

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

**Sciences et technologies du design et des métiers d'art
(STD2A)**

PHYSIQUE-CHIMIE

Sujet « zéro » n°2

La calculatrice est autorisée dans les conditions fixées par la réglementation en vigueur.

Les parties A et B sont indépendantes.

PARTIE A

(SUR 10 POINTS)

LE DESIGNER ET L'INGÉNIEUR COLLABORENT

Dans l'industrie automobile, la conception d'une automobile est soumise à de nombreuses contraintes techniques, économiques et écologiques dont vont devoir tenir compte les ingénieurs et les designers. Parmi ces contraintes, on distingue la volonté d'alléger le véhicule, de recycler les matériaux, d'améliorer le confort de l'automobiliste et enfin de respecter les normes de sécurité.

Contexte de travail

Il s'agit de participer au choix des matériaux pour une marque automobile soucieuse d'améliorer l'impact environnemental de ses véhicules, tout en garantissant le confort et la sécurité de ses passagers.

Cahier des Charges

Élément	Contrainte principale à retenir
A : CARROSSERIE	ALLEGEMENT du VEHICULE + RECYCLAGE
B : PARE-CHOCS	ALLEGEMENT + SECURITE
C : HABITACLE	CONFORT + RECYCLAGE
D : VITRAGE PARE-BRISE + VITRAGE LATERAL	SECURITE + CONFORT
E : LUNETTE ARRIERE	SECURITE + COUT

Travail demandé en s'appuyant sur les documents des pages suivantes

1. Donner la définition d'un thermoplastique. Préciser une conséquence en termes de recyclage.
2. Le chanvre est un agro-matériau de plus en plus utilisé dans la construction industrielle. Citer un des intérêts que ce matériau présente.
3. Présenter des propositions de choix de matériaux pour les trois éléments B, C et D du cahier des charges présenté ci-dessus en présentant la réponse soit sous la forme d'un texte, soit à l'aide de schémas, soit sous forme d'une affiche.
4. Proposer une analyse de la notion d'impact environnemental.

Document 1 : quels choix de matériaux pour la carrosserie des véhicules ?

Pour réduire l'épaisseur des pièces et leur densité, les solutions techniques disponibles sont : les aciers à très haute résistance, les alliages à base d'aluminium, les matériaux composites à base de fibres de verre, de carbone ou naturelles (comme le lin ou le chanvre).

Matériau	Masse volumique ($kg \cdot L^{-1}$)	Allègement envisageable par véhicule	Coût
Acier haute résistance	7,8	50 kg	Modeste
Aluminium	2,6	150 kg	Modéré
Composites	1,2	200 kg	Très élevé

D'après http://www.sra.asso.fr/sites/default/files/PDF/1_PSA_0.pdf

Document 2 : Composites thermoplastiques pour les pare-chocs et l'habitacle : tous les feux sont au vert...



A la fois légers, résistants et recyclables, les thermoplastiques constituent une solution d'avenir pour les équipements intérieurs et extérieurs des habitacles de voitures. Ces derniers présentant le même intérêt que les thermodurcissables en termes de gain de poids par rapport aux métaux, avec l'avantage d'être recyclables. Si les composites thermoplastiques ne pèsent aujourd'hui que 5 % du marché des composites, ils pourraient à terme représenter 50 %.

L'agence Française de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) ne s'y est pas trompée en soutenant dès 2012 le projet Compofast, coordonné par Arlema. Son objectif : mettre au point des composites thermoplastiques destinés à l'allègement des véhicules qui respectent les contraintes de coûts et de cadence de la production d'automobile en grande série.

D'après [L'Usine Nouvelle](#)

Document 3 : Le vitrage automobile.

D'après l'article R316-3 du code de la route, « toutes les vitres doivent être en substance transparente telle que le danger d'accidents corporels soit, en cas de bris, réduits dans la mesure du possible. Elles doivent être suffisamment résistantes aux incidents prévisibles d'une circulation normale et aux facteurs atmosphériques et thermiques, aux agents chimiques et à l'abrasion ».

