

Sujet zéro



Inspection de l'Enseignement Agricole

Diplôme:

Baccalauréat technologique

« Sciences et technologies de l'agronomie et du vivant »

Epreuve ponctuelle terminale:

Physique chimie (candidats hors CCF)

Définition de l'épreuve

(Référence : arrêté du 22 mars 2019 modifié et note de service DGER/SDPFE/2019-702 du 10/10/2019)

Pour les candidats hors CCF, l'évaluation se compose d'une épreuve ponctuelle terminale écrite d'une durée de deux heures, comportant un équilibre entre les questions relatives à la physique et à la chimie.

Objectifs de l'épreuve

Il s'agit d'évaluer la capacité du candidat à mettre en œuvre une démarche scientifique.

Les critères de la démarche scientifique « s'approprier, analyser-raisonner, réaliser, valider et communiquer » sont évalués au cours de l'épreuve et structurent le barème.

Modalités de l'épreuve

L'examinateur est un enseignant de physique-chimie.

L'usage de la calculatrice est précisé en fonction du sujet.

Précisions sur l'épreuve

La question B.5 est une tâche complexe¹.

L'évaluation de cette question s'effectue sur la capacité des candidats à s'approprier la problématique proposée, à en analyser les questionnements qu'elle soulève, à en raisonner une stratégie de résolution, à réaliser les procédures qui en découlent et à valider (ou invalider) les conclusions auxquelles ils aboutissent en utilisant correctement la langue. Ainsi toute démarche, même non aboutie, si elle s'avère pertinente et cohérente sera valorisée selon les critères définis ci-avant à l'aide de la grille critériée proposée.

¹ La tâche complexe est une tâche mobilisant des ressources internes (culture, capacités, connaissances, vécu...) et externes (aides méthodologiques, protocoles, fiches techniques, ressources documentaires...). Elle fait donc partie intégrante de la notion de compétence.

Dans ce contexte, complexe ne veut pas dire compliqué.

Libellé du sujet

Voitures essence et électrique

Camille dirige une société de services à la personne. Elle utilise son véhicule dans le cadre de son travail. Afin de diminuer l'impact que son entreprise peut avoir sur l'environnement, elle envisage de remplacer son véhicule essence par un véhicule électrique.

Partie A : Le véhicule essence (6 points)

L'étiquette énergie présentée dans le **document A1** apporte des renseignements sur la consommation de carburant et les émissions de CO₂ de la voiture de Camille. Elle souhaite vérifier la cohérence des informations données.

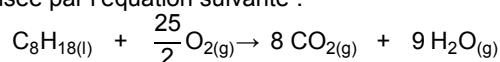
L'essence est un mélange d'hydrocarbures que l'on modélise par la molécule d'octane de formule brute : C₈H₁₈.

A.1. Préciser pourquoi, en termes d'environnement, de durabilité, les émissions de CO₂ sont importantes à prendre en compte lors de l'achat d'un véhicule.

A.2. En exploitant les **documents A1 et A2**, calculer la valeur de la masse d'octane nécessaire pour parcourir 100 km.

A.3. En déduire la quantité de matière (exprimée en mol) d'octane correspondant.

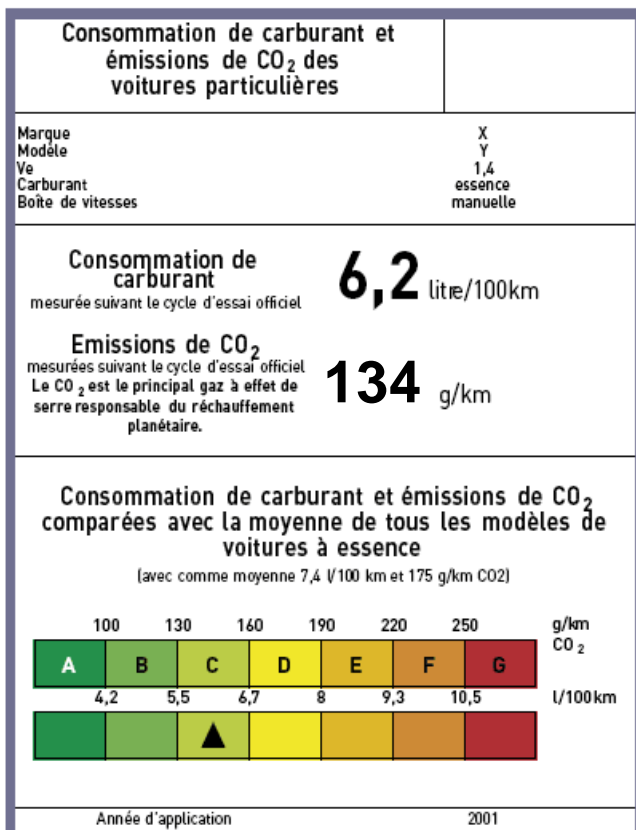
La combustion de l'octane est modélisée par l'équation suivante :



A.4. Montrer, à partir de cette équation, que pour parcourir 100 km, la quantité de matière de CO₂ produit a une valeur de l'ordre de 305 mol.

