

SESSION 2013

BACCALURÉAT TECHNOLOGIQUE

PHYSIQUE-CHIMIE

STL

Spécialité Biotechnologies

*Ce sujet sera traité par les candidats se présentant pour la première fois
aux épreuves terminales du baccalauréat.*

Temps alloué : 3 heures

Coefficient : 4

La calculatrice (conforme à la circulaire N° 99-186 du 16-11-99) est autorisée.

Ce sujet comporte 11 pages.
La page 11/11 est à rendre avec la copie

LE PAREBRISSE, UN CONCENTRÉ D'INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES



Suite à un bris de glace, un automobiliste a décidé d'acheter un pare-brise présentant les dernières avancées en matière technologique.

Un garagiste lui propose un pare-brise dont les propriétés vont être étudiées dans ce sujet:

- Partie A : Propriétés thermiques (6,5 points)
- Partie B : Propriétés aérodynamiques (8 points)
- Partie C : Propriétés autonettoyantes (5,5 points)

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 DR (page 11) avec votre copie.

Partie A : Propriétés thermiques (6,5 points)

L'automobiliste a lu sur internet que « le verre peut être teinté ou bien réfléchissant (athermique) afin de réduire l'échauffement dû au rayonnement solaire dans l'habitacle de la voiture ». Il découvre également des documents présentant les propriétés lumineuses de pare-brises athermiques. Les documents (A1), (A2) et (A3) sont présentés en annexe pages 3 et 4.

A.1 Visibilité

A.1.1 Donner les deux longueurs d'onde λ_{\min} et λ_{\max} (en micromètres) limitant le domaine visible.

A.1.2 Convertir ces deux longueurs d'onde en nanomètres.

A.1.3 Sur la fiche technique (A1) sont repérés trois domaines. Attribuer à chaque domaine un qualificatif à choisir parmi : infrarouge, ultraviolet et visible.

A.1.4 À la lecture du document (A1), quel est le pourcentage de transmission du pare-brise pour la lumière visible ?

A.1.5 Ce pare-brise est-il conforme à la réglementation européenne ? Justifier.

A.2 Caractère athermique

À la lecture du document (A1), répondre aux questions suivantes :

A.2.1 Les ondes comprises entre $0,8 \mu\text{m}$ et $1,2 \mu\text{m}$ sont-elles transmises par le pare-brise ?

A.2.2 Les ondes comprises entre $1,2 \mu\text{m}$ et $5 \mu\text{m}$ sont-elles transmises par le pare-brise ?

A.2.3 En vous aidant du document (A2), préciser pourquoi le pare-brise n'est pas totalement athermique.

A.3 Verres électrochromes

A.3.1 À partir du principe des verres électrochromes présenté dans le document (A3), donner la formule brute de la molécule colorée qui est responsable de la teinte du pare-brise.

A.3.2 Le document (A3) donne une demi-équation électronique se déroulant à une électrode.

Donner le couple oxydant / réducteur qui intervient dans cette réaction.

A.3.3 Est-ce une oxydation ou une réduction ? Justifier la réponse.

