BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2004

ÉPREUVE : **PHYSIQUE-CHIMIE – Série S**

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 3 h 30 – COEFFICIENT : 6

ENSEIGNEMENT OBLIGATOIRE

L'USAGE DE LA CALCULATRICE EST AUTORISÉ

Ce sujet comporte un exercice de PHYSIQUE et deux exercices de CHIMIE présentés sur 12 pages numérotées de 1/12 à 12/12, y compris celle-ci.

Les pages 10, 11 et 12 sont à rendre avec la copie après avoir été complétées.

Le candidat doit traiter les trois exercices, qui sont indépendants les uns des autres :

I.	La physique sur un plan d'eau	(9 points)
II.	Communication entre les insectes : les phéromones	(3 points)
III.	A propos de l'acide formique	(4 points)

EXERCICE I - LA PHYSIQUE SUR UN PLAN D'EAU (9 points)

Partie A : Onde à la surface de l'eau.

Le gerris est un insecte que l'on peut observer sur les plans d'eau calmes de certaines rivières. Très léger cet insecte évolue sur la surface en ramant avec ses pattes.
Malgré sa discrétion, sa présence est souvent trahie par des ombres projetées sur le fond. Ces ombres **(figure 1)** *sont la conséquence de la déformation de la surface de l'eau au contact de l'extrémité des six pattes de l'insecte* **(figure 2)**.

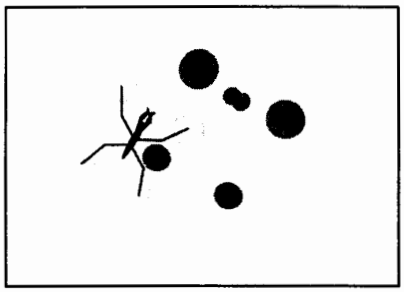


Figure 1



Figure 2

1. Quel dispositif utilisé en classe pour l'étude de la propagation des ondes à la surface de l'eau est également basé sur la projection d'ombres ?

Les déplacements de l'insecte génèrent des ondes à la surface de l'eau qui se propagent dans toutes les directions offertes par le milieu. Le schéma **(figure 3)** *donne une vue en coupe de l'onde créée par une patte du gerris à la surface de l'eau à un instant t.*
O est le point source : point de la surface où est créée l'onde.

Vue en coupe de la surface de l'eau à un instant t.

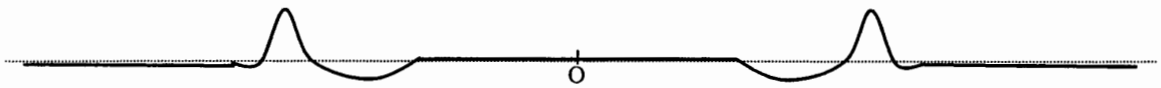
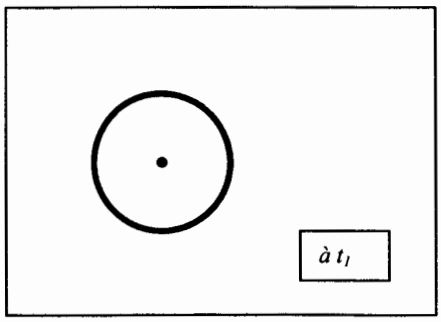


Figure 3

2. L'onde générée par le déplacement du gerris peut-elle être qualifiée de transversale ou de longitudinale ? Justifier la réponse.
3. Un brin d'herbe flotte à la surface de l'eau. Décrire son mouvement au passage de l'onde.
4. La surface de l'eau est photographiée à deux instants différents. Le document suivant est à l'échelle 1/100^{e} **(figure 4)**. Calculer la célérité de l'onde.



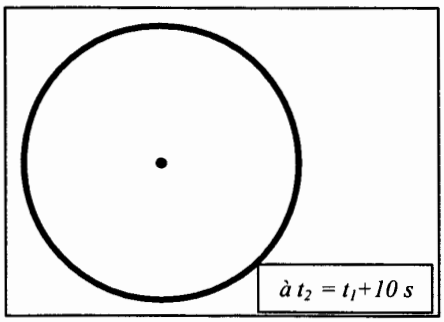


Figure 4

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Un petit papillon tombé à l'eau est une proie facile pour le gerris. L'insecte prisonnier de la surface crée en se débattant des trains d'ondes sinusoïdales. La fréquence de battements des ailes du papillon est de 5 Hz ce qui génère des ondes de même fréquence à la surface de l'eau **(figure 5)**.

