

# TS1 et TS2

## Devoir Surveillé de PHYSIQUE CHIMIE

Date : **14/11/14** | Durée : **3h30** | Calculatrice : **autorisée** | Exercice à ne pas traiter pour les spé : **1**

**Consignes :** L'exercice de spécialité fait l'objet d'un texte à part ; **rendre une copie séparée** au nom du professeur.

La présentation sera soignée, les résultats demandés encadrés, tout résultat non justifié ne sera pas pris en compte.

**Chaque exercice sera rédigé sur une copie particulière**

**Aucun sujet ne sera introduit dans les copies dont chaque feuille sera nominative.**

**Les éventuels documents à compléter seront recopiés ou découpés et collés sur la copie, aucune feuille volante ne sera prise en compte.**

### Exercice 1 : SOS laborantine en détresse

#### Document 1 : extrait de page Wikipédia



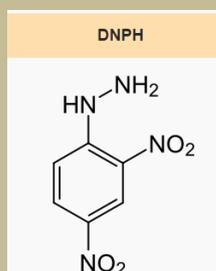
Cette page répertorie différents isomères, c'est-à-dire les

$C_5H_{10}O$  est la formule brute de plusieurs isomères.

- Alcool
  - **prénol** ou 3-méthyl-2-butén-1-ol, numéro CAS 556-82-1
  - **cyclopentanol**, numéro CAS 96-41-3
- Cétone
  - **2-pentanone**, numéro CAS 107-87-9
  - **3-pentanone**, numéro CAS 96-22-0
  - **3-méthylbutan-2-one**, numéro CAS 563-80-4
- Aldéhyde
  - **pentanal**, numéro CAS 110-62-3
  - **2-méthylbutanal**, numéro CAS 96-17-3
  - **3-méthylbutanal**, numéro CAS 26140-47-6
  - **diméthylpropanal** ou pivaldéhyde, numéro CAS 630-19-3



#### Document 2 : Utilisation de tests



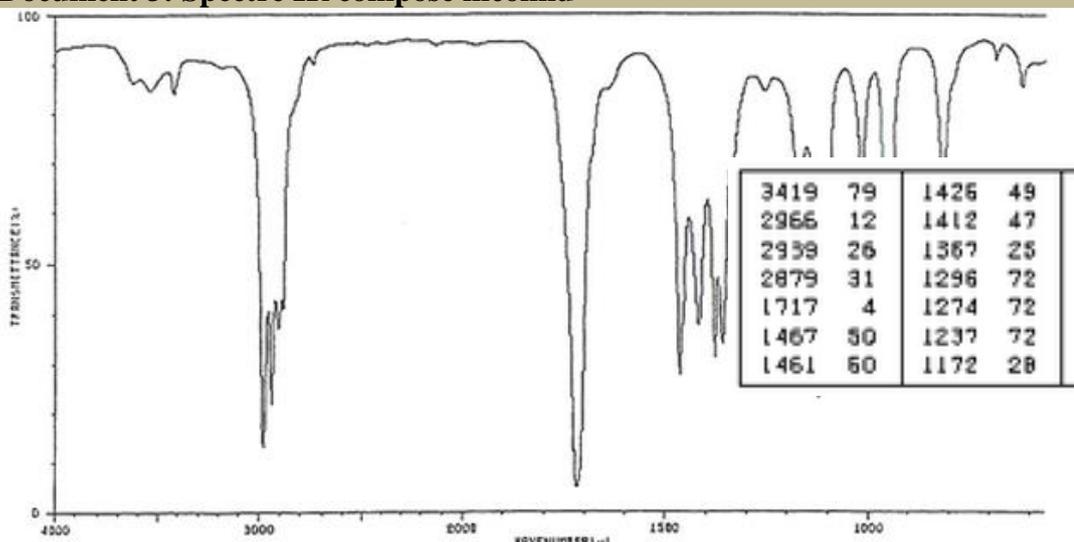
La préparation d'une solution de réactif peut être obtenue ainsi : on dissout doucement 3 g de DNPH dans 15 ml de  $H_2SO_4$  à 98 %, 20 ml d'eau et 70 ml d'éthanol. Cette réaction est exothermique, il faut donc la refroidir avec de la glace.

