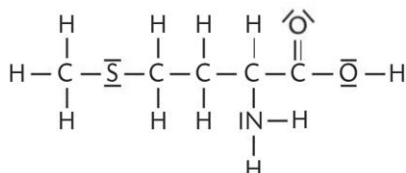


STRUCTURE DES ENTITES ORGANIQUES

6 Écrire une formule semi-développée

Utiliser un modèle.

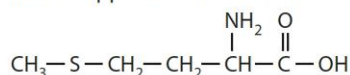
La méthionine est un acide α -aminé essentiel, non synthétisé par l'être humain, qui doit donc être fourni par l'alimentation. Un schéma de Lewis de la molécule de méthionine est représenté ci-dessous.



- Écrire la formule semi-développée de la molécule de méthionine.

6 Écrire une formule semi-développée

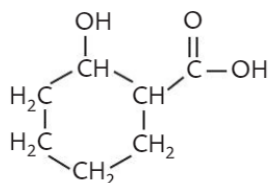
La formule semi-développée de la méthionine est :



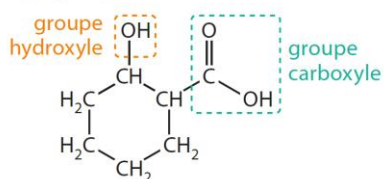
8 Nommer des groupes caractéristiques

Mobiliser ses connaissances.

- Recopier la formule semi-développée de la molécule ci-dessous, puis entourer et nommer les groupes caractéristiques présents dans cette molécule.



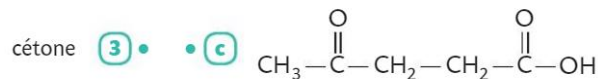
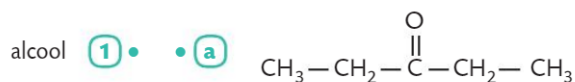
8 Nommer des groupes caractéristiques



10 Identifier des familles de composés (2)

Mobiliser ses connaissances ; utiliser un modèle.

- Associer à chaque formule semi-développée la (ou les) famille(s) de composé(s) possible(s).



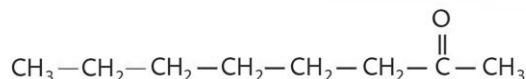
10 Identifier des familles de composés (2)

a $\leftrightarrow$ 3 ; **b** $\leftrightarrow$ 1 ; **c** $\leftrightarrow$ 3 et **c** $\leftrightarrow$ 4 ; **d** $\leftrightarrow$ 1 et **d** $\leftrightarrow$ 2.

12 Justifier le nom d'une molécule

Exploiter des informations ; rédiger une explication.

L'octan-2-one est un des constituants de la phéromone d'alarme de l'abeille. La formule semi-développée de sa molécule est donnée ci-dessous.



- Justifier le nom de la molécule.

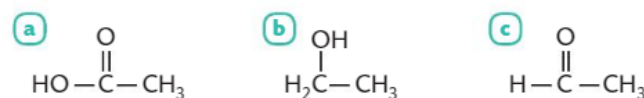
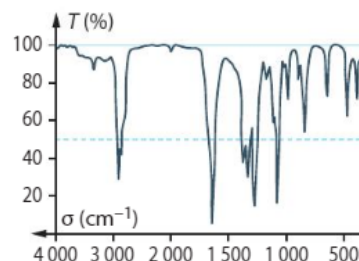
12 Justifier le nom d'une molécule

La molécule se nomme octan-2-one car la chaîne principale comporte 8 atomes de carbone donc la **racine** est **octan**, le groupe carbonyle (cétone) sur le carbone numéroté 2 impose le **suffixe 2-one**. Aucune ramification n'est présente.

13 Associer une espèce chimique à un spectre infrarouge

Exploiter des informations ; rédiger une argumentation.

- Le spectre infrarouge d'une espèce chimique E est donné ci-dessous. Parmi les propositions ci-dessous, identifier la formule semi-développée de E.



