

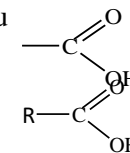
Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités du Professeur	Activités des élèves	Trace écrite
Présentation	Questions /réponses	Rappels/pré requis	Par leurs réponses, les élèves amènent le professeur à donner le titre de la leçon	ACIDES CARBOXYLIQUES ET DÉRIVÉS
Développement	Questions – réponses Travail individuel Travail de groupe	Administration de la situation d'apprentissage Lisez la situation. Quelles actions les élèves veulent mener ? Activité : Acides carboxyliques Rappelez la formule générale des acides carboxyliques Le professeur Donner la	Les élèves lisent la situation. Ils veulent : <ul style="list-style-type: none"> - s'informer sur les acides carboxyliques - identifier leurs dérivés, de les nommer - écrire les équations-bilans de passage des acides carboxyliques à leurs dérivés. Les élèves exécutent	

1. Acides carboxyliques


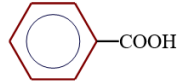
1.1. Définition

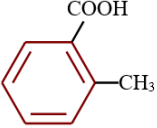
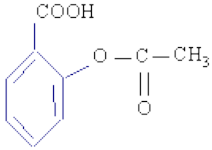
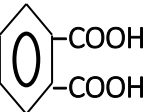
Un acide carboxylique est un composé organique oxygéné dont la molécule contient le groupe fonctionnel **-COOH** (où le carbone fonctionnel est lié simultanément à un (1) atome d'oxygène par une double liaison et à un groupe hydrolyse - OH par une simple liaison).

Le groupe fonctionnel des acides carboxyliques est **-COOH** ou **-CO₂H**. Ce groupe est appelé **groupe carboxyle**.



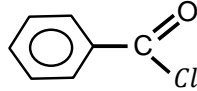
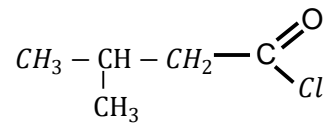
La formule générale structurale des acides carboxyliques est :

Développement (suite)	Questions-réponses	définition d'un acide carboxylique		<p>Où R est un atome d'hydrogène (H), ou nu groupe alkyle ($C_nH_{2n+1} -$) ou un groupe aryle ou aromatique ou arène (). Leur formule brute générale est : $C_nH_{2n}O_2$ (pour un monoacide carboxylique)</p> <p><i>ces composés se trouvent abondamment dans la nature. Ils peuvent aussi être obtenus par oxydation des aldéhydes ou des hydrocarbures par l'air, (les acides gras) par saponification des graisses animales ou végétales, (l'acide acétique) par carbonylation du méthanol.</i></p> <p><i>Ces composés ont un grand intérêt dans l'industrie, pour la fabrication de solvants de shampoings, de peintures, de bougies, de médicaments, de textiles, d'antiseptiques.</i></p>
	Travail individuel	Rappelez les règles de nomenclature des acides carboxyliques	Les élèves exécutent	<p>1.2.Nomenclature</p> <p>Le nom d'un acide carboxylique dérive de celui de l'alcane de même chaîne carbonée en remplaçant le « e » final par la terminaison « oïque » ; le tout précédé du mot « acide »</p> <p>Le carbone du groupe fonctionnel porte toujours le numéro 1 (dans la numérotation de la chaîne principale)</p> <p>N.B. : si la chaîne est ramifiée, la nomenclature se fait comme celle des alcanes ; la chaîne principale étant la plus longue chaîne contenant le carbone fonctionnel</p> <p><i>(Les acides carboxyliques étant abondants dans la nature, certains sont communément désignés par leurs noms usuels, ou triviaux. Par exemple, l'acide éthanoïque est aussi appelé acide acétique : c'est le composant principal du vinaigre après l'eau. L'acide acétylsalicylique est plus connu sous le nom d'aspirine. L'acide lactique est un acide carboxylique présent dans le lait, les fruits et les légumes. L'acide méthanoïque est aussi appelé acide formique car il est sécrété naturellement par les fourmis, mais aussi par une poignée d'autres insectes.)</i></p>
	Questions-réponses	Nommez ces quelques acides carboxyliques.	Les élèves exécutent	<p>Exemple :</p> <p>H-COOH : Acide méthanoïque (ou acide formique)</p> <p>CH₃ – COOH : Acide éthanoïque (ou acide acétique)</p> <p> : Acide benzoïque</p> <p>CH₃ – CH – CH – COOH : Acide 2,3 - diméthylpentanoïque $\begin{array}{c} \quad \\ C_2H_5 \quad CH_3 \end{array}$</p> <p>CH₂ = CH – COOH : Acide prop-2-énoïque (ou acide acrylique)</p>

