Corrigé complet — Brevet 2024 Amérique du Sud

Épreuve de sciences, série générale **50 points** **1 h**

Physique-chimie	**La méthanisation** Atomes et molécules · Transformation chimique et conservation de la masse · Conversions d'énergie · Puissance et énergie électriques · Lecture de graphique et pourcentage	25 pts	30 min	8 questions	p. 2
Technologie	**Centrale de surveillance d'une maison** Analyse du fonctionnement d'un objet technique · Familles de matériaux · Réseau informatique local et Internet · Liaisons filaires et non filaires · Programmation : instructions conditionnelles	25 pts	30 min	6 questions	p. 6

Comment s'en servir. Fais d'abord le sujet en 1 h, 30 minutes par discipline, puis corrige-toi question par question. À gauche de chaque question, sur les carreaux : ce qu'il faut écrire sur ta copie. À droite : les pièges, ce qu'il faut comprendre et les méthodes.

La méthanisation

Brevet 2024 Amérique du Sud · Physique-chimie **25 points** **Durée conseillée 30 min**

1 Interpréter la formule de la molécule de méthane en termes atomiques.

Données utiles formule du méthane : CH_4

Dans la formule CH_4, la lettre C est le symbole de l'atome de carbone et la lettre H celui de l'atome d'hydrogène. Le chiffre 4 placé après H indique le nombre d'atomes d'hydrogène. Il n'y a pas de chiffre après C : il y a un seul atome de carbone.

La molécule de méthane est constituée de **1 atome de carbone** et de **4 atomes d'hydrogène**.

PIÈGE
Écrire « 4 molécules d'hydrogène » ou « du carbone et de l'hydrogène » sans les nombres. Il faut le nom et le nombre de chaque atome.

2 Indiquer, parmi les propositions a, b et c, l'équation de réaction qui modélise la méthanogénèse. Justifier ce choix.

Données utiles texte d'introduction : à partir du dihydrogène H_2 et du dioxyde de carbone CO_2, la méthanogénèse produit du méthane CH_4 et de l'eau H_2O.

D'après le texte, les réactifs sont CO_2 et H_2 ; les produits sont CH_4 et H_2O. La proposition c est écrite dans le sens inverse : elle est éliminée.

Les atomes se conservent. On les compte de chaque côté de la flèche :

- proposition a : 1 C, 2 O et 8 H à gauche ; 1 C, 2 O et 8 H à droite. Elle est équilibrée ;
- proposition b : 2 O à gauche mais 3 O à droite. Elle n'est pas équilibrée.

L'équation correcte est la **proposition a** :
$CO_2 + 4\,H_2 \longrightarrow CH_4 + 2\,H_2O$

PIÈGE
Dans la proposition b, les atomes d'hydrogène sont bien conservés (10 de chaque côté). Il faut compter toutes les sortes d'atomes avant de conclure.

MÉTHODE
Deux vérifications pour choisir une équation : 1) les réactifs sont à gauche de la flèche, les produits à droite ; 2) chaque sorte d'atome est en même nombre des deux côtés.

3 Déterminer la masse de méthane produit en justifiant.

Données utiles masse de dioxyde de carbone : 1 tonne ; masse de dihydrogène : 182 kg ; masse d'eau formée : 818 kg

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

$$m(\text{dioxyde de carbone}) + m(\text{dihydrogène}) = m(\text{méthane}) + m(\text{eau})$$

Une tonne vaut 1000 kg. Donc :

$$m(\text{méthane}) = 1000 + 182 - 818 = 364\ \text{kg}$$

Il se forme **364 kg de méthane**.

PIÈGE
Laisser « 1 » pour la tonne et calculer $1 + 182 - 818$. Toutes les masses doivent être dans la même unité, ici le kilogramme.

4 Expliquer brièvement pourquoi la combustion du méthane contribue au réchauffement climatique.

Données utiles la combustion du méthane avec le dioxygène de l'air forme de l'eau et du dioxyde de carbone.