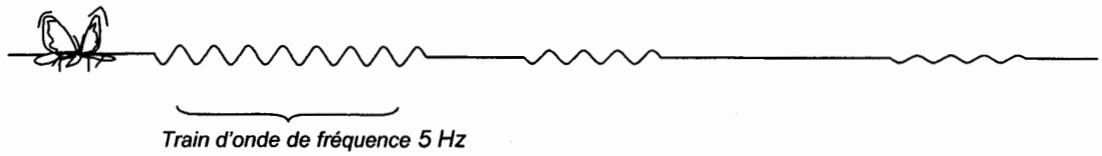


Figure 5

5. Déterminer la longueur d'onde de l'onde émise par le papillon en utilisant l'agrandissement à l'échelle 2 de la coupe de la surface de l'eau (**figure 6**).



Figure 6

6. Montrer que la célérité de cette onde est de 4,4 $cm.s^{-1}$.

7. Un train d'ondes émis par le papillon arrive sur un obstacle constitué de deux galets émergeant de l'eau. Voir **figure 7 (annexe page 10 à rendre avec la copie)**.

a) Quel doit être l'ordre de grandeur de la distance entre les deux galets émergeant de l'eau pour que le gerris placé comme l'indique la **figure 7 (annexe page 10)**, ait des chances de détecter le signal de détresse généré par le papillon ?

b) Quel nom donne-t-on à ce phénomène propre aux ondes ?

c) Compléter avec le maximum de précisions la **figure 7 (annexe page 10)** en représentant l'allure de la forme de l'onde après le passage de l'obstacle.

La concurrence est rude sur le plan d'eau entre trois gerris …
Les extrémités de leurs pattes antérieures, situées près de leurs antennes (zone de détection), leur permettent de déterminer la direction et le sens de propagation de l'onde émise par une proie.

8. Le papillon se débat à une distance d_1 = 6 cm du gerris n° 1.

L'onde générée par le papillon a mis 1 s pour parvenir au gerris n° 2.

Le gerris n° 3 détecte cette même onde avec un retard de 1,5 s sur le gerris n° 2.

a) Déterminer la distance d_2 entre le papillon et le gerris n° 2.

b) Déterminer la distance d_3 entre le papillon et le gerris n° 3.

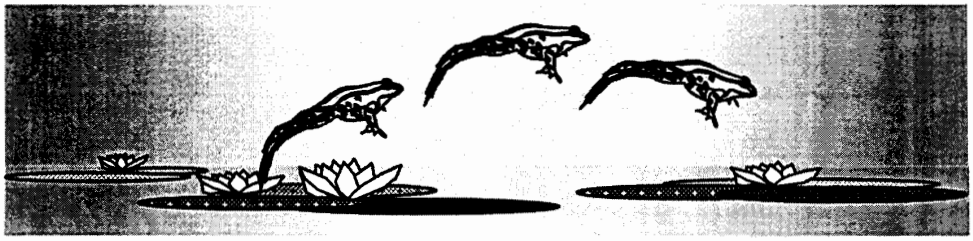
c) Déterminer, sur la **figure 8 (annexe page 10 à rendre avec la copie)**, la position du papillon à l'aide d'un compas.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Partie B : le saut de la grenouille

Etienne Jules Marey (Beaune 1830 – Paris 1904) physiologiste français, est connu pour ses études sur la démarche humaine. Il est l'inventeur de la chronophotographie. Cette technique permet d'étudier les mouvements rapides en réalisant à l'aide d'éclairs périodiques l'enregistrement, sur une même image, des positions et des attitudes d'un animal à des intervalles de temps réguliers.



Pour atteindre un nénuphar situé à 40 cm une grenouille effectue un saut avec une vitesse initiale $v_0 = 2$ m.s^{-1}. Le vecteur vitesse initial fait un angle $\alpha_0 = 45°$ avec la direction horizontale.
On prendra pour valeur de l'accélération de la pesanteur g = 10 m.s^{-2}.

L'analyse d'un des clichés à l'aide d'un logiciel informatique, permet d'obtenir l'enregistrement des positions successives du centre d'inertie de la grenouille. **La figure 9 de l'annexe page 11 à rendre avec la copie** reproduit ces positions à l'échelle 1/2.

