

# BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

## SESSION 2014

Série STI2D

Série STL spécialité sciences physiques et chimiques en laboratoire

PHYSIQUE-CHIMIE
-----------------

Durée : 3 heures

Coefficient : 4

### ***CALCULATRICE AUTORISÉE***

*L'emploi de toutes les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique est autorisé à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'elles ne soient pas connectables à un réseau.*

**Ce sujet comporte 16 pages numérotées de 1/16 à 16/16.**

Avant de composer, assurez-vous que l'exemplaire qui vous a été remis est bien complet.

**La page 16/16 où figure le document réponse est à rendre avec la copie.**

Lors des applications numériques, les résultats seront donnés avec un nombre de chiffres significatifs cohérent avec ceux de l'énoncé et une attention particulière sera portée aux unités utilisées.

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront dans l'appréciation des copies.

Les parties du sujet sont indépendantes et peuvent être traitées séparément dans l'ordre choisi par le candidat.

## **LES EXPLOITATIONS AGRICOLES PIONNIERES**

### **DANS LES ÉNERGIES RENOUVELABLES ET LES NOUVELLES TECHNOLOGIES**

De plus en plus d'exploitants agricoles ont la volonté de développer leur production d'énergie pour diversifier et accroître leurs revenus. C'est pourquoi des solutions innovantes et adaptées existent pour chaque exploitation.

Vous êtes élève en classe de terminale et la société agricole voisine vous demande quelques renseignements sur la faisabilité de ses projets. Il s'agit donc, pour vous, d'étudier les projets suivants :

#### **PROJET A : PRODUCTION D'ÉNERGIE**

**A.1 - Production d'électricité d'origine photovoltaïque.**

**A.2 - Production de méthane pour le chauffage des bâtiments agricoles.**

#### **PROJET B : DES NOUVELLES TECHNOLOGIES AU SERVICE DE L'AGRICULTURE**

**B.1 - Étude du dispositif de captage de niveau dans le digesteur.**

**B.2 - Équipement d'un tracteur d'un système de guidage automatique.**

#### **PROJET C : ACQUISITION D'UN VÉHICULE ÉLECTRIQUE UTILITAIRE**

**Le sujet comporte trois parties A, B et C qui sont indépendantes entre elles. Vous respecterez la numérotation des questions et vous rendrez le document réponse (page 16/16) avec votre copie.**

## PROJET A : PRODUCTION D'ÉNERGIE.

### A.1. - Pose de panneaux solaires photovoltaïques

L'exploitation agricole possède un bâtiment agricole de 3000 m<sup>2</sup>. Sur une partie de la toiture (d'inclinaison 30 °) exposée sud-ouest, l'exploitant souhaite poser des panneaux solaires photovoltaïques. Cette installation permettrait de revendre à E.D.F. la production d'électricité au tarif de 30 centimes d'euro par kW.h produit. L'exploitant vous demande d'estimer quels seraient les bénéfices de cette installation.

**A.1.1.** La toiture pourrait être couverte par 550 panneaux solaires de 0,90 m<sup>2</sup> chacun dont les caractéristiques techniques sont données dans le **document 1 page 4/16**.

**A1.1.a)** Pour un panneau solaire (**document 1 page 4/16**), montrer que les 3 premières indications du document 1 sont cohérentes entre elles.

**A.1.1.b)** Pour un ensoleillement maximal correspondant à une puissance solaire reçue de 1000 W.m<sup>-2</sup>, donner la puissance électrique fournie par 1 panneau de surface 0,90 m<sup>2</sup>, puis par 550 panneaux.

**A.1.2.** Influence de la position des panneaux

**A.1.2.a)** En utilisant le **document 2 page 4/16** et en tenant compte de l'inclinaison et de l'orientation de la toiture, déterminer le facteur de correction.

**A.1.2.b)** En déduire la puissance électrique maximale fournie par l'ensemble des 550 panneaux avec les conditions d'orientation et d'inclinaison de la toiture et dans les conditions optimales correspondant à celles données par le constructeur (ensoleillement de 1000 W.m<sup>-2</sup>).

**A.1.3.** L'exploitation agricole se situe dans la région Poitou. On raisonnera pour les questions suivantes sur l'ensemble de l'installation photovoltaïque.

**A.1.3.a)** En utilisant le **document 3 page 4/16**, donner un encadrement du nombre d'heures d'ensoleillement annuel dans cette région.

**A.1.3.b)** Calculer l'énergie électrique qui serait produite en une année si les conditions d'éclairement étaient toujours optimales (1000 W.m<sup>-2</sup>) pendant les heures d'ensoleillement. Vous donnerez le résultat sous forme d'encadrement et en kW.h.

**A.1.3.c)** En réalité la production électrique attendue est de l'ordre de 70.10<sup>3</sup> kW.h par an. Indiquer la cause principale de la différence entre cette valeur et celle calculée à la question précédente.

**A.1.3.d)** Donner une estimation du revenu financier annuel réalisé par cette installation.

**A.1.3.e)** En combien d'années l'exploitant peut-il espérer rentabiliser son installation sachant que son coût initial est de 300 000 euros ?

## DOCUMENTS DE LA PARTIE A.1.1.

**Document 1 – caractéristiques électriques d'un panneau photovoltaïque de surface 0,90m<sup>2</sup> pour un ensoleillement maximal de puissance solaire 1000 W.m<sup>-2</sup>**

### Caractéristiques électriques

Puissance maximale	Pmax =	120 W
Tension à la puissance maximale :	U =	33,7 V
Courant à la puissance maximale :	I =	3,56 A
Puissance minimale garantie :	Pmin =	110 W
Courant de court-circuit :	Icc =	3,8 A
Tension en circuit ouvert :	Uco =	42,1 V

Ces données caractérisent la performance des modules types mesurées dans les Conditions d'Essai Standard (STD) :

- éclairement énergétique : 1kW.m<sup>-2</sup>
- température de la cellule : 25°C

FACTEURS DE CORRECTION POUR UNE INCLINAISON ET UNE ORIENTATION DONNEES					
INCLINAISON		0°	30°	60°	90°
ORIENTATION		0°	30°	60°	90°
Est		0,93	0,90	0,78	0,55
Sud-Est		0,93	0,96	0,88	0,66
Sud		0,93	1,00	0,91	0,68
Sud-Ouest		0,93	0,96	0,88	0,66
Ouest		0,93	0,90	0,78	0,55

