Corrigé – Brevet 2024 – sciences – Amérique du Sud

La méthanisation, Centrale de surveillance d'une maison

Corrigé détaillé rédigé par Benjamin, professeur particulier – benprofparticulier.fr

Physique-chimie – La méthanisation *(25 pts)*

Question 1. La formule du méthane est CH_4 : une molécule de méthane est constituée de **1 atome de carbone** (symbole C) et de **4 atomes d'hydrogène** (symbole H), soit 5 atomes au total.

Question 2. L'équation qui modélise la méthanogénèse est la **proposition a** :

$$CO_2 + 4\,H_2 \rightarrow CH_4 + 2\,H_2O$$

Justification :

- D'après le texte, les **réactifs** sont le dihydrogène et le dioxyde de carbone, et les **produits** sont le méthane et l'eau. La proposition c est donc fausse : elle place le méthane et l'eau du côté des réactifs (c'est la transformation inverse).
- Lors d'une transformation chimique, les **atomes se conservent** : il doit y avoir le même nombre d'atomes de chaque sorte de part et d'autre de la flèche.
- Proposition a : à gauche, 1 atome C, 2 atomes O et $4 \times 2 = 8$ atomes H ; à droite, 1 atome C, $4 + 2 \times 2 = 8$ atomes H et $2 \times 1 = 2$ atomes O. L'équation est **équilibrée**.
- Proposition b : à gauche, 2 atomes O ; à droite, $3 \times 1 = 3$ atomes O (et 10 atomes H de chaque côté). Les atomes d'oxygène ne sont pas conservés : l'équation est fausse.

Question 3. Lors d'une transformation chimique, la **masse totale se conserve** : la masse des réactifs consommés est égale à la masse des produits formés.

Masse des réactifs : $m_{\text{réactifs}} = m(CO_2) + m(H_2) = 1\,000 + 182 = 1\,182$ kg (une tonne = 1 000 kg).

Masse des produits : $m(CH_4) + m(H_2O) = 1\,182$ kg, donc $m(CH_4) = 1\,182 - 818 = 364$ kg.

La méthanogénèse produit **364 kg de méthane**.

> ⚠ **Piège.** Convertis d'abord la tonne en kilogrammes (1 t = 1 000 kg) : on ne peut pas additionner 1 tonne et 182 kg directement. Et pense à justifier par la conservation de la masse, c'est elle qui rapporte les points.

Question 4. La combustion du méthane produit du **dioxyde de carbone** (CO_2), qui est un **gaz à effet de serre** : rejeté dans l'atmosphère, il renforce l'effet de serre, ce qui augmente la température moyenne de la Terre et contribue au réchauffement climatique.

Question 5. Formes d'énergie du diagramme :

- ① : **énergie chimique**, contenue dans le méthane (le combustible) et libérée par sa combustion ;
- ② : **énergie thermique**, transférée à l'eau chaude qui chauffe les habitations (échangeur thermique, en haut du schéma) ;
- ③ : **énergie électrique**, produite par la turbine et l'alternateur (en bas du schéma).

Le diagramme ne précise pas laquelle des deux flèches de sortie correspond à l'eau chaude : l'ordre ② / ③ suit ici la disposition du schéma ; l'essentiel est de nommer l'énergie thermique et l'énergie électrique en sortie.

Question 6. La relation qui permet de calculer l'énergie électrique est :

$$E = P \times t$$

(avec E en joules si P est en watts et t en secondes, ou E en MWh si P est en MW et t en heures).

Question 7. Sur le graphique, en 2019, la puissance électrique des installations de cogénération est d'environ $P = 170$ MW (le point est à mi-chemin entre les graduations 160 et 180).

Fonctionnement continu pendant toute l'année : $t = 365 \times 24 = 8\,760$ h.

$E = P \times t = 170 \times 8\,760 = 1\,489\,200$ MWh, soit $E \approx 1{,}5 \times 10^6$ MWh.

L'énergie électrique fournie par la cogénération en 2019 est bien d'environ $\mathbf{1{,}5 \times 10^6}$ **MWh**.

