

**SESSION 2010**

---

**CAPLP  
CONCOURS INTERNE  
ET CAER**

**Section : MATHÉMATIQUES – SCIENCES PHYSIQUES**

**COMPOSITION DE SCIENCES PHYSIQUES**

Durée : 4 heures

---

*Calculatrice électronique de poche – y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.*

*L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit.*

*Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.*

*De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.*

**NB : Hormis l'en-tête détachable, la copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.**

**Tournez la page S.V.P.**

# I- PHYSIQUE

Au 1<sup>er</sup> janvier 2009, plus de 30 millions de voitures particulières équipent 83% des ménages français. L'épuisement des ressources naturelles pétrolières, la pollution et le réchauffement climatique amènent l'industrie automobile à concevoir et à promouvoir de nouvelles technologies moins polluantes et plus économes en carburant.

Le sujet aborde différents aspects de l'automobile pouvant être traités en classe de lycée professionnel.

## Partie A : Etude mécanique

### Données :

Masse volumique de l'air  $\rho_{\text{air}} = 1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

1 bar = 100 000 Pa

Intensité de pesanteur :  $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

Pouvoir calorifique du gazole :  $P_{\text{cg}} = 44,8 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$

Densité gazole :  $d_g = 0,85$

Afin de préparer le programme de sciences physiques de baccalauréat professionnel, un professeur rassemble, sur le document ressource joint au sujet, diverses données techniques relatives à la voiture étudiée.

### 1. Module T1 du programme de seconde professionnelle : Comment peut-on décrire le mouvement d'un véhicule ?

- 1.1. Proposer une définition d'un référentiel « galiléen ».
- 1.2. Exploitation du film 1 du document ressource : la voiture roule, sur une route rectiligne et horizontale, à la vitesse constante de 10 km/h. Au passage d'une marque, un chronomètre est déclenché, le conducteur débraye et maintient la direction, le véhicule s'arrête après avoir parcouru une distance de 31,2 m.
  - 1.2.1. Préciser la nature du mouvement du véhicule après le passage de la marque. Justifier la réponse.
  - 1.2.2. Pour la suite de l'exercice, on s'aidera des données de la fiche technique du véhicule figurant dans le document ressource.  
On considère que la force de frottement aérodynamique est négligeable devant la résistance au roulement (force de frottement solide).  
  
En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, calculer le coefficient de résistance au roulement  $k$  (coefficient de frottement solide).
  - 1.2.3.
    - 1.2.3.1. Calculer la valeur de la force de frottement solide. On prendra 70 kg pour la masse du conducteur.
    - 1.2.3.2. Calculer la valeur de la force de frottement aérodynamique,
    - 1.2.3.3. Indiquer si la condition exposée à la question 1.2.2. est juste. Justifier la réponse.

- 1.2.4. Déterminer l'équation horaire de ce mouvement.
- 1.2.5. Calculer le temps mis par le véhicule pour parcourir les 31,2 mètres.
- 1.3. Exploitation du film 2 du document ressource : la voiture roule à la vitesse constante de 100 km/h. A cette vitesse, on considère que :
- le moteur consomme 5 L de carburant au 100 km ;
  - la valeur de la résultante des forces de frottement est égale à 427 N.
- 1.3.1. On souhaite exploiter le film 2, dans le cadre de l'étude d'un mouvement rectiligne uniforme.  
Quelle(s) indication(s) doit-on fournir aux élèves pour une exploitation de ce film à l'aide d'un logiciel de chronophotographie ?
- 1.3.2. Déterminer la force de traction nécessaire pour maintenir la voiture à cette vitesse. Justifier la réponse.
- 1.3.3. Déterminer la puissance mécanique nécessaire, à chaque instant, au mouvement.
- 1.3.4. Calculer l'énergie théorique nécessaire pour parcourir 100 km.
- 1.3.5. Cette énergie est produite grâce au pouvoir calorifique du carburant (gazole). Calculer l'énergie qui peut être cédée sous forme thermique par la combustion de 5 L de gazole.
- 1.3.6. Calculer le rendement thermique du moteur.

## **2. Module T2 du programme de seconde professionnelle : Comment passer de la vitesse des roues à celle de la voiture ?**

- 2.1. A l'aide des données de la fiche technique du document ressource, montrer que le diamètre de la roue vaut 621 mm. En déduire la distance parcourue par le véhicule en un tour de roue.
- 2.2. Calculer la fréquence de rotation de la roue lorsque le véhicule roule à 100 km/h.
- 2.3. A l'aide des caractéristiques du moteur du document ressource, calculer, en précisant la démarche, la fréquence de rotation du moteur lorsque le véhicule roule à 100 km/h en cinquième.
- 2.4. Le rapport de transmission global est le rapport de la fréquence de rotation de l'arbre de la roue sur la fréquence de rotation du moteur.
- 2.4.1. Calculer le rapport de transmission global lorsque la voiture roule à 100 km/h en cinquième.
- 2.4.2. Indiquer qualitativement comment évolue ce rapport si, à la même vitesse (100 km/h), le conducteur passe la quatrième. Justifier la réponse.
- 2.5. Lors d'une séquence pédagogique, on souhaite développer la capacité du module T2 : « Déterminer expérimentalement une relation entre fréquence de rotation et vitesse linéaire ».
- 2.5.1. Exprimer cette relation en explicitant chaque grandeur.
- 2.5.2. Proposer un dispositif expérimental adapté à cette séquence, et exploitable en classe.

### 3. Module T6 du programme du cycle terminal : Qu'est-ce qu'une voiture puissante ?

- 3.1. La valeur du couple moteur varie selon la fréquence de rotation du moteur.
- 3.1.1. Illustrer, à l'aide d'un schéma, la notion de moment d'un couple de forces. Annoter ce schéma et donner l'expression littérale qui représente le moment d'un couple de forces.
- 3.1.2. Pour la 207 HDI, indiquer, à l'aide des « courbes moteur » du document ressource, une estimation de la fréquence de rotation du moteur pour laquelle le couple est maximal.
- 3.2. A l'aide des « courbes moteur » du document ressource :
- 3.2.1. Déterminer une estimation de la valeur du couple moteur lorsque la voiture roule à 50 km/h en 2<sup>nde</sup> vitesse.
- 3.2.2. Lors d'une phase d'accélération, le conducteur passe de la 2<sup>nde</sup> à la 3<sup>ème</sup> vitesse à 50 km/h, indiquer l'influence de ce changement de vitesse sur la valeur du couple moteur.
- 3.2.3. Justifier la pertinence de ce changement de vitesse dans cette situation.
- 3.3. On donne la relation  $P = \omega M_c$  avec  $P$  : puissance en W,  
 $\omega$  : vitesse angulaire en  $\text{rad.s}^{-1}$ ,  
 $M_c$  : moment du couple utile du moteur en N.m
- 3.3.1. A l'aide de la caractéristique d'un moteur électrique donnée dans le document ressource, montrer que  $P$  s'exprime en fonction de  $M_c$  par la relation :
- $$P = 400\pi M_c - 1000\pi M_c^2$$
- 3.3.2. Le professeur propose à ses élèves de déterminer la valeur du moment du couple utile du moteur correspondant à la puissance maximale.
- A quelle notion mathématique du programme de baccalauréat professionnel fait-on appel ?

