



Baccalauréat STI2D et STL SPCL

Epreuve de sciences physiques

Session novembre 2014
Nouvelle Calédonie

30/11/2014

www.udppc.asso.fr

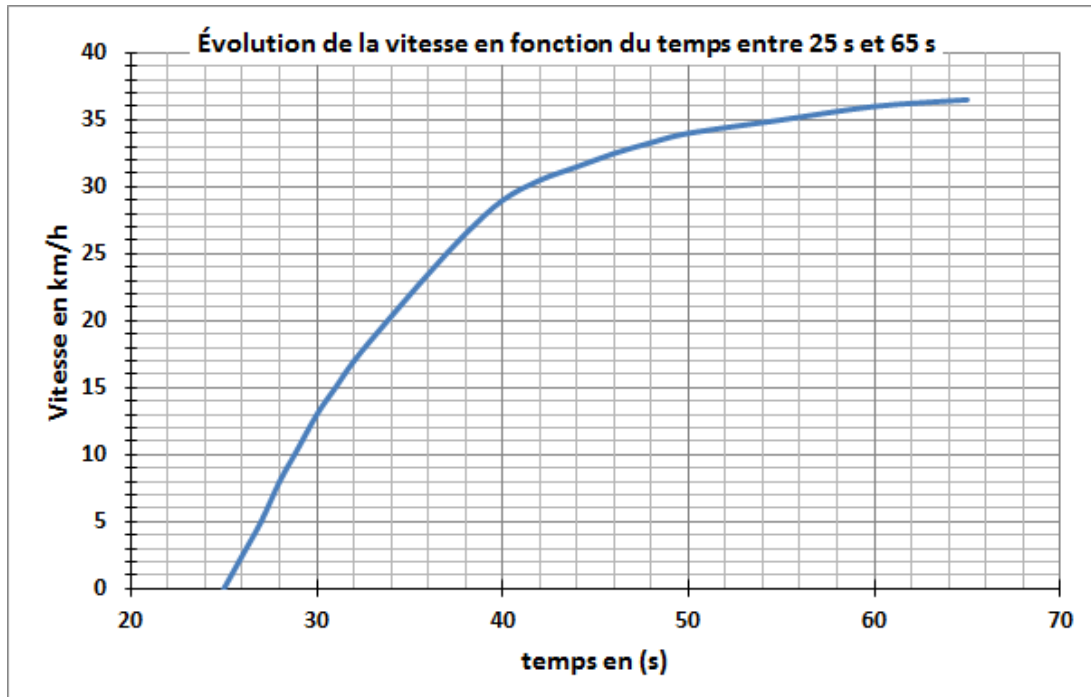
Correction

PARTIE 1- ÉTUDE ENERGETIQUE SUR UN DEPLACEMENT URBAIN.

1-1 Quelles sont les raisons de l'existence des périodes pour lesquelles la vitesse est nulle ?

C'est un bus de ville, il s'arrête pour prendre des passagers ou les laisser descendre. De plus en déplacements urbains, il doit s'arrêter aux stops et feux rouges.

On considère que le mouvement du bus est horizontal entre les dates $t_1 = 25$ s et $t_2 = 65$ s. Le graphe de l'évolution de la vitesse en fonction du temps est donné ci-dessous.



Document 2

1-2 L'accélération du bus entre ces deux dates est-elle constante ? Justifier.

Si l'accélération était constante, la représentation de la vitesse en fonction du temps devrait être une droite. Ce n'est pas le cas ici, l'accélération n'est pas constante.

1-3 Une seule des trois relations suivantes permet le calcul de la valeur de l'accélération, a.

Laquelle ?

L'accélération est égale à la variation de la vitesse par unité de temps : il s'agit donc de la 2) :

$$a = \frac{\Delta(v)}{\Delta(t)}$$

1-4 On considère que le bus transporte 20 passagers de masse unitaire 70 kg. Calculer la variation d'énergie cinétique de l'ensemble {bus + conducteur + passagers} entre ces deux dates, t_1 et t_2 .

L'énergie cinétique en t_1 est nulle puisque l'ensemble est immobile (vitesse nulle) : $E_c(t_1) = 0$.