: position à éviter si elle n'est pas imposée par une intégration architecturale

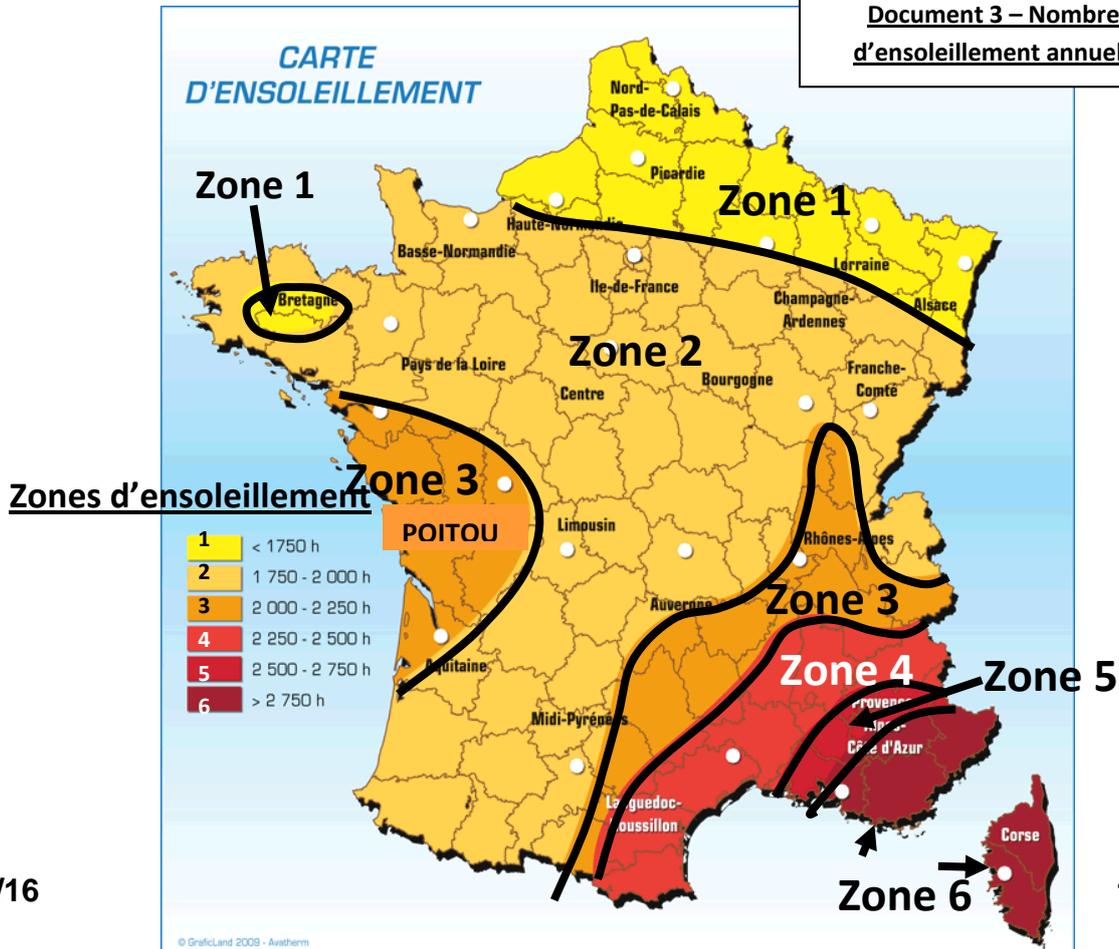
source Hespul

NB : ces chiffres n'incluent pas les possibles masques qui pourraient réduire la production annuelle.

### Document 2 – L'orientation et l'inclinaison du panneau

Facteur de correction : rapport entre la puissance fournie par le panneau et la puissance maximale pouvant être fournie.

### Document 3 – Nombre d'heures d'ensoleillement annuel en France



## A.2. - Production de méthane pour le chauffage du bâtiment agricole

L'exploitation doit maintenir la température intérieure de ses bâtiments agricoles aux alentours de 25°C. L'exploitant envisage de réaliser un projet de méthanisation (**document 4 page 7/16**). Le méthane produit servirait à alimenter une chaudière à condensation. L'énergie produite permettrait alors :

- de chauffer le bâtiment agricole à 25°C pour une grande partie de l'année (printemps, hiver, automne),
- de chauffer le digesteur\* entre 55°C et 60°C,
- de sécher la production de chanvre (produit isolant naturel) en été.

\* **Définition du digesteur** : Nom donné au réacteur chimique où se déroule la fermentation des déchets à forte teneur en matière organique. Ce réacteur est composé d'une cuve cylindrique étanche au gaz et isolée thermiquement.

**A.2.1.** En vous aidant du **document 4 page 7/16**, expliquer pourquoi : « *L'énergie thermique produite à partir de biogaz constitue une source d'énergie renouvelable et propre.* ». Vous citerez deux avantages à cette production d'énergie.

**A.2.2.** Le méthane produit servira de combustible à une chaudière à condensation (**document 6 page 8/16**).

**A.2.2.a)** En vous aidant du **document 6 page 8/16**, donner la différence essentielle entre une « chaudière ancienne » et une chaudière à condensation.

**A.2.2.b)** Quelle grandeur du P.C.I. ou du P.C.S. devrait-on associer à une chaudière à condensation ?

**A.2.3. La combustion :**

**A.2.3.a)** Écrire l'équation équilibrée de la combustion complète du méthane  $\text{CH}_4$  dans le dioxygène de l'air.

**A.2.3.b)** Calculer la masse molaire moléculaire du méthane.

**Données** :  $M_{\text{C}} = 12,0 \text{ g.mol}^{-1}$  ;  $M_{\text{H}} = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$

Dans une chaudière à condensation, différents gaz ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  et  $\text{N}_2$ ) vont céder leur énergie par refroidissement, puis par condensation. Dans la suite de l'exercice, on voudrait connaître l'énergie produite par le refroidissement de ces gaz et par condensation de l'eau. Pour la suite de l'exercice, on considérera la combustion de 1,00 kg de méthane.

**A.2.3.c)** Calculer la quantité de matière  $n_{\text{CH}_4}$  correspondant à 1,00 kg de méthane.

**A.2.3.d)** En déduire que la quantité de matière de dioxyde de carbone produite est de  $n_{\text{CO}_2} = 62,5 \text{ mol}$  et que la quantité de matière d'eau formée vaut  $n_{\text{H}_2\text{O}} = 125 \text{ mol}$ .

**A.2.3.e)** La quantité de matière de dioxygène consommée lors de la combustion de 1,00 kg de méthane est de  $n_{\text{O}_2} = 125 \text{ mol}$ .

Lors de la combustion, le dioxygène de l'air est consommé mais pas le diazote  $N_2$ . On considère que l'air est composé en fraction molaire de 20% de  $O_2$  et 80% de  $N_2$ .

Parmi les 4 solutions suivantes, indiquer la quantité de matière  $n_{N_2}$  de diazote correspondante :

$$n_{N_2} = 31,2 \text{ mol} \quad n_{N_2} = 500 \text{ mol} \quad n_{N_2} = 125 \text{ mol} \quad n_{N_2} = 62,5 \text{ mol}$$

**A.2.3.f)** En vous aidant des données du **document 5 page 6**, vérifier la valeur de la masse de dioxyde de carbone formée par la combustion de 1,00 kg de méthane.