A.5. Vérifier la validité des informations apportées par l'étiquette énergie de la voiture de Camille concernant la production de CO₂ de ce véhicule.

Document A1 : Étiquette énergie de la voiture de Camille



Document A2 : Caractéristiques physico-chimiques de l'octane et du dioxyde de carbone

La masse volumique de l'octane est $\rho = 700 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$

$M(\text{C}_8\text{H}_{18}) = 114 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

$M(\text{CO}_2) = 44 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Partie B : Le véhicule électrique (10 points)

La voiture électrique que Camille envisage d'acheter dispose d'un moteur électrique alimenté par une pile à hydrogène.

Fonctionnement d'une pile à hydrogène (5 points)

Le fonctionnement d'une pile à hydrogène est décrit dans le **document B1**.

B.1. Écrire la demi-équation électronique qui correspond à l'oxydation du dihydrogène $H_2(g)$ en ions $H^+(aq)$.

B.2. Retrouver l'équation chimique modélisant le fonctionnement de la pile : $O_2(g) + 2 H_2(g) \rightarrow 2 H_2O(l)$.

B.3. Préciser en justifiant sur l'**annexe A** (page X à rendre avec la copie) la polarité de la pile ainsi que le sens de circulation du courant électrique dans le circuit extérieur.

B.4. Dessiner sur l'**annexe A** les branchements du multimètre permettant de mesurer une valeur positive de la tension aux bornes de la pile.

B.5. Citer, en termes de durabilité, l'avantage de ce véhicule électrique par rapport à celui à essence.

Document B1 : Pile à hydrogène

La pile à hydrogène est constituée de deux électrodes à la surface desquelles ont lieu les réactions chimiques d'oxydoréduction et d'un électrolyte dans lequel se déplacent les ions.

Au niveau de l'électrode 1, les molécules de dihydrogène H_2 , provenant d'un réservoir, sont oxydées en ions H^+ qui se déplacent dans l'électrolyte.

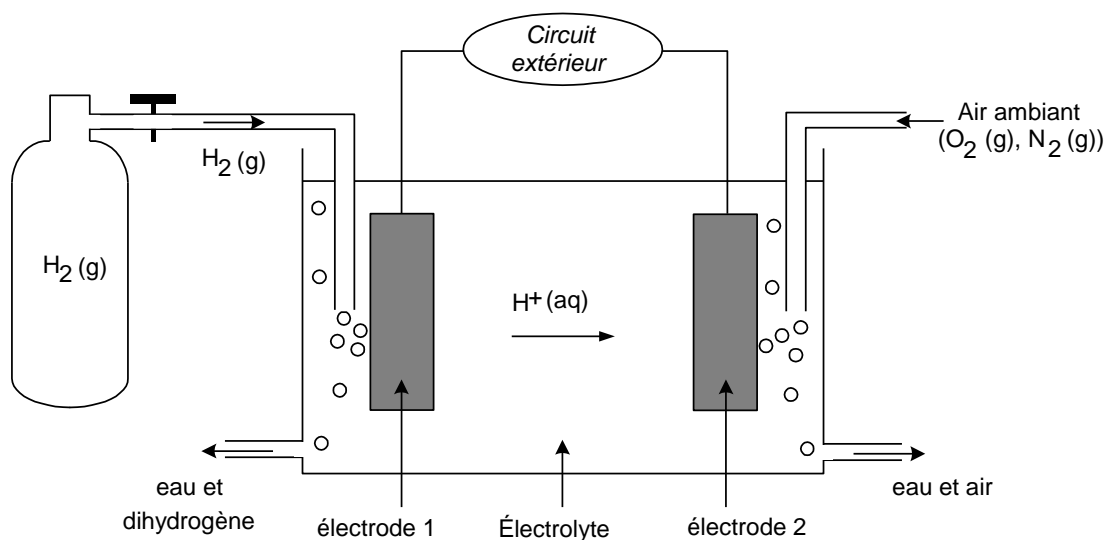
Au niveau de l'électrode 2, des électrons, des ions hydrogène H^+ de l'électrolyte et des molécules de dioxygène O_2 , provenant de l'air ambiant, se combinent pour donner de l'eau.

