnement lors d'une baisse de température)**

**3 • Que produit la combustion des déchets ménagers ?**

- A - Des poussières**
- B - De l'O<sub>2</sub>
- C - Des déchets minéraux inbrûlables (mâchefers)**
- D - De la matière organique
- E - Des gaz polluants comme le CO(monoxyde de carbone), HCl (acide chlorhydrique), SO<sub>2</sub> (dioxyde de soufre)**
- F - De l'eau
- G - De la chaleur**

**4 • En moyenne, quelle est la quantité d'énergie calorifique produite par un déchet incinéré ?**

- A - 200 kCal par kg de déchet
- B - 2000 kCal par kg de déchet**
- D - 20 000 kCal par kg de déchet

**5 • Combien de tonnes de déchets par an sont incinérées par le centre de valorisation des déchets ?**

- A - 1 tonne
- B - 130 tonnes
- C - 13 000 tonnes
- D - 130 000 tonnes**
- E - 1 300 000 tonnes

**6 • Combien y-a-t-il de fours à ECOVALOR ?**

- A - Un seul
- B - deux
- C - trois**
- D - quatre

## Le savais-tu ?

La température à l'intérieur d'un four peut avoisiner les **1000°C** ! Pour résister à de telles températures, les murs de béton réfractaire des fours sont épais de quelques centimètres et doivent régulièrement être renouvelés.

Ces murs ont pour but de :

- Permettre un mélange efficace entre l'air secondaire et les gaz imparfaitement brûlés
- Rechauffer par rayonnement les ordures fraîches et les sécher.
- Maintenir une température suffisante.
- Un four peut brûler une centaine de tonnes de déchets par jour.



# La valorisation des mâchefers

Fiche pédagogique n°2



**La combustion des déchets ménagers produit des résidus qui ne peuvent plus être brûlés : métaux et matières minérales appelées mâchefers.**

**1 • Comment récupère-t-on les déchets métalliques ?**

- A - grâce à un électro-aimant (overband).
- B - grâce à un crible.
- C - grâce à un électrofiltre.

**2 • Que fait-on du métal récupéré ?**

- A - Il est concassé et sert au remblai des routes.
- B - Il est enfoui dans d'anciennes mines.
- C - Il est recyclé.**
- D - Il est déposé dans des décharges de ferraille.

**3 • Que fait-on des mâchefers ?**

- A - Ils servent de remblais pour les routes.**
- B - Ils sont emmenés dans une décharge publique à ciel ouvert.
- C - Ils sont enfouis dans d'anciennes mines.

**4 • Combien de tonnes de mâchefers sont produits par an dans le centre ?**

- A - 25 tonnes
- B - 250 tonnes
- C - 25 000 tonnes**
- D - 250 000 tonnes
- E - 2 500 000 tonnes

**Le savais-tu ?**

- 1000 kg de déchets produisent après combustion environ 250 kg de mâchefers et 30 kg de ferraille.



# Le traitement des fumées

Fiche pédagogique n°3



La combustion des déchets ménagers produit des fumées riches en vapeur d'eau, en CO<sub>2</sub>, en gaz polluants acides : SO<sub>2</sub> (dioxyde de soufre), HF (acide fluorhydrique) et HCl (acide chlorhydrique), et en poussières appelées "cendres volantes" contenant des métaux lourds toxiques et des dioxines furannes. Or, les fumées sortant des trois cheminées de l'usine ne contiennent pratiquement que de la vapeur d'eau. Comment les fumées sont-elles "nettoyées" ?

## 1 • A quoi sert l'électrofiltre ?

- A - à récupérer les cendres et les poussières (polluants les plus gros et les plus lourds).
- B - à capter les gaz polluants acides (acide fluorhydrique, acide chlorhydrique...).
- C - à enlever les gaz polluants comme le CO<sub>2</sub>, le monoxyde de carbone (CO) etc....

## 2 • A quoi sert le réacteur ?

- A - A refroidir les fumées.
- B - A retirer les gaz polluants acides par réaction chimique.
- C - A récupérer les cendres et poussières.

## 3 • A quoi sert la chaux ?

- A - A capter les gaz acides
- B - A capter les gaz basiques
- C - A neutraliser l'eau

## 4 • Complète le cadre "produits obtenus" avec les termes suivants :

*Chlorure de calcium, Sulfate de calcium et Fluorure de calcium.*

Composition des gaz de combustion :

- 1 - HF
- 2 - HCl
- 3 - SO<sub>2</sub>

+

Réactifs injectés dans le laveur :

H<sub>2</sub>O  
CaO



Produits obtenus :

CaCl<sub>2</sub> = Chlorure de calcium  
CaSO<sub>4</sub> = Sulfate de calcium  
CaF<sub>2</sub> = Fluorure de calcium

+

Eau

## Le savais-tu ?

- Au sommet des cheminées se trouvent des capteurs qui surveillent en temps réel la composition des fumées sortantes.
- Les fumées d'une température initiale de 1000°C sortent à une température de 120°C.