La combustion du méthane produit du dioxyde de carbone, qui est rejeté dans l'atmosphère. Le dioxyde de carbone est un gaz à effet de serre : il retient une partie de la chaleur émise par la Terre.

En rejetant du dioxyde de carbone, **gaz à effet de serre**, cette combustion augmente l'effet de serre et contribue donc au réchauffement climatique.

COMPRENDRE
Deux éléments sont attendus : le gaz produit, cité à partir de l'énoncé, et son rôle, « gaz à effet de serre ». Dire seulement « cela pollue » ne suffit pas.

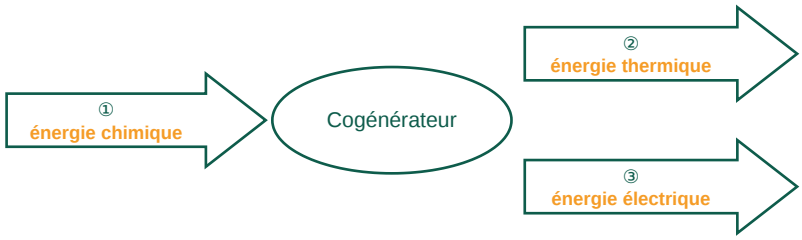
5 Nommer la forme d'énergie correspondant à chaque numéro du diagramme de conversion énergétique du cogénérateur.

Données utiles schéma du cogénérateur : entrée du méthane et de l'air, chambre de combustion, production d'eau chaude (échangeur thermique), production d'électricité (turbine et alternateur)

Le cogénérateur reçoit du méthane, un combustible, qui brûle dans la chambre de combustion : il reçoit de l'énergie chimique. D'après le schéma, il produit de l'eau chaude et de l'électricité : il fournit de l'énergie thermique et de l'énergie électrique.

① : **énergie chimique** ; ② : **énergie thermique** ; ③ : **énergie électrique**.

COMPRENDRE
Les flèches ② et ③ sont les deux sorties. Sur le schéma, l'eau chaude est en haut et l'électricité en bas, mais l'ordre inverse (② électrique, ③ thermique) est aussi juste.



5 · Diagramme de conversion énergétique complété

6 Parmi les trois relations proposées, recopier celle qui permet de calculer l'énergie électrique E fournie par un cogénérateur produisant une puissance électrique P pendant une durée t.

L'énergie est égale à la puissance multipliée par la durée de fonctionnement.

$E = P \times t$

COMPRENDRE
Plus la puissance est grande et plus la durée est longue, plus l'énergie fournie est grande : E augmente avec P et avec t, ce qui élimine les deux quotients.

7 Montrer que l'énergie électrique fournie par la cogénération en 2019 est d'environ $1{,}5 \times 10^6$ MWh.

Données utiles graphique : en 2019, la puissance électrique est de 170 MW ; fonctionnement continu toute l'année ; $E = P \times t$ (question 6)

Sur le graphique, le point de l'année 2019 a pour ordonnée $P = 170$ MW.

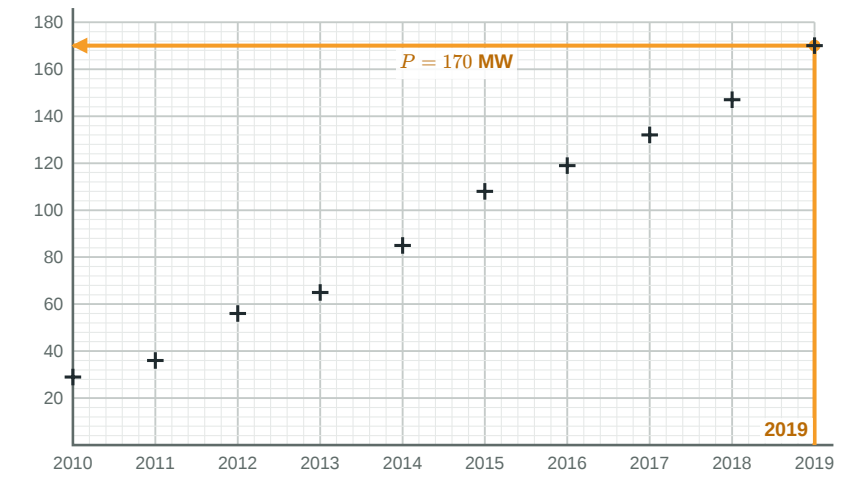
Les installations fonctionnent en continu pendant toute l'année, soit 365 jours de 24 heures :