<p>Développement (suite)</p>	<p>Travail individuel</p> <p>Travail de groupe</p> <p>Questions-réponses</p>	<p>Le professeur présente l'état physique, les températures de fusion et d'ébullition des acides carboxyliques puis montre leur solubilité et leur acidité</p>		<div style="text-align: center;">  <p>: Acide -2-méthylbenzoïque ou acide orthométhyl benzoïque</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>: Acide acétylsalicylique ou aspirine (C₉H₈O₄)</p> </div> <p>Remarque : Il existe des acides carboxyliques qui possèdent deux groupes carboxyles : ce sont les diacides.</p> <p>Exemple : HOOC- COOH : acide éthanedioïque ou acide oxalique HOOC- CH₂ - COOH : acide propanedioïque ou acide malonique</p> <div style="text-align: center;">  <p>: acide benzène 1,2-dicarboxylique ou acide orthophtalique</p> </div> <p>1.3. Propriétés physiques et acidité des carboxyliques</p> <p>À température ordinaire, les (<i>mono</i>) acides carboxyliques (<i>saturés</i>) sont liquides (<i>jusqu'à huit (8) atomes de carbone (C ≤ 8)</i>) et solides (<i>à partir de neuf atomes de carbone</i>).</p> <p>Leur température de fusion ne dépasse pas les 100 °C par contre ils possèdent les températures d'ébullition les plus élevées parmi les composés organiques sur la même chaîne carbonée (<i>à cause des ponts (ou liaisons) hydrogènes (la température d'ébullition de l'acide butanoïque est supérieure à celle du butane)</i>)</p> <p>La solubilité des acides carboxyliques dans l'eau est totale (<i>en toute proportion</i>) jusqu'à 4 atomes de carbone (<i>totalelement miscibles dans l'eau</i>), diminue jusqu'à 9 atomes pour devenir très faible (<i>quasi nulle</i>) au-delà. (<i>de 9 atomes de carbone</i>)</p> <p>(<i>exemple : A 5 at. de carbone, on a : 4,97 g/100 mL d'eau à 20°C</i> A 7 at. de carbone, on a : 0,24 g/100 mL d'eau à 20°C A 9 at. de carbone, on a : 0,03 g/100 mL d'eau à 20°C A 10 at. de carbone, on a : 0,01 g/100 mL d'eau à 20°C)</p> <p>Car les acides organiques possèdent une fonction polaire et hydrophile (qui "aime l'eau" : du groupement hydroxyle) : les acides de faible poids moléculaires sont solubles dans l'eau.</p>
-------------------------------------	--	--	--	---

<p>Développement (suite)</p>	<p>Questions-réponses</p>	<p>Activité d'application Le professeur donne un temps de recherche aux élèves et contrôle leurs productions</p> <p>Le professeur envoie un élève au tableau pour chaque exercice.</p> <p>Le professeur valide la réponse avant la prise de note par les autres élèves.</p>	<p>Chaque élève cherche les exercices au brouillon.</p> <p>Chaque élève prend la solution dans son cahier.</p>	<p>La solubilité dans l'eau diminue au fur et à mesure que la chaîne alkyle hydrophobe ((non polaire, qui "craint l'eau") de la chaîne hydrocarbonée) grandit</p> <p>Les acides carboxyliques sont des acides faibles. Ils réagissent partiellement avec l'eau (s'ionisent partiellement dans l'eau) pour donner des ions carboxylates selon la réaction (réversible) d'équation :</p> $R - COOH + H_2O \rightleftharpoons R - COO^- + H_3O^+$ <p>N.B. : Les solutions aqueuses d'acides carboxyliques peuvent être dosées par des solutions aqueuses basiques telles que NaOH, KOH, Ca(OH)₂ selon l'équation :</p> $R-COOH + HO^- \longrightarrow R-COO^- + H_2O$ <p>Les acides carboxyliques peuvent par chauffage dans certaines conditions chimiques conduire à une perte d'une molécule de CO₂. En présence de nickel vers 200°C, les acides carboxyliques conduisent à la formation d'un alkyle ou aryle.</p> $R-COOH \xrightarrow[200^\circ C]{Ni} R-H + CO_2$ <p>Exemple : Cas particulier de l'acide malonique.</p> $HOOC-CH_2-COOH \xrightarrow[200^\circ C]{Ni} CH_3-COOH + CO_2$ <p>En présence d'alumine vers 400°C, on obtient la formation d'une cétone selon l'équation suivante :</p> $2R-COOH \xrightarrow[400^\circ C]{Al_2O_3} R-CO-R + CO_2 + H_2O$ <p>Il servent essentiellement à la synthèse de dérivés dans lesquels le groupe -OH est remplacé par divers groupes -Z.</p> <p>ACTIVITE D'APPLICATION N°1 Nomme ces composés</p> <p>1.) $C_2H_5 - \underset{\substack{ \\ C_2H_5}}{CH} - \underset{\substack{ \\ CH_3}}{CH} - COOH$</p> <p>2.) $CH_3 - \underset{\substack{ \\ Cl}}{CH} - CH_2 - COOH$</p> <p>3.) $CH_3 - \underset{\substack{ \\ CH_3}}{CH} - COOH$</p>
<p>Evaluation (15 min)</p>				