On mélange le composé organique à tester avec de la 2,4-DNPH. Si

un précipité jaune-orangé de 2,4-dinitrophénylhydrazone apparaît, le test est positif et le composé organique est soit un aldéhyde, soit une cétone. Sinon, le test est négatif, et le composé organique n'est ni un aldéhyde, ni une cétone.

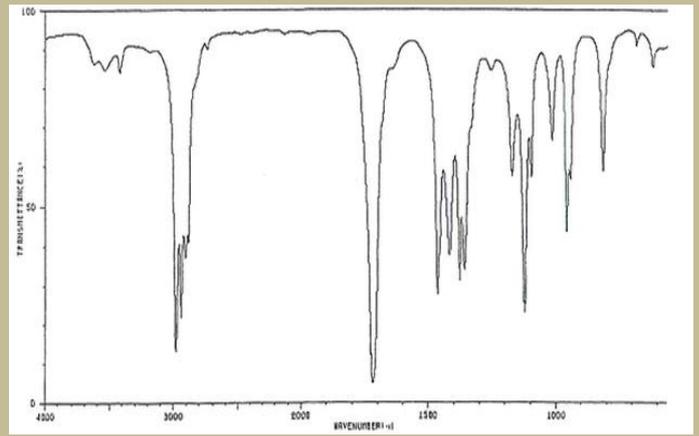
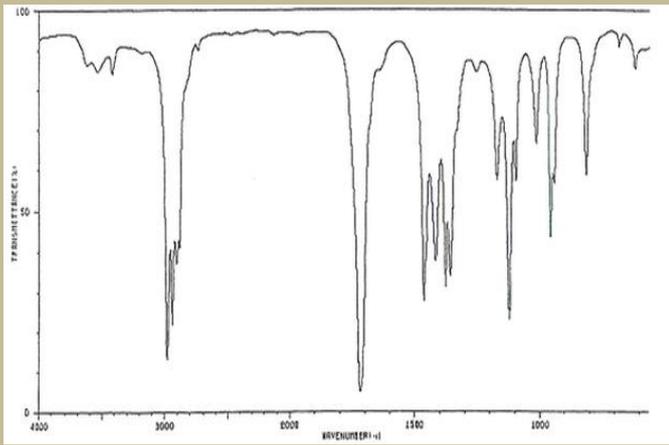
La liqueur de Fehling, initialement bleue, conduit à un dépôt de couleur rouge brique à chaud, et cela uniquement en présence d'un composé qui présente une fonction aldéhyde (tels les sucres réducteurs, comme le glucose, le galactose, le maltose...).

