

# BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2014

## PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2 h 00 – COEFFICIENT : 8

**L'usage d'une calculatrice EST autorisé**

**Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré**

Ce sujet comporte deux exercices présentés sur 9 pages numérotées de 1 à 9, y compris celle-ci.

**La page annexe (page 9) EST À RENDRE AVEC LA COPIE, même si elle n'a pas été complétée.**

Le candidat doit traiter les deux exercices qui sont indépendants l'un de l'autre.

## EXERCICE I - LES INSECTICIDES. ÉTUDE DE DOCUMENT EN CHIMIE.

### DOCUMENTS DE L'EXERCICE

- **Document n°1** : Les premiers insecticides

Étymologiquement, les **insecticides** sont des substances actives ayant la propriété de tuer les insectes, leurs larves et/ou leurs œufs. Le terme générique inclut aussi les pesticides destinés à lutter contre des arthropodes (acariens, tiques...) qui ne sont pas des insectes.

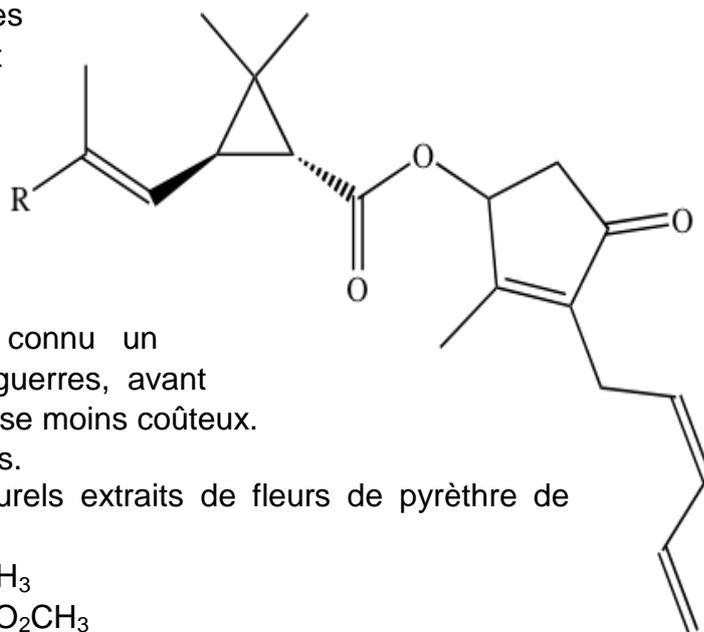
Toutes les plantes produisent des molécules pour se défendre de leurs prédateurs, et en particulier des insectes. Les insecticides végétaux (extraits de diverses plantes par macération, infusion ou décoction) ont connu un développement important entre les deux guerres, avant d'être éclipsés par les insecticides de synthèse moins coûteux.

➤ Exemple ci-contre : Les pyréthrine.

Ces insecticides sont des insecticides naturels extraits de fleurs de pyrèthre de Dalmatie ou de certaines chrysanthèmes.

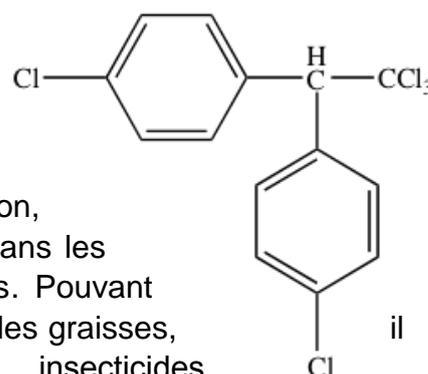
Pour la pyréthrine I : Le groupe R désigne  $\text{CH}_3$

Pour la pyréthrine II : le groupe R désigne  $\text{CO}_2\text{CH}_3$



- **Document n°2** : Les premiers insecticides de synthèses

Pendant la seconde guerre mondiale, la lutte contre les insectes porteurs du paludisme et du typhus, va faire émerger le DDT (DichloroDiphénylTrichloroéthane ci-contre) qui s'avèrera très efficace pour assainir les zones insalubres infestées de moustiques. Le DDT est un organochloré, sa toxicité aiguë envers l'homme est relativement faible dans les conditions normales d'utilisation, mais il est très stable d'où des problèmes d'accumulation dans les organismes et les écosystèmes via les chaînes alimentaires. Pouvant persister très longtemps dans les sols, les tissus végétaux et les graisses, est désormais interdit dans bon nombre de pays. D'autres insecticides ont été synthétisés pour répondre au besoin croissant de l'agriculture avant tout soucieuse de rendement. Si certains se sont avérés très sélectifs comme le *pirimicarb* qui tue les pucerons mais pas les coccinelles, certains pesticides sont suspectés de détruire les insectes pollinisateurs comme l'abeille.