<p>Développement (suite)</p>	<p>Travail individuel</p> <p>Travail de groupe</p> <p>Questions-réponses</p>	<p>Activité : Les dérivés d'acides carboxyliques</p> <p>Le professeur définit les dérivés d'acides carboxyliques</p> <p>Le professeur donne la structure des chlorures d'acyles</p> <p>Le professeur énonce les règles de nomenclature des chlorures d'acyle</p> <p>Nommez ces quelques chlorures d'acyle</p>	<p>Les élèves exécutent</p>	<p>4.) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{COOH} \\ \\ \text{C}_2\text{H}_5 \end{array}$</p> <p>2. Dérivés d'acides carboxyliques</p> <p>2.1. Définition Les dérivés d'acides carboxyliques sont des composés organiques obtenus en remplaçant le groupe hydroxyle (-OH) d'un acide carboxylique par un atome ou un groupe d'atomes monovalent noté - Z</p> <p>Leur formule générale est : $\text{R} - \begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{C} \\ \backslash \\ \text{Z} \end{array}$</p> <p>2.2. Les chlorures d'acyles ou d'acides</p> <p>2.2.1. Structure et nomenclature</p> <p>♦ Structure Lorsque Z est un atome de chlore, le dérivé d'acide carboxylique est un chlorure d'acyle (ou d'acide). Le groupe fonctionnel des chlorures d'acyles est : $\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ -\text{C} \\ \backslash \\ \text{Cl} \end{array}$ et leur formule générale structurale est : $\text{R} - \begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{C} \\ \backslash \\ \text{Cl} \end{array}$</p> <p>Leur formule générale brute est : $\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{OCl}$ ($n \geq 1$)</p> <p>♦ Nomenclature Le nom d'un chlorure d'acyle dérive de celui de l'alcane de même chaîne carbonée en remplaçant le « e » final par la terminaison « oyle » ; le tout précédé du mot « chlorure » Le carbone du groupe fonctionnel porte toujours le numéro 1 (dans la numérotation de la chaîne principale) <i>N.B. : si la chaîne est ramifiée, la nomenclature se fait comme celle des alcanes ; la chaîne principale étant la plus longue chaîne contenant le carbone fonctionnel</i></p> <p>Exemple :</p> <p>$\text{CH}_3 - \begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{C} \\ \backslash \\ \text{Cl} \end{array} \quad \text{: Chlorure d'éthanoyle}$</p>
-------------------------------------	--	--	-----------------------------	--

Développement (suite)				<div data-bbox="1093 140 1579 231">  : Chlorure de benzoyle </div> <div data-bbox="1108 263 1848 391">  : Chlorure de 3 - méthylbutanoyle </div> <div data-bbox="1120 454 1355 486"> <p>2.2.2. Obtention</p> </div> <div data-bbox="1075 486 2161 622"> <p>(les chlorures d'acyles n'existent pas à l'état naturel. Ils sont donc préparés par réaction chimiques) Les chlorures d'acyles sont obtenus par action d'un agent chlorurant (puissant) comme le chlorure de thionyle ($SOCl_2$) ou le pentachlorure de phosphore (PCl_5) sur l'acide carboxylique.</p> </div> <div data-bbox="1075 622 1400 654"> <p>Les équations-bilans sont :</p> </div> <div data-bbox="1075 654 1444 686"> <p>♦ avec le chlorure de thionyle</p> </div> <div data-bbox="1086 662 1780 750"> $R - COOH + SOCl_2 \rightarrow R - COCl + SO_2 + HCl$ </div> <div data-bbox="1075 774 1523 805"> <p>♦ avec le pentachlorure de phosphore</p> </div> <div data-bbox="1086 805 1792 861"> $R - COOH + PCl_5 \rightarrow R - COCl + POCl_3 + HCl$ </div> <div data-bbox="1075 869 1478 901"> <p>($POCl_3$: oxychlorure de phosphore)</p> </div> <div data-bbox="1075 901 1691 933"> <p>N.B. : Ces réactions sont totales et exothermiques</p> </div> <div data-bbox="1120 973 1780 1005"> <p>2.2.3. Propriétés (chimiques) des chlorures d'acyles</p> </div> <div data-bbox="1075 1005 2184 1101"> <p>Les chlorures d'acyles sont très réactifs ; ils sont donc largement utilisés en synthèse chimique (comme intermédiaire de synthèse : on les utilise notamment dans la préparation des esters et des amides).</p> </div> <div data-bbox="1075 1101 2049 1173"> <p>Ils réagissent (souvent violemment) avec l'eau (ils s'hydrolysent) pour donner l'acide carboxylique dont il dérive selon l'équation :</p> </div> <div data-bbox="1254 1157 1848 1220"> $R - COCl + H_2O \rightarrow R - COOH + HCl$ </div> <div data-bbox="1075 1236 2139 1340"> <p>Cette réaction (d'hydrolyse d'un chlorure d'acyle) est totale, rapide et exothermique (les chlorures d'acyles sont donc à manipuler avec (beaucoup de précautions) des lunettes et des gants)</p> </div>
Travail individuel	Ecrivez les équation-bilans des réactions d'obtention d'un chlorure d'acyle	Les élèves exécutent		
Travail de groupe				
Questions-réponses	Le professeur précise les caractéristiques de ces réactions.			
	Le professeur donne les propriétés chimiques des chlorures d'acyles			