#### Document 3: Spectre IR composé inconnu

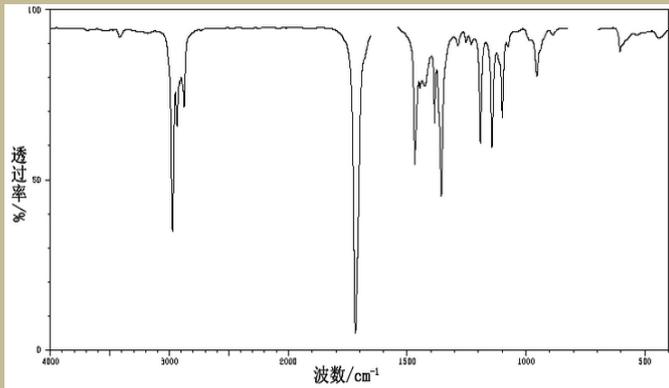


**Document 4: Spectre IR de la 2-pentanone**

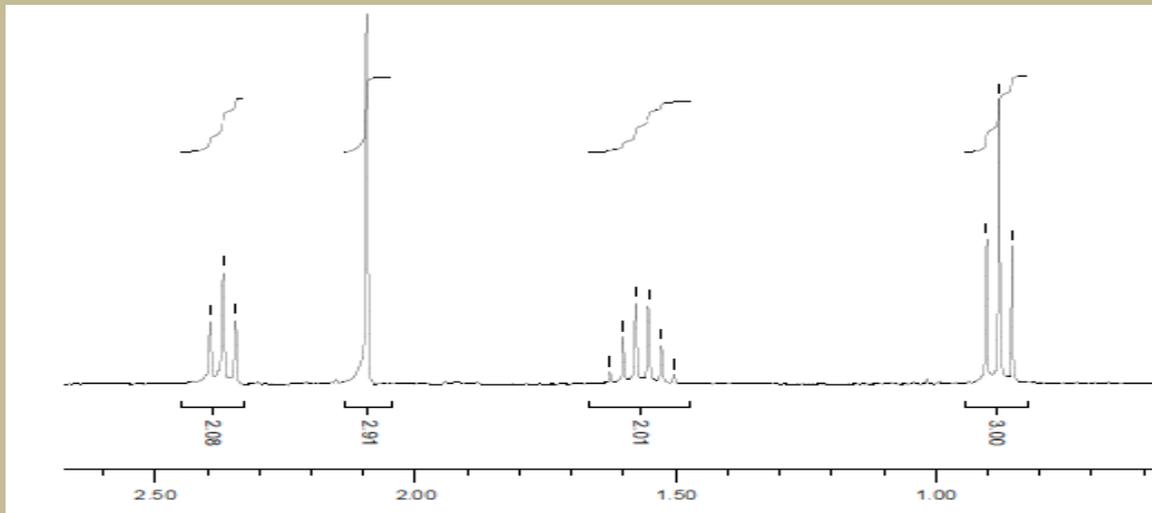
**Spectre IR de la 3-pentanone**



**Spectre IR de la 3-méthylbutan-2-one**



**Document 5: Spectre RMN composé inconnu**



**Document 6: Isomères du C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>O**

<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>d</b>	<b>e</b>
<chem>C1CCCCC1O</chem>	<chem>CC(C)=CCO</chem>	<chem>CCC(=O)CC</chem>	<chem>CC(C)C(=O)C</chem>	<chem>CC(C)CC=O</chem>
<b>f</b>	<b>g</b>	<b>h</b>	<b>i</b>	<b>j</b>
<chem>C1CCCC1O</chem>	<chem>CCC(=O)CC</chem>	<chem>CCCCC=O</chem>	<chem>CC(C)CC=O</chem>	<chem>CC(C)(C)C=O</chem>

La laborantine de Saint-Alyre retrouve un flacon contenant une solution incolore. Pour seule information, il est indiqué sur l'étiquette la formule brute du composé :  $C_5H_{10}O$ .

Elle souhaite ranger ce flacon dans l'armoire qui convient mais ne connaît pas à quelle famille de composés il appartient.

1. Dans le document 1, le logo de l'encyclopédie Wikipédia a masqué la fin de la phrase; retrouvez la partie manquante.
2. A l'aide des documents 1 et 6, compléter le tableau donné en annexe dans lequel il faut associer le nom de l'isomère à la lettre le représentant.
3. La laborantine souhaite éliminer la possibilité que ce composé soit un alcool, quel test simple et rapide peut-elle réaliser ?
4. Ce test donne un résultat positif; à quelle(s) famille(s) ce composé peut-il appartenir ?
5. Un test complémentaire est-il nécessaire pour identifier la famille concernée ? si oui, lequel ?
6. A l'aide du document 3, identifiez la fonction chimique présente dans le composé. Quelles sont les 3 possibilités de formule semi-développées pour le composé inconnu ?
7. Les spectres IR des 3 possibilités restantes permettent d'éliminer un autre composé; lequel ?
8. A l'aide du document 5, identifier le composé inconnu.

## Exercice 2 : La sirène des pompiers dans tous ses états (partie A)

### PARTIE A : L'effet Doppler

L'effet Doppler fut présenté par Christian Doppler en 1842 pour les ondes sonores puis par Hippolyte Fizeau pour les ondes électromagnétiques en 1848. Il a aujourd'hui de multiples applications.

Un véhicule muni d'une sirène émet une onde sonore périodique, par exemple des « bips ». La durée qui s'écoule entre deux bips est la période  $T$  de l'onde. Lorsque le véhicule est immobile, la figure 5 représente l'onde sonore se déplaçant à la célérité  $c = 340 \text{ m.s}^{-1}$  par rapport à un observateur lorsque le véhicule est immobile. Dans ce cas, la longueur d'onde perçue par le véhicule et celle perçue par l'observateur sont égales.