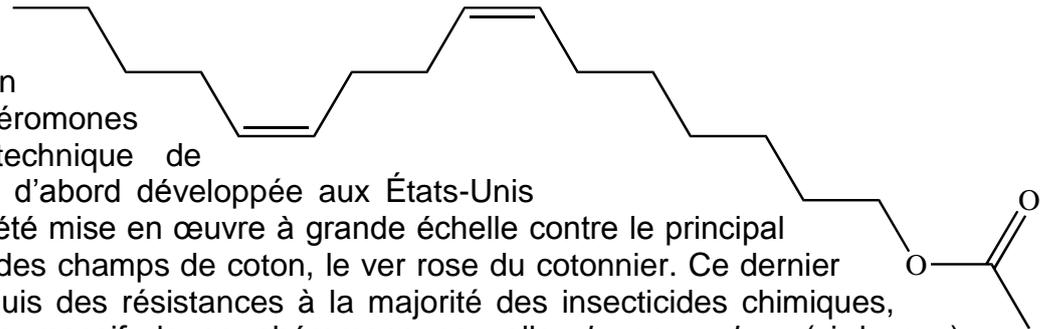
- **Document n°3** : Insecticides et phéromones : insecticides de quatrième génération

Une solution simple d'insecticides agissant sélectivement, respectant l'environnement est peut-être trouvée avec les phéromones. Les premières phéromones ont été décrites il y a plus de cinquante ans. À la base de la communication olfactive entre

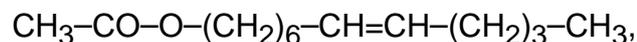
insectes d'une même espèce, ces molécules sont rapidement devenues des outils dans la stratégie globale de lutte intégrée. Au printemps, lorsque les papillons apparaissent, mâles et femelles communiquent entre eux par voie chimique grâce à des phéromones spécifiques émises par les femelles. Les mâles pistent ces phéromones qui leur permettent de localiser leurs partenaires. En disposant dans les parcelles des diffuseurs (500 par hectare en moyenne) remplis de ces mêmes phéromones, la communication olfactive est brouillée, les rencontres sont fortement diminuées, et par voie de conséquence les accouplements, les pontes et donc le nombre de larves.

- **Document n°4 : Quelques exemples**

➤ L'utilisation des phéromones comme technique de lutte s'est d'abord développée aux États-Unis où elle a été mise en œuvre à grande échelle contre le principal ravageur des champs de coton, le ver rose du cotonnier. Ce dernier ayant acquis des résistances à la majorité des insecticides chimiques, l'épandage massif de sa phéromone sexuelle, *le gossyplure* (ci-dessus), restait en effet le seul recours pour les agriculteurs américains. Identifié comme un mélange des isomères (Z, E) et (Z, Z) de l'acétate de hexadeca-7,11-diényle, le *gossyplure* a été synthétisé et proposé comme insecticide en diffuseur à action lente. Il est à noter que l'exposition à une phéromone est minime pour les manipulateurs et la récolte.



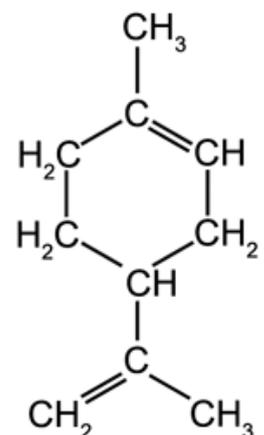
➤ En identifiant la structure de la phéromone sexuelle de la piéride du chou, puis en synthétisant cette molécule de formule :



on met à disposition du jardinier un produit inoffensif pour lui et capable de protéger efficacement ses légumes

➤ Parfois il faut se débarrasser sélectivement d'un parasite d'insecte, ainsi le palmitate de méthyle  $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{14}\text{-COO-CH}_3$  est une phéromone sur laquelle on fonde de grands espoirs. Inoffensif pour les abeilles, il permet de lutter contre un acarien appelé varroa, un dangereux parasite des abeilles qui, introduit dans la ruche, anéantit l'essaim.