> 💡 **Astuce.** Pour obtenir directement des MWh, garde la puissance en MW et exprime la durée en **heures** : une année = 365 jours × 24 h = 8 760 h. Pas besoin de passer par les joules.

Question 8. D'après le document, les bioénergies ont produit 7,7 TWh en 2019. Avec 1 TWh $= 10^6$ MWh : $E_{\text{bio}} = 7{,}7 \times 10^6$ MWh.

Pourcentage de l'énergie fournie par la cogénération par rapport aux bioénergies :

$$p = \frac{E_{\text{cogénération}}}{E_{\text{bio}}} \times 100 = \frac{1{,}5 \times 10^6}{7{,}7 \times 10^6} \times 100 \approx 19{,}5$$

La cogénération fournit environ $\mathbf{19{,}5\ \%}$ (soit environ 1/5) de l'électricité produite à partir des bioénergies (19,3 % avec la valeur exacte 1 489 200 MWh).

Commentaire : c'est une part notable mais **minoritaire** : environ quatre cinquièmes de l'électricité issue des bioénergies sont produits autrement. De plus, les bioénergies ne représentent que 1,4 % de la production française d'électricité : la cogénération ne pèse donc qu'environ 0,3 % de l'électricité produite en France ($1{,}5/537{,}7 \times 100 \approx 0{,}28$). Cette part reste faible, mais elle est en forte progression : d'après le graphique, la puissance des installations de cogénération est passée d'environ 30 MW en 2010 à environ 170 MW en 2019, soit près de 6 fois plus.

Technologie – Centrale de surveillance d'une maison *(25 pts)*

A. Validation du choix du drone

Question 1. Masse du drone sans caméra (document 1) :

$m_{\text{drone}} = 110 + 4 \times 7{,}3 + 4 \times 2{,}5 + 286 + 4 \times 2 + 65$

$m_{\text{drone}} = 110 + 29{,}2 + 10 + 286 + 8 + 65 = 508{,}2$ g

Masse totale du drone équipé de la caméra : $m = 508{,}2 + 11 = 519{,}2$ g.

Poussée totale (document 2) : chaque moteur fournit une poussée de 210 g et le drone a 4 moteurs, donc poussée $= 4 \times 210 = 840$ g.

Coefficient K :

$$K = \frac{\text{poussée}}{\text{masse}} = \frac{840}{519{,}2} \approx 1{,}62$$

On trouve **K ≈ 1,62**, valeur **supérieure à 1,5** : le drone équipé de la caméra respecte la condition des drones de surveillance. Il est donc bien capable de soulever la caméra de 11 g.

(Vérification : avec K = 1,5, la masse maximale serait $840/1{,}5 = 560$ g ; or 519,2 g < 560 g.)

> ⚠ **Piège.** Le document 2 donne la poussée d'**un seul** moteur : il faut la multiplier par 4. De même, dans le document 1, « 4 x 7,3 g » signifie 4 moteurs de 7,3 g chacun. Et n'oublie pas d'ajouter les 11 g de la caméra avant de calculer K.

Question 2. Les cages protectrices sont nécessaires car le drone vole **à l'intérieur de la maison**, dans des pièces encombrées : les hélices, qui tournent très vite (13 530 tours par minute), pourraient heurter les murs, les meubles ou les portes, et blesser une personne ou un animal. Les cages protègent donc les personnes et les objets, et évitent que les hélices se cassent et que le drone chute.

La famille la plus adaptée est la **famille des plastiques (c)** :

- les plastiques sont **légers** (faible masse volumique), ce qui n'alourdit pas le drone et préserve le coefficient K ;
- ils sont **résistants aux chocs** et un peu souples : ils absorbent les impacts sans se briser ;
- ils sont faciles à mettre en forme (moulage) et peu coûteux.

Les métaux sont trop lourds pour un drone (ils feraient baisser K) et les céramiques sont fragiles : elles se brisent au moindre choc.