### 4. Module T7 du cycle terminal : Comment avoir une bonne tenue de route ?

Le volume  $V_a$  d'air contenu dans un pneu est considéré constant :  $V_a = 21 \text{ L}$ .

- 4.1. Déterminer, dans les conditions d'utilisation courante ( $P = 2,2 \text{ bar}$  et  $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ), le rapport  $\frac{PV}{T}$ . Exprimer le résultat en  $\text{J.K}^{-1}$ , arrondi au dixième.
- 4.2. Calculer la pression de l'air contenu dans ce pneu à  $0^\circ\text{C}$ .
- 4.3. Justifier la préconisation du constructeur de pneus : « pour compenser l'effet "basse température" en hiver et rouler à bonne pression, il est nécessaire de rajouter 0,2 bar (à froid) à la pression d'utilisation courante ».

## Partie B : Electricité

### 1. Module T 4 du programme du cycle terminal : Pourquoi éteindre les phares quand le moteur est arrêté ?

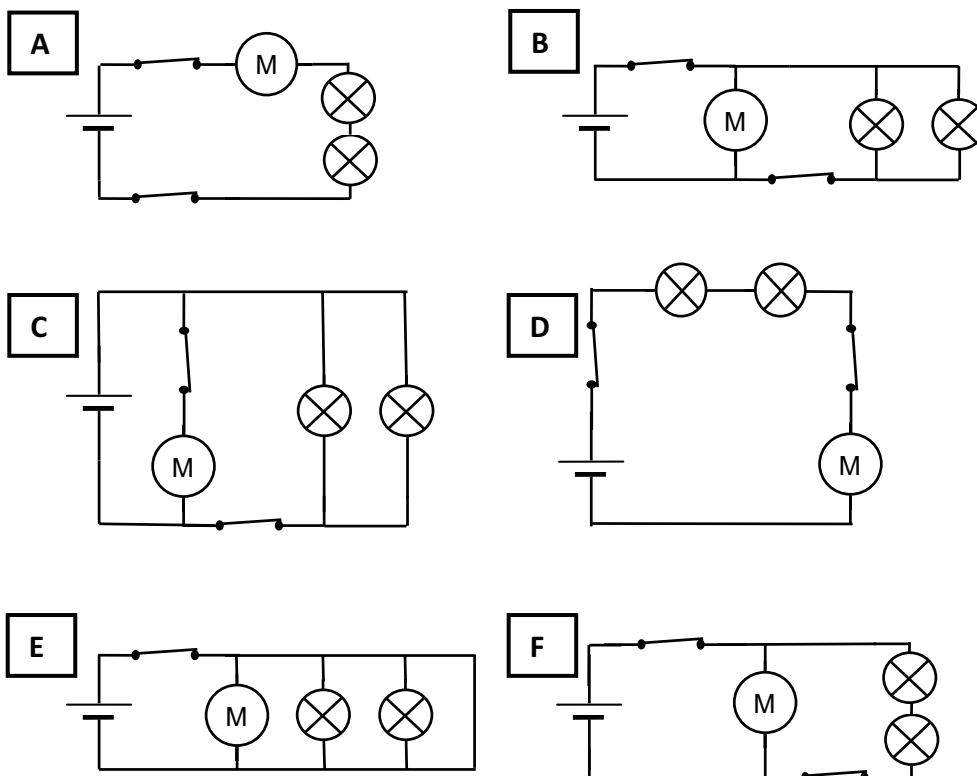
Le professeur souhaite introduire le module T4 du programme de sciences physiques avec les élèves. Pour cela, il distribue le document suivant, visant à réactualiser des connaissances antérieures:

Etude d'un circuit simplifié des phares d'une voiture électrique.

**Le circuit des phares d'une voiture électrique doit respecter les conditions suivantes :**

- Les phares peuvent être allumés même si le moteur est éteint (et inversement).
- Si un phare ne fonctionne plus, l'autre doit encore être allumé.
- On commande l'allumage et l'extinction des deux phares en même temps.
- On commande la mise en route et l'arrêt du moteur indépendamment des phares.

**1. Parmi les circuits suivants, choisir celui qui remplit les conditions énoncées ci-dessus.**

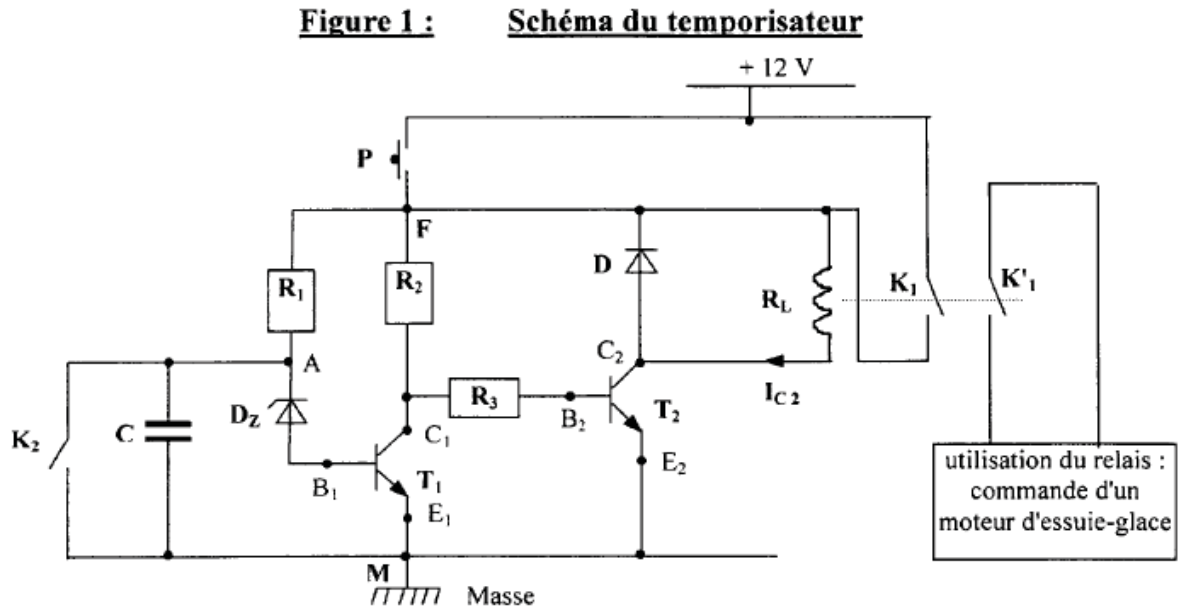


**2. Après avoir fait vérifier votre choix par le professeur, réaliser le circuit à l'aide du matériel mis à disposition.**

- 1.1. Rédiger une réponse à la question 1 posée ci-dessus aux élèves, en justifiant le choix fait.
- 1.2. Le professeur souhaite mettre en œuvre une démarche pédagogique favorisant davantage l'investigation.  
Proposer une modification du scénario de cette séance pour atteindre cet objectif.