➤ Des compositions à base de limonène (ci-contre) présentant une activité insecticide contre les fourmis, les araignées, les mouches, les chenilles ... ont été mises au point. Il est supposé que dans ces compositions, le limonène possède une action sur la carapace (en chitine) des insectes, entraînant son ramollissement et ainsi la mort de l'insecte. Ces insecticides d'un nouveau type sont non toxiques pour les animaux et l'homme, pouvant même être utilisés à proximité de nourriture. Ils sont de plus biodégradables. Le limonène est une molécule chirale, et, comme pour beaucoup de molécules chirales, les sources biologiques produisent un énantiomère spécifique. Le mélange racémique de limonène est connu en tant que dipentène.



## Questions

1. Rédigez un paragraphe (10 lignes au maximum) mettant en évidence les avantages des insecticides de quatrième génération.
2. Donner la définition d'un carbone asymétrique.
3. Écrire la formule de la pyréthrine I en formule semi-développée. Repérer par une étoile les carbones asymétriques de cette molécule.
4. Qu'est-ce que la chiralité ?
5. Le DDT est-elle une molécule chirale ? Justifier votre réponse.
6. Représenter les deux énantiomères du limonène.
7. Rappeler ce qu'est un mélange racémique.
8. Représenter Les quatre diastéréoisomères du gossyplure et préciser la nature de ces diastéréoisomères.
9. Écrire la formule topologique de la phéromone sexuelle de la pyridine du chou. Préciser sa formule brute.

## EXERCICE II - ONDES.

**Les parties A et B sont indépendantes.**

### 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*).

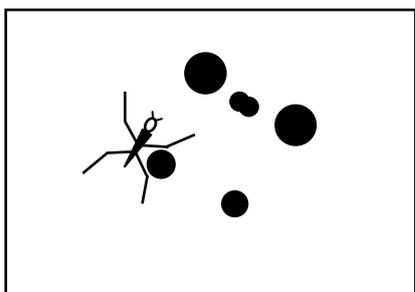


Figure 1



Vue en coupe de la surface de l'eau

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  $t$ . Le point source est  $O$ , point de surface où est créée l'onde.

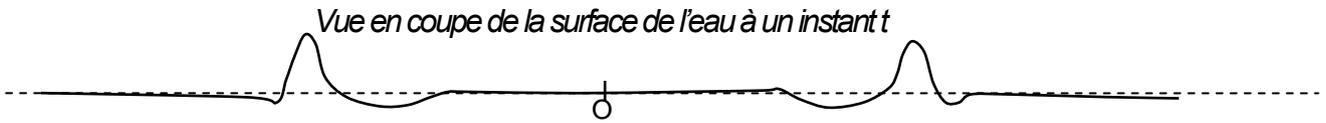
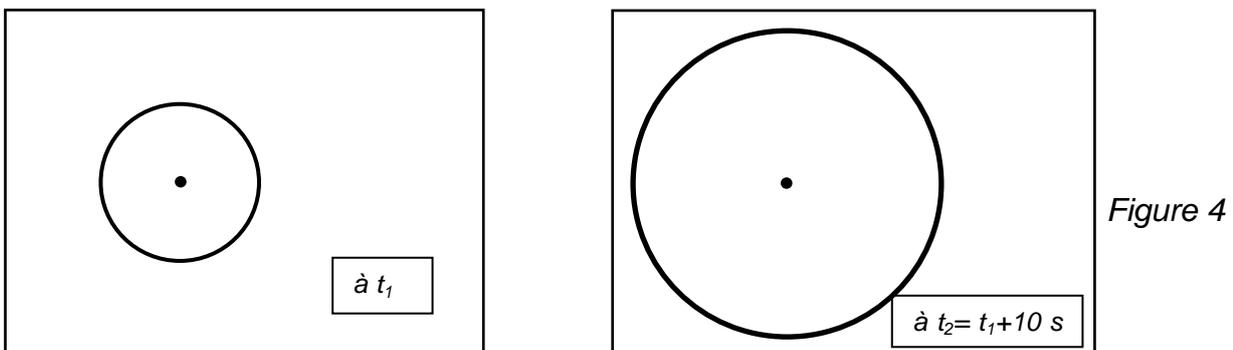


Figure 3

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 1/100e (*figure 4*). Calculer la célérité de l'onde.



