



EXERCICE 1 : Sans les mains !

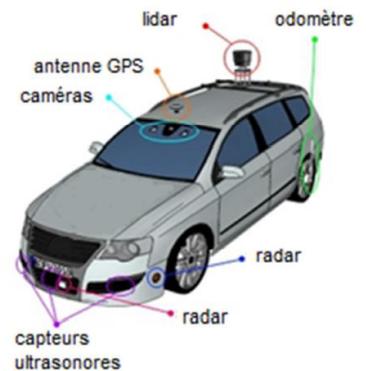
« C'est de cette manière que vous pourrez, peut-être très bientôt, conduire votre prochaine voiture... ». Cette phrase évoque ici la voiture autonome dont la commercialisation sera lancée aux alentours de 2020.

Cette voiture « se conduira seule », car elle aura une perception globale de son environnement grâce à la contribution de plusieurs capteurs : télémètre laser à balayage (LIDAR*), caméra, capteurs à infrarouge, radars, capteurs laser, capteurs à ultrasons, antenne GPS ...

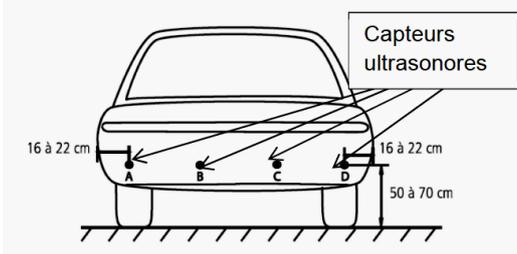
* LIDAR = Light Detection And Ranging

Principe de fonctionnement des capteurs

Les radars, capteurs ultrasonores et lasers sont tous constitués d'un émetteur qui génère une onde pouvant se réfléchir sur un obstacle et d'un capteur qui détecte l'onde réfléchi. Le capteur permet de mesurer la durée entre l'émission et la réception de l'onde après réflexion sur l'obstacle. Le radar utilise des ondes radio. Le sonar utilise des ultrasons tandis que le laser d'un LIDAR émet des impulsions allant de l'ultra-violet à l'infrarouge.



Extrait d'une notice de « radar de recul » (aide au stationnement)



- En marche arrière le « radar de recul » se met en fonction automatiquement.
- L'afficheur indique la distance de l'obstacle détecté pour des valeurs comprises entre 0,3 m et 2 m.
- L'afficheur dispose d'un buzzer intégré qui émet un signal sonore dont la fréquence évolue en fonction de la distance à l'obstacle.

Extrait d'un document d'un constructeur automobile : système autonome de régulation de vitesse ACC.

Le système ACC traite les informations d'un capteur radar afin d'adapter la vitesse de la voiture en fonction des véhicules qui la précèdent. Les caractéristiques du capteur radar d'un système ACC sont données ci-dessous.

Fonctionnalité	Détermine la distance, la vitesse et la direction d'objets mobiles roulant devant le véhicule
Fréquence d'émission	76 – 77 GHz
Portée minimale - portée	1 m – 120 m
Activation du capteur	vitesse > 20 km.h ⁻¹

Données :

- célérité du son dans l'air à 20 °C : $v = 343 \text{ m.s}^{-1}$;
- célérité de la lumière dans le vide ou dans l'air : $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

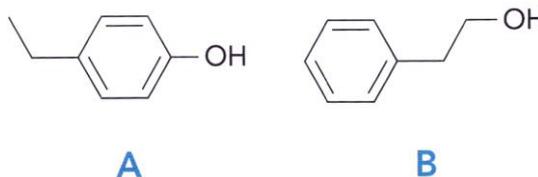
À l'aide du tableau ci-dessous, déterminer le nom de la bande d'ondes radio utilisée par le capteur radar de l'ACC. Justifier votre réponse à l'aide d'un calcul.

Nom de bande d'ondes radio	Longueurs d'onde dans le vide
HF	10 m – 100 m
L	15 cm – 30 cm
W	2,7 mm - 4,0 mm

EXERCICE 2 : Des molécules dans le vin !