## 2. Etude du circuit électrique permettant d'utiliser les essuie-glaces sur une durée réduite (par exemple lors du lavage du pare-brise)

Le montage ci-dessous est destiné à commander un relais possédant deux interrupteurs  $K_1$  et  $K'_1$ . L'interrupteur  $K_1$  fait partie du circuit de temporisation et l'interrupteur  $K'_1$  commande l'utilisation du relais. Le montage est mis sous tension à l'aide d'un bouton-poussoir P.



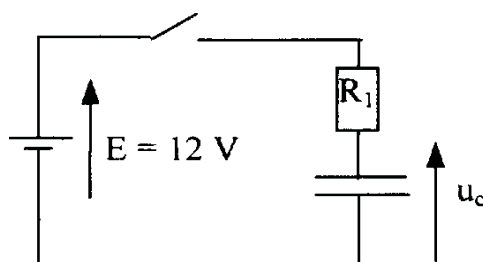
Ce circuit comporte un condensateur C, une diode D, une diode Zener  $D_z$ , un relais, des résistors et deux transistors bipolaires  $T_1$  et  $T_2$ .

Avant la mise sous tension, le condensateur est déchargé et les interrupteurs  $K_1$ ,  $K'_1$  et  $K_2$  sont ouverts.

### 2.1. Etude de la charge du condensateur

On considère le circuit ci-dessous.

A  $t = 0$  s, l'interrupteur est fermé. Le condensateur est initialement déchargé.



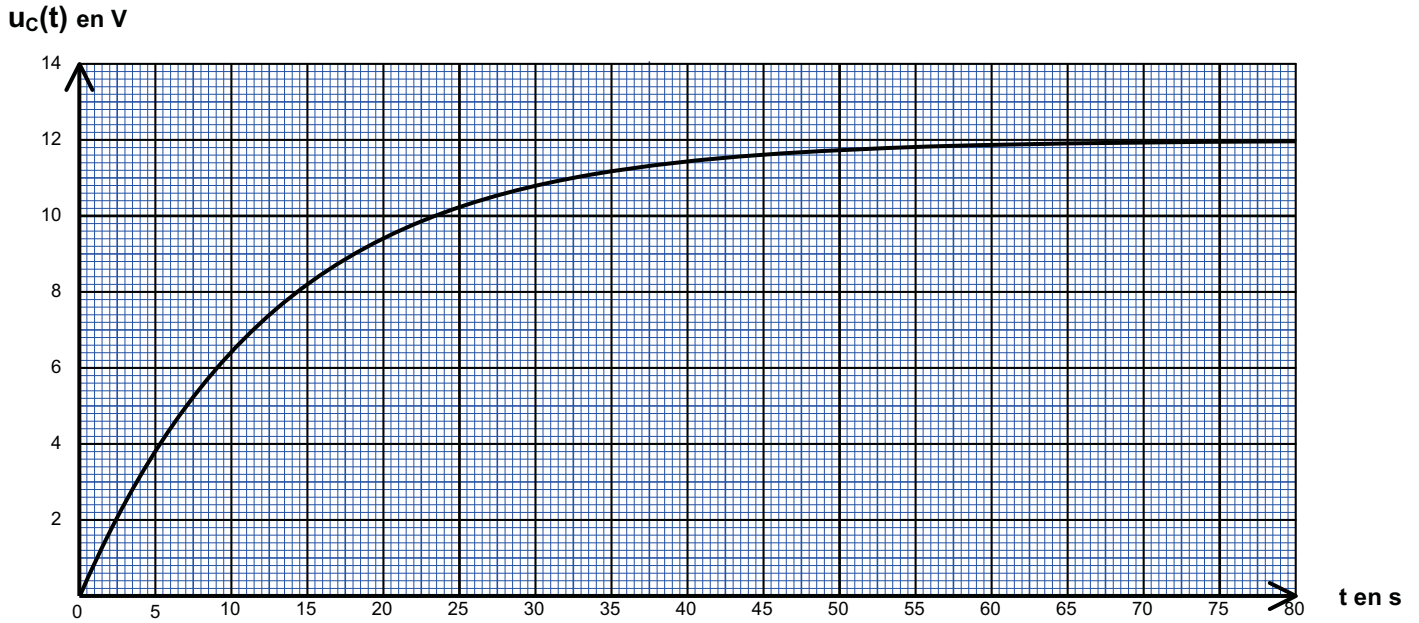
2.1.1. Etablir l'équation différentielle à laquelle obéit la tension aux bornes du condensateur  $u_c(t)$ .

2.1.2. Les solutions de cette équation différentielle sont du type :

$$u_c(t) = k_1 \cdot e^{-kt} + k_2 \text{ où } k, k_1 \text{ et } k_2 \text{ sont des constantes.}$$

Donner l'expression de  $u_c(t)$  dans les conditions de l'expérience.

2.1.3. La courbe de charge du condensateur à travers la résistance  $R_1$  est donnée ci-dessous :

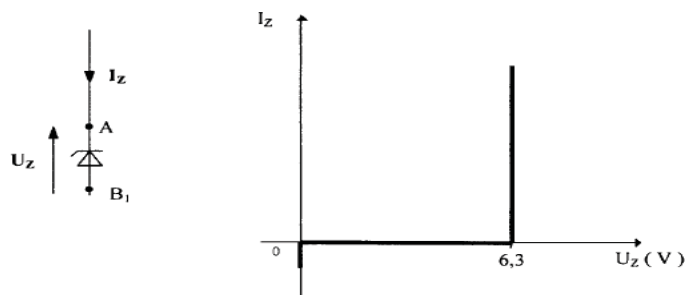


2.1.3.1. Déterminer graphiquement la constante de temps notée  $\tau$  du dipôle  $R_1C$ .

2.1.3.2. Déterminer la durée nécessaire pour obtenir une tension  $u_C$  égale à 6,3 V.

## 2.2. Etude de la diode Zener

La caractéristique de la diode Zener, supposée parfaite, est représentée ci-dessous :

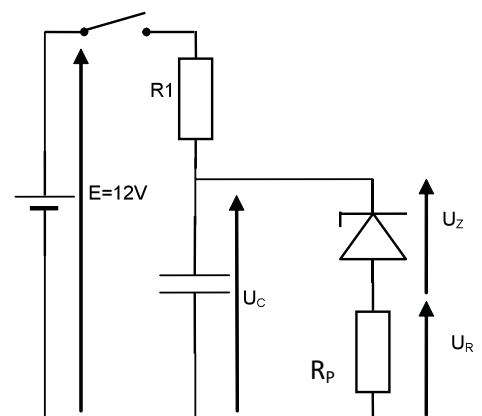


2.2.1. Indiquer la convention choisie pour la représentation symbolique de la tension  $U_Z$  et de l'intensité  $I_Z$ .

2.2.2. Déterminer la tension à partir de laquelle la Diode Zener est passante.

2.2.3. Le circuit ci-contre permet d'étudier le rôle de la diode Zener dans le circuit de commande des essuie-glaces :

A  $t = 0$ , l'interrupteur est fermé ; le condensateur étant initialement déchargé.