Développement (suite)		<p>Activité d'application</p> <p>Le professeur donne un temps de recherche aux élèves et contrôle leurs productions</p>	<p>Chaque élève cherche les exercices au brouillon.</p>	<p>ACTIVITE D'APPLICATION N°2</p> <p>Nomme ces composés</p> <p>1.) $CH_3 - CH_2 - \overset{\overset{O}{\parallel}}{C} - Cl$</p> <p>2.) $CH_3 - \underset{\underset{CH_3}{ }}{CH} - \overset{\overset{CH_3}{ }}{CH} - \overset{\overset{O}{\parallel}}{C} - Cl$</p> <p>3.) $CH_3 - CH_2 - \underset{\underset{CH_3}{ }}{CH} - \overset{\overset{C_2H_5}{ }}{CH} - \overset{\overset{O}{\parallel}}{C} - Cl$</p>
Evaluation (15 min)	Questions-réponses	<p>Le professeur envoie un élève au tableau pour chaque exercice.</p> <p>Le professeur valide la réponse avant la prise de note par les autres élèves.</p>	<p>Chaque élève prend la solution dans son cahier.</p>	
	Travail individuel	<p>Le professeur donne la structure des anhydrides d'acides</p>		<p>2.3. Les anhydrides d'acides</p> <p>2.3.1. Structure et nomenclature</p> <p>◆ Structure</p> <p>Lorsque Z est le groupe, $-OOC - R'$ (ou $-O - \overset{\overset{O}{\parallel}}{C} -$) le dérivé d'acide carboxylique est un anhydride d'acide.</p> <p>Le groupe fonctionnel des anhydrides d'acides est : $-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C} - O - \overset{\overset{O}{\parallel}}{C} -$ et leur</p> <p>formule générale structurale est : $R - \overset{\overset{O}{\parallel}}{C} - O - \overset{\overset{O}{\parallel}}{C} - R'$</p>
	Travail de groupe			<p>Si $R = R'$, l'anhydride est dit symétrique.</p> <p>Si $R \neq R'$, l'anhydride est dit mixte.</p> <p>Leur formule générale brute est : $C_n H_{2n-2} O_3$ ($n \geq 2$)</p> <p>◆ Nomenclature</p> <p>Le nom d'un anhydride s'obtient en remplaçant le mot « acide » par « anhydride » dans le nom de l'acide carboxylique correspondant (à la chaîne principale)</p>
	Questions-réponses	<p>Le professeur énonce les règles de nomenclature des anhydrides d'acides</p>		<p>Ou bien</p> <p>Le nom d'un anhydride d'acide dérive de celui de l'alcane de même chaîne carbonée en remplaçant le « e » final par la terminaison « oïque » ; le tout précédé du mot « anhydride »</p> <p>N.B. : si la chaîne est ramifiée, la nomenclature se fait comme celle des alcanes ; la chaîne principale étant la plus longue chaîne contenant le carbone fonctionnel</p>