Lorsque le véhicule se déplace à la vitesse  $v$  en se rapprochant de l'observateur, l'onde sonore, se déplaçant à la même célérité  $c$  que précédemment, peut être représentée par la figure 6.

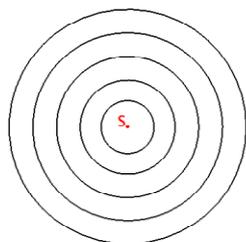


Figure 5

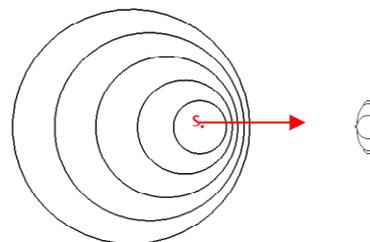


Figure 6

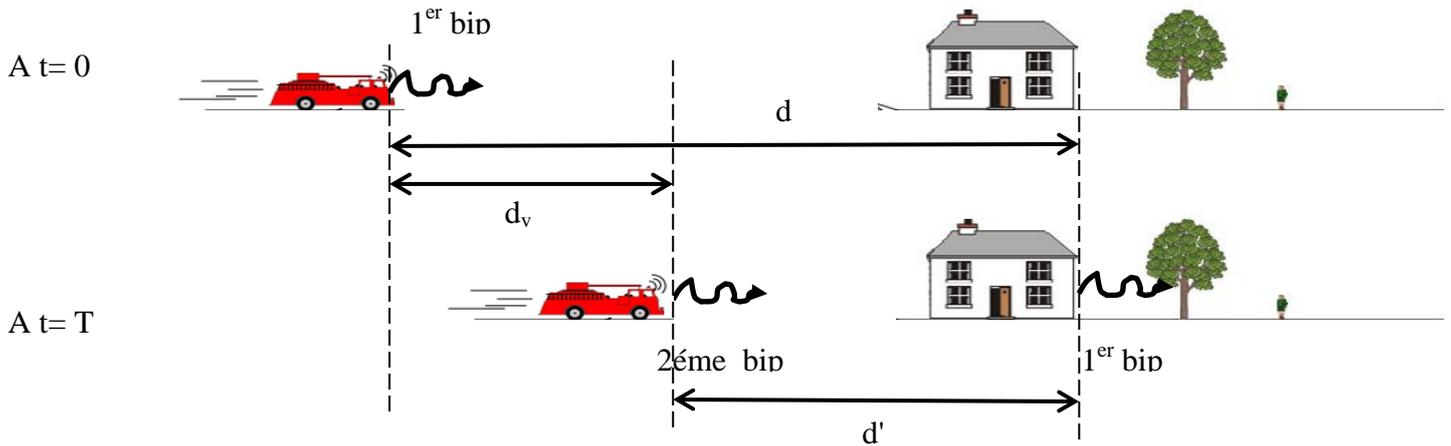
On note  $\lambda$  la longueur d'onde perçue par l'observateur lorsque le véhicule est immobile, et  $\lambda'$  la longueur d'onde perçue par l'observateur lorsque le véhicule se rapproche de lui.



1.1 Exprimer la distance  $d$  parcourue par le 1<sup>er</sup> bip dans l'air, pendant la durée  $T$ . A quelle grandeur correspond cette distance ?