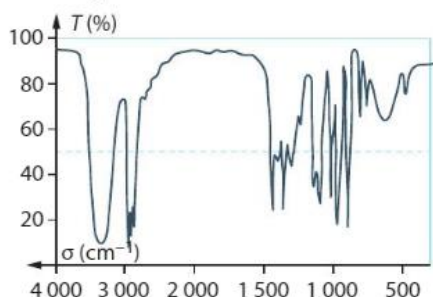
13 Associer une espèce chimique à un spectre infrarouge

La bande d'absorption fine et forte à $\sigma \approx 1720 \text{ cm}^{-1}$ correspond à la vibration d'une liaison $\text{C}=\text{O}$. On note une absence de bande vers 3300 cm^{-1} donc le spectre correspond à celui de la molécule **c**.

14 Identifier les bandes d'absorption

| Exploiter des informations.

Le spectre infrarouge du butan-2-ol est donné ci-dessous :



1. D'après le nom de la molécule, déterminer la famille de composés à laquelle appartient le butan-2-ol.

2. Identifier la (ou les) bande(s) d'absorption caractéristique(s) du butan-2-ol.

14 Identifier les bandes d'absorption

- butan-2-ol : terminaison en -ol donc famille des alcools.
- On a bande d'absorption forte et large pour $3\,300\text{ cm}^{-1} \leq \sigma \leq 3\,400\text{ cm}^{-1}$ caractéristique de la liaison O-H.

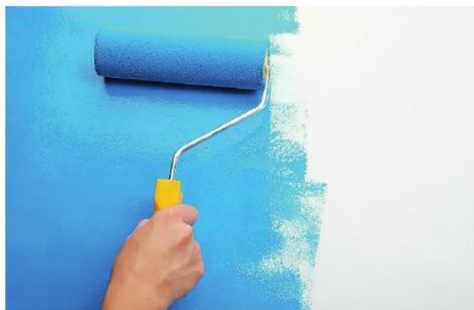
17 Connaître les critères de réussite

CORRIGÉ

Valider un procédé de synthèse

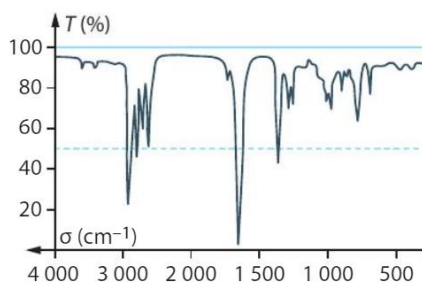
| Exploiter des informations ; rédiger une argumentation.

Le 2-méthylpropan-1-ol est une espèce chimique présente dans la composition des peintures. Il améliore la glisse du rouleau lors de l'application de la peinture.



Une entreprise cherche à développer un procédé d'obtention du 2-méthylpropan-1-ol à partir de l'acide 2-méthylpropanoïque.

À la fin de la transformation, un technicien réalise une analyse par spectroscopie infrarouge sur le produit obtenu. Le spectre infrarouge est donné ci-dessous :

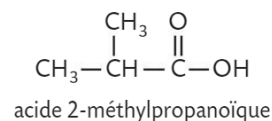
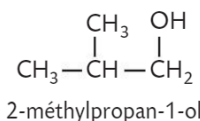


1. À partir de leur formule semi-développée, justifier le nom des deux espèces chimiques.

2. L'entreprise peut-elle utiliser ce procédé pour synthétiser le 2-méthylpropan-1-ol ?

Données

- Formules semi-développées :



CORRIGÉ

17 Connaître les critères de réussite**Valider un procédé de synthèse**

1. 2-méthylpropan-1-ol : la chaîne principale comporte 3 atomes de carbone cela explique la **racine : propan**. Un groupe hydroxyle est présent sur le carbone numéroté 1 donc le **suffixe** est **1-ol**. La ramification d'un méthyl -CH₃ sur le carbone en position 2 implique le **préfixe 2-méthyl**.

Acide 2-méthylpropanoïque : la chaîne principale comporte 3 atomes de carbone cela explique la **racine propan**. Un groupe carboxyle est présent, le **suffixe** est **oïque** et une ramification d'un méthyl -CH₃ sur le carbone en position 2 implique le **préfixe 2-méthyl**.