<p>Développement (suite)</p>	<p>Travail individuel</p> <p>Travail de groupe</p> <p>Questions-réponses</p>	<p>Nommez ces quelques anhydrides d'acides</p> <p>Ecrivez les équation-bilans des réactions d'obtention d'un anhydride d'acide</p> <p>Le professeur précise les caractéristiques de ces réactions.</p>	<p>Les élèves exécutent</p> <p>Les élèves exécutent</p>	<p>Exemple :</p> $\begin{array}{c} H-C-O-C-H \\ \quad \\ O \quad O \end{array} : \text{Anhydride méthanoïque}$ $\begin{array}{c} H-C-O-C-CH_3 \\ \quad \\ O \quad O \end{array} : \text{Anhydride éthanoïque - méthanoïque} \\ \text{(anhydride éthanoïque et méthanoïque)}$ $\begin{array}{c} CH_3-C-O-C-CH_3 \\ \quad \\ O \quad O \end{array} : \text{Anhydride éthanoïque}$ $\begin{array}{c} CH_3-CH-C-O-C-CH-CH_3 \\ \quad \quad \quad \\ CH_3 \quad O \quad O \quad CH_3 \end{array} : \text{Anhydride 2 - méthylpropanoïque}$ <p>2.3.2. Obtention</p> <p>Un anhydride d'acide résulte de l'élimination d'une molécule d'eau (<i>déshydratation</i>) entre deux molécules d'acide carboxylique, <i>par chauffage</i>, en présence d'un déshydratant (<i>énergétique</i>) tel que le décaoxyde de tétraphosphore (P_4O_{10}) (<i>oxyde de phosphore</i>) ou le pentaoxyde de diphosphore (P_2O_5) (<i>ou par simple chauffage</i>).</p> <p>L'équation-bilan de cette déshydratation intermoléculaire est :</p> $R-COOH + R'-COOH \xrightarrow[\Delta]{P_4O_{10}} \begin{array}{c} R-C-O-C-R' \\ \quad \\ O \quad O \end{array} + H_2O$ <p>Cette réaction est totale et exothermique</p> <p>N.B. : Certains diacides (<i>car si les deux groupes carboxyliques sont suffisamment proches de l'un de l'autre</i>) subissent par (<i>simple</i>) chauffage une déshydratation intramoléculaire (<i>élimination d'une molécule d'eau à partir d'une seule molécule d'acide</i>) pour des anhydrides d'acides cycliques.</p>
-------------------------------------	--	--	---	--

Développement
(suite)

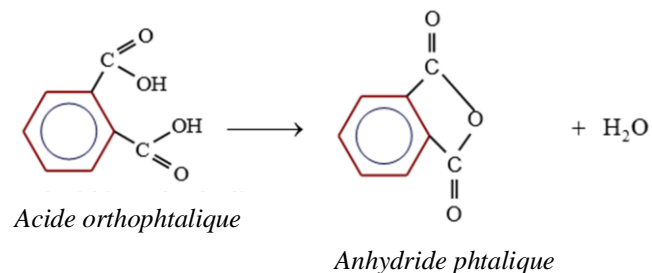
Travail individuel

Travail de groupe

Questions-réponses

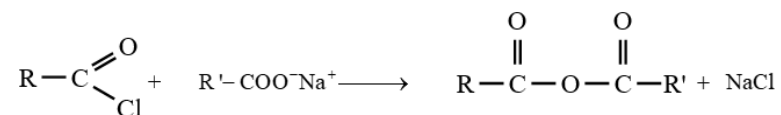
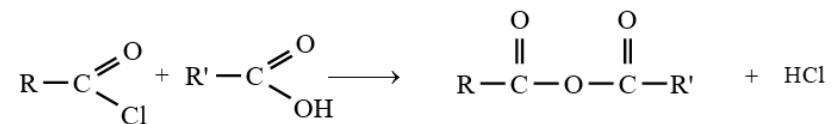
Le professeur
donne les
propriétés
chimiques des
anhydrides
d'acides

Exemple : C'est le cas pour l'acide benzène -1.2-dioïque



Les anhydrides d'acide peuvent être obtenus par action d'un chlorure d'acyle sur un acide carboxylique ou sur un ion carboxylate

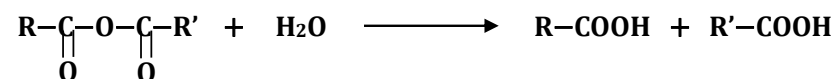
Les équations-bilans des réactions s'écrivent :



N.B. : Dans la pratique, les anhydrides d'acide sont surtout préparés par action des chlorures d'acide sur les acides carboxyliques ou les ions carboxylates

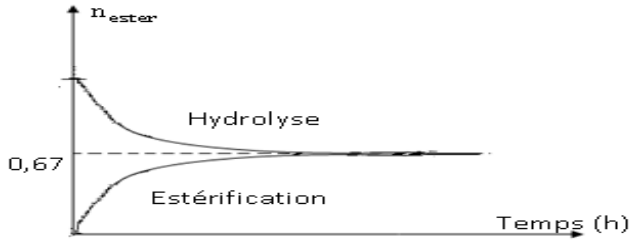
2.3.3. Propriétés chimiques des anhydrides d'acides