1.2 Quelle distance  $d_v$  a parcouru le véhicule lorsqu'il émet le second bip ?

1.3 De quelle distance  $d'$  les deux bips sont-ils maintenant séparés ? ( On s'aidera du schéma ci-dessous).



1.1. Montrer en vous aidant du texte que  $\lambda' = \lambda - v.T$

1.2. Quelle est la relation générale liant la fréquence, la longueur d'onde et la célérité ?

1.3. En déduire que la fréquence du son perçu par l'observateur vaut  $f' = \frac{c}{c-v} f$

1.4. Le son perçu par l'observateur est-il plus grave ou plus aigu que le son d'origine ?

*On suppose maintenant que le véhicule s'éloigne de l'observateur.*

1.5. Schématiser la situation en vous inspirant du schéma utilisé dans le cas du rapprochement.

1.6. Quelle est la relation dans ce cas entre la fréquence  $f''$  du son perçu et celle  $f$  du son d'origine ?

1.7. Le son perçu par l'observateur est-il plus grave ou plus aigu que le son d'origine ?

## 2. Le radar à effet Doppler.

*Un radar de contrôle routier est un instrument servant à mesurer la vitesse des véhicules circulant sur la voie publique à l'aide d'ondes radar. Le radar émet une onde périodique qui est réfléchiée par toute cible se trouvant dans la direction pointée. Par effet Doppler, cette onde réfléchiée possède une fréquence légèrement différente de celle émise : plus grande fréquence pour les véhicules s'approchant du radar et plus petite pour ceux s'en éloignant.*

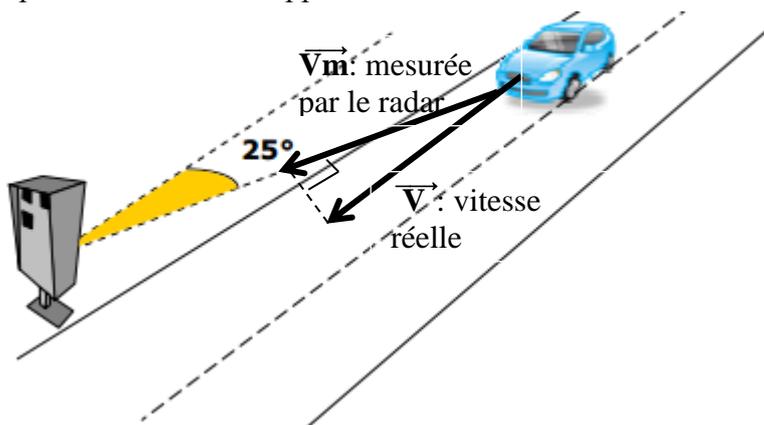
*En mesurant l'écart de fréquence entre l'onde émise et celle réfléchiée, on peut calculer la vitesse de la «cible».*

*Mais les radars Doppler sont utilisés dans d'autres domaines...*

*En météorologie, le radar Doppler permet d'analyser la vitesse et le mouvement des perturbations et de fournir des prévisions de grêle, de pluies abondantes, de neige ou de tempêtes.*

*En imagerie médicale, le radar Doppler permet d'étudier le mouvement des fluides biologiques. Une sonde émet des ondes ultrasonores et ce sont les globules rouges qui font office d'obstacles et les réfléchissent. L'analyse de la variation de la fréquence des ondes réfléchies reçues par cette même sonde permet ainsi de déterminer la vitesse du sang dans les vaisseaux.*

2.1. Schématiser le principe du radar à effet Doppler en faisant figurer les fronts de l'onde émise et ceux de l'onde réfléchiée par un véhicule se rapprochant du radar.



2.2 Rappeler la formule à utiliser dans ce cas de figure.

**Mais, attention, cette formule doit être corrigée :**

D'une part, l'onde réceptionnée a parcouru un "aller-retour", il est donc nécessaire d'introduire le coefficient  $\frac{1}{2}$ . D'autre part, la vitesse  $v$  ainsi calculée est la vitesse radiale  $\vec{V}_m$ . La vitesse réelle  $\vec{V}$  est différente.

2.3 Montrer que la formule algébrique corrigée est donnée par la relation:  $V = \frac{c}{2 \cos 25} \left( 1 - \frac{f}{f'} \right)$

On mesure une fréquence émise  $f = 680 \text{ Hz}$  et une fréquence reçue vaut  $f' = 716 \text{ Hz}$ .

