

SESSION 2014

**AGRÉGATION
CONCOURS INTERNE
ET CAER**

Section : SCIENCES INDUSTRIELLES DE L'INGÉNIEUR

**Option : SCIENCES INDUSTRIELLES DE L'INGÉNIEUR
ET INGÉNIERIE ÉLECTRIQUE**

EXPLOITATION PÉDAGOGIQUE D'UN DOSSIER TECHNIQUE

Durée : 6 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 : 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.

Une lecture préalable et complète du sujet est indispensable.

Il sera tenu compte de la cohérence avec laquelle les candidats traiteront chaque partie, le jury préférant une réflexion d'ensemble de la partie abordée à un éparpillement des réponses.

Les candidats sont invités à numérotter chaque page de leur copie et à indiquer clairement le numéro de la question traitée.

Les candidats sont priés de rédiger les différentes parties du problème sur feuilles séparées et clairement repérées.

Il leur est rappelé qu'ils doivent utiliser les notations propres au sujet, présenter clairement les calculs et dégager ou encadrer tous les résultats.

Tout résultat incorrectement exprimé ne sera pas pris en compte. En outre les correcteurs leur sauront gré d'écrire lisiblement et de soigner la qualité de leur copie.

Il sera tenu compte de la qualité de rédaction, en particulier pour les réponses aux questions ne nécessitant pas de calcul. Le correcteur attend des phrases complètes respectant la syntaxe de la langue française.

Pour la présentation des applications numériques, il est rappelé que lors du passage d'une forme littérale à son application numérique, il est recommandé aux candidats de procéder comme suit : après avoir rappelé la relation littérale, chaque grandeur est remplacée par sa valeur numérique en respectant la position qu'elle avait dans la relation puis le résultat numérique est donné sans calculs intermédiaires et sans omettre son unité.

Technologies efficientes dans les véhicules

Le sujet comporte 29 pages : Questionnement : page 1 à 19

Annexes : page 20 à 32

Le sujet comprend deux parties :

Partie A : Appropriation des problématiques (durée conseillée 2h)	4
Partie A.1- Hybridation Thermique – Électrique des GMP	4
Partie A.2- Mise en évidence de problématiques liées au bus CAN	6
Partie B : Développement d'une séquence pédagogique (durée conseillée 4h)	10
Partie B.1- Limitation de l'impact environnemental d'un système	13
Partie B.2- Organisation fonctionnelle, structurelle et logicielle d'un système	16
Partie B.3- Mise en cohérence de l'ensemble des activités proposées et pilotage du groupe classe	18
Annexes	20

Enjeu : Réduction des émissions de CO₂ des véhicules automobiles

Contexte Général

Les transports routiers contribuent directement à l'effet de serre par les émissions de gaz comme le *dioxyde de carbone* (CO₂) qui est généré par la combustion de carburant. Cette contribution est très importante puisqu'elle représente plus de 95% des émissions dues aux transports.

Aujourd'hui le dérèglement climatique amène les pays à s'interroger sur les émissions de gaz à effet de serre et à mettre en place des dispositifs afin de les réduire. Si en 1920 les émissions de CO₂ étaient de 0,8 GTeC (Giga tonne équivalent carbone) par an, nous arrivions à 6 GTeC en 2009 et les perspectives envisagent, si rien n'est fait, d'atteindre les 10 GTeC en 2050. Les prévisions établies lors du protocole de Kyoto (décembre 1997 – ratifié par l'Union Européenne en 2002) présentent différents scénarios de l'évolution du climat en fonction de l'évolution des activités humaines. Une vision optimiste (scénario B1 – approche environnementale dans un contexte mondial) prévoit une augmentation de +2°C à l'horizon 2050.

Afin d'atteindre ces objectifs, la commission européenne a mis en place en 2009 des normes de performance en terme d'émissions pour les voitures neuves. Il s'agit de limiter les émissions à 130g de CO₂ par km puis de les réduire à 95 gCO₂/km en 2020. Les objectifs sont progressifs : 65% des véhicules sont pris en compte en 2012, puis 75% en 2013, 80% en 2014 et enfin 100% en 2015. Les constructeurs de véhicules particuliers ont donc des enjeux de réduction de consommation de carburant (le dioxyde de carbone, CO₂, est produit par la combustion de carburant).