En t_2 l'ensemble se déplace à une vitesse $v_2 = 36,5 \text{ km.h}^{-1}$.

$$E_c(t_2) = \frac{1}{2} \times M_{\text{tot}} \times v_2^2$$

La masse totale est : $M_{\text{tot}} = M(\text{véhicule} + \text{conducteur}) + 2 \times M(\text{passager}) = 17500 + 20 \times 70 = 18900 \text{ kg}$ (bus + conducteur + 20 passagers)

Pour faire le calcul, il faut que la vitesse soit en m.s^{-1} :

$$v_2 = 36,5 \text{ km.h}^{-1} \text{ soit : } \frac{36,5 \times 1000}{3600} = 10,1 \text{ m.s}^{-1}.$$

$$E_c(t_2) = \frac{1}{2} \times 18900 \times 10,1^2 = 9,71 \cdot 10^5 \text{ J}$$

1-5 Quel est le travail du poids sur ce trajet ?

Le déplacement est horizontal. Le poids est une force verticale.

Le poids est donc une force perpendiculaire au déplacement : son travail est nul.

1-6 On veut évaluer les différents frottements au cours de ce mouvement.

1-6.1 Dans un premier temps, on prend en compte le frottement aérodynamique, ou traînée. La traînée est une force qui s'oppose à l'avancement d'un véhicule dans l'air. Elle devient très importante lorsque le déplacement se fait à des vitesses élevées. Son intensité se calcule à partir de la relation suivante : $T = \frac{1}{2} \cdot C_x \cdot \rho \cdot S \cdot V^2$

Le coefficient de traînée C_x vaut, dans notre cas, 0,5. On prend la masse volumique de l'air $\rho_{\text{AIR}} = 1,29 \text{ kg.m}^{-3}$ et la surface (ou maître couple) de la projection du véhicule sur un plan perpendiculaire au déplacement $S = 8,41 \text{ m}^2$.

Quelle est la valeur maximale de la traînée sur ce mouvement ?

$$\text{On a : } T = \frac{1}{2} \cdot C_x \cdot \rho \cdot S \cdot V^2$$

La traînée est donc maximale quand la vitesse est maximale : donc en t_2 .

$$\text{On a alors } v_2 = 36,5 \text{ km.h}^{-1} = 10,1 \text{ m.s}^{-1}.$$

$$T = \frac{1}{2} \times C_x \times \rho \times S \times V^2 = \frac{1}{2} \times 0,5 \times 1,29 \times 8,41 \times 10,1^2 = 279 \text{ N}$$

1-6.2 L'autre force de frottement est la force de contact notée \vec{F}_c (entre l'ensemble des pneus et la chaussée). Elle est définie par la relation ci-dessous :

$$F_c = K \cdot M_T \cdot g$$

Calculer son intensité dans les conditions du déplacement.

$$F_c = K \cdot M_T \cdot g = 0,028 \times 18900 \times 9,81 = 5,19 \cdot 10^3 \text{ N}$$

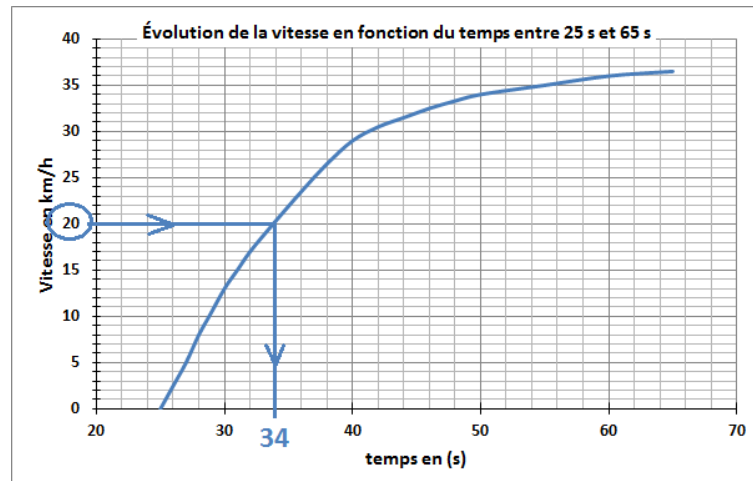
1-7 Au vu des valeurs de ces deux frottements, et en considérant que l'on peut négliger une force par rapport à l'autre si celle-ci est au moins 10 fois plus faible, quel frottement pouvons-nous conserver dans l'étude ?

$$\frac{F_c}{T} = \frac{5,19 \cdot 10^3}{279} \approx 19$$

F_c est donc 19 fois plus grande que la trainée T , on va donc négliger la trainée.