Les couples oxydant/réducteur mis en jeu sont les suivants : $H^+(aq)/H_2(g)$ et $O_2(g)/H_2O(l)$.

La demi-équation électronique associée au couple $O_2(g)/H_2O(l)$ est : $O_2(g) + 4 e^- + 4 H^+(aq) = 2 H_2O(l)$.

On suppose que l'équation de la réaction modélisant la transformation chimique qui a lieu au sein de la pile lors de son fonctionnement est la suivante : $O_2(g) + 2 H_2(g) \rightarrow 2 H_2O(l)$.

Schéma simplifié de la pile :



D'après bac S 2008

Production du dihydrogène (H₂) (5 points)

Camille parcourt 15 000 km par an. Le dihydrogène qui servira à alimenter le moteur électrique de sa voiture sera produit grâce à des bacs à électrolyse (électrolyse de l'eau).

Pour produire l'énergie électrique nécessaire à l'électrolyse, Camille envisage d'installer sur les toits des bâtiments de sa société des panneaux photovoltaïques. La surface totale des toits est égale à 100 m². Camille se demande si cette surface sera suffisante pour installer assez de panneaux photovoltaïques capables de produire l'électricité nécessaire à la production annuelle du dihydrogène.

B.5. En exploitant les **documents B2 et B3**, répondre à l'interrogation de Camille.

Rappel : La démarche suivie et la qualité de la rédaction sont évaluées. Tout élément de raisonnement même partiel sera pris en compte.

Document B2 : Informations sur les panneaux photovoltaïques

La puissance solaire moyenne reçue par unité de surface de panneau est 250 W.m⁻².

L'énergie, la puissance et le temps sont reliés par la relation suivante : $E = P \times \Delta t$.
(E exprimée en joule, P en watt et Δt en seconde).

1 année correspond à $3,16 \times 10^7$ s.

Le rendement de conversion de l'énergie solaire en énergie électrique des cellules photovoltaïques est de l'ordre de 14%.

Document B3 : La production du dihydrogène

Une masse de 2,1 kg de dihydrogène permet de parcourir 200 km.

La production de 1,0 g de dihydrogène (produit par électrolyse de l'eau) nécessite $2,40 \times 10^5$ J d'énergie électrique.

Partie C : La vitesse et la sécurité sur la route (4 points)

Sensible aux questions liées à la sécurité routière, Camille a consulté de nombreux sites automobiles pour mieux comprendre les critères de performance et les règles de sécurité. Des extraits de sa documentation sont donnés ci-dessous.

C.1. Montrer que l'énergie cinétique d'un véhicule de masse 1 500 kg ayant une vitesse de 100 km.h⁻¹ est égale à $5,78 \times 10^5$ J.

C.2. En déduire la valeur de la variation d'énergie cinétique de ce véhicule qui s'immobilise lors d'un choc frontal.

C.3. Vérifier l'affirmation finale du **document C1** : « À 100 km.h⁻¹, un choc frontal du véhicule correspond à celui qui aurait lieu si ce véhicule effectuait une chute libre d'une hauteur moyenne de 13 étages !! ».

C.4. À partir des **documents C2 et C3**, caractériser le mouvement du véhicule durant la phase de freinage.

Document C1 : Comparaison choc et chute

La vitesse augmente considérablement la gravité des blessures en cas d'accident.

Lors d'une collision, le véhicule décélère brusquement alors que les passagers sont projetés violemment vers le point d'impact.

« À 100 km.h⁻¹, un choc frontal du véhicule correspond à celui qui aurait lieu si ce véhicule effectuait une chute libre d'une hauteur moyenne de 13 étages !! »

Données : Intensité du champ de pesanteur $g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1} = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$. Hauteur d'un étage : 3 m
Vitesse atteinte dans le cas d'une chute libre verticale $v = \sqrt{2gh}$ avec h hauteur de la chute