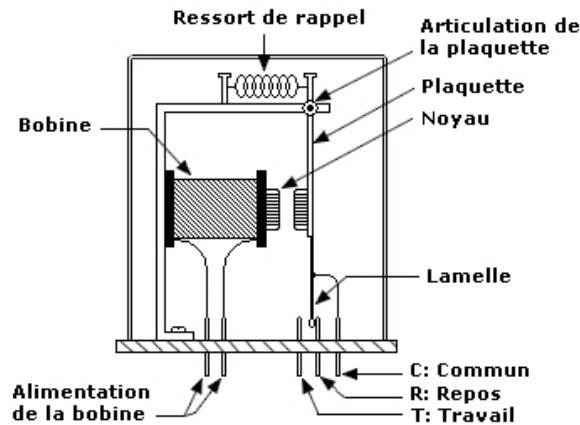
2.2.3.1. Indiquer la valeur des tensions  $u_C$ ,  $u_Z$  et  $u_R$  à  $t = 0$  s et à  $t = 5$  s.

2.2.3.2. Indiquer, à quel moment, la résistance  $R_P$  est traversée par un courant.

2.2.3.3. Indiquer la valeur des tensions  $u_C$ ,  $u_Z$  et  $u_R$  à  $t = 11$  s.

### 2.3. Etude du relais électromagnétique

Le relais électromagnétique est composé d'une bobine comportant un noyau de fer doux (partie commande), et d'un contact ayant une position " repos ", et une position " travail".



- 2.3.1. La bobine est parcourue par un courant. Quel phénomène provoque alors la fermeture des interrupteurs  $K_1$  et  $K'_1$  ?
- 2.3.2. Expliquer comment le contact revient en position de repos lorsque l'on coupe le courant.

### 2.4. Etude des transistors

Le circuit de la figure 1 comporte deux transistors bipolaires de type NPN.

Ce type de transistor est schématisé de la façon suivante :

B représente la base, C le collecteur et E représente l'émetteur.



Les deux transistors sont identiques et fonctionnent en commutation.

En commutation, un transistor est commandé par le courant de base  $i_B$  :

- si  $i_B = 0$  le transistor est bloqué, il se comporte alors comme un interrupteur ouvert entre le collecteur et l'émetteur, les courants au collecteur et à l'émetteur sont alors nuls.
- si  $i_B > 0$  le transistor est saturé, il se comporte alors comme un interrupteur fermé entre le collecteur et l'émetteur, la tension  $V_{CE}$  est très faible et, ici, la tension base-émetteur  $V_{BE}$  est égale à 0,7 V.

On enfonce le bouton-poussoir P pour entraîner la fermeture de  $K_1$  et de  $K'_1$  puis on le relâche.

- 2.4.1. Le transistor  $T_1$  étant bloqué, expliquer pourquoi le transistor  $T_2$  devient saturé.
- 2.4.2. Le circuit peut être schématisé comme sur l'annexe 1 (en tenant compte de l'état des 2 transistors).
  - 2.4.2.1. Repasser, à l'aide d'un stylo de couleur, les branches parcourues par un courant non nul, au moment où l'on appuie sur le bouton poussoir.
  - 2.4.2.2. En déduire, alors, l'état des interrupteurs  $K_1$  et  $K'_1$ .
  - 2.4.2.3. Expliquer pourquoi la tension  $U_{AM}$  augmente puis se stabilise à 7 V.
  - 2.4.2.4. Expliquer les changements de mode de fonctionnement des deux transistors, lorsque  $U_{AM}$  vaut 7 V.
  - 2.4.2.5. En déduire alors l'état des interrupteurs  $K_1$  et  $K'_1$ .
  - 2.4.2.6. On appelle « durée de temporisation » le temps nécessaire pour que la tension  $U_{AM}$  atteigne la valeur de 7 V.  
Déterminer la durée de temporisation de ce dispositif.
  - 2.4.2.7. Comment peut-on agir pour augmenter la durée de temporisation du montage ?



## II- CHIMIE

### Partie C : Les piles à combustible : une source d'énergie pour l'avenir

#### Données :

Masse molaire atomique en  $\text{g.mol}^{-1}$  :

C : 12,0 ; H : 1,0 ; O : 16,0

Masse volumique du méthanol :  $\rho_{\text{méthanol}} = 7,9 \times 10^2 \text{ kg.m}^{-3}$

Volume molaire :  $V_m = 24 \text{ L.mol}^{-1}$  à  $T = 293 \text{ K}$  et sous  $P = 101\,325 \text{ Pa}$

Constante de Faraday :  $F = 96\,500 \text{ C.mol}^{-1}$

Nombre d'Avogadro :  $N = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Constante des gaz parfaits :  $R = 8,314 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Charge électrique élémentaire :  $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

Entropie molaire standard absolue à  $1033 \text{ K}$  en  $\text{J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$  :

$\text{H}_2\text{O(g)}$  : 226 ;  $\text{H}_2(\text{g})$  : 165 ;  $\text{CO}_2(\text{g})$  : 269 ;  $\text{CH}_4(\text{g})$  : 215

Laissées pour compte au profit des machines thermiques, les piles à combustible ont été remises à l'honneur par la recherche spatiale.

Un professeur envisage, dans le cadre de son cours de sciences physiques et chimiques, l'étude de piles à combustible.

Sa recherche s'oriente vers deux types de piles :

- la pile dihydrogène - dioxygène,
- la pile méthanol - dioxygène.

#### 1. Approche historique

Le développement de l'automobile est lié à un grand nombre de découvertes scientifiques.

Compléter, sur l'annexe 2, la colonne « découvertes scientifiques et avancées technologiques » en plaçant les éléments suivants dans la bonne chronologie :

- la pile à combustible,
- la pile voltaïque,
- la rotation magnétique (Faraday),
- la conservation de la matière (Lavoisier),
- le microprocesseur,
- le transistor.

