



DS N°1 : LES ONDES, SUPPORT D'INFORMATION/25PTS.

EXERCICE I : Le système de navigation Galileo / 10 pts.

La constellation Galileo désigne le système européen de navigation par satellite initié par l'Union européenne et l'Agence spatiale européenne. À terme, elle sera composée de trente satellites répartis en trois orbites circulaires à une altitude de 23 522 km. Cette configuration permet de recevoir simultanément en tout lieu de la surface terrestre et à tout instant, les signaux émis par un minimum de quatre satellites. Les signaux de Galileo couvriront des latitudes allant jusqu'à 75° nord et sud.

Caractéristiques d'une constellation de satellites

L'altitude du satellite détermine non seulement la durée nécessaire pour faire un tour complet du globe, mais aussi la taille de la zone de surface terrestre qu'il couvre. Un satellite seul ne peut couvrir qu'une partie du globe, d'où l'idée de créer des constellations de satellites.

Dans la conception de ces constellations, de nombreux critères entrent en jeu :

- l'altitude des satellites détermine directement la zone couverte et la durée de visibilité d'un satellite par un utilisateur au sol ;
- le nombre de satellites : au moins quatre satellites doivent être visibles de tout point du globe pour fournir un service de positionnement. Un nombre plus important de satellites offre de meilleures performances, en particulier dans les zones urbaines où la transmission peut être perturbée par la présence d'immeubles ;
- l'inclinaison du plan des orbites par rapport à l'équateur influence directement la visibilité par les usagers des latitudes élevées proches des pôles ;

d'après « GPS et Galileo : Système de navigation par satellites », Éditions Eyrolles

Caractéristiques techniques de Galileo et de ses concurrents

Pour certains services, Galileo sera compatible avec les deux principaux réseaux de satellites de radionavigation, le système GPS américain et le système Glonass russe.

Sur le plan technique, il n'y a pas d'innovation majeure ; le relevé de position résultera d'un calcul de durée de parcours du signal entre quatre satellites émetteurs et l'appareil récepteur. C'est dans la précision et la robustesse du signal que Galileo compte se distinguer.

Grâce aux horloges atomiques européennes plus précises, embarquées dans les satellites, le système Galileo aura une précision de localisation en temps réel de moins d'un mètre pour les services de haute précision et de moins de cinq mètres pour le grand public, ce qu'aucun autre système public n'autorise actuellement.

Les satellites du système Galileo utilisent plusieurs bandes de fréquence pour transmettre les différents signaux. Ceci permet de :

- mieux protéger les données lors du passage de l'ionosphère, couche de l'atmosphère chargée électriquement ;
- limiter les « canyons urbains », zones où les problèmes de réflexion sur les bâtiments sont propices aux erreurs de calcul de position.

d'après Sciences et Avenir - Juin 2014

Nom du dispositif	GALILEO	GPS	GLONASS
Nombre de satellites	30	24	29
Altitude h de mise en orbite	23 522 km	20 200 km	19 100 km
Nombre de bandes de fréquence	3	3	2
Période de rotation d'un satellite		11 h 58 min	11 h 15 min

Données : Domaines des différentes ondes radioélectriques ;

Ondes radioélectriques				
Supra Haute Fréquence (SHF)	Ultra Haute Fréquence (UHF)	Très Haute Fréquence (THF)	Haute Fréquence (HF)	Moyenne Fréquence (MF)
1 cm	10 cm	1 m	10 m	100 m
				λ



Performances du système Galileo

Les satellites Galileo émettent des signaux d'ondes électromagnétiques générés par leurs émetteurs embarqués. Chaque satellite transmet trois signaux différents utilisant trois bandes de fréquence centrées sur les valeurs suivantes: $f_1 = 1575,42 \text{ MHz}$; $f_2 = 1278,75 \text{ MHz}$; $f_3 = 1191,80 \text{ MHz}$.

1. Quelle est la nature des ondes émises par les satellites utilisés pour le système GPS ?
Quelle est leur vitesse de propagation ?
2. Identifier le domaine commun des ondes radioélectriques auquel appartiennent ces trois signaux.
3. Les «canyons urbains» sont propices aux erreurs de calcul de position. À l'aide des documents, donner deux critères permettant au système Galileo d'atténuer le phénomène de « canyons urbains » par rapport à ses concurrents.
4. Pour certaines applications, la précision de positionnement visée par le système Galileo est de moins de 1,0 m. Montrer, en vous appuyant sur un calcul, que cette précision nécessite l'utilisation d'une horloge atomique.