Le 4-éthylphénol A contribue à donner à certains vins une odeur désagréable, de sueur ou de cuir, détectable dès que sa teneur dépasse 500 µg.L⁻¹.

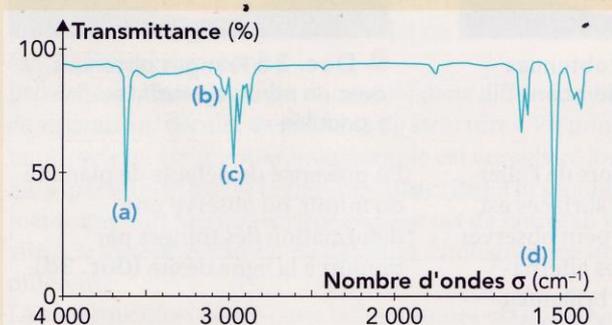
Le 2-phényléthanol B est naturellement présent dans les essences de rose, de géranium et dans certains vins blancs.



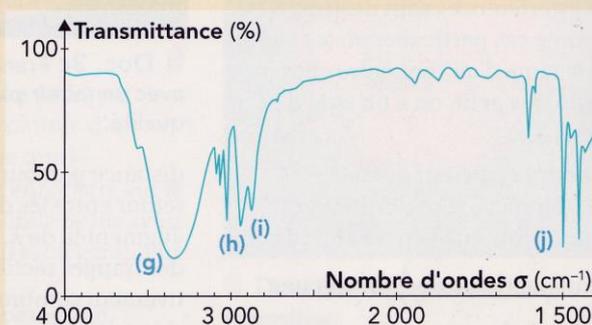
■ Analyses spectrales

Les documents 1 et 2 donnent respectivement des extraits des spectres infrarouge des composés A et B. Le spectre du composé A a été obtenu à partir d'une solution diluée de A dans le tétrachloro-méthane CCl₄ alors que celui du composé B l'a été à partir d'un film de B pur à l'état liquide.

Les documents 3 et 4 donnent les spectres de RMN des composés A et B.



Doc. 1

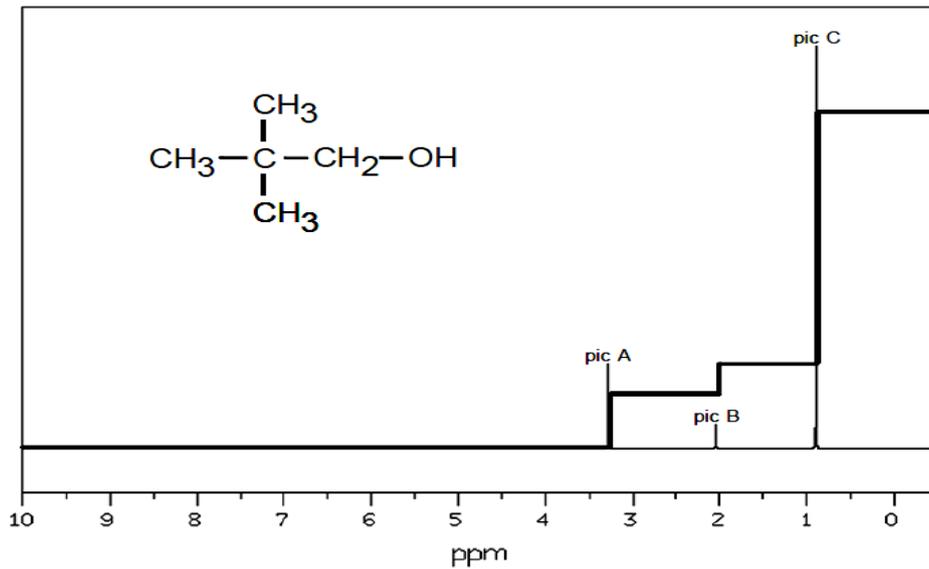


Doc. 2

Tableau 1 : bandes d'absorption de quelques liaisons en infrarouge

Liaison	Nombre d'ondes σ (cm ⁻¹)	Intensité	Liaison	Nombre d'ondes σ (cm ⁻¹)	Intensité
O-H _{libre}	3580-3650	F; fine	C=O _{ester}	1700-1740	F
O-H _{lié}	3200-3400	F; large	C=O _{aldéh. cétone}	1650-1730	F
C _{tri} -H	3000-3100	M	C=O _{acide}	1680-1710	F
C _{tri} -H _{aromat.}	3030-3080	M	C=C _{aromat.}	1450-1600	M
C _{tét} -H	2800-3000	F	C _{tét} -H	1415-1470	F

