

FICHE 1

Fiche à destination des enseignants

TS 9a

La spectroscopie infrarouge au service de l'étude des fresques de Pompéi

<i>Type d'activité</i>	<i>Démarche scientifique – Activité documentaire</i>	
	Notions et contenus du programme de Terminale S Identification de groupes fonctionnels à l'aide du nombre d'onde caractéristique.	Compétences exigibles du programme de Terminale S Identifier des groupes fonctionnels par analyse d'un spectre IR à l'aide de tables de données ou de logiciels. Associer un groupe fonctionnel à un suffixe dans une molécule donnée, pour les fonctions alcène, alcool, aldéhyde, cétone, acide carboxylique, ester, amine, amide.
	Compétences du préambule du cycle terminal	
	Démarche scientifique Formuler des hypothèses pertinentes Confronter des hypothèses à des résultats expérimentaux Mobiliser ses connaissances	
<i>Commentaires sur l'exercice proposé</i>	Dans cette version (a) de l'activité, il s'agit d'une démarche scientifique guidée. Des questions intermédiaires permettent à l'élève d'avancer dans la résolution du problème. La version (b) du même sujet laisse l'élève plus autonome dans la construction de la démarche scientifique et dans la rédaction de la réponse. Cette activité illustre le thème « OBSERVER » Analyse spectrale et le sous thème Spectres IR en classe de terminale S.	
<i>Conditions de mise en œuvre</i>	Cette activité doit être proposée après la présentation de la spectroscopie IR.	
<i>Pré requis</i>	Fonctions chimiques	
<i>Remarques</i>	Les spectres IR sont disponibles sur http://riodb01.ibase.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/direct_frame_top.cgi	

FICHE 2

Texte à distribuer aux élèves

TS 9a

La spectroscopie infrarouge au service de l'étude des fresques de Pompéi



Longtemps, on a pensé que l'aspect « ciré » des fresques de Pompéi provenait d'une couche de cire appliquée sur la fresque. Certains auteurs parlaient de peintures encaustiques, ou cirées.

Les écrits de Vitruve, architecte romain du 1^{er} siècle av JC, précisait bien qu'il était possible d'obtenir cet aspect « ciré » par la technique de la fresque dite « a fresco ». Qu'en est-il vraiment ?

Document 1 : Technique de la fresque dite « a fresco »

STRUCTURE de la FRESQUE

Le diagramme illustre la structure d'une fresque en plusieurs couches :

- SUPPORT de la FRESQUE** (base en pierre ou brique)
- CRÉPI GROSSIER** (couche de mortier grossier)
- ENDUIT à peindre** (couche de mortier fin)
- COUCHE PICTURALE** (couche de peinture)
- CALCIN** (couche de calcaire)

Un petit schéma en coupe montre les couches : COUCHE PICTURALE, ENDUIT, CRÉPI GROSSIER, SUPPORT.

PROCESSUS de CARBONATATION

Le diagramme illustre le processus de carbonatation en deux étapes :

- Étape 1 :** Le **Hydrate de Calcium $Ca(OH)_2$** réagit avec le **Gaz Carbonique CO_2** pour former le **Calcin $CaCO_3$** .
- Étape 2 :** Le **Calcin $CaCO_3$** réagit avec l'**Eau H_2O** pour former le **Hydrate de Calcium $Ca(OH)_2$** .

La réaction chimique est réversible :

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$$

Question 1 : A votre avis, en considérant la structure de la fresque du document 1, quelle partie permettrait d'expliquer l'aspect « ciré » des fresques ?

Question 2 : Quelle est la formule chimique du calcin, couche protectrice des fresques ?

Question 3 : Ecrire l'équation de la réaction chimique qui explique la formation de cette couche.

Document 2 : Un premier indice



Lors de l'éruption du Vésuve en 79, les peintures de Pompéi ou d'Herculaneum ont été soumises à des températures de plus de 500 °C. Pour preuve, la transformation de l'ocre jaune en ocre rouge sur certaines fresques qui se produit entre 300 et 600 °C.

Document 3 : Caractéristiques de la cire d'abeille

La cire d'abeille contient principalement des esters.