La première position du centre d'inertie de la grenouille (G_o) sur le document correspond à l'origine du repère (point O), à la date choisie comme origine des temps. La durée entre deux positions successives est $\tau = 20$ ms.

1. Exploitation du document

a) Déterminer les valeurs v_9 et v_{11} des vecteurs vitesse instantanée du centre d'inertie de la grenouille aux points G_9 et G_{11}. Tracer **sur la figure 9 (annexe page11)** les vecteurs $\overrightarrow{v_9}$ et $\overrightarrow{v_{11}}$ (échelle 1 cm pour 0,5 m.s^{-1}).

b) Construire **sur la figure 9 (annexe page 11)** le vecteur $\Delta\vec{v} = \overrightarrow{v_{11}} - \overrightarrow{v_9}$ avec pour origine le point G_{10}. Déterminer sa valeur en utilisant l'échelle précédente.

c) En déduire la valeur a_{10} du vecteur accélération du centre d'inertie à l'instant t_{10}. Tracer **sur la figure 9 (annexe page 11)** le vecteur $\overrightarrow{a_{10}}$ avec pour origine le point G_{10} (échelle 1 cm pour 5 m.s^{-2}).

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

2. Étude dynamique du mouvement

a) Les actions mécaniques dues à l'air étant négligées, utiliser la deuxième loi de Newton pour :

- déterminer les caractéristiques du vecteur accélération du centre d'inertie (G) de la grenouille au cours du saut ;
- montrer que les équations horaires x(*t*) et y(*t*) du point G sont :

$$x(t) = v_0.\cos\alpha_0.t \quad \text{et} \quad y(t) = -\frac{1}{2}g.t^2 + v_0.\sin\alpha_0.t$$

b) En déduire l'équation de la trajectoire du centre d'inertie de la grenouille. Ce résultat est-il conforme à l'allure de la trajectoire de l'enregistrement expérimental ?

c) Quelles sont les caractéristiques du vecteur vitesse du point G au sommet S de la trajectoire ? En déduire l'expression littérale de la date t_S à laquelle ce sommet est atteint. Calculer ensuite la hauteur maximale atteinte par la grenouille.

d) La grenouille, se déplace de nénuphar en nénuphar.

Quelle doit être la valeur de la vitesse initiale lors du saut pour que la grenouille puisse atteindre un nénuphar situé à 60 cm, l'angle α_0 entre le vecteur vitesse et la direction horizontale étant inchangé ?

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

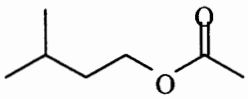
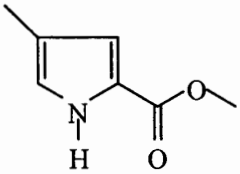
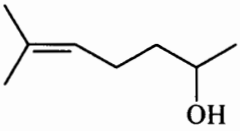
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE II - COMMUNICATION ENTRE LES INSECTES : LES PHEROMONES (3 points)

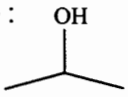
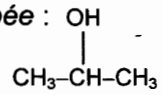
Le transfert d'informations par signaux chimiques entre individus, d'espèces différentes ou de même espèce est courant chez les êtres vivants.
Une ***phéromone*** *est une substance (ou un mélange de substances) qui, après avoir été sécrétée en quantité très faible à l'extérieur par un individu (émetteur), est perçue par un individu de la même espèce (récepteur) chez lequel elle provoque une réaction comportementale spécifique, voire une modification physiologique.*
Le mot phéromone vient des mots grecs pherein « transporter » et hormân « exciter ».

Certaines phéromones sont des signaux d'alarmes, d'autres permettent le marquage d'une piste, enfin certaines (attractives ou aphrodisiaques) attirent les insectes de sexe opposé en vue de la reproduction.