1-8 On étudie ci-dessous le démarrage du bus allant d'une vitesse nulle à celle de 20 km/h.

1-8.1 À l'aide du **document 2 page 4/12**, déterminer la durée nécessaire pour atteindre une vitesse de 20 km.h⁻¹.



D'après le document, le bus a atteint une vitesse de 20 km/h à la 34^e seconde.

Il a démarré à la 25^e seconde.

Il faut donc $34 - 25 = 9$ s pour que le bus atteigne 20 km.h⁻¹.

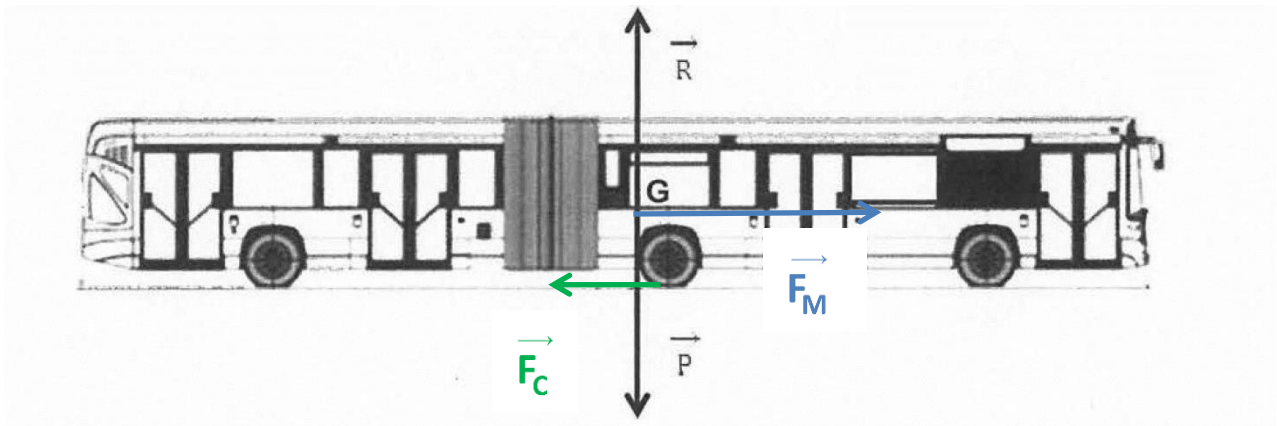
1-8.2 Sur cette durée, on considérera l'accélération constante et égale à 0,60 m.s⁻². Évaluer la distance parcourue durant cette phase où la traction est exclusivement électrique. On rappelle que la distance d est donnée par :

Il y a une erreur dans la formule donnée dans l'énoncé $d = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 + V_0$

On applique la formule correcte : le bus démarre avec une vitesse nulle ($V_0 = 0$ m.s⁻¹)

$$d = \frac{1}{2} \times a \times t^2 + V_0 \times t = \frac{1}{2} \times 0,60 \times 9^2 + 0 \times 34 = 24,3 \text{ m}$$

1-8.3 Sur le document réponse 1 (DR1) page 12/12, tracer l'allure du vecteur représentant la force de contact \vec{F}_C et du vecteur représentant la force motrice \vec{F}_M .



1-8.4 En supposant la force de frottement horizontale et opposée au sens du mouvement, calculer le travail de la force \vec{F}_C noté W_{FC} sur ce petit déplacement d . Quel est son signe ?

La force est opposée au sens du mouvement : $\theta = 180^\circ = \pi \text{ rad}$

$$W_{FC} = \vec{F}_C \cdot \vec{AB} = F_C \times d \times \cos(180^\circ) = 5,19 \cdot 10^3 \times 24,3 \times -1 = -1,26 \cdot 10^5 \text{ J}$$

1-8.5 Montrer à l'aide du théorème de l'énergie cinétique que le travail de la force motrice W_{FM} vaut 418 kJ.

D'après le théorème de l'énergie cinétique rappelé dans l'énoncé de la question :

$$\Delta(E_C) = \Sigma W_{\text{Fext}} = W_{FC} + W_{FM}$$

$$V = 20 \text{ km/h} = 5,56 \text{ m.s}^{-1}$$

$$W_{FM} = \Delta(E_C) - W_{FC} = [E_C(20 \text{ km/h}) - E_C(0 \text{ km/h})] - W_{FC}$$

$$W_{FM} = \frac{1}{2} \times 18900 \times 5,56^2 - 0 + 1,26 \cdot 10^5 = 4,18 \cdot 10^5 \text{ J}$$

$$\text{Soit } W_{FM} = 418 \text{ kJ}$$

1-8.6 En déduire la puissance motrice minimum P_{mini} sur ce déplacement.

$$P_{\text{mini}} = \frac{W_{FM}}{\Delta t} = \frac{418}{9} = 46,4 \text{ kW}$$

1-8.7 En supposant le rendement de la transmission égal à 1, calculer la puissance utile minimum délivrée par le moteur.