D'après http://www.verreonline.fr/v_plat/auto_01.php

➤ Caractéristiques physiques de plusieurs verres

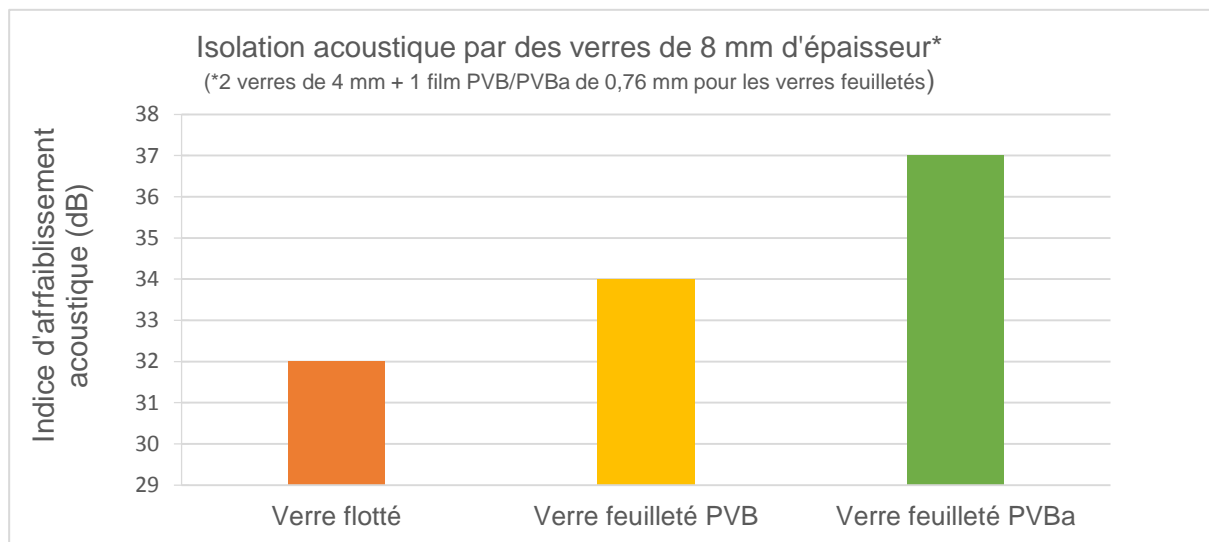
	Verre flotté	Verre trempé thermiquement	Verre feuilleté
Nature du verre	Verre non traité	A subi un traitement thermique visant à augmenter sa résistance et à modifier sa fragmentation	Se compose de deux plaques de verre séparées par un film de polyvinyle butyral (PVB - polymère de synthèse thermoplastique) à la fois tenace, élastique et extrêmement résistant à la déchirure
Résistance à la flexion	~ 45 N/mm ²	~ 120 N/mm ²	~ 45 N/mm ²
Résistance aux chocs thermiques	Rupture suite à une surcharge thermique d'environ 40 K	Rupture suite à une surcharge thermique d'environ 150 K	Rupture suite à une surcharge thermique d'environ 40 K
Coût	€	€€	€€€
Nature de la fragmentation après brisure	Fragmentation en toile d'araignée avec éclats de verre pointus et très coupants	Fragmentation en une multitude de granules sans tranchant	Fragmentation en toile d'araignée avec maintien des éclats par le film PVB, ce qui permet à la vitre de rester entière

D'après https://www.glastroesch.ch/uploads/tx_lwgtbrochures/bro_glas-und-praxis_fr.pdf

➤ Isolation phonique des verres

Le développement d'un film spécial « PVB acoustique (PVBa) » a permis d'améliorer les propriétés d'isolation acoustique des vitrages feuilletés classiques sans alourdir le véhicule.

D'après <http://saint-gobain-autover.com/fr/confort-acoustique>



D'après https://www.glastroesch.ch/uploads/tx_lwgtbrochures/bro_glas-und-praxis_fr.pdf

Document 4 : Quelques données techniques des matériaux utilisés dans la construction automobile.

Les matières plastiques					
Matériau	Masse volumique en $kg \cdot L^{-1}$	Rigidité en MPa	Résistance à la rupture en %	Conductivité thermique en $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$	Remarques
PVC Souple	1,16 à 1,35	< 1000	200 à 500	0,16	Thermoplastique Sensible aux UV Auto-extinguible (qui s'éteint de lui-même au contact d'une source de chaleur)
PVC Rigide	1,4	2000 à 3000	20 à 70	0,16	
PA	1,1	2500	30	0,20	Thermoplastique Faible coût Peut être peint et « design-é » Résistance aux liquides
PP	0,9	1000 à 2000	< 20	0,20	Thermoplastique Bonne résistance aux chocs Bonne résistance à l'usure
PU	1,2	variable	variable	0,023 - 0,028	Thermodurcissable Hydrofuge