Quelques exemples de phéromones :

Phéromone d'alarme de l'abeille : **molécule A : ($C_7H_{14}O_2$)**	
Phéromone de piste de la fourmi coupeuse de feuilles : Atta texana **molécule B : ($C_7H_9O_2N$)**	
Phéromone sexuelle d'un insecte nuisible pour les conifères **molécule C : ($C_8H_{16}O$)**	

Rappel de l'écriture topologique d'une formule chimique *: on ne représente pas les atomes de carbone et les atomes d'hydrogène liés à un atome de carbone.*

Exemple : *Formule topologique :*  *Formule semi-développée :* 

Masses molaires atomiques *: M(C) = 12 g.mol^{-1} ; M(H) = 1 g.mol^{-1} ; M(O) = 16 g.mol^{-1}.*

1. Reproduire sur la copie les molécules A et C, entourer et nommer les groupes caractéristiques présents.

2. La phéromone d'alarme A, appelée éthanoate de 3-méthylbutyle, peut être synthétisée à partir de l'acide éthanoïque et d'un alcool D.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 6 / 12
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

a) Donner la formule semi-développée et le nom de l'alcool D.

b) Écrire l'équation de la réaction associée à la transformation chimique de synthèse de la phéromone A, à partir de l'acide éthanoïque et de l'alcool D. Comment appelle-t-on cette réaction chimique ? Préciser ses caractéristiques.

c) La même transformation est réalisée en présence d'acide sulfurique. Les affirmations suivantes qui décrivent le rôle de l'acide sulfurique sont-elles vraies ou fausses ? On ne demande pas de justification.

Affirmation 1	L'acide sulfurique est une espèce chimique qui modifie l'état d'équilibre du système.
Affirmation 2	L'acide sulfurique permet d'accroître le taux d'avancement final.
Affirmation 3	L'acide sulfurique augmente la vitesse de réaction sans apparaître dans l'équation de réaction.

3. La synthèse de la phéromone A peut aussi être réalisée en remplaçant l'acide éthanoïque par de l'anhydride éthanoïque.
Quels seront les effets de ce changement de réactif sur la transformation ?

4. On réalise l'hydrolyse basique (à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium), de la phéromone B de la fourmi coupeuse de feuilles. Cette phéromone sera notée $R–COOCH_3$.
Écrire l'équation de la réaction associée à cette transformation chimique.
Préciser les caractéristiques de cette réaction.

Les phéromones peuvent être utilisées par l'homme pour piéger les insectes nuisibles en les attirant, soit loin des cultures que l'on veut protéger, soit vers des pièges très sélectifs. Ainsi il suffit de 10^{-15} g par litre de solution de la molécule C (appelée aussi sulcatol car libérée par le Gnatotricus Sulcatus) pour attirer les insectes vers des forêts non exploitées.

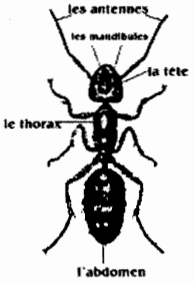
5.

a) Calculer la concentration molaire de cette solution.

b) Au vu des renseignements fournis sur les phéromones dans cet exercice, citer deux avantages des phéromones utilisées comme insecticide par rapport aux insecticides classiques utilisés dans l'agriculture.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 7 / 12
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

EXERCICE III - A PROPOS DE L'ACIDE FORMIQUE (4 points)



Pour se défendre, les fourmis utilisent deux moyens : leurs mandibules et la projection d'acide formique. Les mandibules servent à immobiliser l'ennemi tandis que l'acide formique brûle la victime. Une fourmi se sentant menacée se dresse sur ses deux pattes arrière et peut projeter sur l'ennemi un jet d'acide formique à plus de 30 centimètres grâce à son abdomen.

L'acide formique (ou acide méthanoïque) soluble dans l'eau a pour formule semi-développée HCOOH. On se propose d'étudier quelques propriétés d'une solution aqueuse de cet acide.

Données :

- Masses molaires atomiques : $M(C) = 12\ g.mol^{-1}$
  $M(H) = 1\ g.mol^{-1}$
  $M(O) = 16\ g.mol^{-1}$
- Constante d'acidité à 25°C : $K_A(HCOOH / HCOO^-) = 1,8 \times 10^{-4}$
- Conductivités molaires ioniques à 25°C (conditions de l'expérience) :
  $\lambda(H_3O^+) = 35,0 \times 10^{-3}\ S.m^2.mol^{-1}$ $\lambda(HCOO^-) = 5,46 \times 10^{-3}\ S.m^2.mol^{-1}$.

On rappelle l'expression de la conductivité σ d'une solution en fonction des concentrations molaires des espèces ioniques X_i dissoutes $\sigma = \sum \lambda_i.[X_i]$.