2. Le 2-méthylpropan-1-ol possède un groupe hydroxyle -OH. Aucune bande de vibration pour $3\,500\text{ cm}^{-1} \leq \sigma \leq 3\,000\text{ cm}^{-1}$ n'est visible, ce n'est donc pas le produit synthétisé, le procédé n'est pas utilisable.

CORRIGÉ

18 Exercice à caractère expérimental**Réaliser un contrôle qualité**

| Exploiter des informations ; rédiger une argumentation ; effectuer un calcul.

L'acide glycolique est un solide utilisé en cosmétologie. Il peut être extrait du « vesou » (liquide obtenu par broyage de la canne à sucre et qui contient 0,1 % en masse d'acide glycolique) ou synthétisé à partir du glyoxal.

Données

- Masse volumique de l'acide glycolique : $1,49\text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$
- Bandes de vibration infrarouges : Rabat III

1. Recopier la formule semi-développée de l'acide glycolique puis entourer et nommer les groupes caractéristiques présents.

2. Vérifier la présence d'acide glycolique dans le « vesou » (doc. A).

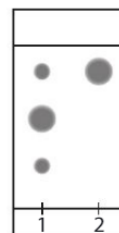
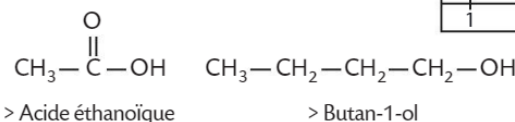
3. Justifier le nom de chacune des espèces chimiques présentes dans l'éluant (doc. A).

A Chromatographie sur couche mince du « vesou »

Nature des dépôts :

- dépôt 1 : vesou ;
- dépôt 2 : acide glycolique pur.

Éluant : acide éthanoïque (30 %) ;
butan-1-ol (70 %).



4. Déterminer la masse de « vesou » nécessaire pour obtenir 100 mL d'acide glycolique pur.

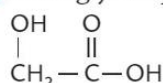
5. Proposer un argument qui explique que les industriels préfèrent la synthèse de l'acide glycolique à son extraction.

6. Un spectre infrarouge du produit synthétisé est donné (doc. B). Justifier qu'il peut correspondre à l'acide glycolique.

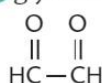
B Synthèse de l'acide glycolique

- L'acide glycolique (a) est synthétisé à partir du glyoxal (b) :

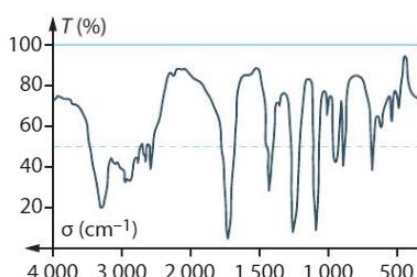
(a) acide glycolique



(b) glyoxal

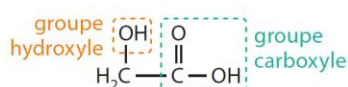


- Spectre infrarouge du produit synthétisé :



18 Exercice à caractère expérimental Réaliser un contrôle qualité

1.



2. On remarque deux tâches à la même hauteur pour les dépôts de vésou et d'acide glycolique pur donc le vésou contient de l'acide glycolique.

3. La molécule se nomme acide éthanoïque car on note une chaîne principale de 2 atomes de carbone (racine = éthan), un groupe carboxyle (suffixe = oïque) et une absence de ramification (pas de préfixe).

La molécule se nomme butan-1-ol car on note une chaîne principale de 4 atomes de carbone (racine = butan), un groupe hydroxyle porté par le carbone n°1 (suffixe = 1-ol) et une absence de ramification (pas de préfixe).