#### **A.2.4. Différence de bilan énergétique**

On souhaite vérifier, dans cette partie, les économies évoquées dans l'article du **document 6 page 8/16**.

Sur une « chaudière ancienne », les fumées sont évacuées à une température d'environ 200 °C. Actuellement pour une chaudière à condensation la température de sortie des fumées est d'environ 55 °C et l'eau condensée est évacuée à une température de 20 °C. On continuera dans cette partie à raisonner sur la combustion de 1,00 kg de méthane.

**A.2.4.a)** En vous aidant du **document 5 page 7/16**, compléter le **tableau 1 de la page 16/16** à rendre avec votre copie.

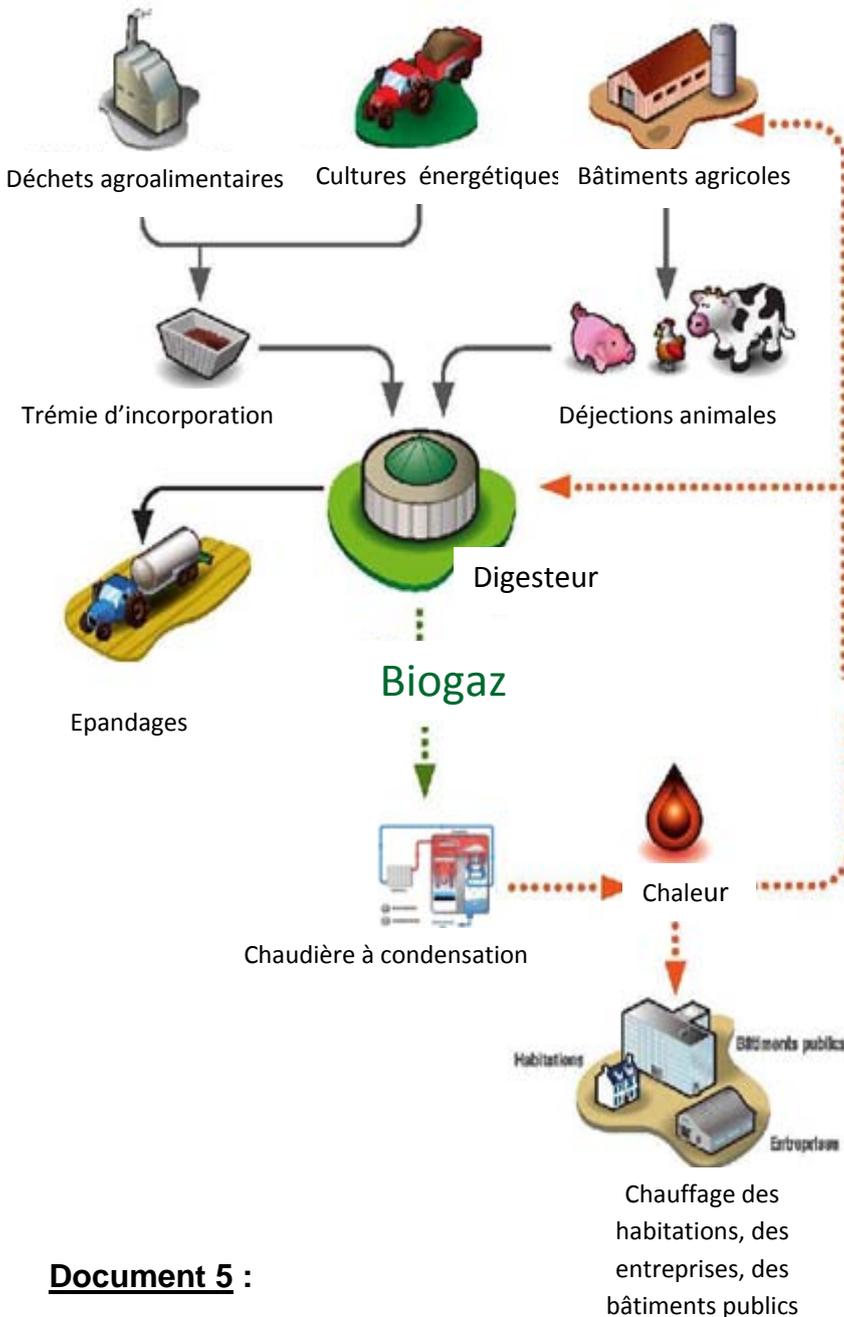
#### **Données :**

- L'énergie libérée  $Q$  (en joule) par un fluide lorsque sa température varie sans changement d'état est :  $Q = m.C_p. \Delta\theta$  où  $C_p$  est la capacité thermique massique (en  $J.kg^{-1}.K^{-1}$ ),  $m$  est la masse (en kg) et  $\Delta\theta$  la variation de température (en °C).
- L'énergie libérée  $Q$  (en joule) par un fluide lors de son changement d'état est :  $Q = m.L$  où  $L$  est la chaleur latente de changement d'état (ou enthalpie standard de changement d'état) (en  $J.kg^{-1}$ ) et  $m$  est la masse (en kg).
- Le PCI (pouvoir calorifique inférieur) du méthane est  $50,1 MJ.kg^{-1}$ . Cela signifie que la combustion d'1kg de méthane produit 50,1 MJ sans compter l'énergie des gaz condensés.
- L'eau bout à 100°C sous la pression d'une atmosphère (1 atm = 1013 hPa). L'enthalpie massique de vaporisation de l'eau, égale à l'énergie fournie pour transformer l'eau liquide en vapeur, est de  $2257 kJ.kg^{-1}$ .

**A.2.4.b)** La valeur totale de l'énergie récupérée permet-elle de justifier les économies présentées dans l'article du **document 6 page 8/16** ?

## ANNEXES PARTIE A.1.2.

### Document 4 – Principe de la méthanisation



La méthanisation est un procédé de dégradation de la matière organique en absence d'oxygène.

Cette dégradation a lieu grâce à l'action de différentes bactéries et conduit à une production de biogaz (constitué principalement de méthane). Le méthane sert de combustible carburant à la chaudière à condensation. L'énergie produite peut être valorisée selon les besoins aux abords de l'installation (habitations, bâtiments d'élevage, serres...). L'énergie thermique produite à partir de biogaz constitue une source d'énergie renouvelable et propre.