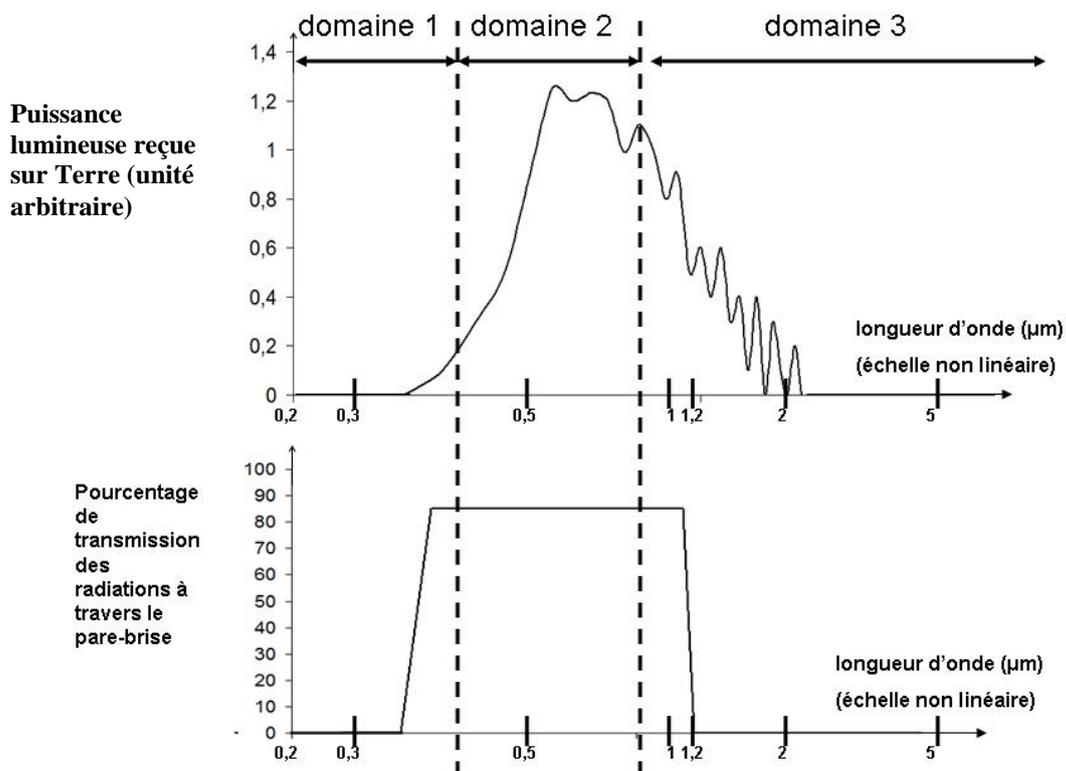
A.3.4 La luminosité extérieure diminuant, le conducteur actionne un bouton pour que le pare-brise redevienne transparent. Quelle modification doit-on apporter au circuit schématisé sur le document (A3), pour réaliser cette modification du pare-brise ?

A.3.5 En utilisant le document (A3), en quelle unité est donnée l'énergie électrique nécessaire pour faire apparaître la teinte sur tout le pare-brise ? Justifier que cette unité correspond à une énergie.

A.3.6 Convertir cette valeur dans le système international.

ANNEXE A – Propriétés athermiques

Norme européenne : la transmission lumineuse des pare-brises doit être supérieure à 75 %.



A1- Fiche technique

Les véhicules d'aujourd'hui ont des pare-brises « athermiques » : cet aspect nouveau est produit par les couches transmettant le rayonnement visible mais réfléchissant le rayonnement infrarouge. La transmission des infrarouges a été fortement réduite.

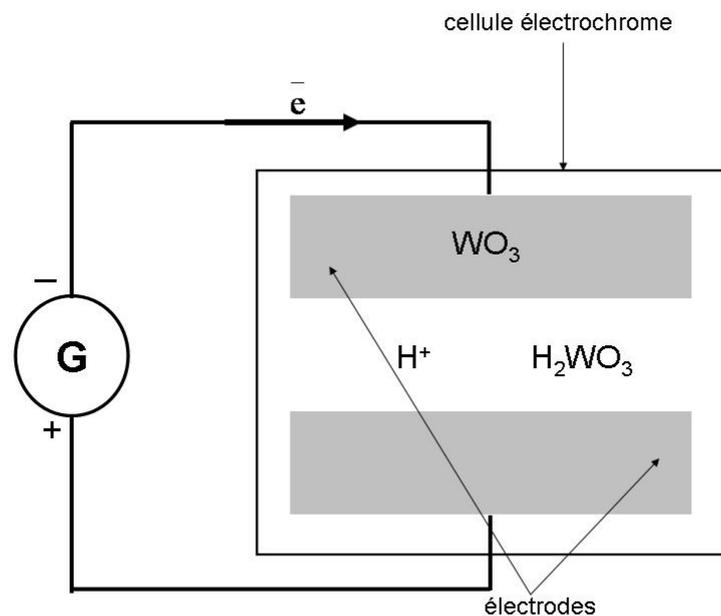
Avec un tel verre, les passagers sont protégés des rayons du soleil et donc d'une chaleur excessive dans l'habitacle.

Ainsi, l'utilisation de vitrages athermiques permet de diminuer l'énergie nécessaire pour la climatisation et par conséquent la consommation de carburant dans le véhicule.

A2- Article de presse scientifique

Le summum de la technologie est de faire varier le niveau de transparence du verre en fonction de la luminosité. On emploie des verres présentant des cellules électrochromes contenant du trioxyde de tungstène WO_3 . Soumise à une tension électrique, la cellule se teinte : **le trioxyde de tungstène WO_3 (composé transparent) se transforme en H_2WO_3 (composé coloré)**, selon la demi-équation électronique : $\text{WO}_3 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2\text{WO}_3$

Le schéma équivalent à ce principe est le suivant :



Une faible énergie est nécessaire pour faire apparaître la teinte sur tout le pare-brise. Elle vaut 0,174 W.h.