- Déterminer les formules brutes de A et B. Conclure.
- Justifier pourquoi, contrairement à A, le composé B est un alcool.
- À l'aide du tableau 1, attribuer les bandes d'absorption notées a, b, c, d aux liaisons présentes dans la molécule de A.
- Les nombres d'ondes et la forme des signaux a et g sont différents. Expliquer pourquoi.
- Le spectre RMN à 300 MHz d'une molécule organique et son intégration sont représentés page suivante.
 - Donner le nom systématique (nomenclature officielle) de la molécule organique.
 - Exploiter le spectre RMN et sa courbe d'intégration pour attribuer à chaque pic son groupe de protons équivalents.



EXERCICE 3 : Du bruit !

Jérémy travail dans une entreprise de stockage d'éthanol.

D'un point de vue sécurité auditif, il est préconisé de travailler moins de huit heures dans un environnement n'excédant pas le niveau sonore $L = 90$ dB.

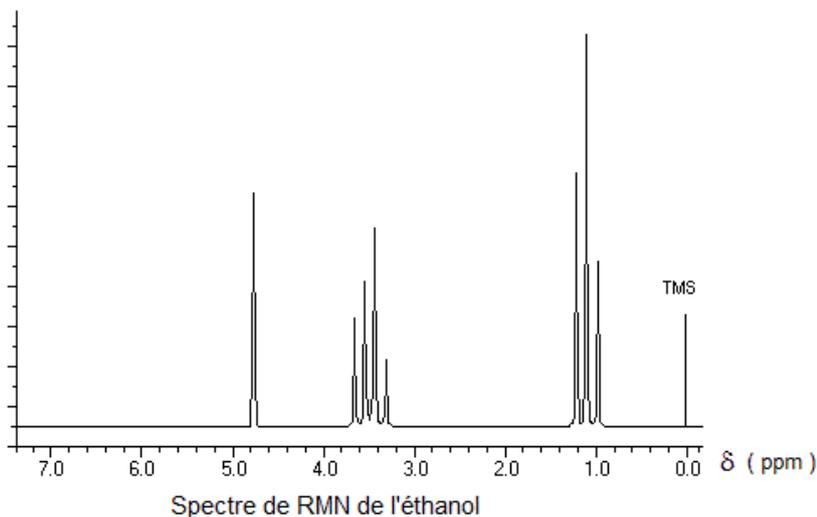
1. Le son !

Jeremy travaille sur une machine émettant un son de niveau sonore $L_1 = 86$ dB. Les autres machines de l'atelier produisent des sons dont le niveau sonore total perçu par l'opérateur vaut $L_2 = 89$ dB

- 1.1. Calculer les intensités sonores I_1 et I_2 associées aux niveaux sonores L_1 et L_2
- 1.2. En déduire le niveau sonore total en supposant que les intensités sonores s'additionnent.
- 1.3. Jeremy risque-t-il un problème auditif si toutes les machines sont en marche ?

2. De l'éthanol !

- 2.1. Ecrire la formule semi-développée de l'éthanol.
- 2.2. Attribuer à chaque groupe de protons équivalents les différents pics du spectre de RMN de la molécule.



Intensité sonore de référence :

$$I_0 = 1,0 \cdot 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$$

Niveau d'intensité sonore L d'une source s'exprime par $L = 10 \times \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ avec I , l'intensité sonore de la source, en watt par mètre carré.