4. • Déterminons de la masse m_{gly} d'acide glycolique contenue dans $V_{\text{gly}} = 100$ mL d'acide glycolique pur :

$$m_{\text{gly}} = \rho_{\text{gly}} \times V_{\text{gly}} = 1,49 \times 100 = 149 \text{ g.}$$

• Déterminons la masse m_{vesou} de vésou nécessaire :

Le vésou contient en masse 0,1 % d'acide glycolique soit

$$m_{\text{gly}} = \frac{0,1}{100} \times m_{\text{vesou}} \Rightarrow m_{\text{vesou}} = \frac{100}{0,1} \times m_{\text{gly}}$$

$$m_{\text{vesou}} = \frac{100}{0,1} \times 149 = 1,49 \times 10^5 \text{ g} = 149 \text{ kg.}$$

5. Les arguments en faveur de la synthèse industrielle peuvent être d'origine

- environnementale $\rightarrow$ perte d'une grande quantité de canne à sucre.
- industrielle $\rightarrow$ faible rendement.
- économique $\rightarrow$ achat des matières premières + transport.

6. Ce spectre présente 2 bandes d'absorption : une forte et fine à $\sigma \approx 1720 \text{ cm}^{-1}$ caractéristique de la liaison $\text{C}=\text{O}$ et une forte et large à $\sigma \approx 3300 \text{ cm}^{-1}$ caractéristique de la liaison $-\text{OH}$. Il peut donc correspondre à celui de l'acide glycolique.

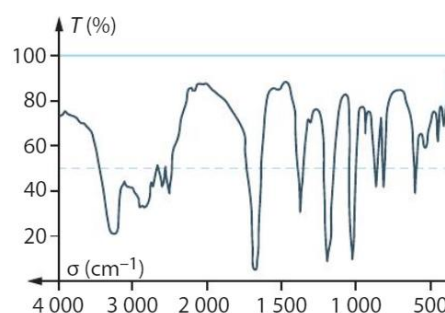
20 Résolution de problème

Fiche 1, p. 359

L'acide oxalique

Construire les étapes d'une résolution de problème.

L'acide oxalique, espèce chimique présente dans l'oseille, peut être utilisé comme agent de blanchiment du bois. La composition massique de l'acide oxalique (pourcentage en masse de chaque élément) est la suivante : 27 % de carbone C, 71 % d'oxygène O et 2 % d'hydrogène H. Le spectre infrarouge de la molécule d'acide oxalique est donné ci-dessous.



- À l'aide du spectre et des données, écrire la formule semi-développée de la molécule d'acide oxalique.

Données

- Masse molaire de l'acide oxalique : $M = 90,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

20 Résolution de problème

L'acide oxalique

1^{re} étape : Bien comprendre la question posée

- Qu'est-ce qu'une formule semi-développée ?
- Que signifie composition massique ?
- Quelle est le lien entre masse molaire et formule brute de l'acide oxalique ?
- Quelles bandes caractéristiques sont observables dans le spectre infrarouge de l'acide oxalique ?
- Quelles sont les liaisons associées à ces bandes de vibration ?
- A quelle famille de composés appartient l'acide oxalique ?

2^e étape : Lire et comprendre les documents

- La composition massique appliquée à la masse molaire permet de déterminer la formule brute de l'acide oxalique.
- L'analyse du spectre permet d'identifier la famille de composés présente dans l'acide oxalique.

3^e étape : Dégager la problématique

Croiser la formule brute établie et la famille de composés identifiée.

4^e étape : Construire la réponse

- Déterminer la formule brute de l'acide oxalique en appliquant la composition massique à la masse molaire de l'acide oxalique.

- Analyser le spectre infrarouge et identifier la famille chimique. Écrire l'équation de réaction de combustion du méthane.
- Écrire la formule semi-développée.

5^e étape : Rédiger la réponse en trois paragraphes

- Présenter le contexte et introduire la problématique.

L'acide oxalique est une espèce organique qui est constituée de carbone C, d'oxygène O et d'hydrogène H.

On nous demande de déterminer la formule brute de l'acide oxalique et la famille de composés à laquelle appartient cette espèce chimique afin d'écrire la formule semi-développée de l'acide oxalique.

- Mettre en forme la réponse.