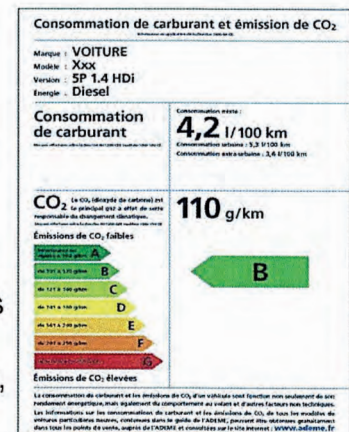
L'automobile et la consommation de carburant

Depuis les chocs pétroliers de 1973 et 1979, les constructeurs automobiles fabriquent des véhicules dont les moteurs consomment de moins en moins de carburant. Cette avancée technologique est souvent masquée par le phénomène de l'effet rebond : si les moteurs consomment moins de carburant, nous pouvons produire des véhicules plus grands, plus lourds... à consommation constante ou équivalente.

Aujourd'hui, la réglementation et la demande des consommateurs amènent les constructeurs à proposer des véhicules ayant une consommation raisonnable. Afin de comparer différents véhicules, les constructeurs ont l'obligation d'afficher une étiquette énergétique depuis 2006 (voir figure ci-contre). Celle-ci comprend l'identification du véhicule, le type de carburant, la consommation selon les cycles urbain, extra-urbain et mixte en litres/100km, les émissions de dioxyde de carbone CO₂ sur le cycle mixte et le positionnement du véhicule sur l'échelle des émissions (classes A à G).

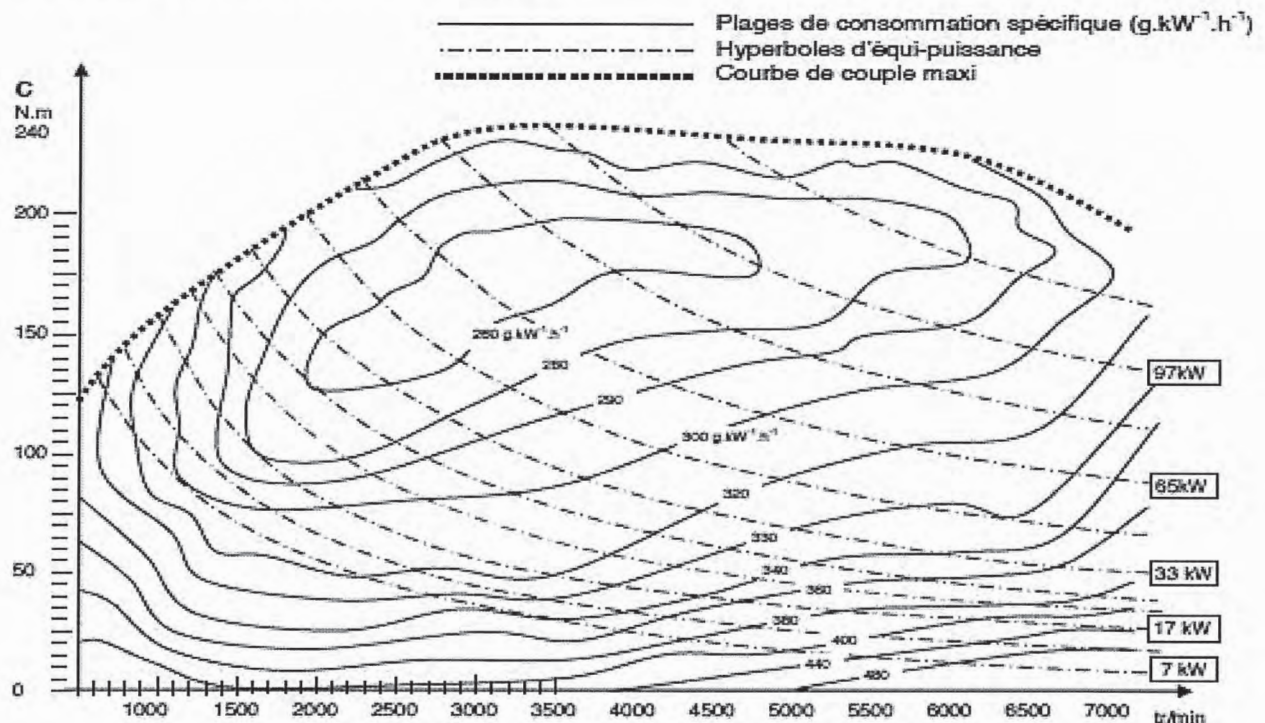
La consommation de carburant des véhicules automobiles est liée à plusieurs caractéristiques comme la consommation du moteur, la masse du véhicule, sa géométrie pour tenir compte des efforts de pénétration dans l'air, des efforts dus au roulement du véhicule, etc.

Pour un moteur à combustion interne, la quantité de carburant dépend de sa puissance, du couple demandé et de son régime en tours par minute. Les courbes d'iso-consommation indiquent les zones où le moteur est économe et celles qui engendrent une



forte consommation. Ces courbes permettent de comparer des motorisations différentes en fonction de la **consommation spécifique** CSP en g/kWh (gramme de carburant par kilowattheure). La donnée CSP représente l'inverse du rendement du moteur thermique.