2.4 En déduire la vitesse du véhicule en  $\text{km.h}^{-1}$ .

**Exercice 3 : La sirène des pompiers dans tous ses états (partie B)**

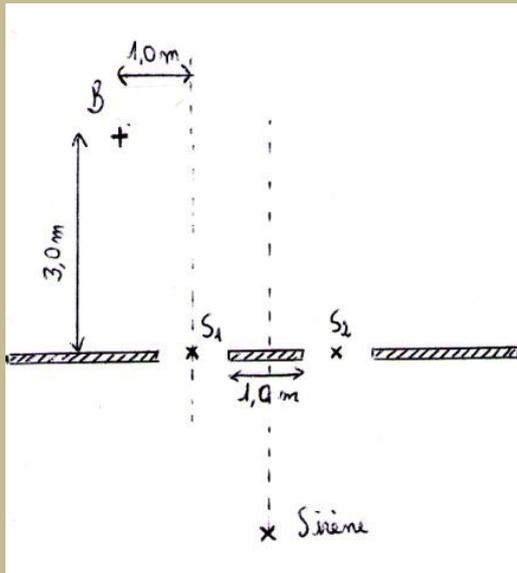
**Document 1: la sirène des véhicules de pompiers**

La sirène des véhicules de pompiers est constituée de deux tonalités se succédant (note 1 - note 2 - note 1 - note 2 etc...).

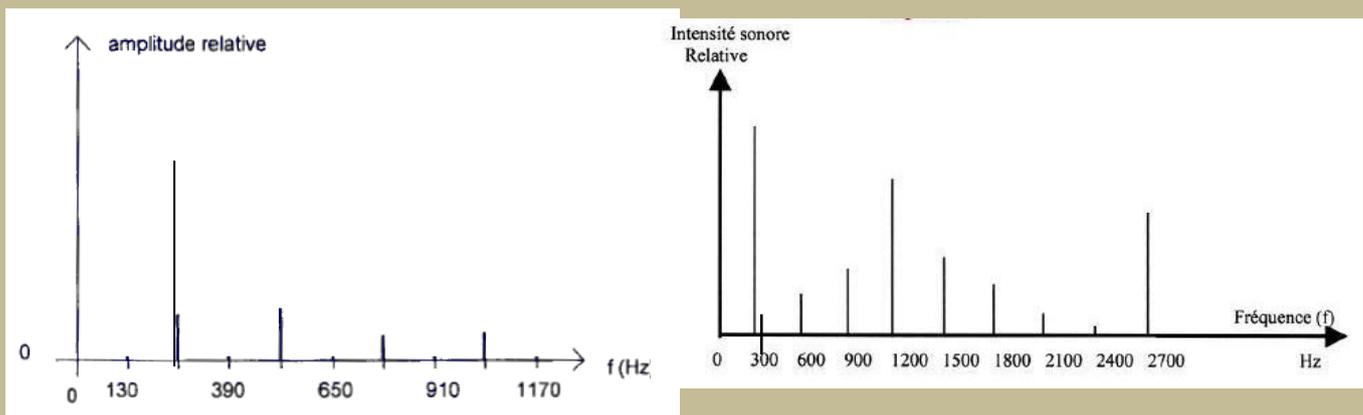
**Document 2: : fréquences des notes des 5 premiers octaves :**

Note	Octave				
	1	2	3	4	5
Do	65,4064	130,813	261,626	523,251	1046,50
Do $\sharp$	69,2957	138,591	277,183	554,365	1108,73
Re $\flat$	73,4162	146,832	293,665	587,330	1174,66
Re $\sharp$	77,7817	155,563	311,127	622,254	1244,51
Mi $\flat$	82,4069	164,814	329,628	659,255	1318,51
Mi	87,3071	174,614	349,228	698,456	1396,91
Fa $\sharp$	92,4986	184,997	369,994	739,989	1479,98
Sol $\flat$	97,9989	195,998	391,995	783,991	1567,98
Sol $\sharp$	103,026	207,652	415,305	830,609	1661,22
La $\flat$	110,000	220,000	440,000	880,000	1760,00
La $\sharp$	116,541	233,082	466,164	932,328	1864,66
Si $\flat$	123,471	246,949	493,883	987,767	1975,53
Si					

**Document 4: Salle à 2 fenêtres**



**Document 1: étude des deux notes d'une sirène de pompiers :**



- 1- D'après les documents, quelles sont les deux notes jouées par la sirène ?
- 2- Après avoir déterminé la longueur d'onde de ces ondes sonores, indiquer pourquoi on peut affirmer qu'elles peuvent être diffractées au passage d'une fenêtre d'un mètre de largeur.
- 3- Une personne se trouve dans une pièce ne comportant qu'une fenêtre exactement en face de la route. La sirène se trouve juste en face de cette fenêtre. Quelle est le note que va entendre le plus longtemps la personne si elle se déplace progressivement parallèlement à la fenêtre sur sa droite ou sur sa gauche ?