A3- Principe et schéma des verres électrochromes

Partie B : Propriétés aérodynamiques (8 points)

La traînée, appelée aussi force de résistance aérodynamique, est une force qui s'oppose à l'avancement d'un véhicule dans l'air. Il est donc dans l'intérêt des constructeurs de diminuer la traînée, à l'origine d'une augmentation de la consommation en carburant.

La partie avant d'un véhicule particulier représente en général près de 11% de cette traînée. En modifiant notamment l'inclinaison et la forme du pare-brise, on peut diminuer cette traînée. Les documents (B1), (B2) et (B3), utiles à la réflexion, sont présentés dans l'annexe B, page 7.

B.1 Force de traînée

B.1.1 Compléter le tableau du document réponse DR1 page 11, à rendre avec la copie.

B.1.2 À partir du document (B1), justifier sans calcul que la relation entre la force de traînée F et la vitesse V peut s'écrire $F = k \times V^2$, où k est une constante.

B.1.3 Déterminer graphiquement le coefficient directeur (ou pente) k de la droite. Indiquer son unité.

B.2 Détermination du coefficient de traînée C_x

Expression de la force de traînée $F = 0,5 \times \rho \times S \times C_x \times V^2$

Données : masse volumique de l'air $\rho = 1,2 \text{ kg.m}^{-3}$
 surface frontale de la voiture $S = 1,74 \text{ m}^2$
 coefficient de traînée C_x sans unité
 vitesse V en m.s^{-1}

B.2.1 En utilisant le résultat de la question B.1.3, déterminer la valeur du coefficient de traînée C_x .

B.2.2 Au vu du document (B2), de quoi dépend C_x et donc la force de traînée ?

Données : moyenne $C_{x\text{moy}} = \frac{\sum C_{x\text{mesuré}}}{\text{nombre de mesures}}$

incertitude absolue $\Delta C_x = \frac{q \times \sigma_{n-1}}{\sqrt{\text{nombre de mesures}}}$

$q = 2$, pour un taux de confiance de 95 %

B.2.3 On réalise la mesure du coefficient C_x plusieurs fois. Les premiers résultats de ces mesures sont donnés dans le document (B3). Calculer la valeur moyenne de ces premiers résultats $C_{x\text{moy}}$.

B.2.4 On effectue en tout cent mesures du coefficient C_x .

On trouve une valeur moyenne de $C_{x\text{moy}} = 0,380$ avec un écart-type $\sigma_{n-1} = 1,5 \times 10^{-2}$. Donner la valeur de C_x avec l'incertitude absolue correspondant à un taux de confiance de 95%. Pour ce taux de confiance, le coefficient q vaut 2.

B.3 Consommation en diesel

La voiture à moteur diesel consommant du gazole roule à 130 km.h^{-1} . Elle est soumise à la force de trainée $F = 517 \text{ N}$.

Données : vitesse $V = 130 \text{ km.h}^{-1}$
 force de trainée $F = 517 \text{ N}$
 distance parcourue $d = 100 \text{ km}$
 pouvoir calorifique du gazole $PC_{\text{gazole}} = 36 \text{ MJ.L}^{-1}$
 rendement global $r = 25 \%$
 masse de la voiture $m = 1,0 \times 10^3 \text{ kg}$

Formule : énergie cinétique : $E_c = \frac{1}{2} m \times V^2$

B.3.1 Une voiture roule sur une route horizontale et rectiligne sur une distance $d = 100 \text{ km}$, à la vitesse constante $V = 130 \text{ km.h}^{-1}$. Montrer que le travail de la force de trainée correspondante vaut, en valeur absolue, $W = 51,7 \text{ MJ}$.

B.3.2 Le pouvoir calorifique du gazole est de $PC_{\text{gazole}} = 36 \text{ MJ.L}^{-1}$, le rendement global (moteur + transmission) vaut $r = 25\%$.

Montrer que le volume de gazole consommé sur la distance $d = 100 \text{ km}$ (à la vitesse de 130 km.h^{-1}) uniquement pour vaincre la résistance aérodynamique est de $V_{\text{gazole}} = 5,7 \text{ L}$.

B.3.3 Calculer l'énergie cinétique E_c de la voiture à cette vitesse.