#### Les avantages de la méthanisation

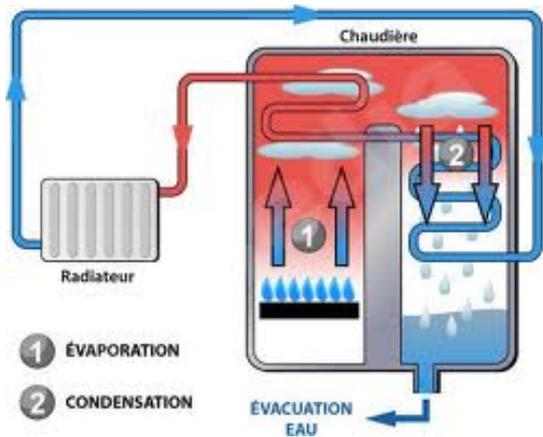
- **Diminution** de la production des gaz à effet de serre ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ...).
- **Réduction** importante des odeurs lors du stockage des effluents et lors de l'épandage.
- **Reconquête** des plans d'épandage (distance par rapport aux tiers).

Source : AEB méthafrance

#### Document 5 :

Gaz issus de la combustion et gaz spectateur	$\text{CO}_2$	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{N}_2$
Masse molaire moléculaire (en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )	44	18	28
Quantité de matières en moles des gaz issus de la combustion d'1kg de méthane.	62,5	125	500
Masse (en g) des gaz issus de la combustion d'1kg de méthane.	2750	2250	14000

## Document 6 : étude de la récupération d'énergie dans les chaudières à condensation :



### **Une technologie innovante au service de l'économie d'énergie**

Les chaudières à condensation se distinguent de leurs consœurs plus anciennes par leur mécanisme de fonctionnement différent : elles ne se contentent pas de brûler du combustible pour chauffer, dans la mesure où les vapeurs de combustion, condensées, servent à chauffer de nouveau les eaux de retour. L'économie d'énergie est substantielle, même en comparaison avec les chaudières classiques les plus modernes. Comptez sur une réduction de vos factures de 20% à 35% !

### **Rendement chaudière à condensation**

Les chaudières à condensation sont les plus performantes des chaudières modernes. Leur efficacité économique et écologique est très forte : elles permettent d'économiser du combustible grâce à leur fonctionnement particulier qui évite la déperdition d'énergie inutile. On dit que ces chaudières ont de très hauts "rendements". Comment s'apprécie le rendement, et que signifie-t-il exactement ?

### **Comment appréhender la notion de rendement ?**

On peut formuler la notion de rendement de la manière suivante :  $\text{Rendement} = (\text{Quantité d'énergie qui sort de la chaudière sous forme de chaleur}) / (\text{Quantité d'énergie qui rentre dans la chaudière sous forme de combustible et qui est produite par la condensation})$ . Mais deux types de mesures sont possibles :

- le PCI (Pouvoir Calorifique Inférieur) compare uniquement la "quantité" de chaleur finale effectivement produite avec la quantité de combustible pur qui est utilisée pour cela.
- le PCS (Pouvoir Calorifique Supérieur) compare la "quantité" de chaleur finale effectivement produite avec la quantité de combustible pur utilisée + l'énergie produite par la condensation des fumées (celle-là même qui fait l'efficacité des chaudières à condensation) qu'on appelle "chaleur latente".

En PCI, le rendement des chaudières à condensation est supérieur à 100% (car il ne prend pas en compte la chaleur latente), alors qu'en PCS il est nécessairement inférieur à 100% (car il prend en compte toutes les sources d'énergie présentes). On continue néanmoins d'utiliser la mesure PCS, même si elle est moins évidente. Pourquoi ? Parce qu'elle seule permet de comparer les chaudières modernes et anciennes, et les chaudières anciennes entre elles !

### **Quelques comparaisons...**

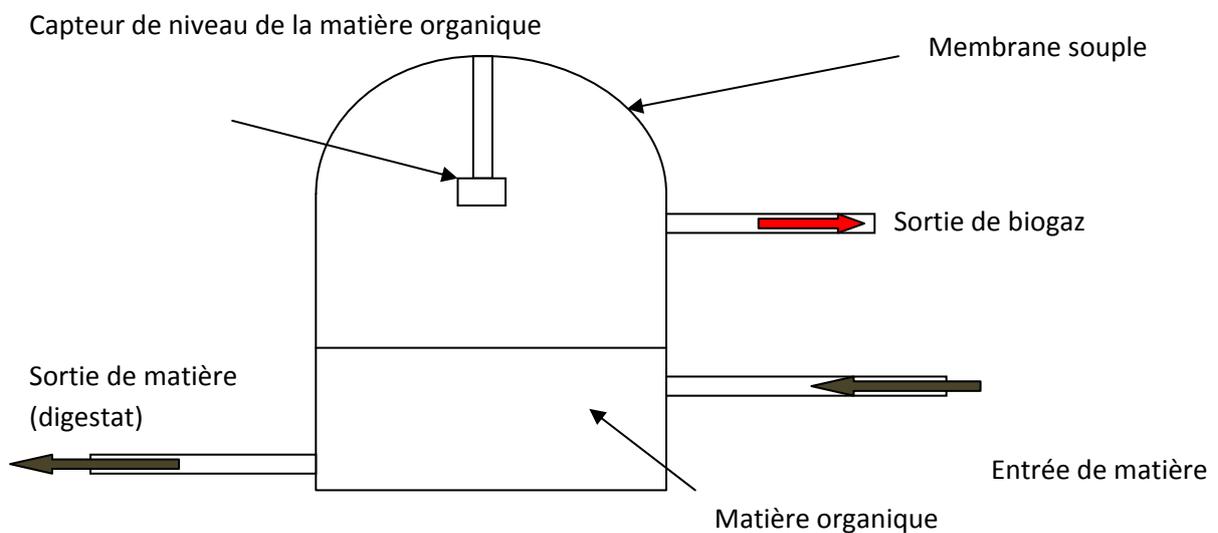
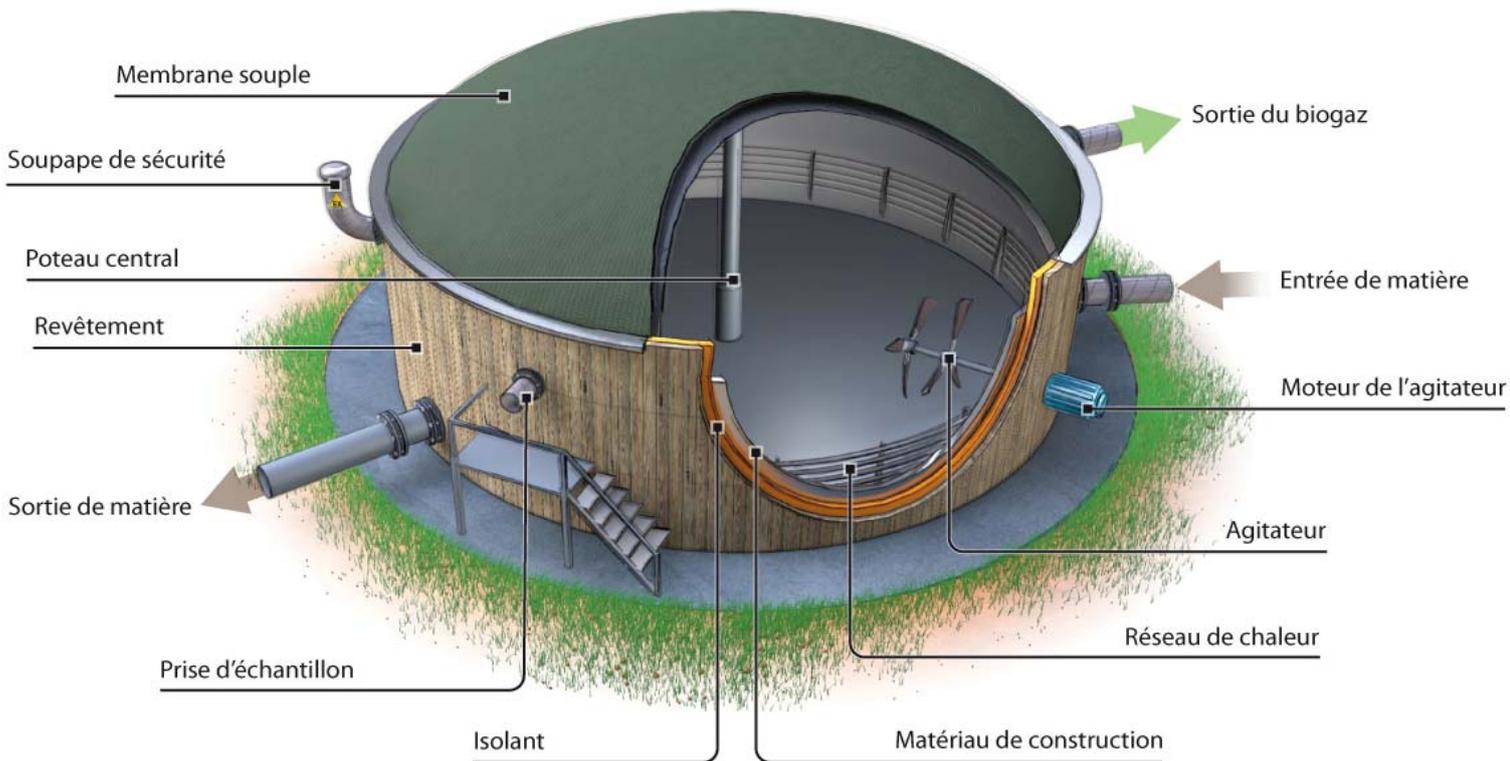
Rentrons dans le vif du sujet : une chaudière à condensation atteint des rendements PCI de 105% à 110%, et en PCS de 96% à 99%, tandis qu'une chaudière classique produira de la chaleur avec du 90% PCI et 81% PCS au maximum. La différence est grande. Mais soyons plus concrets : par rapport aux "vieilles" chaudières, traditionnelles, l'économie sera de 20 à 35 % par rapport aux chaudières "modernes" traditionnelles.