Document C2 : Distance d'arrêt, temps de réaction et temps de freinage

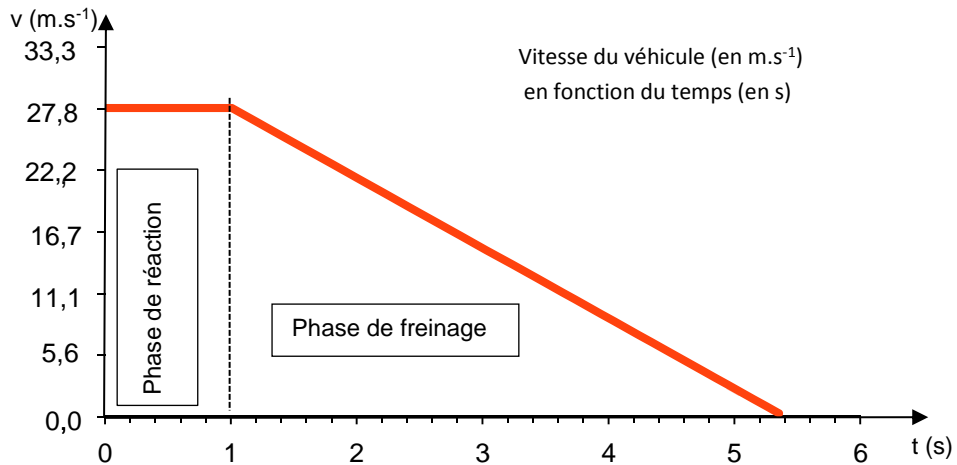
Un automobiliste aperçoit un obstacle sur sa route : le temps de réagir, il appuiera le pied sur le frein et parcourra une certaine distance avant de s'immobiliser. C'est ce qu'on appelle la **distance d'arrêt**.

La distance d'arrêt dépend du temps de réaction et du temps de freinage.

Pendant le **temps de réaction**, c'est-à-dire le moment entre lequel le conducteur prend la décision de freiner et celui où il pose le pied sur la pédale, le véhicule parcourra une certaine distance. En moyenne, le temps de réaction est d'environ 1 seconde.

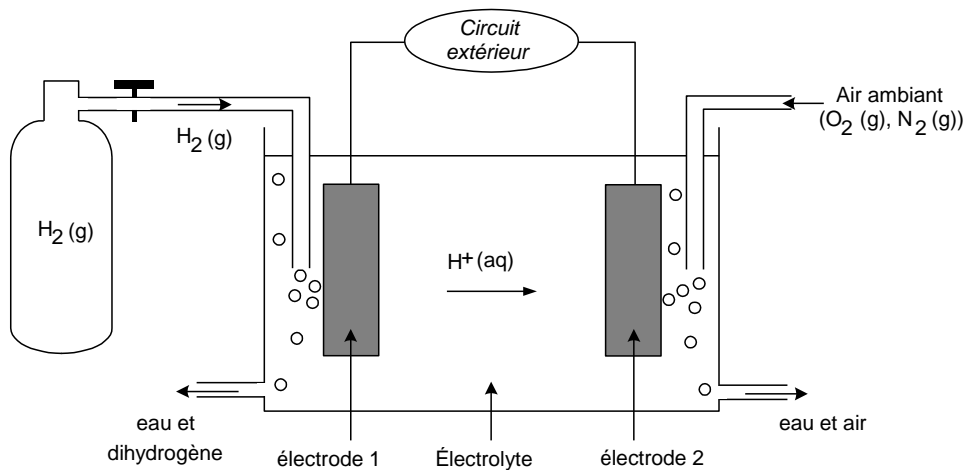
Pendant le **temps de freinage**, le conducteur freine jusqu'à l'immobilisation de son véhicule. L'usure des freins et des pneus, le poids du véhicule ainsi que le mauvais état de la chaussée sont tous des éléments qui peuvent aussi contribuer à augmenter la distance de freinage.

Document C3 : Enregistrement de la vitesse durant toute la phase d'arrêt



ANNEXE A (à compléter et à rendre avec la copie)

Pile à hydrogène



Multimètre

Exemple de grille d'évaluation – Indications de correction

Une analyse des critères mobilisés permet de s'assurer d'une bonne répartition des tâches demandées. Les critères de la démarche scientifiques sont : **S'approprier : APP**