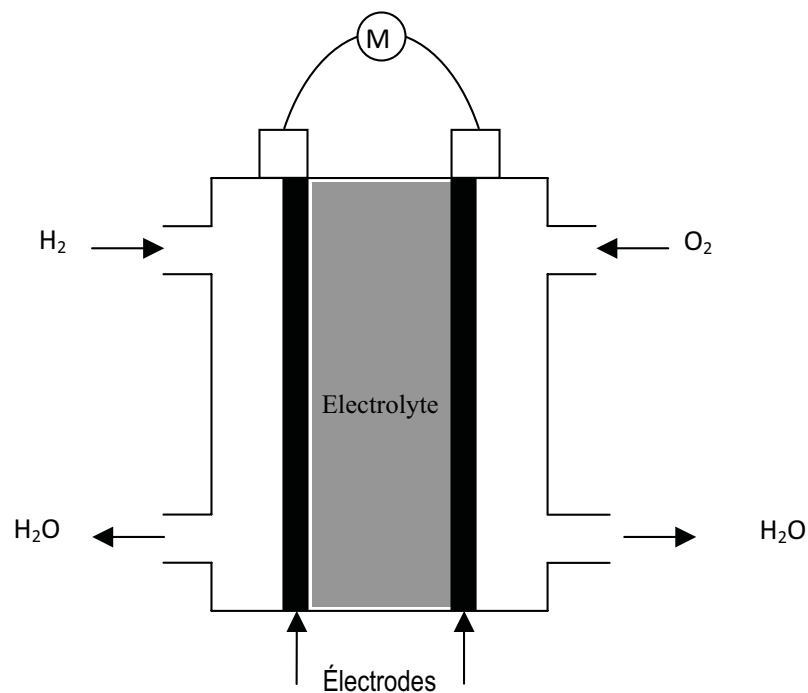
Une pile à combustible est une pile électrique alimentée constamment en réactifs. Elle est constituée de deux électrodes séparées par un électrolyte, qui peut être solide ou liquide.

#### 2. Etude de la pile dihydrogène - dioxygène

Dans la pile dihydrogène-dioxygène, les réactifs sont le dihydrogène et le dioxygène gazeux ; les électrodes sont recouvertes de platine ou de ruthénium et l'électrolyte est une membrane échangeuse de protons.

Les couples intervenant dans la pile sont  $\text{H}^+_{(\text{aq})} / \text{H}_{2(\text{g})}$  et  $\text{O}_{2(\text{g})} / \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$ .

- 2.1. Le schéma ci-dessous, reproduit en annexe 1, illustre le principe de fonctionnement de la pile :



- 2.1.1. Écrire les équations des réactions électrochimiques ayant lieu aux électrodes lorsque la pile débite.
- 2.1.2. Donner l'équation chimique de la réaction mise en jeu au cours du fonctionnement de la pile.
- 2.1.3. Légender le schéma de l'annexe 1 en indiquant la nature des pôles de la pile, le sens conventionnel de circulation du courant électrique, ainsi que le sens de circulation des porteurs de charge à l'extérieur et à l'intérieur de la pile.
- 2.1.4. On appelle combustible le réactif oxydé. Nommer le réactif constituant le combustible.
- 2.1.5. Par opposition à « combustible », comment nomme-t-on l'autre type de réactif ?
- 2.1.6. Indiquer le rôle du platine ou du ruthénium déposé sur les électrodes.
- 2.1.7. Un des deux réactifs (dioxygène ou dihydrogène) est limitant, indiquer lequel. Justifier brièvement ce choix.
- 2.2. On estime à 3 kg la masse de dihydrogène nécessaire pour qu'une voiture parcoure 500 km. On suppose que le dihydrogène est un gaz parfait.
- 2.2.1. Calculer le volume de dihydrogène correspondant, à la température  $T = 293 \text{ K}$  et sous une pression  $P = 101\,325 \text{ Pa}$ .
- 2.2.2. Proposer un moyen permettant de réduire l'espace occupé par ce gaz, à température ambiante.

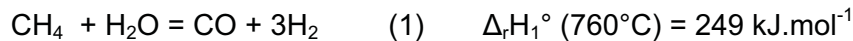
### 3. Etude de la production du dihydrogène.

Dans la nature, le dihydrogène n'est pas directement disponible. Il est produit principalement par reformage de combustibles fossiles ou par électrolyse de l'eau.

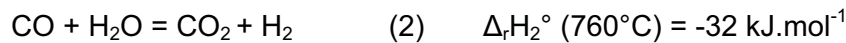
Le principal procédé utilisé est le vaporeformage du méthane sous l'effet de la vapeur d'eau.

Lors de ce procédé, deux réactions en milieu gazeux se produisent successivement :

- ✓ le méthane réagit avec de l'eau, à température élevée et sous pression élevée, en présence d'un catalyseur, selon la réaction d'équation :



- ✓ le monoxyde de carbone réagit avec la vapeur d'eau pour produire du dioxyde de carbone et du dihydrogène, selon la réaction d'équation :



3.1. Indiquer qualitativement l'influence d'une élévation de température à pression constante et en système fermé :

- pour l'équilibre (1) seul,
- pour l'équilibre (2) seul.

3.2. Indiquer qualitativement l'influence d'une élévation de pression à température constante et en système fermé :

- pour l'équilibre (1) seul,
- pour l'équilibre (2) seul.

3.3. La réaction de reformage se déroule à 760°C sous une pression de 33 bars. On considère, dans cette question, la réaction de reformage en phase gazeuse :



3.3.1. Calculer  $\Delta_r G_3^\circ$ , l'enthalpie libre standard de réaction à 760 °C.

3.3.2. Calculer  $K_3^\circ$ , la constante d'équilibre à 760 °C.

3.3.3. Justifier l'intérêt de travailler en excès de vapeur d'eau.

3.4. Ces réactions sont conduites en présence d'un catalyseur solide à base d'oxyde de nickel NiO.

3.4.1. Préciser de quel type de catalyse il s'agit.

3.4.2. Indiquer sous quelle forme doit être introduit ce catalyseur pour que son efficacité soit optimale.

3.4.3. Le rendement thermodynamique est-il modifié par la présence du catalyseur ?

3.5. Dans le cas où la réaction de reformage :  $\text{CH}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2$  est totale.

Calculer, en mol, la quantité maximale de méthane consommée et la quantité maximale de  $\text{CO}_2$  dégagée pour parcourir 500 km.

On estime à 3 kg la masse de dihydrogène nécessaire pour qu'une voiture parcoure 500 km.

#### 4. Etude de la pile méthanol-dioxygène

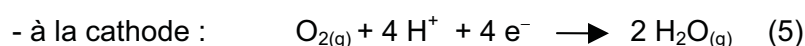
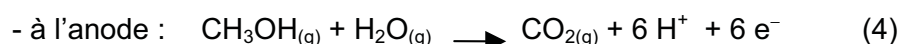
L'utilisation du dihydrogène étant délicate, les recherches portent actuellement sur le développement de la pile à méthanol.

4.1. Donner la formule semi-développée du méthanol.

Donner le nom de la famille chimique à laquelle il appartient.

Nommer le groupe caractéristique correspondant à sa fonction.