Extrait d'articles : [www.durable.com](http://www.durable.com)

**PROJET B : DES NOUVELLES TECHNOLOGIES AU SERVICE DE L'AGRICULTURE**

**B.1. - Étude du dispositif de captage de niveau dans le digesteur.**

La matière organique au fond du digesteur est mélangée et chauffée à une température comprise entre 55°C et 60°C. Elle se décompose donc par fermentation et fournit du biogaz et de la matière sèche appelée digestat qui servira d'engrais pour les cultures céréalières. Lorsque la matière organique se décompose, son niveau dans le digesteur baisse et la pression due au biogaz sous la membrane souple augmente. Un système de mesure du niveau de la matière organique permet l'ouverture des vannes pour la sortie du digestat et l'entrée de nouvelle matière organique. Un capteur de pression au niveau de la membrane permet l'évacuation du surplus de gaz éventuel par une soupape de sécurité.

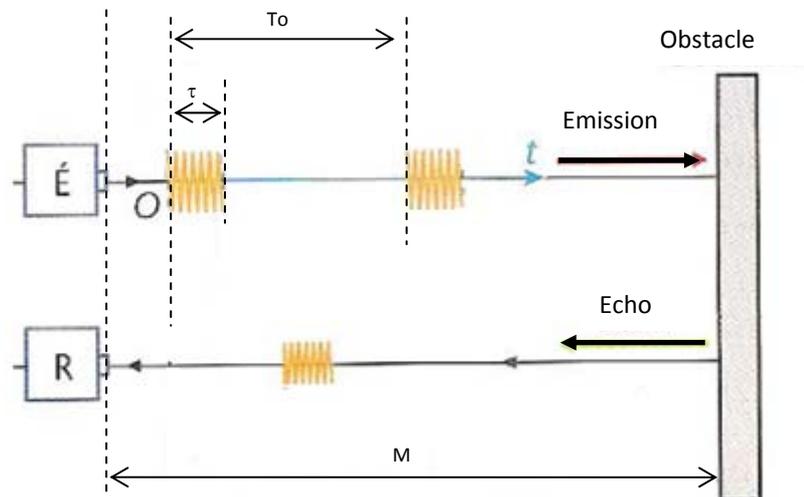


**Schéma en coupe du digesteur**

Le capteur de niveau étudié est un capteur à ultrasons. Celui-ci est composé :

- d'un émetteur à ultrasons qui envoie un train d'ondes ultrasonores de fréquence 40 kHz toutes les  $T_0 = 2,0$  secondes. On appellera  $\tau$  la durée d'un train d'ondes ( $\tau = 1$  ms). Un train d'ondes est un paquet de plusieurs périodes simultanées envoyé à intervalles de temps réguliers,
- et d'un récepteur à ultrasons.

On appellera  $t_R$  le temps de retard s'écoulant entre l'émission de l'onde par É et sa réception par R.



La distance  $H$  entre le capteur et le fond de la cuve est de 6,0 m. Le niveau maximum de déchets organiques admissible dans la cuve est  $N_{\max} = 5,0$  m et le niveau minimum est  $N_{\min} = 1,0$  m.

On notera  $M$  la distance entre le capteur et le niveau des déchets organiques.