Les anhydrides d'acides sont moins réactifs que les chlorures d'acyles. Les anhydrides d'acides réagissent avec l'eau pour donner les acides carboxyliques dont ils dérivent (càd l'hydrolyse d'un anhydride d'acide régénère l'acide carboxylique dont il dérive)



Les anhydrides d'acides réagissent aussi avec les alcools pour donner des esters (on verra ça plus tard)

<p>Développement (suite)</p>	<p>Travail individuel</p> <p>Travail de groupe</p> <p>Questions-réponses</p>	<p>Le professeur donne la structure des chlorures esters</p> <p>Rappelez les règles de nomenclature des esters.</p> <p>Nommez ces quelques esters.</p> <p>Ecrivez les équation-bilans des réactions d'obtention d'un ester</p> <p>Le professeur précise les caractéristiques de ces réactions.</p>	<p>Les élèves exécutent</p>	<p>2.4. Les esters</p> <p>2.4.1. Structure et nomenclature</p> <p>♦ Structure Lorsque Z est le groupe $-\text{O}-\text{R}'$, le dérivé d'acide est un ester.</p> <p>Le groupe fonctionnel des esters est : $\begin{array}{c} \\ -\text{C}-\text{O}-\text{C}- \\ \quad \\ \text{O} \end{array}$ et leur</p> <p>formule générale structurale est : $\begin{array}{c} \text{R}-\text{C}-\text{O}-\text{R}' \\ \\ \text{O} \end{array}$ (ou RCOOR')</p> <p>Leur formule générale brute est : $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$ ($n \geq 2$) Avec $\text{R}' \neq \text{H}$</p> <p>♦ Nomenclature Le nom d'un ester s'obtient en remplaçant le « e » final du nom de l'alcane correspondant à la chaîne carbonée comportant le carbone tétragonal (<i>avec la double liaison</i>) du groupe fonctionnel par la terminaison « oate » suivi du nom du groupe alkyle lié à (<i>avec une simple liaison</i>) l'autre atome d'oxygène précédé de la préposition « de ».</p> <p>Exemple : H-COO-CH₃ : méthanoate de méthyle (<i>ou formiate de méthyle</i>)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{CH}_3-\text{C} \\ \backslash \\ \text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \quad \quad \\ 1 \quad 2 \quad 3 \end{array}$ <p>méthanoate de 2-méthylpropyle</p> </div> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_3 \\ \quad \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \quad \quad 1 \\ 4 \quad 3 \quad 2 \end{array}$ <p>3-méthylbutanoate de méthyle</p> </div> </div> <p>2.4.2. Obtention <i>Les esters existent aussi à l'état naturel dans les essences de jasmin, de fleur d'orange, de lavande, ...</i> Les esters sont obtenus à partir de réactions dites d'estérification.</p> <p>♦ Estérification directe C'est la réaction entre un acide carboxylique et un alcool (en présence d'acide sulfurique (<i>en milieu acidifié</i>)). Elle fournit un ester et de l'eau Son équation bilan générale est :</p> $\text{R}-\text{COOH} + \text{R}'\text{OH} \xrightleftharpoons{\text{H}_2\text{SO}_4} \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{O}-\text{R}' \end{array} + \text{H}_2\text{O}$ <p>Cette réaction est lente, limitée (<i>réversible</i>) et athermique.</p>
-------------------------------------	--	--	-----------------------------	--