4.2. Dans cette pile, se produisent deux réactions électrochimiques aux électrodes dont les équations sont les suivantes :



- 4.2.1. Indiquer, en justifiant la réponse, laquelle de ces réactions est une oxydation.
  - 4.2.2. Indiquer, en justifiant la réponse, si le méthanol est un oxydant ou un réducteur.
  - 4.2.3. Donner l'équation de la réaction mise en œuvre lors du fonctionnement de cette pile.
- 4.3. Une pile méthanol - dioxygène peut débiter un courant d'intensité 100 A.  
En supposant le rendement de la pile égal à 100 %, calculer, pour un volume de méthanol de 30 L, la durée de fonctionnement de cette pile.
- 5. Le professeur envisage de lier ce cours à l'étude de la thématique « protéger la planète ».**
- 5.1. Indiquer l'impact respectif d'une pile dihydrogène - dioxygène et d'une pile méthanol - dioxygène sur l'effet de serre.
  - 5.2. Indiquer le danger représenté par l'utilisation du dihydrogène dans un véhicule.

## Partie D : Etude d'un biocarburant : l'éthanol

### Données :

Energies de liaison à 25°C pour des composés à l'état gazeux :

Liaison	C-H	C-C	C-O	O-H	O=O (dans O <sub>2</sub> )	C=O (dans CO <sub>2</sub> )
DA-B (kJ.mol <sup>-1</sup> )	410	348	356	460	494	795

Pouvoir calorifique inférieur PCI de l'essence :  $P_{\text{essence}} = 45,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ .

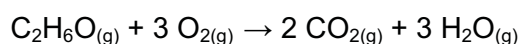
Masse volumique de l'essence :  $\rho_{\text{essence}} = 734 \text{ kg.m}^{-3}$

Masse molaire atomique en  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$  :

C : 12,0 ; H : 1,0 ; O : 16,0

Les biocarburants, issus de cultures végétales, sont une alternative aux énergies fossiles actuellement utilisées. L'importance de leurs pouvoirs calorifiques en fait des candidats potentiels pour remplacer efficacement l'essence traditionnelle.

1. L'éthanol de formule brute C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O est un alcool primaire directement issu, par exemple, des cultures de betterave ou de blé, après fermentation des sucres.
  - 1.1. Donner la formule semi-développée de l'éthanol. Indiquer, dans cette formule, la fonction alcool.
  - 1.2. Justifier que l'éthanol est un alcool primaire.
  - 1.3. Donner la formule semi-développée et le nom :
    - d'un alcool secondaire
    - d'un alcool tertiaire.
2. On désire utiliser l'énergie libérée par la combustion complète de l'éthanol dans le dioxygène de l'air pour alimenter le moteur thermique d'une automobile. L'équation de la réaction de la combustion complète de l'éthanol est :

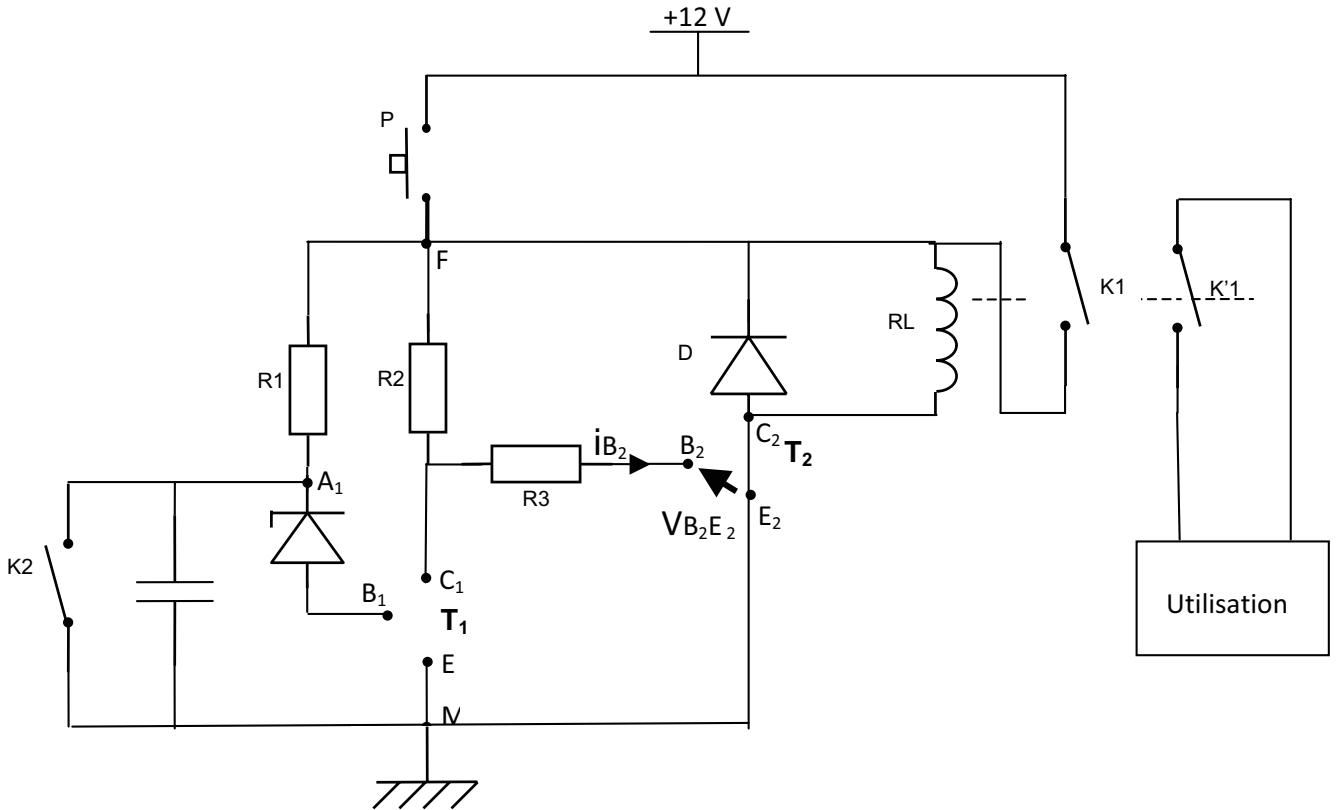


- 2.1. Calculer l'énergie libérée lors de la combustion complète dans le dioxygène de l'air d'une mole d'éthanol gazeux.
- 2.2. On appelle Pouvoir Calorifique Inférieur (PCI), l'énergie dégagée sous forme de chaleur par la combustion d'une unité de masse de carburant gazeux (1kg) dans des conditions standardisées. Calculer le pouvoir calorifique inférieur de l'éthanol.
- 2.3. Pour parcourir 500 km, un véhicule consomme 42,3 kg d'éthanol. Calculer la masse de CO<sub>2</sub> dégagé.
- 2.4. A titre de comparaison, une voiture à essence parcourant la même distance dans les mêmes conditions, rejeterait 78 kg de CO<sub>2</sub>. Justifier alors la pertinence de l'utilisation de l'éthanol en termes de protection de l'environnement.