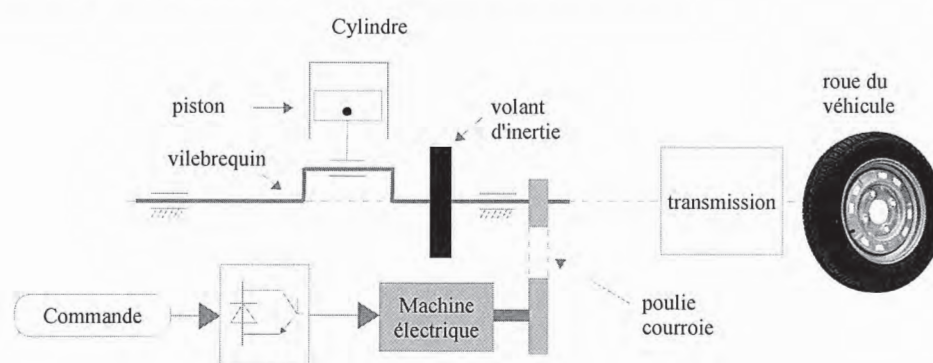
Courbes d'iso-consommation : (Fig.1)



source : Éducation Nationale

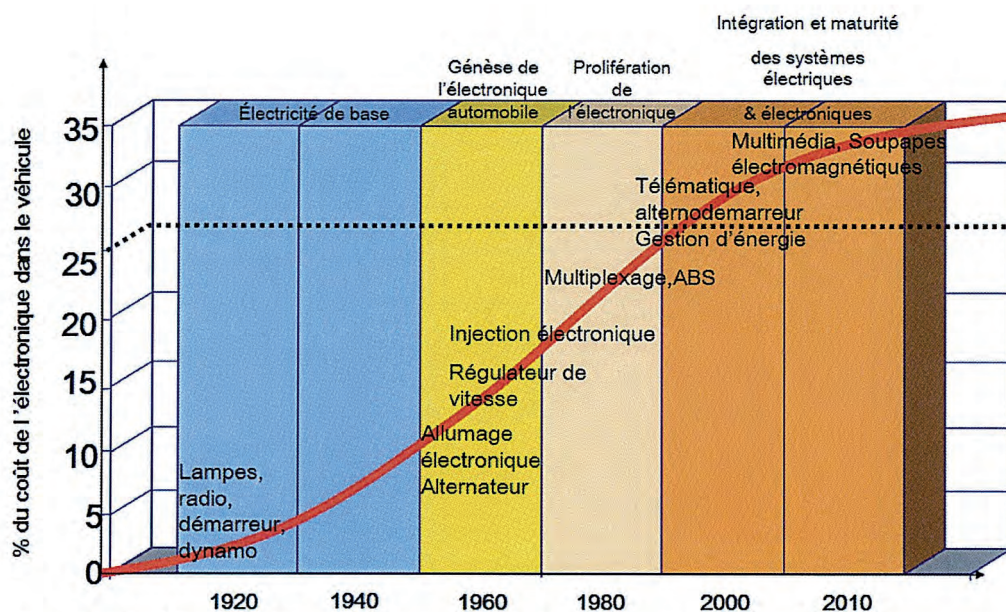
Le type de carburant employé dans le véhicule sera également à prendre en considération pour déterminer la quantité de CO_2 émise par kilomètre. Par exemple, l'objectif de $120 \text{ gCO}_2/\text{km}$ impose une consommation de 5,2 litres/100km pour un véhicule essence.

Les moteurs hybrides sont aujourd'hui une solution pour réduire les émissions de CO_2 sans dégrader l'autonomie des véhicules automobiles. La solution consiste à sous-dimensionner le moteur thermique et à lui adjoindre une machine électrique pour des performances du groupe moto-propulseur (GMP) comparables à celles des véhicules classiques. En effet, le moteur électrique permet de recharger des batteries et d'apporter la réserve de couple nécessaire aux phases d'accélération.



Les éléments de réduction de la consommation des véhicules ne se limitent pas au groupe moto-propulseur ; l'usage d'un bus de communication (bus CAN) à la place du faisceau électrique traditionnel a permis de palier aux problèmes de connectiques et permet d'alléger le véhicule de 30 à 40 kg de cuivre.

Ce réseau de communication répond également aux exigences de robustesse et de fiabilité liées aux échanges d'informations entre les différents calculateurs du véhicule. La part des systèmes électriques et électroniques embarqués autorise les évolutions de gestion énergétique inhérents aux nouveaux véhicules automobiles.



Taux de pénétration des systèmes embarqués - source PSA Peugeot Citroën