EXERCICE II – La betterave sucrière / 15 pts.

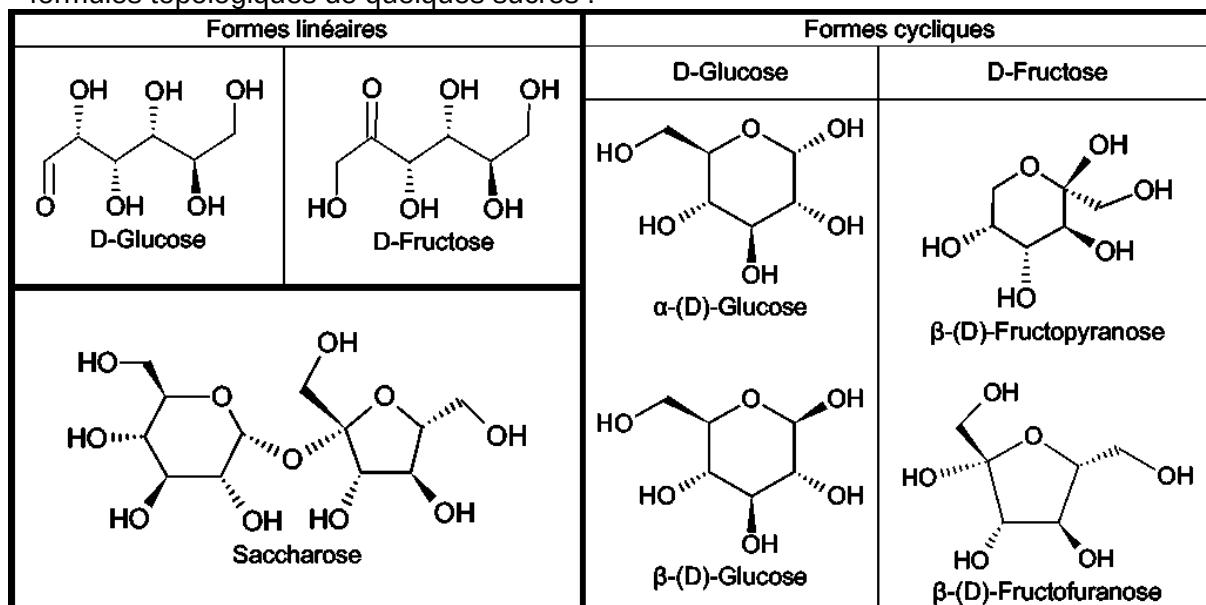
Le sucre produit dans les feuilles de betteraves sucrières grâce à la photosynthèse s'accumule dans la racine sous forme de saccharose.

Le bioéthanol - éthanol issu de l'agriculture peut notamment être obtenu par fermentation du sucre extrait des racines de betterave sucrière. Le bioéthanol peut être incorporé à l'essence utilisée par un grand nombre de moteurs de voiture.

Données : données de spectroscopie infrarouge :

Liaison	O – H libre	O – H lié	N – H	C – H	C = O	C = C
Nombre d'onde σ (en cm^{-1})	3600 Bande fine	3200 - 3400 Bande large	3100-3500	2700-3100	1650-1750	1625-1685

➤ formules topologiques de quelques sucres :



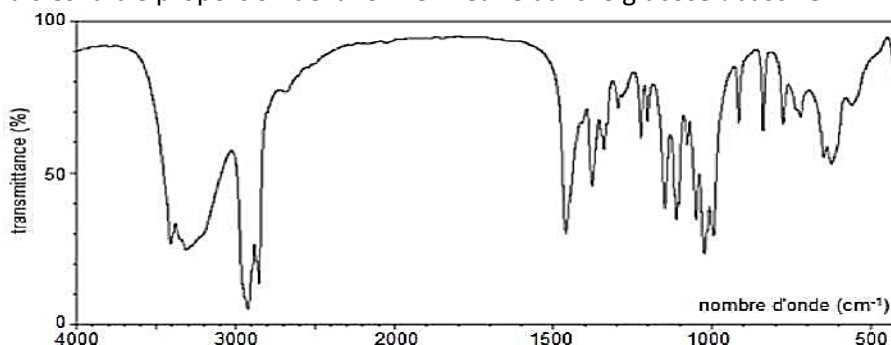
Étude de la structure du saccharose

Le saccharose est formé à partir du D-Glucose et du D-Fructose.