1. Dans une fiole jaugée de volume $V_0 = 100$ mL, on introduit une masse m d'acide formique puis on complète cette fiole avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge et on l'homogénéise. On dispose alors d'une solution S_0 d'acide formique de concentration molaire $C_0 = 0,01\ mol.L^{-1}$.

a) Calculer la masse m.

b) Écrire l'équation de la réaction associée à la transformation de l'acide formique en présence d'eau.

c) Compléter le **tableau 1** d'avancement joint en **annexe page 12 (à rendre avec la copie)** correspondant à cette transformation chimique, en fonction de C_0, V_0, x_{max} et x_{eq}. On note $x_{éq}$ l'avancement à l'état d'équilibre et x_{max} l'avancement de la réaction supposée totale.

d) Exprimer le taux d'avancement final τ en fonction de la concentration en ions oxonium à l'équilibre $[H_3O^+]_{éq}$ et de C_0.

e) Donner l'expression du quotient de réaction à l'état d'équilibre $Q_{r,éq}$.

Montrer que ce quotient peut s'écrire sous la forme : $Q_{r,éq} = \dfrac{[H_3O^+]_{éq}^2}{C_0 - [H_3O^+]_{éq}}$.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

2. Exprimer la conductivité σ de la solution d'acide formique à l'état d'équilibre en fonction des conductivités molaires ioniques des ions présents et de la concentration en ions oxonium à l'équilibre $[H_3O^+]_{éq}$.

3. La mesure de la conductivité de la solution S_0 donne $\sigma = 0{,}05$ S.m^{-1} à 25°C.

a) En utilisant les relations obtenues précédemment, compléter le **tableau 2 (annexe page 12)**.

b) Comparer la valeur expérimentale de $Q_{r,éq}$ avec la valeur de la constante K_A du couple HCOOH / HCOO$^-$.

4. On réalise la même étude, en utilisant une solution S_1 d'acide formique de concentration $C_1 = 0{,}10$ mol.L^{-1}. Les résultats obtenus sont indiqués dans le **tableau 2 (annexe page 12)**.
En déduire l'influence de la concentration de la solution sur :

a) le taux d'avancement de la réaction ;

b) le quotient de réaction dans l'état d'équilibre.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE I - ANNEXE
(A rendre avec la copie)