Déterminons la formule brute de l'acide oxalique :

On sait qu'une mole d'acide oxalique pèse $M = 90 \text{ g}$ et contient :

- une masse m_{C} de carbone, $m_{\text{C}} = 0,27 \times M = 24,3 \text{ g}$ soit une

quantité de matière n_c de carbone $n_c = \frac{m_c}{M_c} = \frac{24,3}{12,0} \approx 2 \text{ mol}$

✓ une masse m_o d'oxygène, $m_o = 0,71 \times M = 63,9 \text{ g}$ soit une

quantité de matière n_o d'oxygène $n_o = \frac{m_o}{M_o} = \frac{63,9}{16,0} \approx 4 \text{ mol}$

✓ une masse m_h d'hydrogène, $m_h = 0,02 \times M = 1,8 \text{ g}$ soit une

quantité de matière n_h d'hydrogène $n_h = \frac{m_h}{M_h} = \frac{1,8}{1} \approx 2 \text{ mol}$

L'acide oxalique a donc pour formule brute $C_2H_2O_4$.

Déterminons à présent la famille de composés.

D'après le spectre I.R. de la molécule, on peut identifier 2 bandes d'absorption :

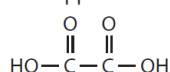
✓ 1 bande forte et fine à $\sigma \approx 1700 \text{ cm}^{-1}$ caractéristique d'une liaison $C=O$;

✓ 1 bande forte et très large pour $3300 \text{ cm}^{-1} \leq \sigma \leq 3000 \text{ cm}^{-1}$ caractéristique d'une liaison $O-H$ d'un acide carboxylique.

L'acide oxalique est un acide carboxylique.

• Conclure et introduire, quand c'est possible, une part d'esprit critique.

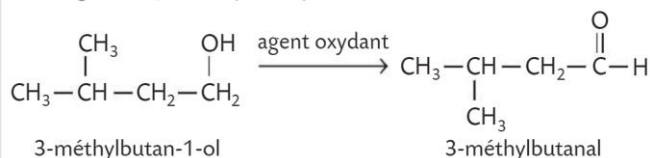
Une seule formule semi-développée de l'acide oxalique est possible :



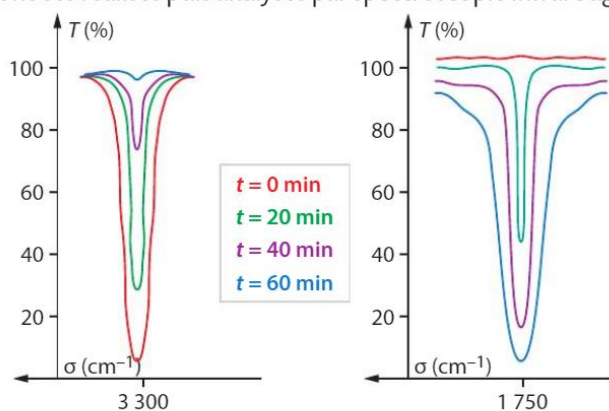
22 Suivi d'une transformation chimique par spectroscopie infrarouge

Exploiter des informations ; rédiger une explication.

Le 3-méthylbutanal est un arôme chimique donnant un parfum de cacao et de noisettes aux substances qui le contiennent. Il est synthétisé à partir du 3-méthylbutan-1-ol à l'aide d'un agent oxydant spécifique suivant le schéma ci-dessous.



À différents instants, des prélèvements du milieu réactionnel ont été réalisés puis analysés par spectroscopie infrarouge :



1. Recopier les formules semi-développées des molécules de 3-méthylbutan-1-ol et de 3-méthylbutanal, puis entourer et nommer les groupes caractéristiques.

2. Justifier le nom de ces deux molécules.

3. À l'instant initial, expliquer la présence d'une bande de vibration de nombre d'ondes à 3300 cm^{-1} et l'absence de bande de nombre d'ondes à 1730 cm^{-1} .

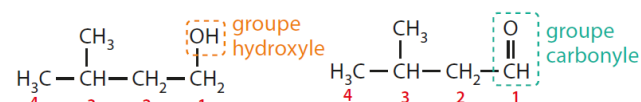
4. Expliquer l'évolution des deux bandes de vibration au cours du temps.

5. En déduire que la spectroscopie infrarouge est une technique permettant de suivre l'avancement d'une transformation chimique.

6. Évaluer la durée de la transformation chimique.

22 Suivi d'une transformation chimique par spectroscopie infrarouge

1.