# Annexe 1 (à rendre avec la copie)

## Partie B du sujet

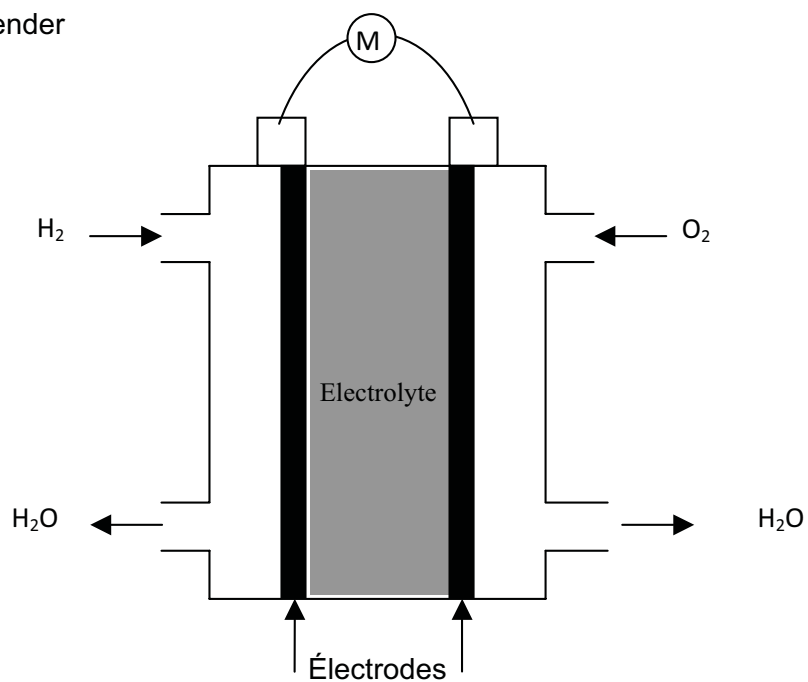
### 2.4. Etude des transistors :



## Partie C du sujet

### 2.1.3. Etude de la pile dihydrogène-dioxygène

Schéma à légénder

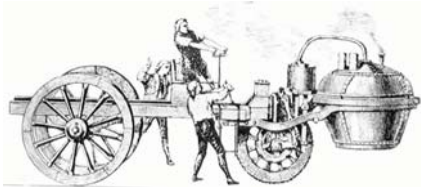


# Annexe 2 (à rendre avec la copie)

## Partie C du sujet

### 1. Approche historique

Compléter la colonne « découvertes scientifiques et avancées technologiques » en plaçant, dans la bonne chronologie, les éléments suivants : la pile à combustible, la pile voltaïque, la rotation magnétique (Faraday), la conservation de la matière (Lavoisier), le microprocesseur, le transistor.