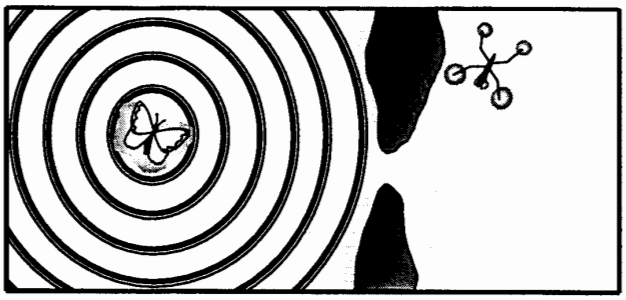


Figure 7

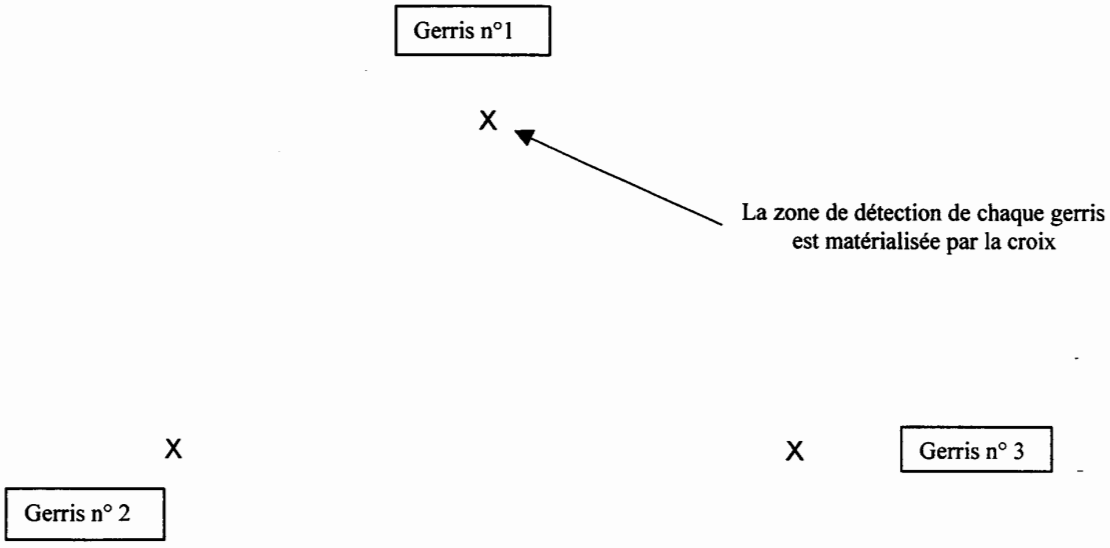


Figure 8

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

galilee.ac

Bac S 2004 Amérique du Nord (ancien programme) - Sujet complet
Physique-chimie · 3 exercices + spécialité · 16 points · 3 h 30

EXERCICE I – ANNEXE
(A rendre avec la copie)

Échelle : 1/2

$\tau = 20$ ms ; $v_0 = 2$ m.s^{-1} ; $\alpha_0 = 45°$

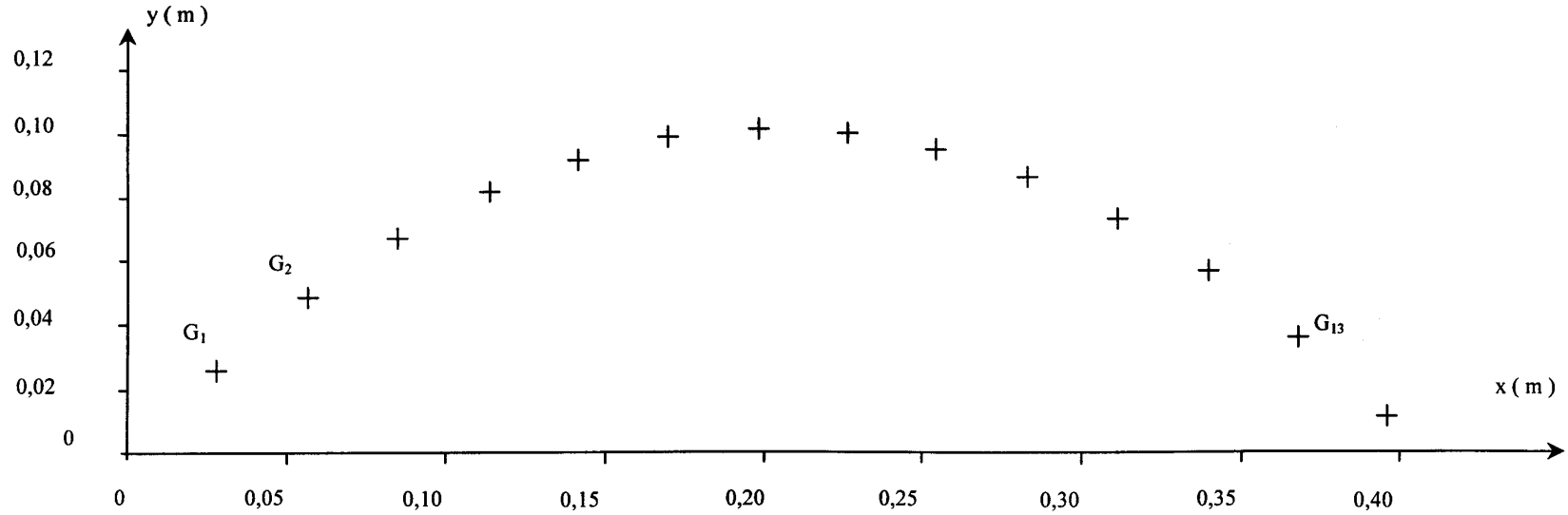


Figure 9

EXERCICE III – ANNEXES
(A rendre avec la copie)

Tableau 1

Équation de la Réaction					
État du système	Avancement en mol	Quantité de matière en mol			
État initial	0				
État final (si la transformation était totale)	x_{max}				
État d'équilibre (transformation non totale)	$x_{éq}$				

Tableau 2

Solution	S_0	S_1
C_i ($mol.L^{-1}$)	0,010	0,10
σ ($S.m^{-1}$)	0,050	0,17
$[H_3O^+]_{éq}$ ($mol.m^{-3}$)		4,2
$[H_3O^+]_{éq}$ ($mol.L^{-1}$)		$4,2.10^{-3}$
τ (%)		4,2
$Q_{r,éq}$		$1,8.10^{-4}$

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 12 / 12
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer