

La folle aventure de Philae et Tchoury

En Novembre 2014, la sonde Rosetta se pose sur la comète surnommée Tchouri et détecte la présence de molécules organiques. En tant que technicien, vous êtes chargé d'identifier deux de ces molécules par spectroscopie infrarouge.

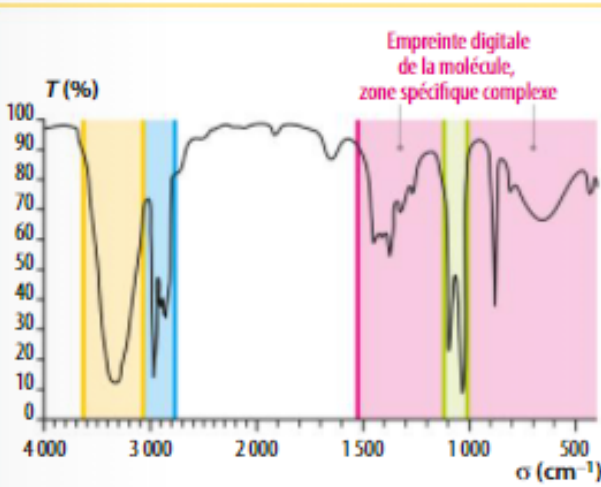
Quelle est la formule développée de ces molécules organiques ?

Doc. 1 La sonde Philae contient un analyseur nommé VIRTIS

L'analyseur est chargé de rechercher la présence de molécules organiques qui seraient la preuve de traces de vie dans l'espace.



Doc. 3 Le spectre de l'éthanol liquide



Doc. 2 La spectroscopie infrarouge

- Dans une molécule, les liaisons peuvent absorber un rayonnement infrarouge, pour vibrer et tourner. Chaque type de liaison (O—H, C—O, C—H, ...) absorbe une bande de longueurs d'onde λ bien déterminée. Ces bandes de longueurs d'onde caractérisent des liaisons chimiques spécifiques dans l'échantillon, et permettent d'identifier les groupes caractéristiques présents dans la molécule.

- Le spectre représente la transmittance T en fonction du nombre d'onde σ . La transmittance portée en ordonnée est définie par

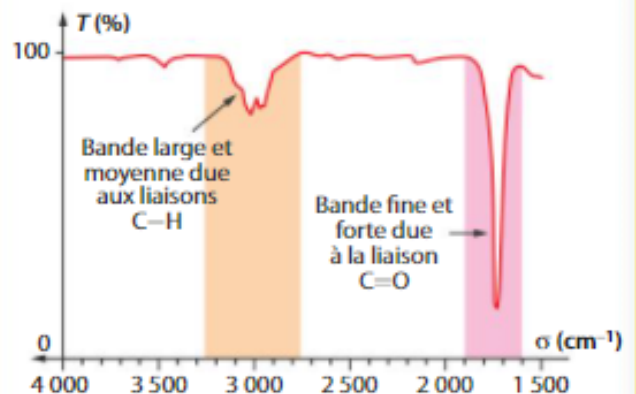
$$T = \frac{I}{I_0}$$

I_0 : intensité lumineuse reçue par l'espèce chimique

I : intensité transmise après absorption
 T varie de 0 % à 100 % (ou 1).

Sur l'axe des abscisses orienté vers la gauche est représenté le nombre d'onde σ en cm^{-1} :

$$\sigma = \frac{1}{\lambda} \text{ avec } \lambda \text{ la longueur d'onde exprimée en cm.}$$

