



1.1 EXERCICES DE TECHNIQUE D'ESTIMATION EN ENERGIE

Exercice 1.1.k Estimation Biogaz :

Combien de Canadiens faudrait-il pour alimenter une voiture en « résidus humains » ?

Cette question touche un aspect de la production d'énergie renouvelable qui est très intéressant. À la fois produire de l'énergie mais en réduisant l'impact de la quantité de déchets sur les écosystèmes, enfin certaines catégories de déchets.

Ici on peut penser à la conversion des moteurs à combustion interne afin qu'ils fonctionnent au gaz naturel ou méthane. Il faut noter que lorsqu'il est « produit » par décomposition anaérobie, ce gaz doit être nettoyé avant d'être employé (Module 14, Énergie biologique).

Dans cet exercice, des résolutions aux questions sont proposées, mais celles-ci ne sont pas uniques. L'important est d'arriver le plus proche de la réalité possible (une relation exacte à 20% ou 30% est souvent ce que recherche un ingénieur dans ses estimations) avec logique et réflexion, davantage qu'avec des calculs sophistiqués.

Question 1 : Avec la technique : tenter de deviner, faites une première estimation.

Question 2 : Avec une combinaison des techniques : diviser et conquérir, mentir habilement, utiliser les moyens du bord et suivre ses intuitions, faites une nouvelle estimation.

RÉPONSES

Question 1 : Avec la technique : tenter de deviner, faites une première estimation.

Avec la technique tenter de deviner, on réalise une première estimation de 300 Canadiens pour alimenter en résidus humains une voiture sur une année. On suppose que les déjections humaines peuvent faire avancer une voiture pendant environ une journée.

Question 2 : Avec une combinaison des techniques : diviser et conquérir, mentir habilement, utiliser les moyens du bord et suivre ses intuitions, faites une nouvelle estimation.

Avec la technique, diviser et conquérir :

Le problème est divisé en deux variables distinctes : Pr la puissance moyenne disponible par an par personne et Pv la puissance moyenne que consomme une voiture chaque année.

Avec les techniques : mentir habilement, utiliser les moyens du bord et suivre ses intuitions ; nous estimons les variables vues ci-dessus :

Par intuition :

- Le métabolisme humain moyen est d'environ 2000 kcal/jour \approx 100 W en moyenne en continu.
- L'efficacité de conversion est d'environ 90%, reste 10W de puissance moyenne disponible dans nos « résidus ».

D'ailleurs, l'efficacité de conversion en biogaz est marginale...

Puis avec une vérification par recoupement, il y a environ 0,02 m³ de biogaz par kg sec et 0,15 kg/j (de « résidus »), donc $0,02 \times 0,15 \approx 3 \times 10^{-3}$ m³/jour de biogaz.

Par intuition :

- Le PCI du biogaz (CH₄) est \sim 35 MJ/m³

Ainsi on retrouve, la première composante de la technique diviser et conquérir :

- La puissance moyenne disponible par personne par an est alors de $35 \text{ MJ/m}^3 \times 3 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{j} \times 365 \text{ j/an} \sim 100 \times 400 \times 10^{-3} \text{ MJ/an}$ donc Pr \sim **25 MJ/an**

Puis on estime, la deuxième composante de la technique diviser et conquérir :

- Une voiture consomme en moyenne chaque année 1000 L d'essence, ce qui représente 1000 L/an \times 0,85 L/kg \times 40MJ/kg donc Pv \approx **34 GJ/an**

Ainsi par division, l'estimation se résume à, Pv/Pr \sim 1200 Canadiens pour approvisionner une seule voiture.

Collectivement, les canadiens (36 000 000 de personnes environ) pourraient alors propulser ($36^6/12^2=3^4$) 30 000 bagnoles. Cependant, nous en avons en moyenne presque chacun une. On pourrait alors « nourrir » les voitures d'une petite ville de 30 000 habitants environ avec des « résidus » provenant A mari usque ad mare¹

Ainsi pour que 1/3 des voitures canadiennes soient propulsées aux résidus humains, il faudrait réduire le nombre de voitures **drastiquement**, de plus de 30 millions à 100 000, une bonne chose, en somme! Soit dit e façon plus réaliste, cette approche est irréaliste.

¹ Devise du Canada, de la mer jusqu'à la mer ou par extension d'un océan à l'autre.