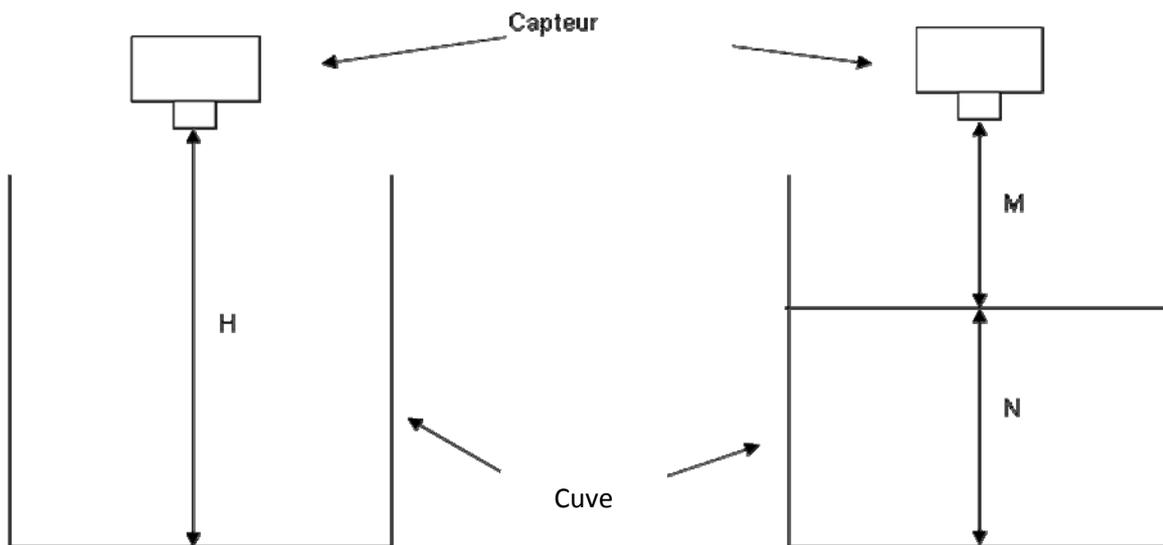


Figure 1

Figure 2

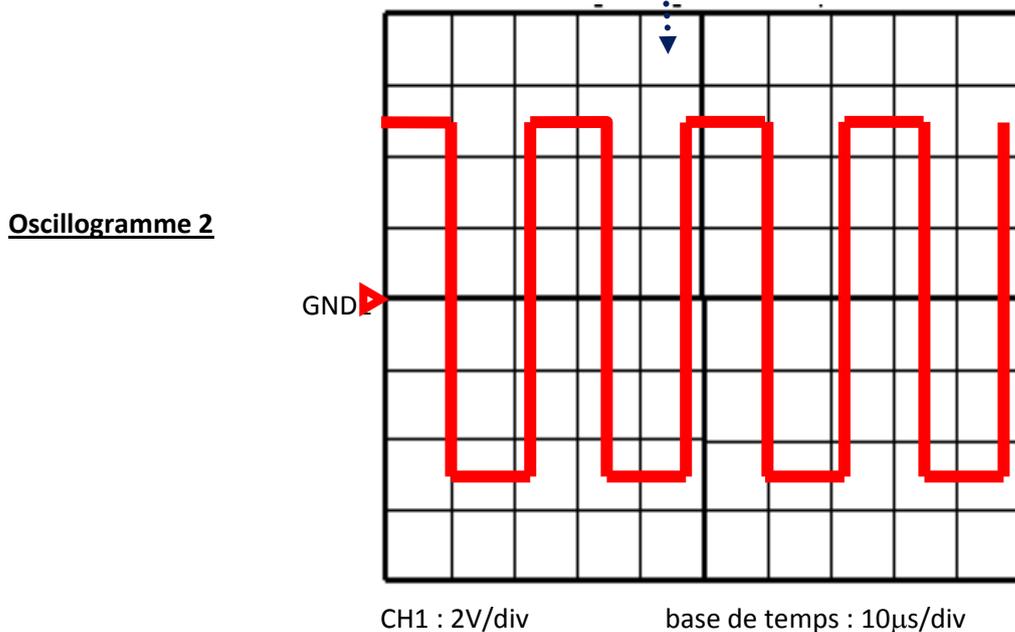
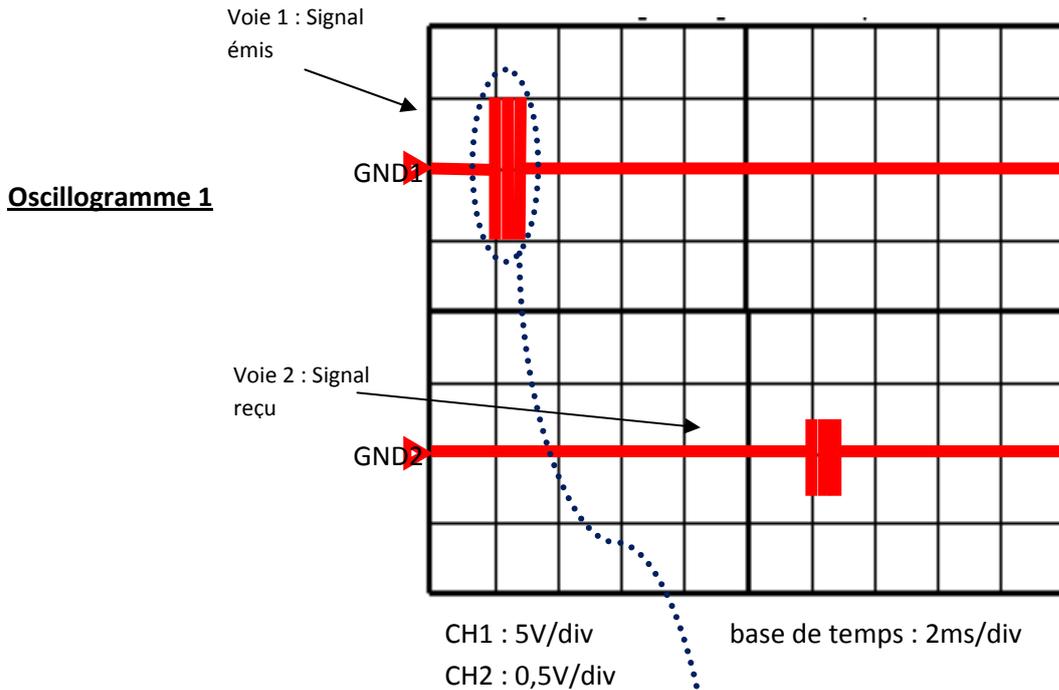
**B.1.1.** À l'aide de l'oscillogramme 2 page 11/16, vérifier que l'émetteur ultrasonore est bien alimenté par une fréquence d'environ 40 kHz.

**B.1.2.** Justifier, à l'aide de l'oscillogramme 1 page 11/16, que le signal émis est bien celui de la voie 1 et que le signal reçu est bien celui de la voie 2.