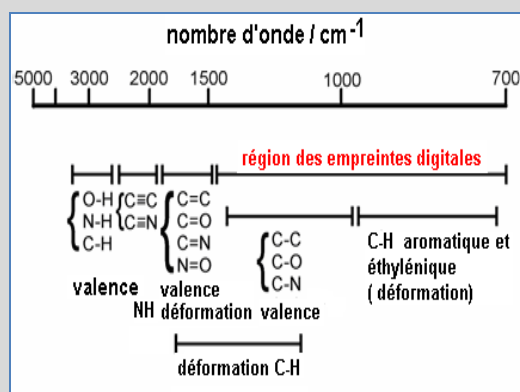
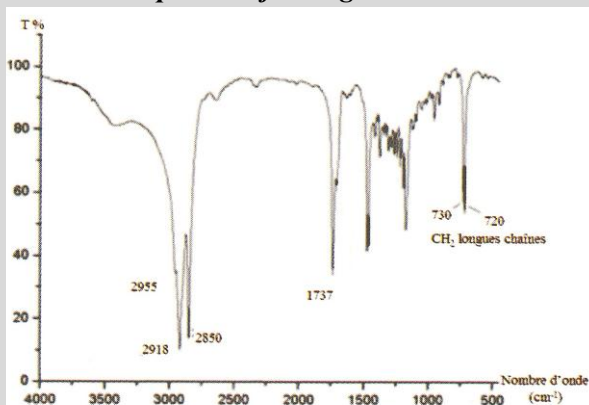
Sa température de fusion se situe entre 60 à 65°C.

La technique de peinture à la cire est appelée encaustique.

Question 4 : En comparant les températures lors de l'éruption du Vésuve à celle de fusion de la cire, pouvez-vous déjà émettre une hypothèse sur la présence ou non de la cire d'abeille dans les fresques de Pompéi ou d'Herculaneum ?

Pour valider votre hypothèse, il est néanmoins nécessaire d'effectuer une analyse plus précise de ces fresques. La spectroscopie infrarouge permet afin de déterminer la présence ou l'absence de cire.

Document 4 : Spectre infrarouge de la cire d'abeille



Document 5 : Table de données pour la spectroscopie infrarouge

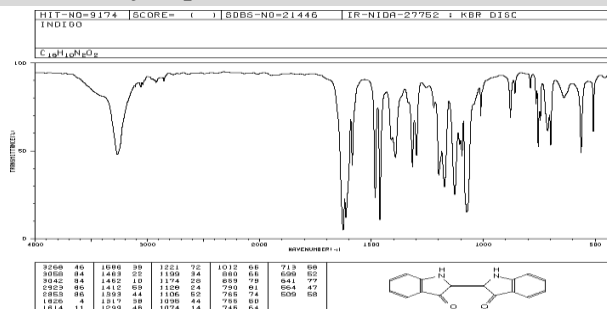
Liaison	Nature	Nombre d'onde cm^{-1}	Intensité
O-H alcool libre	élongation	3580-3670	F, large
O-H alcool lié	élongation	3200-3400	F, large
N-H amine	élongation	3100-3500	m
C-H aromatique	élongation	3030-3080	m
C-H	élongation	2800-3000	m
C-H aldéhyde	élongation	2750-2900	F
O-H acide carboxylique	élongation	2500-3200	M
C=C	élongation	2100-2250	F à m; large
C=O (anhydride)	élongation	1700-1840	F ou m
C=O (chlorure d'acyle)	élongation	1770-1820	F ; 2 bandes
C=O (ester)	élongation	1700-1740	F
C=O (aldéhyde et cétone)	élongation	1650-1730	F
		(abaissement de 20 à 30 cm^{-1} si conjugaison)	F
C=O (acide)	élongation	1680-1710	F
C=C	élongation	1625-1685	m
C=C aromatique	élongation	1450-1600	(3 ou 4 bandes)
N=O	élongation	1510-1580 et 1325-	F ; 2 bandes
N-H amine ou amide	déformation	1365	F ou m
		1560-1640	

1. F: fort, m : moyen; f: faible ;

Question 5 : A l'aide des documents 4 et 5, comment peut-on révéler la présence d'esters dans la cire d'abeille ?



Document 6 : Spectre d'un échantillon de fresque

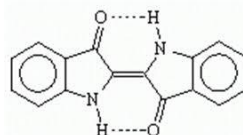


Question 6 : Le spectre du document 6 révèle-t-il la présence de cire ? Justifier votre réponse.

Le prélèvement de l'échantillon a été effectué sur la partie bleue de la fresque.

Nous savons également que les romains importaient un pigment bleu, l'indigo, extrait de l'indigotier.

Document 7 : Formule semi-développée de l'indigo



Question 7 : Pouvez-vous déterminer la présence de l'indigo dans l'échantillon de la fresque ?