L'intensité sonore I à une distance d d'une source est liée à la puissance P de cette source par :

$$I = \frac{P}{S} \text{ avec } S, \text{ la surface de la sphère de rayon } d \text{ tel que } S = 4 \pi \cdot d^2$$

Correction du devoir surveillé n°1 - Septembre 2015 /20 pts

EXERCICE 1 : Sans les mains ! / 4 pts

Reformulons la problématique :

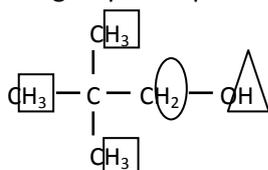
Quelle est la longueur d'onde de l'onde radio utilisée par le capteur radar de l'ACC ?

Extraire	fréquence f comprise entre 76 GHz et 77 GHz l'onde étant une onde radio, la vitesse de l'onde est celle des ondes électromagnétiques : $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.
Réaliser	Le capteur radar de l'ACC émet des ondes électromagnétiques de fréquence f comprise entre 76 GHz et 77 GHz avec $1 \text{ GHz} = 10^9 \text{ Hz}$ $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3,0 \times 10^8}{76 \times 10^9} = 3,9 \times 10^{-3} \text{ m} = 3,9 \text{ mm}$
Valider	$2,7 \leq \lambda \leq 4,0 \text{ mm}$ donc les ondes radio utilisées appartiennent à la bande W .

EXERCICE 2 : Des molécules dans le vin. / 8,5 pts

- (+++)
A et B ont la même formule brute : $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}$; même formule brute mais formule développée différente, ce sont des isomères.
- Les 2 molécules sont composés d'un groupe hydroxyle $-\text{OH}$.
(+) La molécule B : le groupe hydroxyle est lié à un carbone tétragonal comme sur les alcools.
(+) La molécule A, le groupe hydroxyle est sur un carbone trigonal, ce n'est donc pas un alcool.
- (++) À l'aide du *tableau I*, les bandes d'absorption dans la molécule de A :

a : liaison $\text{O}-\text{H}$;	b : liaison $\text{C}-\text{H}_{\text{tri}} \text{ aromati}$;
c : liaison $\text{C}-\text{H}_{\text{tét}}$;	d : liaison $\text{C}-\text{H}_{\text{tét}}$;
- (+) Le signal a est fin et se situe vers $3\ 600 \text{ cm}^{-1}$. C'est celui d'une liaison OH ne présentant pas de liaison hydrogène (OPHlibre).
(+) Le signal g est large et se situe vers $3\ 300 \text{ cm}^{-1}$. C'est celui d'une liaison OH pour un alcool à l'état liquide, c'est-à-dire présentant des liaisons hydrogène (OPHlié).
- 5.1. (++) Le nom systématique de cette molécule est le 2,2-diméthylpropanol.
- 5.2. (++) On observe 3 groupes de protons équivalents donc le spectre de RMN contient 3 signaux.



On mesure les hauteurs des courbes d'intégration pour chaque pic et on rassemble les mesures dans un tableau :

pic	hauteur	Nombre de H
Pic A	1,1 cm	2 H
Pic B	0,6 cm	1 H
Pic C	5,3 cm	9 H
Total	7,0 cm	12 H

Chaque noyau d'hydrogène correspond à une hauteur de $\frac{7,0}{12} = 0,58 \text{ cm}$.

On peut alors attribuer le nombre de noyaux d'hydrogène équivalents pour chaque pic (++).

Attribution :

- (+) Les 3 groupes méthyle CH_3 , comportent au total 9 atomes d'hydrogène équivalents (avec le même environnement). Ces 3 groupes correspondent au **pic C** (singulet, pas de couplage avec des noyaux d'hydrogène voisins).

- (+) L'atome d'hydrogène du groupe hydroxyle OH n'est pas couplé. Il s'agit d'un singulet avec un seul H qui correspond au **pic B**.
- (+) Les deux atomes d'hydrogène voisin du groupe hydroxyle sont équivalents, mais ne sont pas couplés à l'hydrogène du groupe -OH. Il s'agit d'un singulet : le **pic A**.