- B.1.3.** À l'aide de l'**oscillogramme 1 page 11/16**, justifier que la durée  $\tau$  du train d'ondes d'émission vaut 1 ms.
- B.1.4.** À l'aide de l'**oscillogramme 1 de la page 10/16**, calculer le temps de retard  $t_R$ .
- B.1.5.** Démontrer que la distance  $M$ , entre le capteur et le niveau des déchets organiques, a pour expression :

$$M = \frac{v \times t_R}{2} \quad \text{où } v \text{ est la vitesse des ultrasons dans l'air.}$$

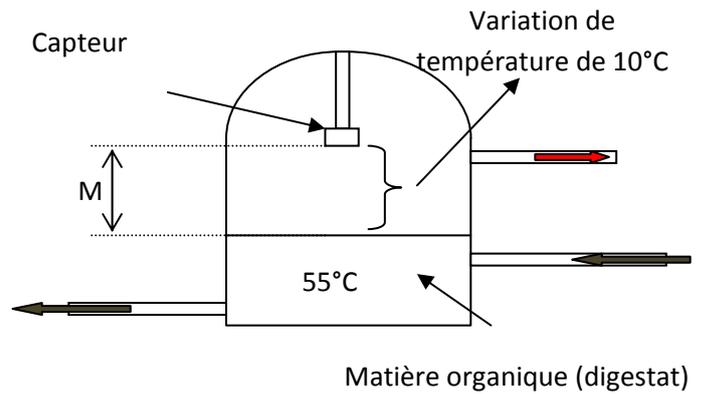
- B.1.6.** La vitesse des ultrasons dans l'air (à température 50°C) est de  $v = 360 \text{ m.s}^{-1}$ . Calculer la distance  $M$  correspondant au retard  $t_R$  de l'**oscillogramme 1 page 11/16**.



Étant donné que le digestat est chauffé à 55°C, la température moyenne du gaz entre le capteur et le niveau du digestat est de 50°C mais elle peut varier de  $\Delta\theta=10^\circ\text{C}$ .

La vitesse  $v$  des ultra-sons dans le gaz varie en fonction de la température.

La distance  $M$  mesurée par le capteur dépend de la vitesse  $v$  des ultra-sons et donc dépend de la température du gaz.



On désire connaître l'incertitude absolue  $\Delta M$  liée à une variation de température  $\Delta\theta$  de 10°C.

On donne :

- $2 \cdot \frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta T}{T}$  où  $T$  est la température en degré Kelvin ;
- $\Delta\theta = 10^\circ\text{C}$  : variation de température entre le capteur et le niveau du digestat ;
- $v = 360\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  : vitesse des ultra-sons à 50°C ;
- $\theta = 50^\circ\text{C}$  ;
- $\frac{\Delta M}{M} = \frac{\Delta v}{v}$  où  $M$  est la distance en mètres entre le capteur et le niveau du digestat et  $t$  est le temps mis par l'onde pour faire un aller-retour au capteur.
- La documentation constructeur du capteur :

**Alimentation** 220/240 V 50/60 Hz

**Fusible** 100 mA

**Résolution** : 0,01 m

**Plage de mesure** 0,35 m à 8,35 m soit 8 mètres.

**Précision** 0,25 % de la plage de mesure + 1 digit (le digit étant le dernier chiffre affiché sur l'appareil).

**Température d'utilisation** - 20°C à + 80°C.

*Exemple de valeur affichée par l'appareil : 1,80 m*

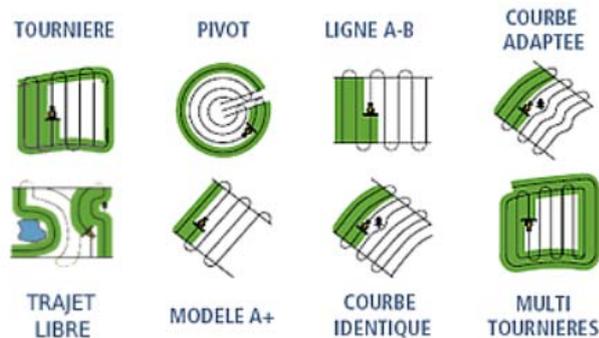
- B.1.7.** Calculer la température  $T$  en kelvin correspondant à  $\theta = 50^\circ\text{C}$ . On donne la température de fusion de la glace à pression atmosphérique  $T_{\text{fs}}$  (glace) = 273 K.
- B.1.8.** Calculer la variation de température  $\Delta T$  en kelvin correspondant à une variation de température de  $\Delta\theta = 10^\circ\text{C}$ .
- B.1.9.** Calculer l'incertitude relative  $\frac{\Delta v}{v}$  de la vitesse des ultra-sons dans le gaz.
- B.1.10** Pour la distance  $M = 1,80\text{ m}$ , calculer l'incertitude  $\Delta M$  sur la mesure de la distance. Vous donnerez votre résultat numérique avec un nombre de chiffres significatifs en adéquation avec l'affichage du capteur.
- B.1.11.** Calculer l'incertitude prévue par le constructeur (voir « *précision* » de la documentation constructeur).

## B. 2. - Équipement d'un tracteur d'un système de guidage automatique

L'exploitant veut également des renseignements afin d'équiper son tracteur d'un système de guidage automatique. En effet, le système de guidage automatique offre un guidage haute précision intégré pour n'importe quel type de champ – pour une agriculture « mains libres ». Le système dirige le véhicule automatiquement, et ce jusqu'à une vitesse de 40 km/h, pour une précision optimale et une productivité accrue. Il est idéal pour les applications agricoles de cultures en lignes les plus exigeantes.



Une barre de guidage GPS est un appareil basé sur la technologie de géolocalisation par satellite (GPS). À partir d'une ligne de référence (droite ou courbe) et de la définition de la largeur de l'outil, la console est capable de générer des lignes suivant les modèles ci-dessous :



Le récepteur GPS détecte une fréquence de 450 MHz. L'exploitant voudrait savoir si cette fréquence est dangereuse pour l'homme.

**B.2.1.** Calculer la longueur d'onde  $\lambda$  associée à la fréquence de 450 MHz.

On donne la célérité des ondes électromagnétiques dans l'air :  $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

**B.2.2.** Calculer l'énergie d'un photon de fréquence 450 MHz en eV.

On donne la constante de Planck :  $h = 6,67 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

On donne :  $1,00 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

**B.2.3.** En utilisant le **document 7 de la page 15/16**, comparer les effets sur les cellules du corps humains des ondes électromagnétiques utilisées dans les téléphones portables et des ondes électromagnétiques de longueurs d'ondes inférieures à 400 nm. On rappelle  $1 \text{ nm} = 1 \cdot 10^{-9} \text{ m}$

## **PROJET C : ACQUISITION D'UN VÉHICULE ÉLECTRIQUE UTILITAIRE**

Afin de se déplacer dans son exploitation et pour le transport de charges encombrantes, l'exploitant veut s'équiper d'un véhicule électrique utilitaire. Le véhicule suivant semble intéresser l'exploitant.