1. Écrire la formule développée de la forme linéaire du D-Glucose.

Par réaction entre deux de ses groupes caractéristiques, la forme linéaire du D-Glucose peut se transformer en l'une ou l'autre de ses formes cycliques lors d'une réaction de cyclisation. En solution aqueuse à 25°C, il s'établit un équilibre entre les différentes formes du glucose avec les proportions suivantes : 65 % de β -(D)-Glucose, 35 % de α -(D)-Glucose et environ 0,01 % de forme linéaire de D-Glucose.

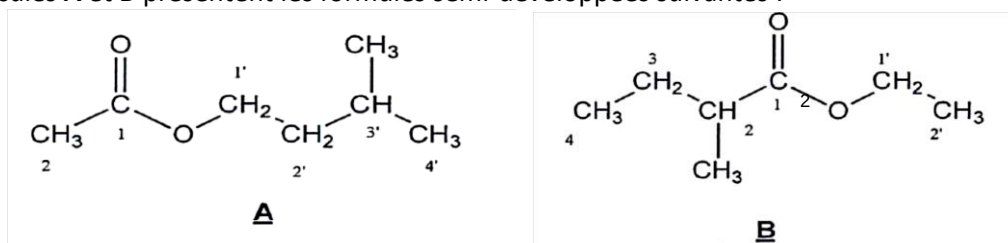
2. Le spectre infrarouge obtenu par analyse d'un échantillon de glucose est fourni ci-dessous. Ce spectre confirme-t-il la très faible proportion de la forme linéaire dans le glucose ? Justifier.



Le murissement des betteraves.

3. Les membranes cellulaires s'oxydent, engendrant la dégradation des acides gras à longues chaînes qu'elles contiennent. Il en résulte la formation de deux molécules **A** et **B** représentées ci-dessous. Ces deux espèces chimiques, dont les concentrations augmentent lors du murissement, ont la propriété de masquer une saveur caractéristique de fruit non mûr.

Les molécules **A** et **B** présentent les formules semi-développées suivantes :



4. Donner le nom de la fonction chimique présente dans les deux molécules **A** et **B**.
 5. Parmi les molécules **A** et **B**, l'une se nomme éthanoate de 3-méthylbutyle. Laquelle ? Justifier.
 6. Donner les formules brutes des 2 molécules. Comment les appelle-t-on ?

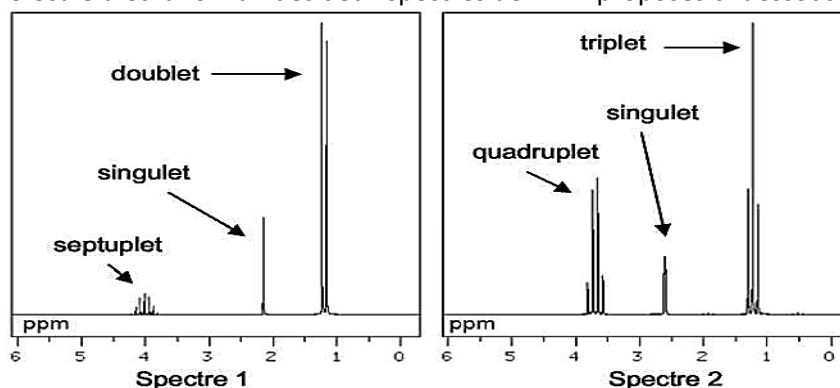
On donne en **ANNEXE 1 À RENDRE AVEC LA COPIE** deux spectres RMN du proton ^1H correspondant aux molécules **A** et **B**.

7. Noter dans les tableaux donnés en **ANNEXE 2 À RENDRE AVEC LA COPIE** la multiplicité des hydrogènes proches des groupements $-\text{COO}-$ des molécules **A** et **B**.
 8. Associer alors les spectres 1 et 2 aux molécules **A** et **B**.