Si le rendement de la transmission est de 1, il faut que le moteur délivre une puissance de 46,4 kW pour assurer ce déplacement.

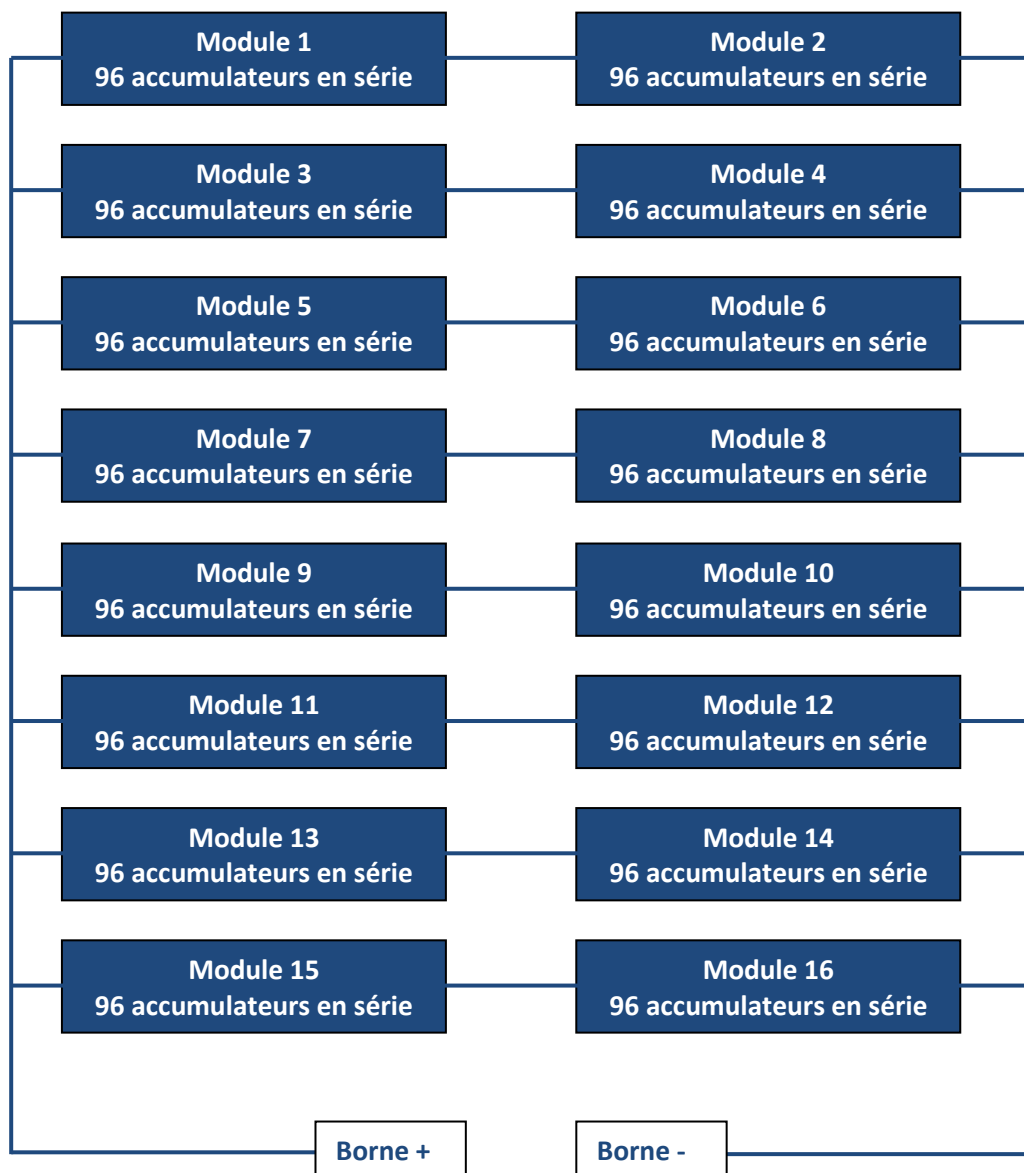
1-8.8 Comparer cette valeur avec celle de la documentation. Pourquoi le constructeur prévoit-il une valeur de puissance crête nettement supérieure ?