2. La molécule se nomme 3-méthylbutan-1-ol car on note une chaîne principale de 4 atomes de carbone (**racine = butan**), un groupe hydroxyle en position 1 (**suffixe = 1-ol**), une ramification d'un méthyl $-\text{CH}_3$ sur le carbone en position 3 (**préfixe = 3-méthyl**). La molécule se nomme 3-méthylbutanal car on note une chaîne principale de 4 atomes de carbone (**racine = butan**), un groupe carbonyle (aldéhyde) (**suffixe = al**), une ramification d'un méthyl $-\text{CH}_3$ sur le carbone en position 3 (**préfixe = 3-méthyl**).

3. A $t = 0$, seul l'alcool est présent d'où une bande correspondant à $O-H$ à 3300 cm^{-1} et l'absence d'une bande correspondant à $C=O$ à 1730 cm^{-1} .

4. L'alcool, réactif, est consommé pour former l'aldéhyde. La bande $O-H$ à 3300 cm^{-1} diminue en intensité contrairement à la bande $C=O$ à 1730 cm^{-1} .

5. On peut suivre l'avancement en étudiant les deux bandes. Lors de la disparition de la bande $O-H$, la réaction est totale.

6. On peut estimer $t \approx 60 \text{ min}$.

24 CORRIGÉ

30 min

La chimie des sucres

Utiliser un modèle ; exploiter des informations ; faire preuve d'esprit critique.

Le saccharose, en présence d'eau, se transforme en fructose et en glucose.

1. Représenter la formule semi-développée du glucose sous forme linéaire.

2. Identifier les familles de composés auxquelles le fructose appartient.

Utiliser le réflexe 1

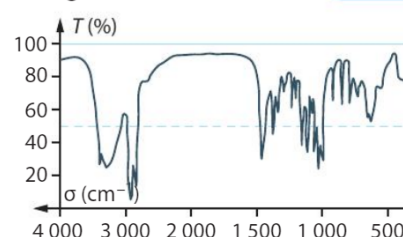
3. Donner la formule brute du glucose.

4. Discuter de la possibilité de différencier le glucose linéaire et le fructose par spectroscopie infrarouge.

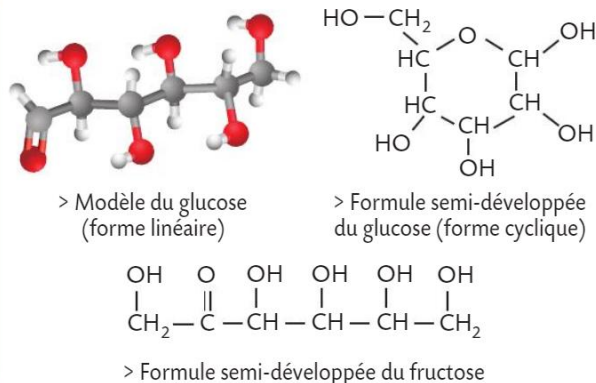
5. À 25°C , une solution aqueuse de glucose linéaire contient 99,9 % de forme cyclique et 0,01 % de forme linéaire.

Le spectre IR ci-dessous est obtenu par analyse d'un échantillon de glucose. Confirmez-vous la très faible proportion de la forme linéaire dans le glucose ? Justifier.

Utiliser le réflexe 3



A Représentations de différentes molécules

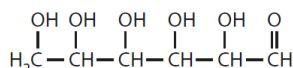


Données

- Bandes principales de vibration infrarouges :
 - O-H alcool : $3\,200\text{--}3\,400\text{ cm}^{-1}$ (bande forte et large)
 - O-H acide carb. : $2\,600\text{--}3\,100\text{ cm}^{-1}$ (bande forte et très large)
 - C=O : $1\,700\text{--}1\,760\text{ cm}^{-1}$ (bande forte et fine)
 - H (●) ; C (●) ; O (●)

24 La chimie des sucres (30 min)

1. glucose linéaire :



2. Le fructose linéaire appartient à la famille des alcools et des cétones.

3. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

4. Le glucose linéaire et le fructose possèdent les mêmes groupes caractéristiques. Il sera difficile de les différencier par spectroscopie I.R.