<p>Développement (suite)</p>	<p>Le professeur indique que la réaction inverse de l'estérification est la réaction d'hydrolyse</p> <p>Travail individuel</p> <p>Travail de groupe</p> <p>Questions-réponses</p>	<p>Le professeur indique que la réaction inverse de l'estérification est la réaction d'hydrolyse</p> <p>Ecrivez son équation-bilan</p> <p>Le professeur explique l'équilibre chimique à partir des courbes d'estérification et d'hydrolyse.</p> <p>Déterminez la composition du mélange à l'équilibre chimique.</p>	<p>Les élèves exécutent</p> <p>Les élèves exécutent</p>	<p>Remarque : La réaction inverse de l'estérification (<i>directe</i>) est l'hydrolyse d'un ester. Son équation bilan générale est :</p> $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{R}' + \text{H}_2\text{O} \xrightleftharpoons{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{R}-\text{COOH} + \text{R}'\text{OH}$ <p>Cette réaction est aussi lente, limitée (<i>réversible</i>) et athermique (Lorsque l'équilibre chimique est atteint, les réactions se poursuivent simultanément. (Mais les quantités de matière d'acide et d'alcool qui disparaissent dans la réaction d'estérification sont égales à celles d'acide et d'alcool qui apparaissent au cours de la réaction d'hydrolyse.) On peut alors dire que la réaction d'estérification est limitée par la réaction d'hydrolyse de l'ester formé et vice-versa. Les deux réactions sont donc dites réversibles)</p> <p>L'estérification et l'hydrolyse conduisent à un équilibre chimique où les quatre composés (l'acide, de l'alcool, de l'ester et de l'eau) coexistent dans des proportions constantes. Il s'agit d'un équilibre dynamique durant lequel les deux réactions continuent d'avoir lieu mais avec des vitesses égales (c'est-à-dire à chaque instant, il se forme autant de molécules d'ester (et d'eau) qu'il n'en disparaît. Donc globalement, plus rien ne change dans le mélange)</p> <p>La composition du milieu réactionnel n'évolue plus au cours du temps. On a alors les courbes d'évolution de réactions suivantes pour nos réactions précédentes : à ne pas faire prendre</p>  <p>On a alors la relation : $\frac{n_{\text{ester}} \times n_{\text{eau}}}{n_{\text{acide}} \times n_{\text{alcool}}} = 4$</p> <p>(exemple : pour la réaction d'1 mole d'acide éthanoïque avec 1 mole d'éthanol, on a à l'équilibre ; $n_{\text{acide}} = 0,33 (= \frac{1}{3})$; $n_{\text{alcool}} = 0,33 (= \frac{1}{3})$ $n_{\text{ester}} = 0,67 (= \frac{2}{3})$; $n_{\text{eau}} = 0,67 (= \frac{2}{3})$</p> <p>Donc : $\frac{n_{\text{ester}} \times n_{\text{eau}}}{n_{\text{acide}} \times n_{\text{alcool}}} = \frac{\frac{2}{3} \times \frac{2}{3}}{\frac{1}{3} \times \frac{1}{3}} = \frac{4}{9} \times \frac{9}{1} = 4$</p>
-------------------------------------	---	---	---	---

<p>Développement (suite)</p>	<p>Travail individuel</p> <p>Travail de groupe</p> <p>Questions-réponses</p>	<p>Ecrivez les équation-bilans des réactions d'obtention d'un ester</p> <p>Le professeur précise les caractéristiques de ces réactions</p>		<p>On appelle rendement d'une transformation chimique (estérification ou hydrolyse) le rapport entre la quantité de matière (respectivement la masse) du produit effectivement obtenu et la quantité de matière (respectivement la masse) théorique que l'on obtiendrait si la réaction était totale</p> $r = \frac{n_{\text{obtenu}}(E)}{n_{\text{max}}(E)} = \frac{m_{\text{obtenu}}(E)}{m_{\text{max}}(E)}$ <p>Le rendement de l'estérification dépend peu du choix de l'acide. En revanche il dépend beaucoup de la classe de l'alcool</p> <p>Pour un mélange équimolaire d'acide et d'alcool, ce rendement est de 67% pour un alcool primaire, 60% pour un alcool secondaire et 5% pour un alcool tertiaire</p> <p>Une augmentation de la température (chauffage) et/ou la présence d'un catalyseur (comme l'acide sulfurique (H₂SO₄)) permet(tent) d'atteindre plus rapidement l'état d'équilibre sans modifier l'état d'équilibre ni le rendement (C'est-à-dire qu'ils augmentent la vitesse de l'estérification et de l'hydrolyse)</p> <p>D'autres facteurs comme la nature des réactifs, les proportions initiales des réactifs, l'utilisation d'un excès d'acide carboxylique ou d'alcool, l'élimination de l'eau ou de l'ester lors de leur formation, ... modifient l'état d'équilibre chimique (et donc le rendement)</p> <p>♦ On a aussi la constante d'estérification qui est donnée par :</p> $K_{\text{estérification}} = \frac{[\text{ester}][\text{eau}]}{[\text{acide}][\text{alcool}]}$ <p>On peut avoir une réaction d'estérification entre un acide carboxylique et un polyalcool ou entre un polyacide et un polyalcool</p> <p>♦ Estérification indirecte</p> <p>C'est la réaction entre un dérivé d'acide carboxylique (chlorure d'acyle ou anhydride d'acide) et un alcool.</p> <p>Elle fournit un ester et un autre composé (qui dépend du dérivé utilisé)</p> <p>Son équation bilan générale est :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Avec le chlorure d'acyle $\text{R}-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{Cl} \end{array} + \text{R}'-\text{OH} \longrightarrow \text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{R}' + \text{HCl}$ <ul style="list-style-type: none"> - Avec l'anhydride d'acide $\text{R}_1-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{R}_2 + \text{R}'-\text{OH} \longrightarrow \text{R}_1-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{R}' + \text{R}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ <p>Ces réactions sont (toutes) totales rapides et exothermiques</p>
-------------------------------------	--	--	--	---