$t = 365 \times 24 = 8760$ h

Avec la relation de la question 6 :

$E = P \times t = 170 \times 8760 = 1\,489\,200$ MWh

$E \approx 1{,}5 \times 10^6$ MWh : on retrouve bien la valeur annoncée.



7 · Graphique du sujet, avec la lecture de la puissance en 2019

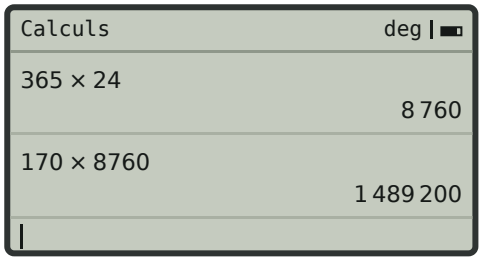
PIÈGE

Dans une question « montrer que », écrire le résultat exact du calcul (1 489 200 MWh) avant de l'arrondir. Recopier seulement la valeur de l'énoncé ne rapporte rien.

MÉTHODE

Pour obtenir des MWh, la puissance reste en MW et la durée s'exprime en heures. Une graduation verticale vaut 20 MW : le point de 2019 est au milieu entre 160 et 180.

À LA CALCULATRICE



8 Calculer, pour l'année 2019, le pourcentage de l'énergie électrique fournie par la cogénération par rapport aux bioénergies. Commenter la valeur obtenue.

Données utiles document RTE : bioénergies, 7,7 TWh, soit 1,4 % de l'électricité produite en France en 2019 ; $1\ \text{TWh} = 10^6\ \text{MWh}$; cogénération : $1{,}5 \times 10^6$ MWh (question 7).

D'après le document, les bioénergies ont fourni 7,7 TWh en 2019, soit $7{,}7 \times 10^6\ \text{MWh}$.

La cogénération a fourni $1{,}5 \times 10^6\ \text{MWh}$ (question 7). On calcule le pourcentage :

$$\frac{1{,}5 \times 10^6}{7{,}7 \times 10^6} \times 100 \approx 19\ \%$$

Commentaire : la cogénération fournit environ un cinquième de l'électricité issue des bioénergies. Or les bioénergies ne représentent que 1,4 % de l'électricité produite en France : la part de la cogénération dans la production française est donc très faible.

La cogénération représente environ **19 % de l'électricité des bioénergies**, soit une très petite part de la production française.

PIÈGE
Diviser des MWh par des TWh. Il faut la même unité en haut et en bas : 7,7 TWh = $7{,}7 \times 10^6$ MWh, ou bien $1{,}5 \times 10^6$ MWh = 1,5 TWh.

MÉTHODE
« Commenter » : dire si la valeur est grande ou petite, puis la comparer à une autre information du document, ici la part des bioénergies dans la production française.

À LA CALCULATRICE



Centrale de surveillance d'une maison

Brevet 2024 Amérique du Sud · Technologie **25 points** **Durée conseillée 30 min**

1 Calculer la masse totale du drone équipé de la caméra, puis le coefficient K. Vérifier que le drone est capable de soulever la caméra.

Données utiles Document 1 : châssis 110 g ; 4 moteurs de 7,3 g ; 4 cages de 2,5 g ; batterie 286 g ; 4 hélices de 2 g ; divers 65 g. Caméra : 11 g. Document 2 : poussée d'un moteur 210 g. Un drone de surveillance doit avoir K supérieur ou égal à 1,5.

Masse totale (document 1, plus la caméra) :

$m = 110 + 4 \times 7{,}3 + 4 \times 2{,}5 + 286 + 4 \times 2 + 65 + 11$

$m = 110 + 29{,}2 + 10 + 286 + 8 + 65 + 11 = 519{,}2$ g

Poussée totale (document 2) : le drone a 4 moteurs et chaque moteur fournit une poussée de 210 g.