5. Seule la bande (forte et large) d'absorption de nombre d'ondes $\sigma \approx 3\,300\text{ cm}^{-1}$ apparaît. Elle caractérise la vibration de la liaison -OH (alcool). Or seule la forme cyclique possède cet unique groupe caractéristique. Aussi, ce spectre confirme la très grande majorité de la forme cyclique et la faible proportion de glucose linéaire.

25 Synthétiser un arôme de banane

Utiliser un modèle ; exploiter des informations ; rédiger une explication.

L'acétate d'isoamyle est une espèce chimique qui a la saveur et l'odeur de la banane et qui peut être synthétisée.

Réactifs	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{OH} \end{array}$ Acide éthanóïque	$\begin{array}{c} \text{OH} \qquad \text{CH}_3 \\ \qquad \quad \\ \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_3 \end{array}$ 3-méthylbutan-1-ol
Produits	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_3 \end{array}$ Acétate d'isoamyle	H_2O Eau

1. Justifier le nom de chacun des réactifs.

Utiliser le réflexe 2

2. Identifier le réactif dont le spectre infrarouge est donné dans le document A.

Utiliser le réflexe 3

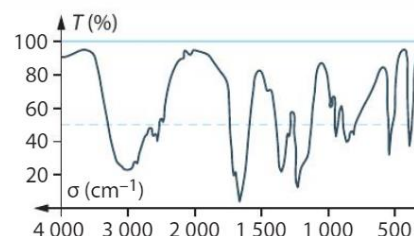
3. L'avancement de la réaction au cours du temps est suivi par spectroscopie infrarouge. Un logiciel mesure l'aire A sous la courbe de la bande de vibration de nombres d'ondes

compris entre $3\,200$ et $3\,000\text{ cm}^{-1}$. L'aire A est proportionnelle à la quantité de molécules présentes dans le milieu et possédant la liaison qui vibre (doc. B).

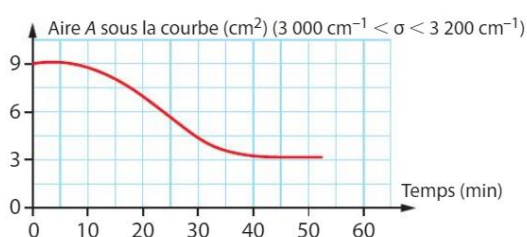
Expliquer la décroissance de la courbe du document B.

4. L'acide éthanóïque a-t-il été totalement consommé ?

A Spectre infrarouge d'un des deux réactifs



B Suivi de l'avancement de la réaction



25 Synthétiser un arôme de banane (30 min)

1. La molécule se nomme acide éthanóïque car : la chaîne principale est constituée de 2 atomes de carbone (**racine = éthan**), un groupe carboxyle (**suffixe = oïque**) est présent. On note aucune ramification (**pas de préfixe**).La molécule se nomme 3-méthylbutan-1-ol car la chaîne principale est constituée de 4 atomes de carbone (**racine = butan**), un groupe hydroxyle est présent sur le carbone numéroté 1 (**suffixe = 1-ol**), une ramification d'un méthyl -CH₃ est sur le carbone en position 3 (**préfixe = 3-méthyl**).2. On distingue deux bandes de vibration : une forte et fine à $\sigma \approx 1\,750\text{ cm}^{-1}$ caractéristique de la liaison C=O et une forte et très large pour $3\,500\text{ cm}^{-1} \leq \sigma \leq 3\,000\text{ cm}^{-1}$ caractéristique de la liaison -OH acide. Ce spectre correspond donc à l'acide éthanóïque.3. Les bandes de vibrations pour $\approx 3\,200\text{ cm}^{-1}$ correspondant aux liaisons -OH des acides ou des alcools qui sont uniquement présentes dans les réactifs. Donc l'aire A sous la courbe, proportionnelle à la quantité de réactifs, diminue aussi. On a donc une courbe décroissante pour $A = f(t)$.4. D'après le graphe $A = f(t)$, $A \neq 0$ lorsque $t \rightarrow +\infty$. Donc il reste des réactifs à la fin de la réaction. Par contre, il est impossible de conclure sur le nombre de réactifs présents à la fin de la réaction.