Sur la documentation, on peut lire : « Moteur électrique de traction de puissance utile 160 kW continu et 200 kW crête ». La valeur trouvée est inférieure à la valeur prévue par le constructeur.

Le bus doit pouvoir, par exemple, démarrer avec plus de 20 passagers et pouvoir rouler en pente, ce qui n'a pas été pris en compte dans les calculs ici.

PARTIE 2- ÉTUDE D'UNE BATTERIE.

2-1 À partir des informations fournies ci-dessus, schématiser le montage des modules au sein de la batterie. Justifier que la tension disponible aux bornes de l'ensemble est bien de 640 V.



Dans cette configuration, chaque assemblage est fait de $96 + 96 = 192$ accumulateurs de $3,33\text{ V}$ en série, ce qui fait :

$192 \times 3,33 = 640\text{ V}$ aux bornes de la batterie.

La batterie est constituée de 8 assemblages identiques en dérivation (ou parallèle) produisant la même tension de 640V

2-2 Le fabricant indique une charge électrique maximale de 43200 C pour un module ; déterminer la valeur du courant de charge de la batterie pour une durée de charge moyenne de $3,00\text{ h}$.

On a $Q = I \times \Delta t$, donc le courant $I = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{43\,200}{3,00 \times 3\,600} = 4,00\text{ A}$.

2-3 La borne positive de l'accumulateur est formée d'un matériau accueillant des ions lithium, Li^+ . Pour le bilan électronique, on peut formellement modéliser les processus qui s'y déroulent par l'équation du couple Li^+/Li . On étudie ci-dessous le fonctionnement de cette électrode lors de la décharge.

2-3.1 Écrire l'équation de la réaction qui se produit à cette électrode. Donner le nom de cette transformation.

La borne positive de la pile est la borne d'où sort le courant, et d'où rentre les électrons.

On a alors : $\text{Li}^+ + \text{e}^- = \text{Li}$

C'est une réduction.

2-3.2 La transformation qui se produit dans la pile, dans ces conditions, est-elle spontanée ou forcée ?

Lors de la décharge, la pile fonctionne en générateur, son fonctionnement est donc spontané.

2-3.3 En considérant la décharge totale d'un accumulateur élémentaire, calculer la quantité d'ions Li^+ consommée et la masse de lithium formée à la borne positive.

Un module de 96 accumulateurs a une charge de 43200 C .

Donc un seul accumulateur a une charge $Q_{\text{ac}} = \frac{43\,200}{96} = 450\text{ C}$.

On peut donc calculer la quantité n d'électrons que l'accumulateur peut faire circuler lors de sa décharge :

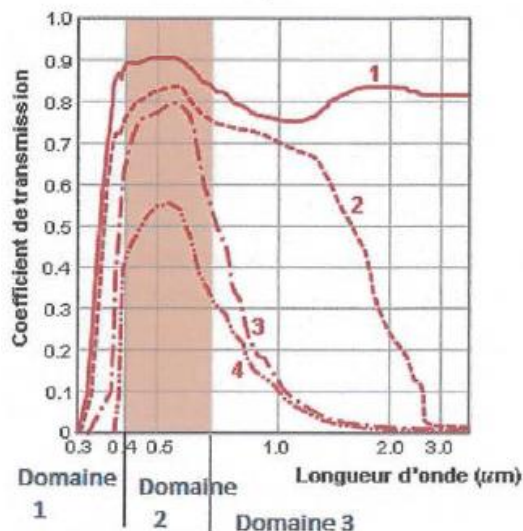
Or $n = \frac{Q_{\text{ac}}}{F} = \frac{450}{96500} = 4,66 \cdot 10^{-3}\text{ mol}$.

D'après l'équation 2.3.1, lorsque l'on consomme 1 mole d'électrons, on forme 1 mole de lithium.

Donc, lors de la décharge, on forme $n = 4,66 \cdot 10^{-3}\text{ mol}$ de lithium.

Soit : $m = n \times M_{\text{Li}} = 4,66.10^{-3} \times 7,0 = 3,3.10^{-2}$ g soit 33 mg de lithium.