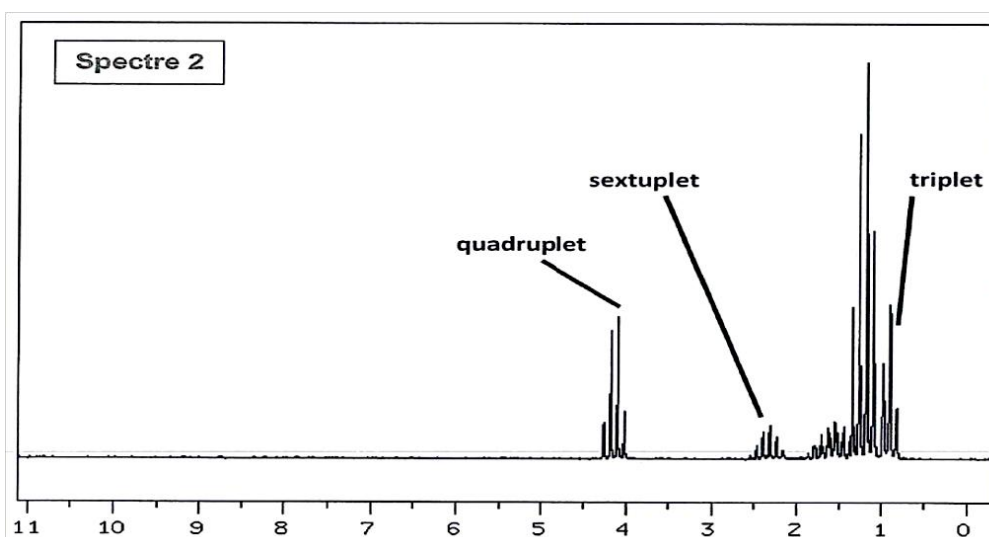
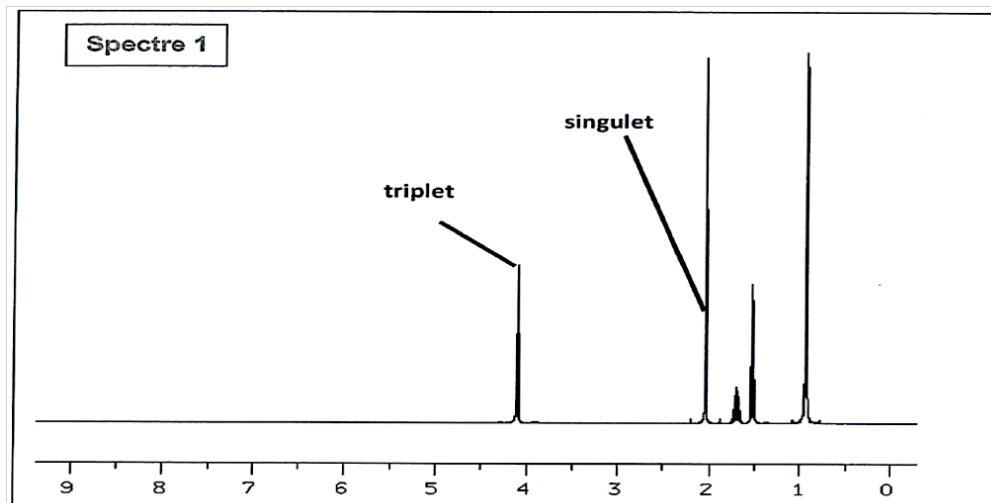
Du saccharose au bioéthanol

La fermentation alcoolique des jus sucrés sous l'action de micro-organismes est une source de production d'alcools. Dans le cas de la betterave sucrière, la solution de saccharose (jus sucré) extrait de la betterave fermente pour produire de l'éthanol (bioéthanol) et du dioxyde de carbone selon la réaction supposée totale d'équation : $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \longrightarrow 4 \text{C}_2\text{H}_6\text{O}(\text{aq}) + 4 \text{CO}_2(\text{aq})$

9. Écrire la formule semi-développée de l'éthanol.
 10. Attribuer à la molécule d'éthanol l'un des deux spectres de RMN proposés ci-dessous. Justifier.