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*).

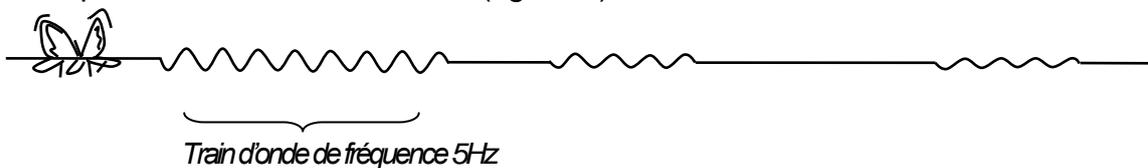


Figure 5

5. Déterminer la longueur d'onde (distance entre deux points successifs du milieu dans le même état de perturbation) 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  $4,4 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ .

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 la propagation de l'onde émise par une proie.

7. 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.

7.1. Déterminer la distance  $d_2$  entre le papillon et le gerris n°2.

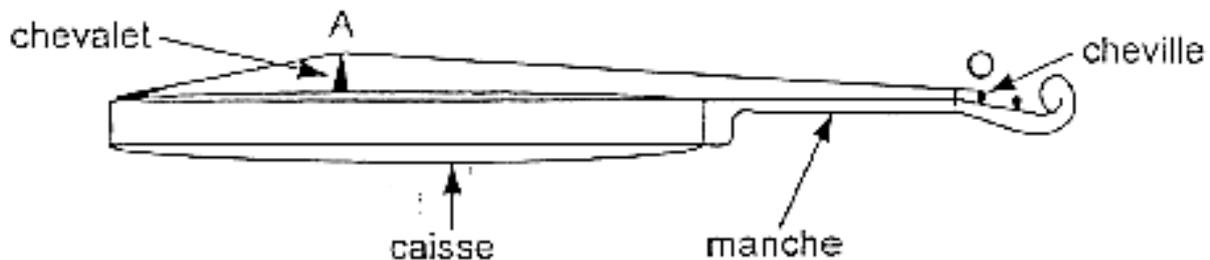
7.2. Déterminer la distance  $d_3$  entre le papillon et le gerris n°3.

7.3. Déterminer sur la *figure 7 (ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE)* la position du papillon à l'aide d'un compas.

## Partie B : La physique et le violon

**Chaque réponse devra être clairement rédigée. Les indications nécessaires à la résolution de l'exercice sont données dans l'énoncé. Aucune connaissance en musique n'est nécessaire pour le résoudre.**

En sortant de cours, un élève de terminale, violoniste amateur depuis quelques années, examine son instrument de musique pour en comprendre le fonctionnement. Le violon possède quatre cordes, que l'on frotte avec un archet.



La nature et la tension des cordes sont telles qu'en vibrant sur toute leur longueur ( $AO = \ell = 55,0$  cm), elles émettent des notes dont les caractéristiques sont données ci-dessous :

numéro de la corde	1	2	3	4
note	$sol_2$	$ré_3$	$la_3$	$mi_4$
fréquence du son fondamental (en Hz)	$f_1 = 196$	$f_2 = 294$	$f_3 = 440$	$f_4$

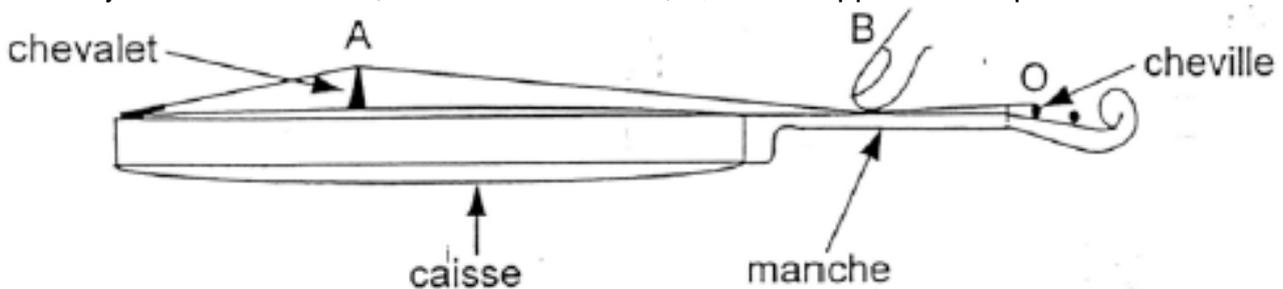
### Données

- Une onde progressive se propage le long d'une corde tendue entre deux points fixes à la célérité  $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$  avec  $F$  la tension de la corde et  $\mu$  sa masse linéique.
- Chaque corde du violon a une tension et une masse linéique qui lui sont propres.
- On admet qu'un diapason émet un son de fréquence unique 440 Hz.