MOTORISATION	
Puissance	6,33 kW (6 moteurs)

BATTERIES	
Type	plomb
Composition du pack	4 batteries montées en série 12 V ;
Caractéristique d'une batterie	85 Ah

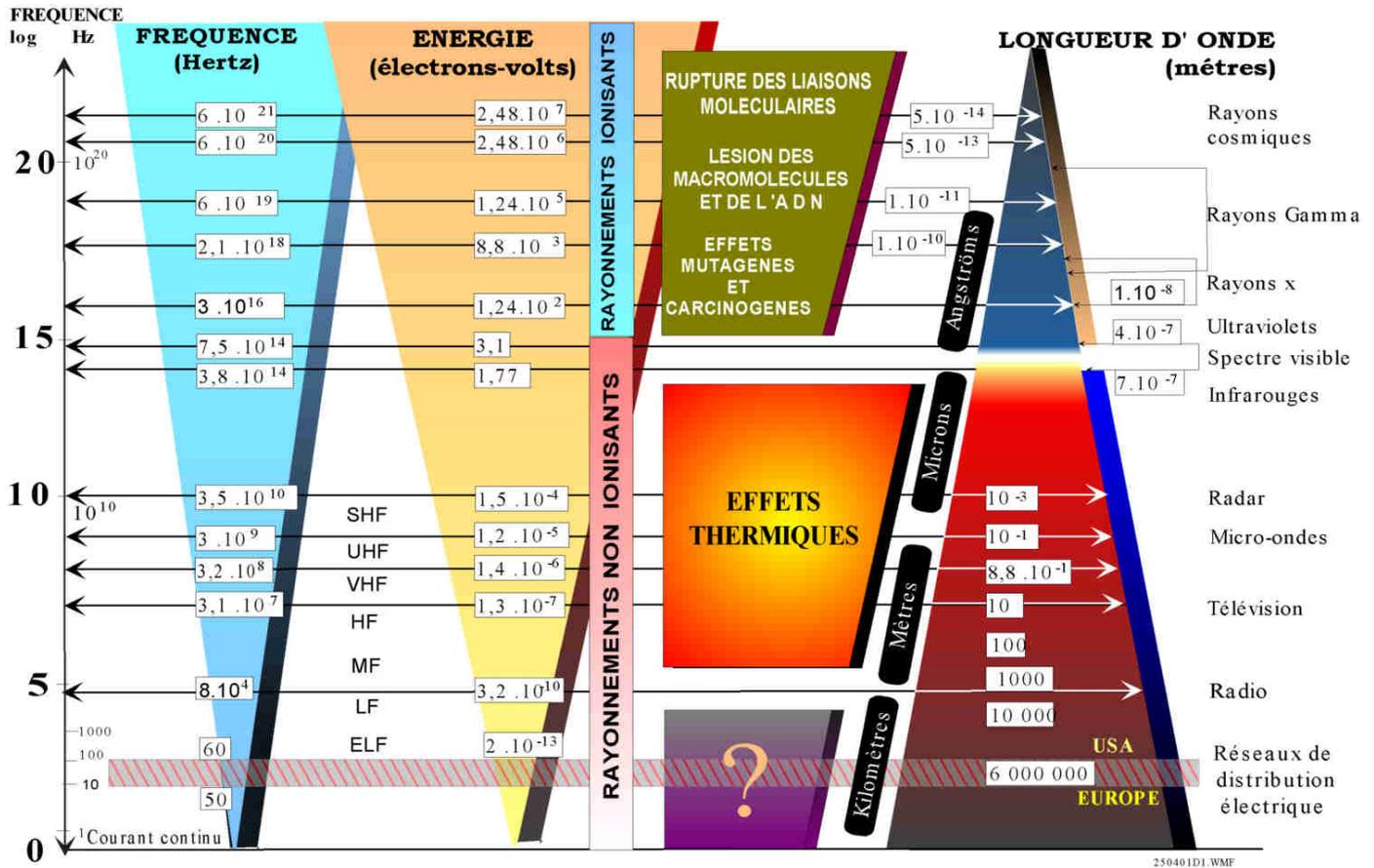
PERFORMANCES	
Vitesse maximale	15 à 45 km/h
Autonomie	20 à 40 km selon les batteries

DIMENSION ET GABARIT	
Charge utile	450 kg (traction : 3 tonnes)
Rayon de braquage	2,89
Longueur	3,000 m
Largeur	1,320 m
Hauteur	1,630 m
Poids	400 kg

- C.1.** Compléter le tableau **réponse 2 du document réponse de la page 16/16** concernant les demi-équations de décharge de la batterie au plomb.
- C.2.** Donner la capacité (ou quantité d'électricité) disponible dans une batterie.
- C.3.** Donner la tension à vide aux bornes d'une batterie puis en déduire la tension aux bornes du pack de 4 batteries montées en série ?
- C.4.** Calculer l'énergie disponible dans l'ensemble du pack de 4 batteries montées en série.
- C.5.** Lorsque le véhicule roule à 10 km/h, la puissance motrice (puissance mécanique) totale est de 4,5 kW. Le rendement de l'ensemble des 6 moteurs électriques est de 82,7 %.
- C.5.1)** Compléter le **diagramme énergétique de la page 16/16** avec les termes suivants : puissance électrique, pertes, puissance mécanique.
- C.5.2)** Calculer la puissance nécessaire en sortie de la batterie.
- C.6.** Dans ces conditions, déterminer la durée de décharge de la batterie exprimée en heures.
- C.7.** L'autonomie notée dans la documentation ci-dessus est-elle justifiée ?

## Document 7 : influence des ondes électromagnétiques sur les cellules du corps humain



250401D1.WMF

# DOCUMENT RÉPONSE

## (à rendre avec la copie)

### Tableau 1 - partie A.1.2

Constituants	Récupération d'énergie	masse (kg)	Cp (J.kg <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> )	Δ(θ) (°C)	L(J.kg <sup>-1</sup> )	E récupérée (J)
CO <sub>2</sub> (gaz)	de 200°C à 55°C	2,75	650			
N <sub>2</sub> (gaz)	de 200°C à 55°C	14	730			
H <sub>2</sub> O (gaz)	de 200°C à 100°C	2,25	1410			
H <sub>2</sub> O (gaz-Liquide)	à 100°C	2,25			2,26.10 <sup>6</sup>	
H <sub>2</sub> O (liquide)	de 100°C à 20°C	2,25	4185			

Total en  
MJ .....  
.....

### Tableau 2 - partie C

Décharge de l'accumulateur au plomb	Charge de l'accumulateur au plomb
Equation d'oxydation à l'anode : (couple Pb <sup>2+</sup> /Pb) .....	Au pôle + : oxydation du sulfate de plomb (PbSO <sub>4</sub> ) $PbSO_4(s) + 2H_2O(l) = PbO_2(s) + 4H^+(aq) + 2e^- + SO_4^{2-}(aq)$
Equation de réduction à la cathode : $PbO_2(s) + \dots H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq) + \dots e^- = PbSO_4(s) + \dots H_2O(l)$	Au pôle - : réduction du sulfate de plomb (PbSO <sub>4</sub> ) $PbSO_4(s) + 2e^- = Pb(s) + SO_4^{2-}(aq)$

Source : Nathan éducation

### Diagramme énergétique - partie C