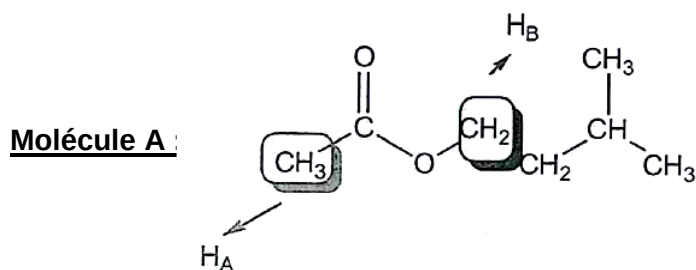
ANNEXE 1



Données de RMN du proton ^1H : ordre de grandeur de déplacements chimiques (en ppm) de quelques types d'hydrogène :

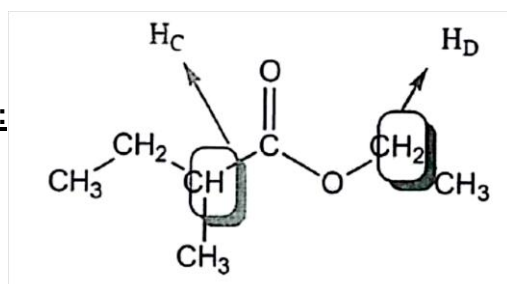
$-\text{CH}_2-\text{COOR}$: 2,4	$-\text{CH}-\text{COOR}$: 2,4 – 2,7	$-\text{CH}_2-\text{OCOR}$: 4,0 – 4,5	$-\text{CH}-\text{OCOR}$: 4,8
----------------------------------	--------------------------------------	--	--------------------------------

ANNEXE 2



Hydrogène	Multiplicité
H_A	
H_B	

Moécule B :



Hydrogène	Multiplicité
H_C	
H_D	

**EXERCICE I : GALILEO, SYSTEME DE NAVIGATION PAR SATELLITE (10 points)**

1. Les satellites utilisent des ondes électromagnétiques pour le système GPS.*

La vitesse de propagation est $c = 3,0 \cdot 10^8$ m/s.

2. Identifier le domaine commun des ondes radioélectriques auquel appartiennent ces trois signaux.

Les longueurs d'onde λ_1 , λ_2 et λ_3 correspondant aux fréquences f_1 , f_2 et f_3 sont données par les relations :

$$\lambda_1 = \frac{c}{f_1} \text{ soit } \lambda_1 = \frac{3,00 \times 10^8}{1575,42 \times 10^6} = 0,190 \text{ m} = \mathbf{19,0 \text{ cm}} ; \text{ (on conserve 3 chiffres significatifs) } ***$$

$$\lambda_2 = \frac{c}{f_2} \text{ soit } \lambda_2 = \frac{3,00 \times 10^8}{1278,75 \times 10^6} = 0,234 \text{ m} = \mathbf{23,4 \text{ cm}} ;$$

$$\lambda_3 = \frac{c}{f_3} \text{ soit } \lambda_3 = \frac{3,00 \times 10^8}{1191,80 \times 10^6} = 0,252 \text{ m} = \mathbf{25,2 \text{ cm}} ;$$

Ces longueurs d'onde sont comprises entre 10 cm et 1 m ; elles appartiennent au domaine des **Ultra Hautes Fréquences (UHF)**.*

Remarque : un seul calcul peut suffire puisqu'il s'agit d'un domaine **commun**.

3. Les « canyons urbains » sont propices aux erreurs de calcul de position. **

Les deux critères qui permettent au système Galileo d'atténuer le phénomène de « canyons urbains » sont :

- **l'utilisation d'un nombre de satellites plus important par rapport à ses concurrents** : 30 satellites pour Galileo contre 29 pour Glonass et 24 pour le GPS. En effet « Un nombre plus important de satellites offre de meilleures performances, en particulier dans les zones urbaines où la transmission peut être perturbée par la présence d'immeubles ».
- **l'utilisation de plusieurs fréquences pour la transmission des signaux** : 3 pour Galileo et le GPS et 2 pour Glonass. En effet « Les satellites du système Galileo utilisent plusieurs bandes de fréquence pour transmettre les différents signaux. Ceci permet de limiter les « canyons urbains », zones où les problèmes de réflexion sur les bâtiments sont propices aux erreurs de calcul de position.