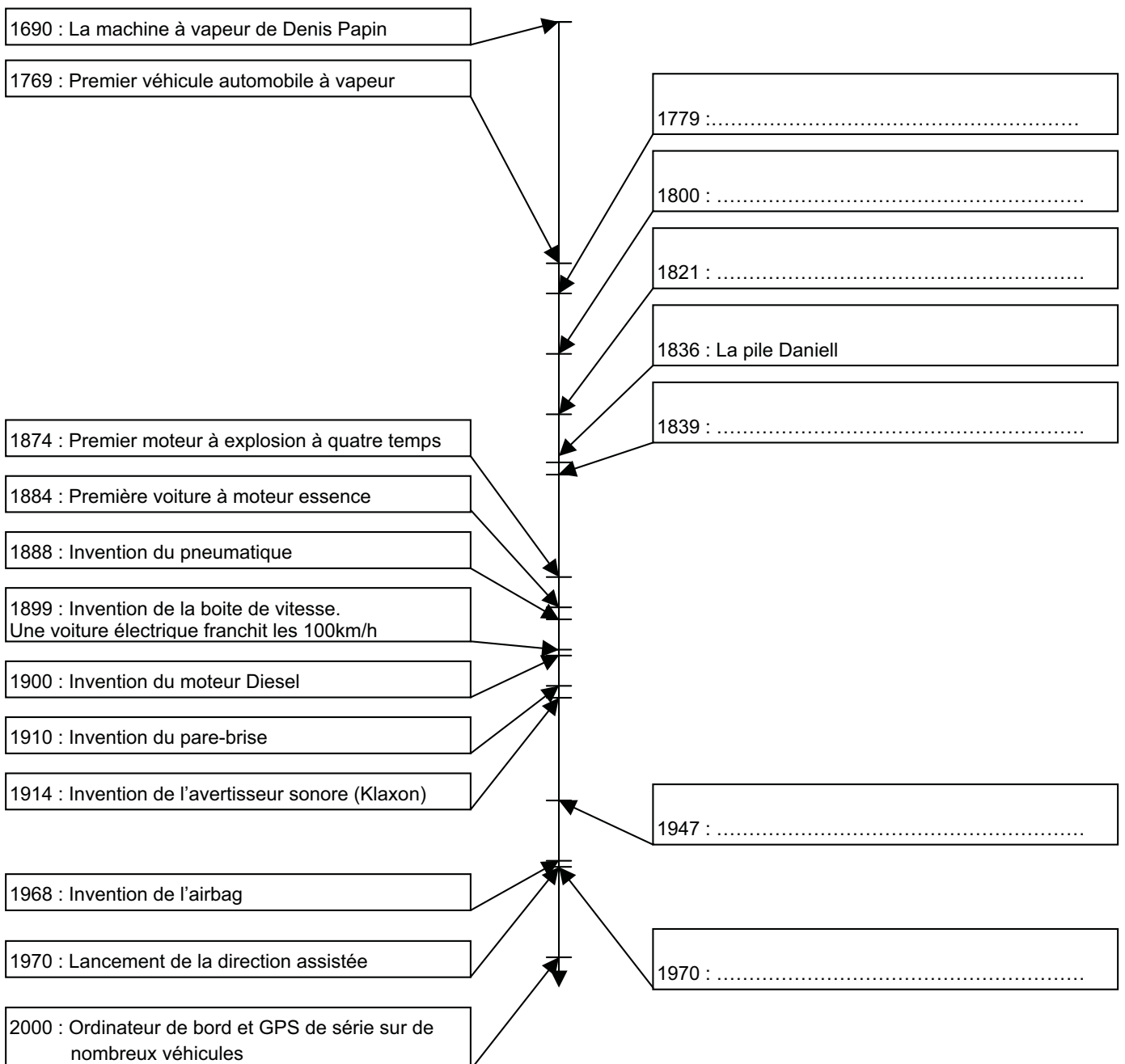


Napoléon

Volta

### Évolutions technologiques liées à l'automobile

### Découvertes scientifiques et avancées technologiques



# DOCUMENT RESSOURCE



## PEUGEOT 207

### MOTEUR 1.6 HDi 16V 90ch

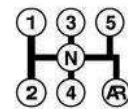
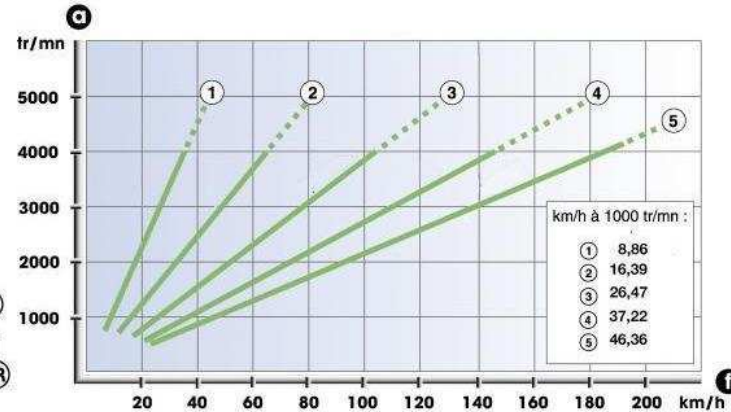
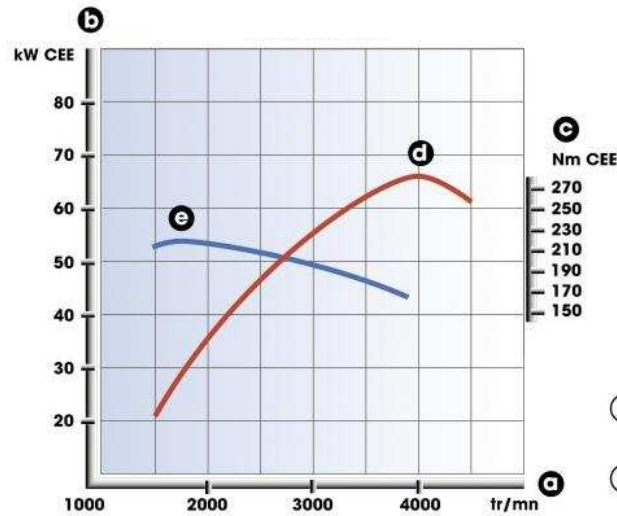
- Moteur 4 temps, 4 cylindres en ligne placés transversalement au-dessus de l'essieu avant.
- Système d'injection directe à haute pression commandé par un calculateur électronique.
- Suralimentation "douce" par turbocompresseur.
- Pot catalytique et système de recyclage des gaz d'échappement (EGR).



Documents des sites peugeot.fr et feline207.net

### Caractéristiques moteur

- a** Régime moteur
- b** Echelle de puissance
- c** Echelle de couple
- d** Courbe de puissance
- e** Courbe de couple
- f** Echelle de vitesse



### Fiche technique de la Peugeot 207

<b>Dimensions extérieures</b>	<b>1,6 L HDi 90 cv</b>
Longueur	4,045 m
Hauteur	1,47 m
Empattement	2,54 m
Rayon de braquage	5,3 m
Masse	1214 kg
S .Cx : Surface de traînée	0,580 m <sup>2</sup>
<b>Pneumatiques</b>	
Type	195/55 R16
Jantes	16 pouces
<b>Motorisation</b>	
Puissance fiscale	5 cv
Cylindrée	1560 cm <sup>3</sup>
Nombre de cylindres / soupapes	4 / 4
Puissance en kW CEE / cv dyn à tr/min	66 / 90 à 4000
Couple maxi en Nm CEE à tr/min	215 à 1750
<b>Performances</b>	
Vitesse maxi	182 km/h
0-100 km/h en s	11,5s
1000m départ arrêté en s	33,6
<b>Consommation et émission</b>	
Cycle urbain en L/100km	5,7
Cycle extra-urbain en L/100km	3,9
Cycle mixte en L/100km	4,5
Emission CO2 cycle mixte en g/km	119

### Séquences vidéo réalisées caméra fixe.

**FILM 1** : La 207 roule à 10 km/h, le conducteur débraye, la voiture s'arrête au bout de 31,2m.



**FILM 2** : La 207 roule à 100km/h, elle consomme 5L au 100km.



## Généralités

La pression est un facteur de sécurité et de longévité de vos pneumatiques. Elle doit être contrôlée à froid.

Le gonflage des pneus en hiver : ...pour compenser l'effet "basse température" en hiver et rouler à bonne pression, il est nécessaire de rajouter 0,2 bar (à froid) à la pression d'utilisation courante.



Documents Michelin

### L'INTÉRÊT DE LA BONNE PRESSION DES PNEUS

	Bonne pression	+ Sécurité + Longévité kilométrique + Consommation de carburant optimale
	-0,5 bar	Durée de vie des pneus : jusqu'à 8000km en moins (-20%)
	-1 bar	<b>Risques d'éclatement !</b> Consommation de carburant : + 5 litres par an Tenue de route altérée
	-1,5 bar	Distance de freinage sur sol mouillé : +11m**, soit plus de 2 passages piétons !
	-2 bars	<b>Même regonflé, un pneu ayant fonctionné sous-gonflé peut éclater !</b>



### Correspondance pneu /hauteur de roue :

**Exemple**

**195 / 55 R 16**

A : Bande de roulement (en mm) ←

B : Flanc du pneu ← Rapport en % =  $\frac{\text{hauteur flanc}}{\text{largeur pneu}}$

C : Diamètre de la jante en pouce (1pouce = 2,54cm) ←

[http://www.mtk-tuning.com/pneu\\_jante/jantes.php](http://www.mtk-tuning.com/pneu_jante/jantes.php)

### Force de frottement aérodynamique (Fa)

Cette force se manifeste à grande vitesse : un vent fort pousse davantage qu'un vent faible. Dans le domaine automobile, les vitesses et l'aérodynamisme font que les frottements aérodynamiques sont proportionnels au carré de la vitesse v. Ils sont aussi proportionnels à la densité de l'air ρ, à la surface frontale S du véhicule et à son aérodynamisme propre Cx. On a ainsi la relation :

$$F_a = 1/2 \cdot \rho \cdot S \cdot C_x \cdot v^2$$

ρ = masse volumique de l'air = 1,2 kg/m<sup>3</sup> (à 20°C)

S est la surface frontale en m<sup>2</sup> = surface projetée dans le plan orthogonal au vecteur vitesse.

Cx décrit l'aérodynamisme propre (coefficient de traînée).

La vitesse se mesure en m/s. C'est le paramètre que le conducteur fait varier !

### Force de frottement solide (Fs)

C'est la résistance des roulements du véhicule. La propriété des frottements solides est d'avoir une valeur constante indépendante de la vitesse. En revanche, les frottements solides sont proportionnels à la masse du véhicule. On a ainsi la relation :

$$F_s = m \cdot g \cdot k$$

m = masse totale du véhicule (masse à vide + masse du conducteur...)

g = 9,81m/s<sup>2</sup>

k = coefficient de frottement solide.

Remarque : La valeur de k dépend des véhicules, de leurs roulements, du type de pneus et de leur gonflage. Un sous gonflage entraîne une augmentation des frottements solides.

<http://www.astuces-pratiques.fr/>

Fréquence de rotation en tr.min<sup>-1</sup>

### Caractéristique d'un moteur électrique