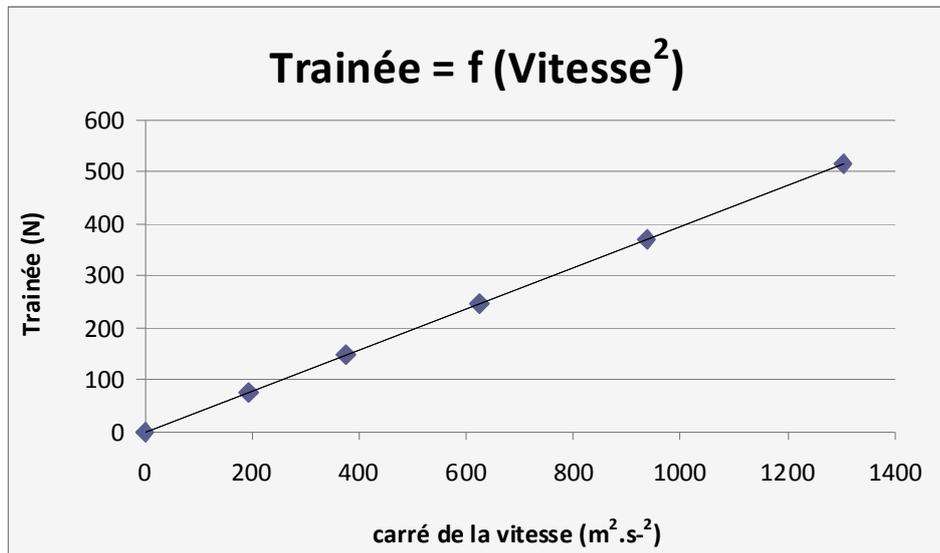
B.3.4 Le gazole brûle dans le dioxygène de l'air.

B.3.4.1 Le constituant majoritaire du gazole est un hydrocarbure (HC) qui a pour formule brute $C_{21}H_{44}$. Écrire l'équation de sa combustion complète.

Données : masse molaire de l'hydrocarbure $M_{\text{HC}} = 296 \text{ g.mol}^{-1}$
 $V_{\text{gazole}} = 5,7 \text{ L}$ contient une masse d'hydrocarbure $m_{\text{HC}} = 5130 \text{ g}$

B.3.4.2 Calculer la quantité de matière de CO_2 produite pour une masse d'hydrocarbure consommée de $m_{\text{HC}} = 5130 \text{ g}$.

ANNEXE B : Propriétés aérodynamiques

B1 - Graphique Trainée F en fonction de V^2 B2 - Exemples de coefficients de trainée C_x

Forme	Coefficient de trainée
Sphère → 	0.47
Demi-sphère → 	0.42
Cube → 	1.05
Corps profilé → 	0.04
Semi-corps profilé → 	0.09

Mesures des coefficients de trainée

Expérience	1	2	3	4	5
C_x	0,383	0,382	0,378	0,375	0,382

B3 - Mesures du coefficient de trainée C_x

Partie C : Propriétés autonettoyantes (5,5 points)

À terme, le conducteur ne sera plus obligé d'actionner les essuie-glaces pour nettoyer son pare-brise. Sur le vitrage, un revêtement de dioxyde de titane TiO_2 permet aux molécules polluantes et aux salissures de réagir avec le dioxygène de l'air pour former essentiellement du dioxyde de carbone et de l'eau.

Le benzène, présent dans l'habitacle de la voiture, provient des gaz d'échappement des voitures. Il a des effets nocifs sur la santé. Parmi les composés organiques volatils, le benzène est le seul polluant soumis à des valeurs réglementaires.

Les documents (C1), (C2) et (C3), utiles à la réflexion, sont présentés en annexe C pages 9 et 10.

C.1. Nettoyage de pare-brises classiques

C.1.1 En utilisant le document (C1), donner la signification de deux pictogrammes de danger au choix liés à l'utilisation du benzène.

C.1.2 Proposer des produits capables de nettoyer les traces de benzène sur un pare-brise classique en utilisant la fiche de sécurité du benzène (C1). Expliciter la réponse.

C.1.3 En utilisant le document (C2), quel est le produit le mieux adapté pour nettoyer les traces de benzène avec une sécurité optimale ? Argumenter la réponse.

C.2 Photocatalyse

Du benzène est également présent sous forme gazeuse. Pour l'éliminer, on utilise la technique de photocatalyse.

C.2.1 Pourquoi existe-t-il du benzène sous forme gazeuse ?

C.2.2 En utilisant les deux courbes du document (C3), dire pourquoi on utilise des ultraviolets pour éliminer le benzène.

C.2.3 À l'aide du document (C3), évaluer le temps au bout duquel la moitié des molécules de benzène sont détruites sous l'action des rayons ultraviolets.