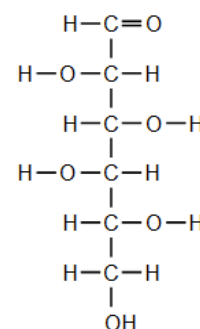
4. La « précision » de positionnement de visée par le système Galileo, pour les services de haute précision, est de moins de 1,0 m. Ainsi, à une précision de positionnement $d = 1,0$ m correspond une précision de durée τ

$$\text{égale à } \tau = \frac{d}{c} \text{ soit } \tau = \frac{1,0}{3,0 \times 10^8} = 3,3 \times 10^{-9} \text{ s} = \mathbf{3,3 \text{ ns}}.$$

La précision de durée étant de l'ordre de la **nanoseconde**, l'utilisation d'une horloge atomique est donc nécessaire.***

EXERCICE II – LA BETTRAVE SUCRIÈRE (15pts)**Étude de la structure du saccharose / 3 pts**

1. Écrire la formule développée de la forme linéaire du D-Glucose.*

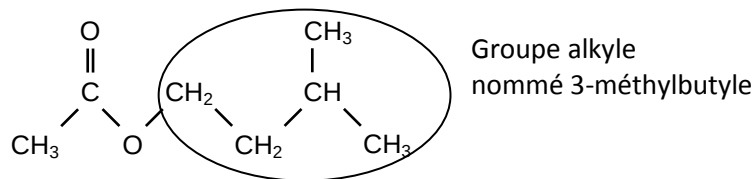


2. Le spectre infrarouge présente deux pics l'un vers 2900 cm^{-1} , caractéristique des liaisons C-H ; l'autre vers 3300 cm^{-1} , caractéristique des liaisons O-H liées. **On note surtout l'absence d'un pic d'absorption entre 1650 et 1750 cm^{-1} caractéristique du groupement carbonyle C=O présent dans la forme linéaire du D-glucose.** Le D-glucose est donc soit absent, soit présent en très petite quantité, il est donc bien minoritaire.**

Le murissement des betteraves / 8pts

3. Dans les deux molécules A et B, on reconnaît le groupe caractéristique ester, la fonction chimique ester y est donc présente.*

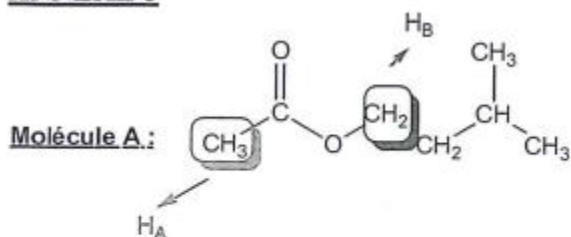
4. La molécule A se nomme éthanoate de 3-méthylbutyle.**



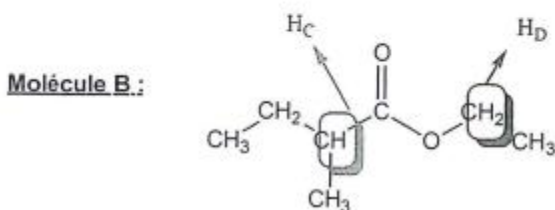
5. Les deux molécules ont la même formule brute : $C_7H_{14}O_2$, mais des formules semi-développées différentes. Les molécules A et B sont des molécules **isomères**.*

6. Noter la multiplicité des hydrogènes proches des groupements $-COO-$ des molécules A et B. La multiplicité des signaux dépend du nombre n d'atomes hydrogène portés par les atomes de carbone voisins. Le nombre de pics dans un signal est égal à $n+1$.**

ANNEXE 3



Hydrogène	Multiplicité
H_A	Singlet
H_B	Triplet



Hydrogène	Multiplicité
H_C	Hexuplet = Sextuplet
H_D	Quadruplet

7. Le spectre 1 présente un singlet or aucun atome H de la molécule B ne donne de singlet. Ce spectre 1 correspond à la molécule A.*

Le spectre 2 présente un sextuplet de déplacement chimique $\delta \approx 2,4$ ppm qui correspond aux H_C et qui est en conformité avec le tableau de données (CH-COOR).

La molécule B correspond au spectre 2.*

Du saccharose au bioéthanol / 4 pts

8. Écrire la formule semi-développée de l'éthanol : CH_3-CH_2-OH *

9. Les deux spectres présentent **trois signaux**, il faut regarder la multiplicité des signaux pour déterminer quel spectre appartient à l'éthanol.

Le spectre de l'éthanol contient **un singlet** provenant du proton du groupement hydroxyle.

Les trois protons du groupement CH_3- ont deux atomes d'hydrogène sur l'atome de carbone voisin et donnent **un triplet**.

Les deux protons centraux $-CH_2-$ ont trois plus proches voisins et donnent **un quadruplet**.**

Seul **le spectre 2** possède un singlet, un triplet et un quadruplet, c'est donc le **spectre de l'éthanol**.*