<p>Développement (suite)</p>	<p>Travail individuel</p> <p>Travail de groupe</p> <p>Questions-réponses</p>	<p>Ecrivez les équation-bilans des réactions d'obtention d'une amide</p>	<p>Les élèves exécutent</p>	<p>♦ À partir d'un dérivé d'acide</p> <ul style="list-style-type: none"> - Avec un anhydride d'acide <p>Les équation-bilans sont :</p> $ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}_1-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{R}_2 + \text{NH}_3 \longrightarrow \text{R}_1-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2 + \text{R}_2-\text{COOH} \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{O} \quad \text{O} \end{array} $ $ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}_1-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{R}_2 + \text{R}'-\text{NH}_2 \longrightarrow \text{R}_1-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}-\text{R}' + \text{R}_2-\text{COOH} \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{O} \quad \text{O} \end{array} $ $ \begin{array}{c} \text{O} \quad \text{R}' \\ \parallel \quad \\ \text{R}_1-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{R}_2 + \text{R}'-\text{NH}-\text{R}'' \longrightarrow \text{R}_1-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{N}-\text{R}'' + \text{R}_2-\text{COOH} \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{O} \quad \text{O} \end{array} $ <ul style="list-style-type: none"> - Avec un chlorure d'acyle $ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{Cl} + \text{NH}_3 \longrightarrow \text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2 + \text{HCl} \end{array} $ $ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{Cl} + \text{R}'-\text{NH}_2 \longrightarrow \text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}-\text{R}' + \text{HCl} \end{array} $ $ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{Cl} + \text{R}'-\text{NH}-\text{R}'' \longrightarrow \text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{N} \begin{array}{l} \text{R}' \\ \text{R}'' \end{array} + \text{HCl} \end{array} $
-------------------------------------	--	--	-----------------------------	--

<p>Développement (suite)</p>		<p>SITUATION D'EVALUATION</p> <p>Le professeur donne un temps de recherche aux élèves et contrôle leurs productions</p> <p>Le professeur envoie un élève au tableau pour chaque exercice.</p> <p>Le professeur valide la réponse avant la prise de note par les autres élèves.</p>	<p>Chaque élève cherche les exercices au brouillon.</p>	<p>◆ Hydrolyse en milieu basique Chauffé en présence de soude NaOH, les amides dégagent de l'ammoniac et donne un ion carboxylate</p> $\text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \diagup \\ \text{N}- \\ \end{array} + \text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{R-COO}^- + \text{-NH-}$ <p><i>N.B.: Aussi</i> <i>Les monoamides primaires et secondaires sont des acides très faibles dont le pK_a est de l'ordre de 16</i> <i>Les amides primaires et secondaires réagissent avec les <u>halogènes</u> en formant des dérivés halogénés à l'azote.</i> <i>Les amides primaires monobromés sont transformés, par la soude concentrée, en isocyanates dont l'hydrolyse conduit aux amines primaires (dégradation des amides selon Hofmann)</i> <i>L'hydrogénation des amides peut être réalisée au moyen de l'hydrure complexe LiAlH₄ (NaBH₄ ne réduit pas) : on obtient les amines primaires, secondaires et tertiaires de même squelette. La réduction par le sodium et l'alcool (réaction de Bouveault et Blanc) conduit à un mélange d'alcool et d'amine</i></p> <p>SITUATION D'EVALUATION</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.) Un groupe d'élèves fait réagir un acide organique X sur un alcool primaire et obtient un produit de formule brute C₄H₈O₂. Donne les formules semi-développées possibles de ce produit puis nomme-les. 2.) En faisant réagir l'ammoniac sur l'acide carboxylique X, le groupe obtient un carboxylate d'ammonium Y. Celui-ci par chauffage, se déshydrate pour donner un composé Z de formule brute : C₃H₇ON. <ol style="list-style-type: none"> 2.1.) Ecris les formules semi-développées et les noms de X, Y et Z. 2.2.) Ecris l'équation-bilan de la transformation de l'acide organique en carboxylate d'ammonium 2.3.) Ecris l'équation-bilan de la formation de Z. 3.) Le groupe affirme avoir obtenu 14,6 g du composé Z puis précise que le rendement de la réaction de déshydratation est de 85% . Détermine la masse de carboxylate d'ammonium utilisée.
<p>Evaluation (30 min)</p>	<p>Questions-réponses</p>		<p>Chaque élève prend la solution dans son cahier.</p>	