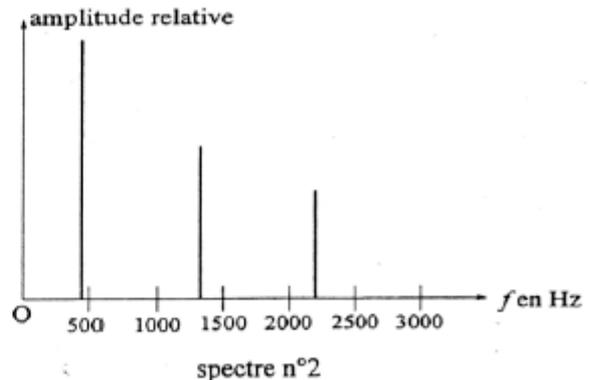
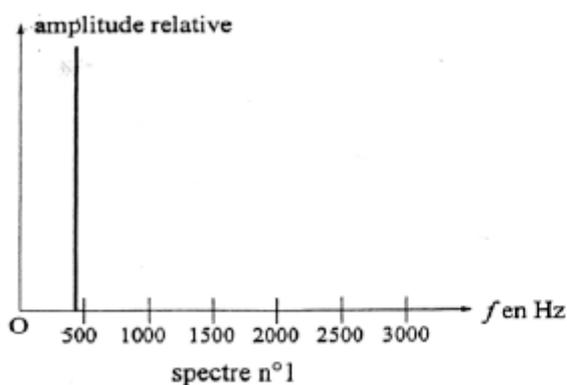
1. L'élève fait vibrer une corde tendue de son violon en la pinçant. Il observe un fuseau.
  - 1.1. Celui-ci est-il dû à l'existence d'ondes longitudinales ou transversales ? Justifier en définissant le terme choisi.
  - 1.2. À partir des connaissances du cours, montrer que la longueur  $\ell$  de la corde vibrante est liée à la longueur d'onde  $\lambda$  par la relation :  $\ell = \frac{\lambda}{2}$
  - 1.3. Les vibrations de la corde sont transmises à la caisse en bois du violon. Quel est le rôle de cette caisse ?
2. L'élève accorde son violon. Pour chaque corde successivement, il règle la tension de celle-ci afin qu'elle émette un son correspondant à une fréquence donnée dans le tableau ci-avant. Pour cela, il tourne une cheville. Il s'intéresse d'abord à la corde « la<sub>3</sub> » et règle la hauteur du son en utilisant un diapason (440 Hz).  
Masse linéique de la corde « la<sub>3</sub> » :  $\mu = 0,95 \text{ g.m}^{-1}$ .

Calculer la tension de la corde après cette opération.

3. Pour jouer une note « la<sub>3</sub> » sur la corde « ré<sub>3</sub> », l'élève appuie en un point B de celle-ci :



- 3.1. En admettant que cette opération ne change pas la tension de la corde « ré<sub>3</sub> », quelle grandeur le violoniste modifie-t-il ?
- 3.2. À quelle distance du chevalet l'élève appuie-t-il sur la corde pour que la note émise ait pour fréquence fondamentale 440 Hz ?
4. En classe, le son émis par la corde « la<sub>3</sub> » du violon d'une part et le son émis par un diapason 440 Hz sont captés par un microphone relié à l'ordinateur. Un logiciel permet d'établir les spectres des fréquences reproduits ci-dessous :



- 4.1. Identifier chacun des spectres en justifiant la réponse.
- 4.2. Pour le spectre correspondant au violon, entre les fréquences 0 et 3000 Hz, quelles sont les fréquences des harmoniques manquants ?

5. Les fréquences fondamentales des quatre cordes du violon ne sont pas choisies au hasard.

Trouver la relation mathématique simple entre les valeurs des fréquences données dans le tableau et en déduire la valeur de la fréquence  $f_4$ .

ANNEXE DE L'EXERCICE II

Figure 7 : Position du papillon

