

**UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS-MOSTAGANEM**  
**FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE**  
**DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCÉDES**

**CONCOURS DE DOCTORAT LMD - GENIE ANALYTIQUE ET  
ENVIRONNEMENTAL**

**CORRECTION DE L'ÉPREUVE**  
**ASPECTS DES FILIÈRES DES DÉCHETS**

**1- Quelles sont les principales réactions qui régissent le principe de la méthanisation (6pts) ?**

*Les principales réactions qui régissent le principe de méthanisation se déroulent en quatre étapes en fonction des types de micro-organismes :*

- *Réaction d'hydrolyse : les macromolécules sont coupées progressivement en monomères solubles par des enzymes extracellulaires. (2pt)*
- *Réaction d'acidogénèse : les monomères issus de l'étape d'hydrolyse, sont transformés en acides organiques et alcools avec une libération d'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) de dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) et d'hydrogène ( $\text{H}_2$ ). (1pt)*
- *Réaction d'acétogénèse : les produits de l'acidogénèse sont transformés en acide acétique ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) mais aussi en  $\text{CO}_2$  et  $\text{H}_2$ , principaux substrats de la méthanogénèse. (1pt)*
- *Réaction de méthanogénèse : dernière étape au cours de laquelle est formé le méthane selon deux voies principales et distinctes, celle de l'acétate et celle du mélange  $\text{H}_2/\text{CO}_2$ . (2pt)*

**2- Décrire le fonctionnement d'une unité de traitement des gaz de combustion et des fumées avec les différents procédés (4pts)**

*L'incinération des déchets dégage cinq types d'émission en plus de l'eau : (1pt)*

- *des gaz composés de  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$*
- *des cendres volantes minérales*
- *des métaux lourds ( $\text{Hg}$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{Pb}$ ,  $\text{V}$ ,  $\text{Ni}$ ,  $\text{As}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Cd}$ ...)*

- des hydrocarbures ( $C_xH_y$ )
- des dioxines et furanes

La première étape du traitement consiste à dépoussiérer les fumées à l'intérieur d'un électrofiltre et d'un filtre à manches. Cette étape permet de récupérer la plupart des métaux lourds. **(0,5pt)**

La deuxième étape consiste à neutraliser les gaz acides par l'un des trois procédés réglementés : **(2,5pt)**

- procédé humide
- sec
- semi humide.

Les gaz sont d'abord refroidis de  $1000^{\circ}C$  à  $300^{\circ}C$  avant leur traitement.

#### Procédé semi humide

Il comporte deux organes principaux :

- l'électro filtre équivalent au dépoussiéreur primaire. Son rôle est de collecter le maximum de poussières (cendres volantes) dans les fumées avant l'absorbeur.
- l'absorbeur atomiseur

Le procédé conjugue l'adsorption des gaz acides et le séchage par atomisation.

#### Procédé humide et procédé sec

Pour le procédé à voie humide, la solution basique est injectée par pulvérisation (et non par atomisation) en deux temps. Les acides  $HCl$  et  $HF$  (chlorure d'hydrogène et fluorure d'hydrogène) sont neutralisés à pH acide alors que  $SO_2$  et les autres gaz sont neutralisés à pH neutre avec de la soude, de la chaux ou du bicarbonate de sodium.

La neutralisation par voie sèche est réalisée par l'injection d'une base à l'état solide (souvent de la chaux).

### **3- Rappeler brièvement la règle des 3 T (3pts)**

Le respect de la règle des 3 T (Température, Turbulence, Temps de séjour) garantit un bon fonctionnement du four.

- température: elle doit être suffisante pour réduire la majorité des molécules auto combustibles. La température doit être au minimum égale à  $850^{\circ}C$  pour empêcher la formation de gaz toxiques polluants. Des températures élevées peuvent entraîner la formation de dioxyde d'azote, alors que les basses températures favorisent le dégagement du monoxyde de carbone et des dioxines. **(1pt)**

- *turbulence : elle exprime le mélange entre les combustibles et l'air comburant. Elle doit être suffisante pour maintenir une bonne homogénéité. Ce qui a pour rôle d'éviter la présence de zones froides et les déficits en oxygène responsables de la formation de matières organiques non brûlées. (1pt)*
- *temps de séjour : c'est le temps pendant lequel les déchets sont exposés aux hautes températures. Il doit être suffisamment long pour permettre à l'ensemble des réactions chimiques de se réaliser. il doit être de l'ordre de 30 à 60 minutes pour assurer une combustion totale. (1pt)*

**4- Quelles sont les différences principales entre incinération et thermolyse ? (4pts)**

L'incinération

- *L'incinération réside dans la combustion du déchet à haute température. (0,5pt)*
- *Elle est adaptée aux traitements de grosses capacités (100 à 150000 tonnes/an). (0,5pt)*
- *Elle dégage des gaz et fumées importants qui nécessitent un traitement efficace. (0,5pt)*
- *Elles nécessitent de gros investissements. (0,5pt)*

La thermolyse

- *La thermolyse décompose le déchet en le chauffant dans un four hermétique sans oxygène à moyenne température. (0,5pt)*
- *Elle est adaptée aux gisements moyens (moins de 50000t/an). (0,5pt)*
- *Elle produit moins de fumées et pratiquement pas de dioxines et furanes. (0,5pt)*
- *Les usines de thermolyse sont généralement de taille moyenne. (0,5pt)*

**5- Quels sont les indicateurs d'évaluation d'un compost ? (3pts)**

- *Le rapport C/N qui doit être inférieur à 25 (1pt)*
- *Le taux d'oxygène inférieur à 150 mg d'O<sub>2</sub> .kg<sup>-1</sup> solides aérés par heure (0,5pt)*
- *Le test d'auto-caléfaction du compost (0,5pt)*
- *Le test du cresson (0,5pt)*
- *Les qualités physiques, chimiques et bactériologiques (0,5pt)*