Graphe 2



PARTIE 3 - ÉTUDE DE LA GESTION DE LA TEMPERATURE DE L'HABITACLE CONDUCTEUR.

3-1 Sur les graphes du **document 3 page 8/12** sont repérés trois domaines de longueur d'onde. Attribuer à chaque domaine un type de rayonnement à choisir parmi : infrarouge, ultraviolet et visible.

Domaine 1 : U.V.

Domaine 2 : visible

Domaine 3 : I.R.

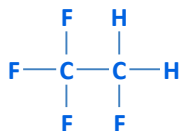
3-2 À la lecture des graphes du **document 3 page 8/12**, déterminer le pourcentage maximal de transmission du pare-brise (correspondant à la courbe 3) pour la lumière visible.

Sur le graphique précédent, pour la courbe 3, on peut lire un coefficient maximal de 0,8 ce qui correspond à un pourcentage de 80 %.

3-3 Étude du **Document 4 page 9/12**.

3-3.1 Donner la formule développée plane du 1,1,1,2-tétrafluoroéthane, sachant que le carbone établit quatre liaisons, l'hydrogène une liaison et le fluor une liaison.

On raisonne maintenant sur une quantité de matière d'une mole de R-134a



3-3.2 Calculer la masse molaire du R-134a puis l'énergie nécessaire pour la vaporisation d'une mole de ce fluide frigorigène à son point d'ébullition.

$$M = 2 \times M(\text{C}) + 2 \times M(\text{H}) + 4 \times M(\text{F}) = 2 \times 12,0 + 2 \times 1,0 + 4 \times 19,0 = 102 \text{ g.mol}^{-1}$$

3-3.3 D'où provient l'énergie nécessaire à la vaporisation d'une mole de R-134a ?

L'énergie provient de l'air de la cabine.

3-4 À la lecture des **documents 3 et 4 des pages 8/12 et 9/12**, quelle solution proposez-vous afin de réduire au maximum la température dans l'habitacle conducteur de façon écologique et économique ?

D'après le document 3, il faut choisir une peinture claire, bien isoler l'habitacle, séparer la cabine du reste du bus et mettre un pare-brise athermique.

PARTIE 4 - ÉLABORATION D'UNE STRATÉGIE DE NETTOYAGE ÉCOLOGIQUE ET EFFICACE.

Dans un premier temps, le sol du bus est nettoyé abondamment à l'eau de Javel. Ensuite, avant le rinçage des sols, une seconde personne décide d'appliquer sur l'équipement intérieur et les surfaces intérieures des vitres, une solution contenant de l'acide éthanoïque. Par écoulement, une partie de cette solution acide entre en contact du sol et donc avec l'eau de Javel. Le personnel observe un léger dégagement gazeux irritant et décide d'évacuer les lieux.

4-1 À l'aide du **document 5 page 10/12** et du **document 6 ci-dessus**, nommer la(les) protection(s) indispensable(s) à l'usage des produits d'entretien.

Il faut éviter le contact avec la peau et les muqueuses, donc utiliser des gants et des lunettes

4-2 Sachant que l'eau de Javel contient des ions hypochlorite, $\text{ClO}^-_{(\text{aq})}$, qui appartiennent au couple $\text{ClO}^-_{(\text{aq})} / \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$, écrire la demi-équation de réduction de l'ion hypochlorite en milieu acide. (Parmi les réactifs, on fait apparaître les ions provenant de la solution acide. Il y a également production d'eau).



4-3 À l'aide du **document 5 page 10/12**, nommer le gaz produit lors de la réaction entre l'eau de Javel et la solution d'acide éthanoïque. Quelle demi-équation pouvez-vous alors écrire concernant le couple $\text{Cl}_{2(\text{aq})} / \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$?

Le gaz qui se produit est du dichlore Cl_2 .



4-4 En déduire l'équation chimique globale traduisant ce qui se passe sur le sol du bus.



4-5 Sur un blog, on peut lire que le nettoyage est plus efficace en mélangeant de l'eau de Javel et du vinaigre blanc (solution diluée d'acide éthanoïque). Commenter et critiquer cette affirmation en vous aidant de l'équation précédente et des documents.

Si on mélange de l'eau de Javel avec un produit acide, on observe la formation de dichlore qui est un gaz toxique. Il ne faut donc surtout pas mélanger de l'eau de Javel avec du vinaigre qui est une solution acide.