EXERCICE 3 : du bruit ! /7.5 pts

En milieu industriel il est préconisé de travailler moins de huit heures dans un environnement n'excédant pas le niveau sonore $L = 90$ dB afin d'éviter tout problème auditif. Jeremy travaille sur une machine émettant un son de niveau sonore $L_1 = 86$ dB. Les autres machines de l'atelier produisent des sons dont le niveau sonore total perçu par l'opérateur vaut $L_2 = 89$ dB

a) (++) Intensités sonores I_1 : $I_1 = I_0 \times 10^{L_1/10} = I_0 \times 10^{86/10} = 10^{-3,4} = 3,98 \cdot 10^{-4} \text{ W/m}^2$

(+) Intensité I_2 : $I_2 = I_0 \times 10^{L_2/10} = I_0 \times 10^{89/10} = 10^{-3,1} = 7,94 \cdot 10^{-4} \text{ W/m}^2$

b) (+) Les intensités sonores s'additionnent donc $I_{\text{total}} = I_1 + I_2 = 1,19 \cdot 10^{-3} \text{ W/m}^2$.

c) (++) Le niveau sonore total est $L_t = 10 \times \log\left(\frac{I_t}{I_0}\right) = 10 \times \log(1,19 \cdot 10^{-3} / 1,0 \cdot 10^{-12}) = 90,7$ dB.

(++) Le niveau sonore L_t étant supérieur à 90 dB, Jeremy risque un problème auditif si toutes les machines sont en marche.

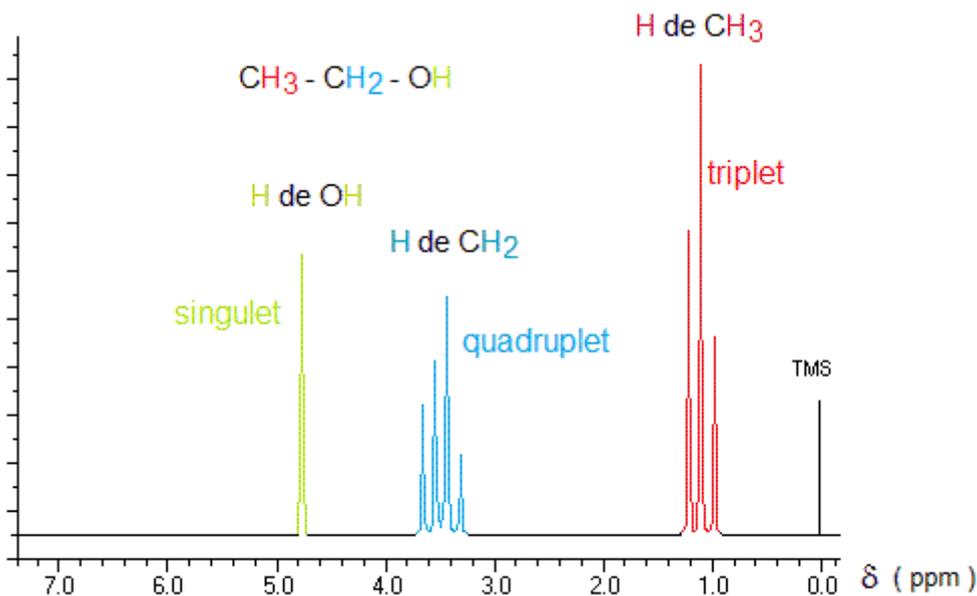
2.1. La formule semi-développée de l'éthanol s'écrit : **CH₃ - CH₂ - OH**

2.2. Attribuons à chaque groupe de protons équivalents l'un des 3 signaux du spectre.

Les 3 protons du groupe CH₃ - ont le même environnement chimique. Ils sont donc équivalents et résonnent avec 2 hydrogènes : ils donnent donc un triplet. (à 1 ppm)

Les 2 protons du groupe - CH₂ - ont le même environnement chimique. Ils sont donc équivalents et résonnent avec 3 hydrogènes : ils donnent un quadruplet (à 3,6 ppm)

Le proton de - OH résonne pour donner un singulet à 4,9 ppm.



Spectre de RMN de l'éthanol