B. Étude du réseau informatique local

Sur la figure 3, les liaisons modem/routeur – commutateur et commutateur – borne WiFi sont déjà tracées à l'intérieur de la box internet.

Question 3. Dans le cadre en traits pleins, on trace les liaisons suivantes (d'un point de connexion noir à l'autre) :

- **ordinateur fixe → commutateur Com 1** (point à droite du commutateur) : liaison filaire par câble Ethernet ;
- **interface numérique locale de pilotage → commutateur Com 1** (même point) : liaison filaire par câble Ethernet ;
- **drone → borne WiFi** (point situé sous la borne) : liaison par ondes (WiFi), le drone portant le symbole WiFi.

Ainsi, tous les éléments du réseau local peuvent échanger des informations par l'intermédiaire de la box : par exemple, l'interface de pilotage démarre le programme du drone, et le drone envoie ses images.

Question 4. Chemin de l'information entre le smartphone et le réseau local, tracé en traits pleins :

smartphone → antenne relais 2G/3G/4G → Internet (routeurs intermédiaires) → modem/routeur Mod 1 (point à gauche du modem).

Concrètement : on relie le point du smartphone au point inférieur de l'antenne relais, l'antenne relais au point du globe « Internet », puis le globe au point situé à gauche du modem/routeur. Dans la maison, l'information suit ensuite le chemin modem/routeur → commutateur → borne WiFi → drone.

Question 5. Les liaisons non filaires sont celles des appareils qui portent le symbole WiFi. On ajoute une croix sur :

- la liaison **drone – borne WiFi** (WiFi) ;
- la liaison **smartphone – antenne relais** (réseau de téléphonie mobile 4G).

Les autres liaisons (ordinateur fixe, interface de pilotage, antenne relais – Internet, Internet – modem) sont filaires : pas de croix.

> 💡 **Astuce.** Sur ce type de schéma, regarde quels appareils portent le petit symbole WiFi vert : ce sont eux, et eux seuls, qui communiquent sans fil. Trace tes liaisons à la règle, d'un point noir à un autre.

C. Fonctionnement de la centrale de surveillance en cas d'intrusion

Question 6. Programme complété (les cases vides sont indiquées en gras) :

- quand « Surveillance automatique » est activé, répéter indéfiniment :
- si **capteur d'intrusion** = 1 alors (un capteur placé sur une ouverture détecte une intrusion) :
  - Activer **Alarme** au niveau sonore 80 ;
  - initialiser le chronomètre ;
  - demander « Entrer le code » et attendre ;
  - si **code** = 123 alors : dire « Alarme désactivée » et Activer Alarme au niveau sonore 0 ;
  - si code ≠ 123 ou durée depuis initialisation = **3 minutes** (180 s si le chronomètre compte en secondes) alors : dire « Code faux », Activer Alarme au niveau sonore **105** et Activer Surveillance par le drone.

Les cinq cases à remplir sont donc : **capteur d'intrusion** ; **Alarme** ; **code** ; **3 minutes** ; **105**.

Conseils pour le jour J

Tu as 30 minutes par discipline, et l'annexe de la page 7 est à rendre avec la copie : fais les questions 3 à 6 de technologie directement dessus, à la règle, sans y écrire ton nom. Les questions sur l'annexe rapportent 16 points sur 25 en technologie : ne les laisse pas pour la dernière minute.

En physique-chimie, chaque calcul doit suivre le même chemin : la loi (conservation de la masse, $E = P \times t$), l'application numérique, le résultat **avec son unité**, puis une phrase de conclusion. À la question 7, montre d'où vient chaque nombre : 170 MW lu sur le graphique, 8 760 h pour une année. À la question 8, n'oublie pas la seconde consigne, « Commenter la valeur obtenue » : un pourcentage sans commentaire perd des points.

En technologie, relis bien les unités des tableaux (« 4 x 7,3 g », poussée d'un seul moteur) avant de calculer. Pour le programme, relis l'énoncé phrase par phrase : chaque case vide y correspond (80 puis 105 décibels, code 123, trois minutes).

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).