$\text{poussée} = 4 \times 210 = 840$ g

Coefficient K :

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

Vérification : $1{,}62 \geq 1{,}5$. La condition donnée pour un drone de surveillance est respectée.

$m = 519{,}2$ g et $K \approx 1{,}62$, supérieur à 1,5 : le drone est capable de soulever la caméra de 11 g.

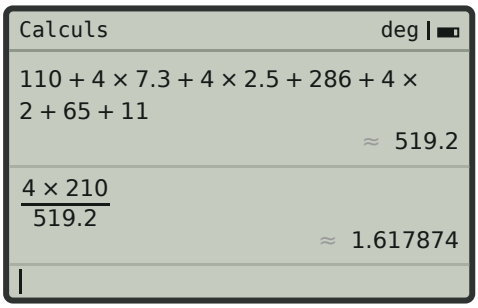
PIÈGE

Oublier de multiplier par 4 (moteurs, cages, hélices), oublier la caméra de 11 g, ou prendre la poussée d'un seul moteur (210 g) au lieu des quatre.

MÉTHODE

Pour vérifier un critère : calculer la valeur, la comparer au seuil donné par le sujet, puis conclure par une phrase.

À LA CALCULATRICE



2 Justifier la nécessité d'équiper les hélices de cages protectrices. Choisir la famille de matériaux la plus adaptée pour ces cages (métaux, céramiques ou plastiques) et justifier.

Données utiles Le drone vole dans la maison. Document 1 : une cage a une masse de 2,5 g seulement.

Rôle des cages : le drone vole à l'intérieur de la maison et ses hélices tournent très vite (13 530 tours par minute, document 2). Les cages empêchent les hélices de toucher une personne, un mur ou un meuble. Elles protègent donc les personnes et les objets, et elles évitent que les hélices se cassent en cas de choc.

Choix du matériau : réponse c), la famille des plastiques. Les plastiques sont légers (une cage ne pèse que 2,5 g, document 1), ils résistent aux chocs et ils sont faciles à mettre en forme. Les métaux sont plus lourds : ils alourdiraient le drone. Les céramiques sont fragiles : elles cassent lors d'un choc.

Les cages protègent les personnes, les objets et les hélices. Elles sont réalisées dans la famille des plastiques : matériau léger et résistant aux chocs.

PIÈGE
Citer la famille sans la justifier. Il faut au moins une propriété du matériau reliée au besoin : ici la légèreté et la résistance aux chocs.

COMPRENDRE
La masse compte : chaque gramme ajouté augmente la masse totale et fait baisser le coefficient K de la question 1. Le matériau doit donc être léger.

3 Dans le cadre en traits pleins de la figure 3, représenter par des traits pleins les échanges d'informations entre les différents éléments du réseau informatique local.

Données utiles la box internet comprend un modem/routeur, un commutateur et une borne WiFi, déjà reliés entre eux sur la figure ; le drone porte le symbole des ondes WiFi

Trois traits sont à tracer à partir des points de connexion :

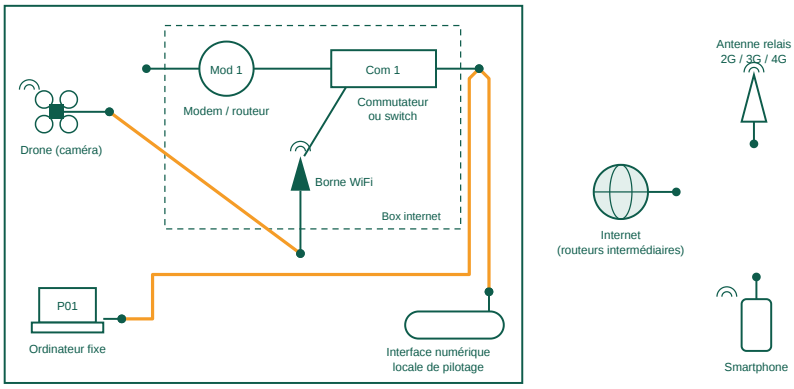
- du drone au point de connexion de la borne WiFi (en bas de la box) : le drone vole, il ne peut communiquer que sans fil ;
- de l'ordinateur fixe au point de connexion du commutateur ;
- de l'interface numérique locale de pilotage au commutateur.