# La production de vapeur d'eau sous pression



Fiche pédagogique n°4

**La combustion des déchets ménagers produit énormément de chaleur (plus de 2000 kcalories par kg de déchet). Comment transformer cette énergie calorifique en énergie électrique ?**

**Première étape : produire de la vapeur sous pression !**

## 1 • Qu'est-ce que la chaudière ?

A - Elle sert au chauffage des locaux d'ECOVALOR.

**B - Elle sert à vaporiser de l'eau.**

C - A refroidir les déchets ultimes.

## 2 • D'où vient l'eau qui sera vaporisée ?

A - Du robinet.

**B - D'un forage privé situé au sein de la station**

C - Du canal de l'Escaut.

**L'usine est autonome pour l'eau**

## 3 • Avant son entrée dans la chaudière, il faut préparer l'eau. Que doit-on faire ?

A - L'adoucir

B - La refroidir

**C - La déminéraliser**

**D - La chauffer**

**E - La dégazer**

**De cette manière, on limite la corrosion des conduits**

## 4 • L'eau entre sous pression dans la chaudière grâce à...

A - des bâches alimentaires.

B - des aérocondenseurs.

**C - des pompes alimentaires.**

## 5 • Une fois vaporisée, l'eau traverse les turbo-alternateurs qui permettent de produire de l'électricité.

**Que fait-on ensuite de la vapeur d'eau ?**

A - Elle est amenée jusqu'aux cheminées, où elle sera rejetée dans l'atmosphère.

**B - On la condense au niveau des aérocondenseurs et on la réinjecte dans le process.**

**Les aérocondenseurs brassent l'air extérieur et l'amènent au niveau de petits conduits dans lesquels circule la vapeur à basse pression. Sous l'effet de la fraîcheur, la vapeur se condense.**

## Le savais-tu ?

- Les chaudières font plus de 10m de hauteur et produisent chacune plus de 13 tonnes de vapeur par heure.
- La température de la vapeur d'eau est d'environ 105°C, 38 bars à l'entrée de la chaudière, et d'environ 350°C, 38 bars à la sortie de la chaudière, pour une pression d'environ 30 bars. Ce refroidissement est important car les turbo-alternateurs ne peuvent admettre plus de 345°C.
- Dans les années 1980, la vapeur produite par la chaudière était envoyée à la malterie de Saint-Saulve, à proximité.



# La production d'électricité

Fiche pédagogique n°5



**La vapeur mise sous pression au niveau de la chaudière représente une énergie potentielle énorme... qu'il ne reste plus qu'à transformer en énergie électrique. C'est la fonction du turbo-alternateur (turbine + alternateur).**

**1 • La vapeur d'eau sous pression entre d'abord par :**

**A - La turbine.**

B - L'alternateur.

**La vapeur fait tourner la turbine qui est couplée à l'alternateur.**

**2 • La vitesse de rotation de la turbine est au maximum de :**

A - 188 tours par minute.

**B - 18 800 tours par minute**

C - 188 000 tours par minute

D - 1 880 000 tours par minute

**18 804 tr/mn à haute pression  
et 9573 tr/mn à basse pression**

**3 • L'alternateur a une puissance de :**

A - 6 kilo-watts

**B - 6 méga-watts**

C - 6 giga-watts

D - 6 téra-watts

**Soit 7500 KVA**

**4 • L'électricité produite est :**

A - entièrement réutilisée par l'usine pour ses besoins.

B - entièrement revendue à EDF.

**C - utilisée pour les besoins du site et le surplus est revendu à EDF .**

**L'usine est autonome au niveau électricité et revend le surplus à EDF**

**5 • En 2004, la combustion de 120 000 tonnes de déchets ont permis de produire**

A - 430 000 kWh d'électricité

B - 4 300 000 kWh d'électricité

**C - 43 000 000 kWh d'électricité**

**L'équivalent des besoins électriques d'une ville de 20 000 habitants**

## Le savais-tu ?

- La combustion des déchets de 230 000 habitants pendant un an permet de produire assez d'électricité pour subvenir aux besoins d'une ville de 20 000 habitants pendant une année.
- Le deuxième turbo-alternateur de l'usine ne fonctionne qu'en sous-régime pour l'instant car deux fours-chaudières alimentent le premier turbo-alternateur, alors qu'un seul four alimente le deuxième.