Autres matériaux			
Matériau	Conductivité thermique caractéristique du matériau en $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$	Indice d'affaiblissement acoustique en dB	Recyclage
Acier	50	Très faible	Facile et peu coûteux
Aluminium	160	Très faible	Facile et peu coûteux
Laine minérale	0,045	50 dB pour 50 mm de laine minérale accolée à une paroi de base	Difficile et coûteux
Laine de chanvre	0,045	49 dB pour 30 mm de laine de chanvre accolée à une paroi de base	Très facile et peu coûteux

D'après <https://energieplus-lesite.be>

PARTIE B

(SUR 10 POINTS)

Les matériaux des ponts

Lire les documents suivants :

Document 1 – Un pont en béton

La construction d'un pont courant en béton à Cocloye en Saône-et-Loire (71) a été réalisée en 2006 dans le cadre des travaux de mise à 2 x 2 voies de la RN 80.

L'ouvrage a été construit par la Direction Départementale de l'Équipement de Saône-et-Loire, les travaux ont duré 11 mois.

Le pont comporte un tablier unique d'une longueur totale de 52 m ; il a nécessité 840 m³ de béton et 75 tonnes d'acier pour les armatures du béton armé.

Le coût total de la construction de l'ouvrage est de 850 000 euros.



D'après le site infociments.fr

Document 2 – Un pont métallique

Un pont à structure métallique a été construit près de Dunkerque. Celui-ci, d'une longueur de 32 mètres, est principalement constitué d'acier et pèse 33 tonnes. Il a fallu 6 mois de construction et son coût s'élève à environ 500 000 euros.



D'après le site bcmetalnord.com

Document 3 – Un pont en composite



Le premier pont en matériaux composites en Pologne a ouvert à la circulation le 9 février 2015 à Błazowa, au sud-est de la Pologne. Il est l'aboutissement du projet « Com-bridge » qui réunit la faculté de sciences des matériaux de l'Université de Varsovie, l'entreprise de construction Mostostal Warszawa, le cabinet de conseil en ingénierie des infrastructures de transport Promost Consulting et l'Université polytechnique de Rzeszów.

Le pont est composé en partie de matériaux composites FRP (Fiber-Reinforced Polymer), plus légers que les matériaux tels que l'acier traditionnellement utilisés pour la construction. Ainsi, la partie du pont en matériaux composites de 22 mètres de long ne pèse que 3700 kg. Ces matériaux ont aussi l'avantage d'être plus solides que l'acier et moins chers à entretenir. Ils permettent de construire plus rapidement les infrastructures (quelques jours seulement). Ils sont déjà couramment utilisés dans les industries aérospatiale et automobile. Le projet Com-bridge a coûté 2,3 millions d'euros.

D'après le site diplomatie.gouv.fr

Document 4 - Vieillissement du matériau composite FRP

L'utilisation de FRP composite en tant que matériau pour la construction de ponts permet de résoudre le problème fondamental d'exploitation des structures de ponts traditionnelles : leur durabilité insuffisante due à la dégradation des matériaux qui les composent (acier, béton) par la corrosion et l'érosion. Le composite possède de très bonnes propriétés mécaniques et une remarquable résistance à la corrosion.

Il est prévu des coûts de maintenance minimales pendant les 50 premières années d'utilisation des ponts en matériaux composites.

Document 5 – Données sur les matériaux

	Béton	Acier	FRP
Masse	2,5 g	8,0 kg	1,8 kg
Volume du matériau lors de la pesée	1,0 mL	1,0 L	1,0 L

Questions :

1. Citer les deux constituants de l'acier.
2. Expliquer pourquoi, en plus du coût de fabrication d'un pont en structure métallique ou en béton armé, il faut prévoir un coût d'entretien.
3. Sans protection face aux éléments extérieurs, le fer peut subir une détérioration. Écrire l'équation de la réaction d'oxydoréduction qui a lieu entre le métal fer (Fe) et le dioxygène de l'air (O_2). On donne les couples rédox mis en jeu : Fe^{2+} / Fe et O_2 / H_2O
4. Citer deux méthodes qui peuvent être utilisées pour protéger l'acier.
5. Donner la définition d'un matériau composite et citer un exemple différent de celui présenté dans les documents.
6. En utilisant le document 5, montrer que, comme l'affirme le document 3, les composites FRP sont plus « légers » que les matériaux traditionnels.
7. Donner trois avantages, autres que la légèreté, liés à l'utilisation d'un matériau composite pour la fabrication d'un pont.
8. À l'aide des données réparties dans l'ensemble des documents, montrer que l'utilisation d'un matériau composite engendre un important surcoût par rapport aux matériaux plus traditionnels dans la construction d'un pont (sans tenir compte de l'entretien).