L'ordinateur fixe et l'interface ne se déplacent pas et ne portent pas le symbole WiFi : ils sont reliés par câble au commutateur de la box.

Drone – borne WiFi ; ordinateur fixe – commutateur ; interface de pilotage – commutateur (traits orange sur la figure).

PIÈGE
Ne pas relier directement les appareils entre eux (ordinateur au drone, par exemple). Dans un réseau local, les informations passent par le commutateur de la box.

COMPRENDRE
Le commutateur (switch) relie entre eux les appareils du réseau local. La borne WiFi relie au réseau les appareils sans fil. Le modem/routeur relie le réseau local à Internet.



3 · Figure 3 complétée pour la question 3 (en orange : les traits tracés par l'élève)

4 Sur la figure 3, représenter par des traits pleins le chemin parcouru par l'information entre le smartphone et le réseau informatique local, quand l'utilisateur n'est pas dans la maison.

Données utiles hors du cadre en traits pleins : smartphone, antenne relais 2G / 3G / 4G, Internet (routeurs intermédiaires)

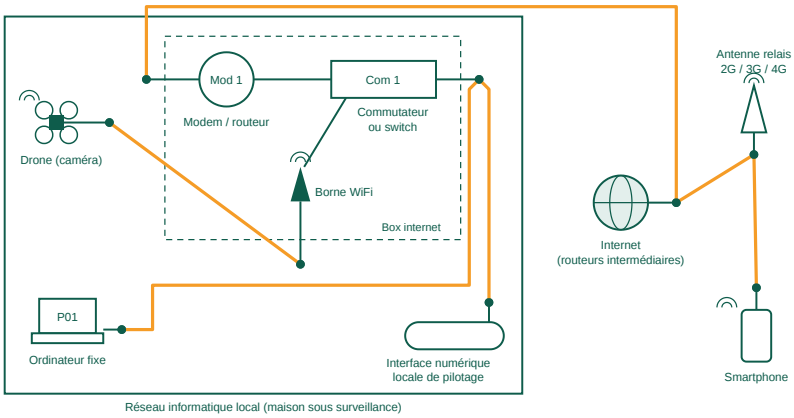
L'utilisateur est hors de la maison : son smartphone ne capte plus la borne WiFi de la box. Il passe par le réseau de téléphonie mobile.

Chemin de l'information : smartphone → antenne relais 2G / 3G / 4G → Internet (routeurs intermédiaires) → modem/routeur de la box internet.

Le modem/routeur est la porte d'entrée du réseau local : c'est sur son point de connexion que le trait arrive.

Smartphone – antenne relais – Internet – modem/routeur (traits ajoutés sur la figure).

PIÈGE
Relier directement le smartphone à la borne WiFi ou au drone. Loin de la maison, le WiFi ne porte pas : il faut passer par l'antenne relais et Internet.



4 · Figure 3 complétée pour les questions 3 et 4

5 Sur la figure 3, indiquer les liaisons non filaires en ajoutant une croix sur les traits pleins déjà dessinés dans les questions précédentes.