Donnée : $M_{\text{benzène}} = 78,0 \text{ g.mol}^{-1}$

C.2.4 La concentration maximale admise en benzène dans l'air vaut $2,0 \cdot 10^{-3} \mu\text{g.L}^{-1}$ d'air. Par rapport aux mesures présentées dans le document (C3), peut-on dire si cette concentration a été atteinte ?

C.2.5 L'éthanol, qui fait partie de la famille des alcools, a été proposé dans les produits de nettoyage (C2). Choisir sa formule brute parmi celles proposées ci-dessous :



C.2.6 Donner sa formule de Lewis sachant que le carbone établit quatre liaisons, l'hydrogène une liaison, l'azote trois liaisons, le chlore une liaison et l'oxygène deux liaisons.

ANNEXE C : Propriétés autonettoyantes

Substance	N° CAS	Pictogramme(s) et mention d'avertissement	Mention(s) de danger et mention additionnelle de danger
Benzène	71-43-2	DANGER 	H225, H350, H340 H372, H304, H319 H315

Propriétés physiques et chimiques

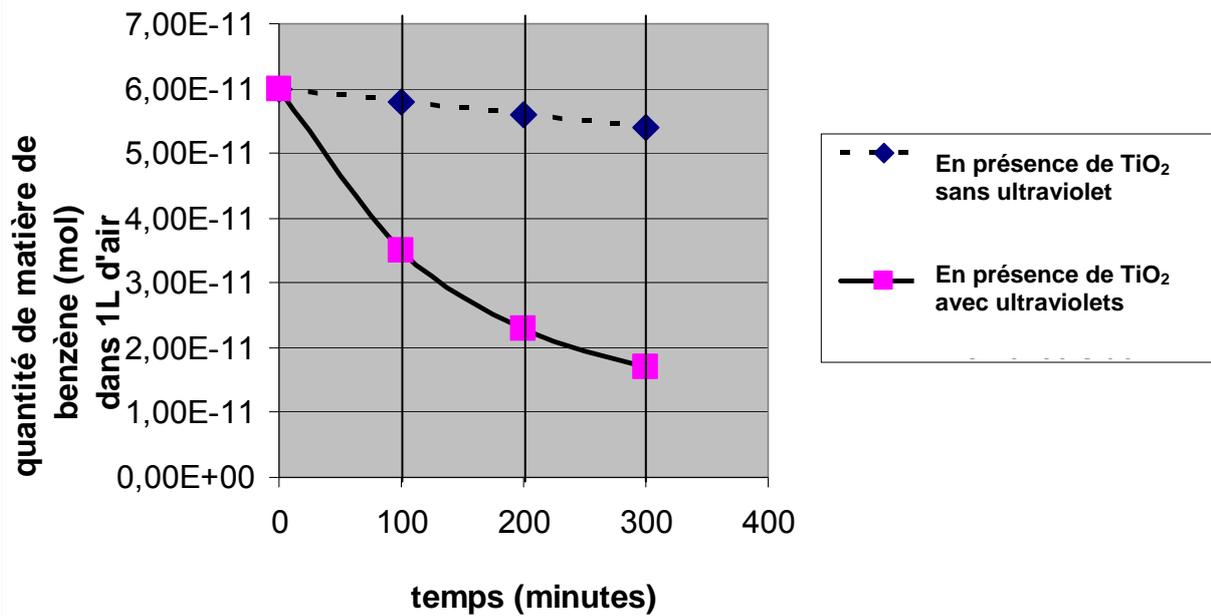
Etat physique et apparence à 20°C	liquide clair
Couleur	clair et incolore
Point d'ébullition	80°C
Masse molaire	78 g.mol ⁻¹
Densité à 15°C	0,88
Tension de vapeur	75 mm Hg à 20°C
Volatilité	Volatil
Solubilité	soluble dans l'éthanol, le chloroforme et l'acétone insoluble dans l'eau

C1- Fiche de Données-Sécurité du benzène C₆H₆

Produit de nettoyage	Caractéristiques	Sécurité
Eau	Solvant	-
Ethanol	Solvant	
Acétone	Solvant	 
Chloroforme	Solvant	 

C2 - Produits de nettoyage

Test de décomposition du benzène par photocatalyse



C3 – Résultat des tests de décomposition du benzène par photocatalyse

Document réponse à rendre avec la copie

Force de trainée F(N)	76,7	149,3	248,0	371,5	517,0
Vitesse V (km.h ⁻¹)					130
Vitesse V (m.s ⁻¹)	13,9	19,4	25,0	30,6	36,1

DR1 – Relation entre la force de trainée et la vitesse d'une voiture diesel