Analyser – Raisonner : ANA/RAI

Réaliser : REA

Valider : VAL

Communiquer : COM

Partie A : Le véhicule essence

Questions	Indicateurs d'évaluation	Éléments de résolution et de correction attendus	APP	ANA/ RAI	REA	VAL	COM	points
A1	Connaître les notions de gaz à effet de serre	Émission de CO ₂ qui est un gaz à effet de serre.	*				*	/1
A2	Identifier les informations relatives à la consommation et à la masse volumique Connaître la notion de masse volumique Calculer m Remarque : Le calcul de m par un calcul de proportionnalité est accepté (et valorisé)	$m = \rho \times V$ donc $m = 700 \times 6,2$; $m = 4,3 \times 10^3$ g	*		*			/1,5
A3	Connaitre la relation $n = m/M$ Calculer correctement la valeur de la quantité de matière d'octane	$n(\text{C}_8\text{H}_{18}) = m / M(\text{C}_8\text{H}_{18})$ donc $n = 4,340 / 114$ $n = 3,8 \times 10^1$ mol	*		*			/1
A4	Utiliser les nombres stœchiométriques de l'équation chimique. Ou : faire un bilan molaire Calculer la valeur de la quantité de matière de CO ₂	$n(\text{CO}_2) = 8 \times n(\text{C}_8\text{H}_{18})$ donc $n(\text{CO}_2) = 8 \times 4,340 / 114 = 305$ mol	*		*			/1
A5	Calculer la valeur de la masse de CO ₂ dégagée pour parcourir 1 km en voiture thermique Comparer cette valeur avec celle indiquée sur l'étiquette.	$m(\text{CO}_2)_{\text{par km}} = 305 \times 44 / 100$; $n = 134$ g Résultat conforme à l'étiquette énergie.		*	*		*	/1,5
	Répartition des critères mobilisés dans l'exercice		2,5	0,5	2	0	1	/6

Partie B : Le véhicule électrique – 1^{ère} partie - Fonctionnement de la pile à hydrogène Le véhicule électrique

Questions	Indicateurs d'évaluation	Éléments de résolution et de correction attendus	APP	ANA / RAI	REA	VAL	COM	points
B1	Écrire une demi-équation électronique	Oxydant et réducteur identifiés $H_2(g) = 2 H^+(aq) + 2 e^-$			*			/1
B2	S'approprier les couples oxydant/réducteur Ecrire une équation d'oxydoréduction à partir des demi-équations électroniques	$O_2(g) + 4 e^- + 4 H^+(aq) = 2 H_2O(l)$ <u>$2 H_2(g) = 4 H^+(aq) + 4 e^-$</u> $O_2(g) + 2 H_2(g) \rightarrow 2 H_2O(l)$	*		*			/1
B3	Identifier la polarité de la pile et le sens de circulation du courant électrique	Schéma complété correctement avec : +, - ; I.		*	*			/1
B4	Positionner correctement un voltmètre sur un schéma électrique	Positionnement correct. Bornes correctement identifiées.			*			/1
B5	Identifier que la transformation chimique qui a lieu au sein de la pile produit de l'eau (liquide) et non un gaz à effet de serre comme le CO ₂ .			*			*	/1
	Répartition des critères mobilisés dans l'exercice		0,5	1,5	2,5	0	0,5	/5

Partie B : Le véhicule électrique – 2^{ème} partie – Production du dihydrogène

Une grille d'un autre type, plus adaptée aux tâches complexes ici, est proposée.

Critères	Indicateurs d'évaluation observables	Éléments de résolution et de correction attendus	A 100%	B 70%	C 40%	D 10%	points
S'approprier	Identifier les grandeurs pertinentes. Connaître le rendement.	Distance parcourue, surface disponible, puissance reçue, rendement, énergie nécessaire pour produire 1,0 g de H ₂ , masse de H ₂ nécessaire pour parcourir 200 km ... Expression du rendement présente.					/1

Analyser Raisonner	- Établir les étapes de la résolution.	Plusieurs méthodes de résolution sont possibles. Citons-en trois : Méthode 1 : Déterminer la distance qu'il est possible de parcourir si la surface totale des toits (100 m ²) est couverte en totalité de panneaux et la comparer à 15 000 km. Méthode 2 : Déterminer la surface de toits nécessaire à la production de H ₂ annuel pour parcourir 15 000 km. Méthode 3 : Déterminer l'énergie électrique nécessaire pour parcourir 15 000 km et en déduire la surface des panneaux. D'autres méthodes pertinentes peuvent être proposées et donc doivent être prises en compte					/1,5
Réaliser	Calculer les puissances reçues et consommées, les énergies, les surfaces.	Les calculs numériques des grandeurs physiques (puissance, énergie ...) sont corrects. Exemples de calculs Méthode 1 : Puissance solaire reçue par les panneaux : $P_S = 250 \times 100 = 25\,000\text{ W} = 25\text{kW}$. Energie solaire reçue en un an : $E_S = 25\,000 \times 3,16 \times 10^7 = 7,9 \times 10^{11}\text{ J}$ Energie électrique produite par les panneaux : $E_{\text{é,produite}} = 7,9 \times 10^{11} \times 0,14 = 1,1 \times 10^{11}\text{ J}$ Masse de H ₂ produite : $m = \frac{1,106 \times 10^{11}}{2,40 \times 10^5} = 4,61 \times 10^5\text{ g} = 4,61 \times 10^2\text{ kg}$. Distance parcourue avec cette masse de H ₂ : $d = \frac{4,61 \times 10^2}{2,1} \times 200 \approx 44\,000\text{ km}$. Méthode 2 : on pose x la surface nécessaire de panneaux pour produire l'électricité pour parcourir 15 000 km annuels.					/0,5