Données utiles traits tracés aux questions 3 et 4

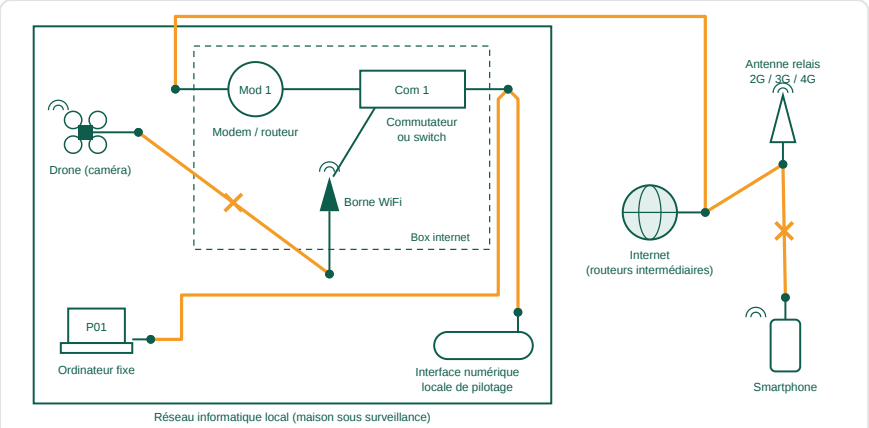
Une liaison non filaire transmet l'information par des ondes, sans câble. Deux traits reçoivent une croix :

- drone – borne WiFi (ondes WiFi) ;
- smartphone – antenne relais (ondes du réseau mobile 2G / 3G / 4G).

Les autres traits sont des liaisons filaires (câbles ou fibre optique) : ordinateur fixe – commutateur, interface – commutateur, antenne relais – Internet, Internet – modem/routeur.

Deux croix : sur le trait drone – borne WiFi et sur le trait smartphone – antenne relais.

MÉTHODE
Pour repérer une liaison sans fil, chercher les appareils qui se déplacent (drone, smartphone) et le symbole des ondes dessiné à côté d'eux sur la figure.



5 · Figure 3 complétée pour les questions 3, 4 et 5 (croix : liaisons non filaires)

6 Sur l'annexe, compléter le programme de fonctionnement de la centrale de surveillance.

Données utiles intrusion constatée : alarme à 80 décibels et chronomètre ; trois minutes pour entrer le code 123 ; code faux ou non saisi dans les trois minutes : alarme à 105 décibels et surveillance par le drone

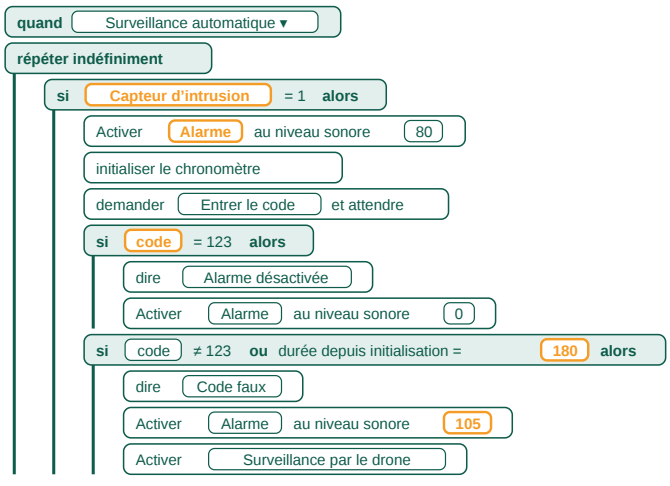
On complète les cinq cases vides en suivant le texte du sujet :

- si **Capteur d'intrusion** = 1 : le programme réagit quand un capteur détecte une intrusion ;
- Activer **Alarme** au niveau sonore 80 : c'est l'alarme qui retentit à 80 décibels ;
- si **code** = 123 : le code saisi est le bon, l'alarme est désactivée ;
- durée depuis initialisation = **180** : trois minutes font $3 \times 60 = 180$ secondes ;
- Activer Alarme au niveau sonore **105** : l'alarme passe à 105 décibels.

Cases complétées, dans l'ordre : Capteur d'intrusion ; Alarme ; code ; 180 ; 105.

PIÈGE
Écrire 3 pour la durée. Le chronomètre du programme compte en secondes : il faut convertir les trois minutes en 180 secondes (ou écrire l'unité : 3 min).

COMPRENDRE
Un capteur renvoie 1 quand il détecte et 0 sinon. Le « ou » du dernier test suffit à déclencher l'alarme forte dès qu'une seule des deux conditions est vraie.



6 · Programme de la centrale de surveillance complété (en orange : les cases remplies par l'élève)