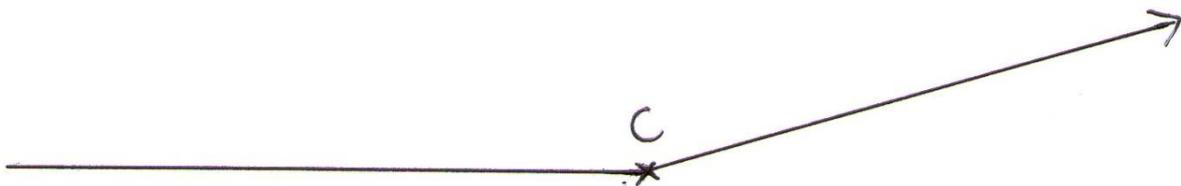
Maintenant, la personne se trouve dans une pièce comportant deux fenêtres identiques d'un mètre de largeur qui se comportent comme deux sources ponctuelles S1 et S2 (document 4) et on ne considère que la note 1.

- 4- Expliquer pourquoi certains points de la salle sont silencieux alors qu'en d'autres points la sirène est entendue très fortement.
- 5- Calculer la différence de marche des deux ondes sonores émises par S1 et S2 lorsqu'elles interfèrent au point B.
- 6- En ce point B, les interférences sont-elles destructives ?

A un instant donné, le camion des pompier (de masse  $2,0 \times 10^3$  kg) percute dans sa précipitation un contenair à ordure de masse 500 kg qui est projeté en direction du trottoir. Cette collision modifie la vitesse du véhicule qui passe de  $17 \text{ m.s}^{-1}$  à  $15 \text{ m.s}^{-1}$  et sa trajectoire (document 5 : collision au point C). Durant toute cette phase, on considère que le camion est en roue libre et que les frottement sont négligeables.

- 7- Déterminer la quantité de mouvement du camion avant et après la collision et tracer les vecteurs correspondants sur le document 5.
- 8- Que peut-on dire de la quantité de mouvement du système {camion + contenair} lors de la collision ?
- 9- En déduire par tracé la valeur de la quantité de mouvement du contenair après la collision puis la vitesse à laquelle il a été projeté.

Document 5 : trajectoire du camion de pompier.



# ANNEXES

## TABLES DE FREQUENCE DES VIBRATIONS DE VALENCE CARACTERISTIQUES EN IR

Groupement	Liaison	Nombre d'onde (cm <sup>-1</sup> )	Vibration	Intensité
Alcools et phénols	O-H libre	3650-3590	élongation	variable et fine
Alcools et phénols	O-H assoc.	3400-3200	élongation	forte et large
Acides	O-H assoc.	3300-2500	élongation	forte et très large
-CH <sub>3</sub> (alcanes)	C-H	≈ 2960	élongation asymétrique	forte
		≈ 2870	élongation symétrique	forte
-CH <sub>2</sub> - (alcanes)	C-H	≈ 2925	élongation asymétrique	forte
		≈ 2850	élongation symétrique	moyenne à forte
-C-H (aliphatiques)	C-H	2890-2880	élongation	faible
Aldéhydes	C-H	2900-2800	élongation	faible
		2775-2700	élongation	moyenne
Esters	C-O	1300-1050	élongation ; 2 bandes	fortes
Acides	C-O	1300-1200	élongation	forte
Alcools tertiaires	C-O	1200-1125	élongation	variable
Alcools secondaires	C-O	1125-1085	élongation	variable
Alcools primaires	C-O	1085-1050	élongation	variable
Cétones aliphatiques	C=O	1725-1705	élongation	forte
Cétones aromatiques	C=O	1700-1670	élongation	forte
Acides	C=O	1725-1700	élongation	forte

		<b>Noms</b>			
<b>ALCOOL</b>			<b>ALDEHYDE</b>		
<b>CÉTONE</b>				<b>ALDEHYDE</b>	