		<p>Energie électrique produite : $E_{é,produite} = 250 \times x \times 3,16 \times 10^7 \times 0,14 = 1,1 \times 10^7 \times x$</p> <p>E électrique nécessaire : $E_{é,nécessaire} = 2,1 \times 10^3 \times \frac{15000}{200} \times 2,40 \times 10^5 = 3,8 \times 10^8 \text{ J}$</p> <p>$E_{é,produite} = E_{é,nécessaire} \quad 1,1 \times 10^7 \times x = 3,8 \times 10^8$ $x = 35 \text{ m}^2$</p> <p>Méthode 3 : les calculs sont quasiment les mêmes que la méthode 2, seule la façon de conduire la résolution du problème change.</p>					
Valider	Comparer les valeurs d'énergie et la réponse donnée à la problématique est cohérente avec les valeurs trouvées par l'élève.	<p>Méthode 1 : 44 000 km > 15 000 km</p> <p>Méthode 2 : 35 m² < 100 m²</p> <p>Méthode 3 : 35 m² < 100 m²</p>					/1
Communiquer	Rédiger la réponse à Camille en argumentant de manière compréhensible.	La réponse doit contenir : La surface des toits est suffisante. l'énergie nécessaire à la recharge du véhicule sur 1 an, l'énergie fournie par l'installation solaire, une conclusion cohérente avec les calculs réalisés					/1
Note							/5

L'évaluation de la tâche complexe par les critères mis en jeu :

La grille permet d'apprécier, selon quatre niveaux, les critères de la démarche scientifique développés dans la question par le candidat.

Pour cela, la grille s'appuie sur des critères d'évaluation et des éléments de résolution et de correction attendus.

Niveau A : les critères d'évaluation et des éléments de résolution et de correction attendus apparaissent dans leur (quasi)totalité

Niveau B : les critères d'évaluation et des éléments de résolution et de correction attendus apparaissent partiellement

Niveau C : les critères d'évaluation et des éléments de résolution et de correction attendus apparaissent de manière insuffisante

Niveau D : les critères d'évaluation et des éléments de résolution et de correction attendus ne sont pas présents

Partie C : La vitesse et la sécurité routière

	Indicateurs d'évaluation	Éléments de résolution et de correction attendus	APP	ANA / RAI	REA	VAL	COM	points
C1	Calculer la valeur de l'énergie cinétique en effectuant les conversions des unités de la vitesse.	$100 \text{ km.h}^{-1} \Leftrightarrow 27,8 \text{ m.s}^{-1}$ $E_c = \frac{1}{2} mV^2 = \frac{1}{2} \times 1500 \times 27,8^2 = 5,78 \times 10^5 \text{ J.}$			*			/1
C2	Identifier que la notion de choc frontal correspond à un arrêt et une vitesse nulle. Calculer la variation d'énergie cinétique	Vitesse finale = 0 m.s^{-1} $\Delta E_c = \frac{1}{2} mv_f^2 - \frac{1}{2} mv_i^2 = -5,78 \times 10^5 \text{ J.}$		*				/1
C3	S'approprier la relation de la vitesse donnée dans le document C1. Calculer la valeur de la vitesse atteinte. Comparer la vitesse obtenue avec la vitesse initiale.	$v = (2 \times 9,8 \times 3 \times 13)^{1/2} = 27,6 \text{ m.s}^{-1}$ $27,6 \text{ m.s}^{-1}$ est proche de $27,8 \text{ m.s}^{-1}$	*		*		*	/1,5
C4	Analyser la courbe.	Le mouvement présente un caractère uniformément décéléré.		*				/0,5
	Répartition des critères mobilisés dans l'exercice		0,5	1	2	0,5	0	/4