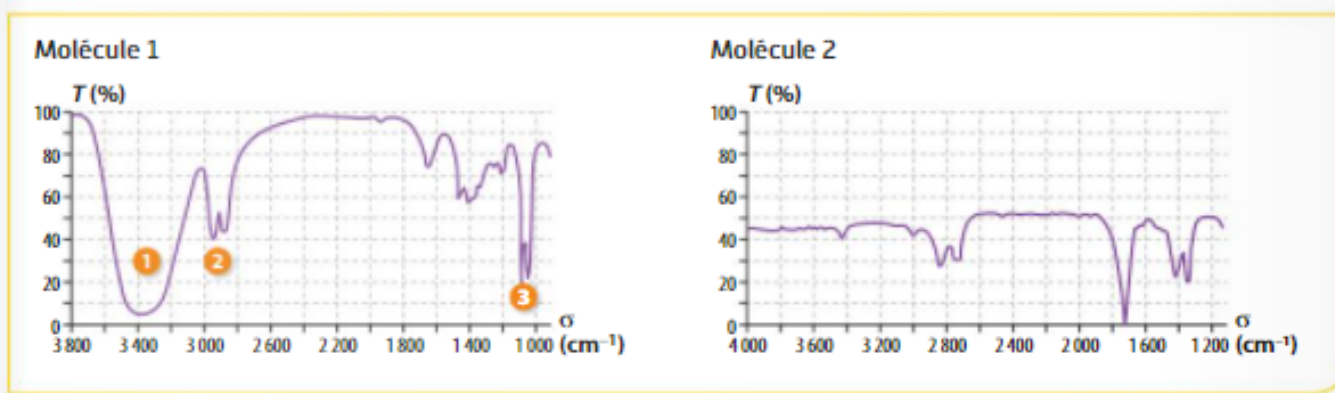


Chaque bande d'absorption est caractérisée par sa largeur (fine, moyenne ou large) et par son intensité (forte ou moyenne) qui traduit l'importance de l'absorption.

Les bandes d'absorption correspondant à $\sigma < 1500 \text{ cm}^{-1}$ constituent l'empreinte digitale de la molécule, peu de bandes d'absorption y sont identifiables.

Doc. 4 Les caractéristiques des bandes d'absorption pour quelques liaisons

Liaison	Nombre d'ondes (cm ⁻¹)	Intensité et commentaire
Liaison OH libre (non liée)	Entre 3 590 et 3 650 cm ⁻¹	Bande forte et fine
Liaison OH liée (liaison hydrogène)	Entre 3 200 et 3 600 cm ⁻¹	Bande forte et large
Liaison C=O	Entre 1 625 et 1 820 cm ⁻¹	Bande forte et de largeur moyenne
Liaison C=O des acides carboxyliques	Entre 1 660 et 1 740 cm ⁻¹	Bande forte
Liaison C-H de CHO (carbone trigonal)	Entre 2 650 et 2 800 cm ⁻¹	Bande moyenne
Liaison C-H (carbone tétraédrique)	Entre 2 800 et 3 000 cm ⁻¹	Bande forte
Liaison C-O des alcools	Entre 1 000 et 1 150 cm ⁻¹	Bande forte
Liaison OH des acides carboxyliques	Entre 2 500 et 3 300 cm ⁻¹	Bande forte et large
Liaison C-O des acides carboxyliques	Entre 1 200 et 1 320 cm ⁻¹	Bande forte

Doc. 5 Le spectre d'absorption des deux molécules analysées sur Tchouri**Exploitation**

- Vérifier que le domaine des nombres d'onde du spectre de l'éthanol appartient au domaine de longueur d'onde du rayonnement infrarouge entre 750 nm et 20 μm .
- Écrire les formules semi-développée et développée de l'éthanol.
- Ouvrir le logiciel Chemscketch ou ouvrir la page Scribmol avec votre explorateur internet (<http://www.librairiedemolecules.education.fr/outils/scribmol/scrib.html>). Représenter la molécule de l'éthanol en modèle éclaté.
- Identifier les liaisons de l'éthanol correspondant aux bandes d'absorption marquées sur le doc. 3 à l'aide du doc.4.
- Identifier les liaisons correspondant aux 3 bandes d'absorptions de la molécule 1 du doc. 5.
- Identifier les bandes d'absorption du spectre de la molécule 2 du doc. 5. En déduire la famille à laquelle appartient cette deuxième molécule.

Conclusion

- D'autres analyses ont permis de trouver que la molécule 1 de formule brute $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ a deux groupes caractéristiques identiques et que la formule de la molécule 2 est $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$. Écrire la formule développée de chaque molécule et donner le nom de la molécule 2.
- Expliquer comment la spectroscopie infrarouge permet d'identifier des groupes caractéristiques.