

Chapitre 13 : Les espèces chimiques naturelles et synthétiques

(p. 175-199)

I-Comment définir le caractère naturel ou synthétique d'une espèce chimique ?

(p. 180)

Activité 1 : Chimique ou naturel ?

Correction :

- I. 1. Le benzaldéhyde est une espèce chimique **naturelle** car elle **existe dans la nature**.
2. Le benzaldéhyde est une espèce chimique **naturelle** dans les amandes car elle est produite par la nature et de **synthèse** dans les parfums car elle est fabriquée par l'Homme.
3. Les réactifs nécessaires à sa fabrication sont le **toluène** et le **dioxygène**.
- II. 4. Les antipyrétiques sont des médicaments destinés à **abaisser la température corporelle** ou à **diminuer la fièvre**.
5. L'acide salicylique, cité dans le texte, est une espèce chimique **naturelle**.
6. L'acide acétylsalicylique, cité dans le texte, est une espèce chimique **artificielle** et donc de synthèse.
7. La molécule utilisée dans l'aspirine est l'**acide acétylsalicylique** car c'est la molécule la **plus efficace** et la **mieux tolérée** par l'organisme.
- III. 8. Les différentes espèces chimiques sucrantes sont le **saccharose** (sucre) et la **saccharine** et l'**aspartame** (édulcorants).
9. Le saccharose est une espèce chimique **naturelle** et la saccharine et l'aspartame sont des espèces chimiques **artificielles** (donc de synthèse).
10. L'inconvénient du saccharose est qu'il peut être à l'origine de problèmes de poids ou de diabète.
- L'avantage de la saccharine et l'aspartame est que leur pouvoir sucrant est bien supérieur à celui du saccharose : il faut en utiliser beaucoup moins pour obtenir le même goût sucré.
- IV. 11. Les molécules responsables de l'arôme de vanille sont la **vanilline**, qui est naturelle, et l'**éthyl-vanilline**, qui est artificielle.
12. Les deux alternatives possibles pour l'obtention de la vanilline sont :
- l'extraction des gousses du vanillier ;
 - la fabrication en utilisant des résidus de production de la cellulose à partir du bois.

Une **espèce chimique** est constituée d'un ensemble d'entités identiques. Elle est caractérisée par son **nom**, sa **formule chimique** et par des **grandeurs physiques** (état physique, couleur, solubilité, masse volumique, températures de fusion et d'ébullition...).

Une **espèce chimique** est dite **naturelle** si elle est produite par la nature (végétaux, animaux, minéraux).

Une **espèce chimique de synthèse** (ou « synthétique ») est une espèce chimique fabriquée par l'Homme au laboratoire ou de façon industrielle ; elle est dite **artificielle** lorsqu'elle n'existe pas dans la nature.

Une espèce chimique naturelle et sa version issue de la synthèse chimique sont **rigoureusement identiques**.

Remarques :

- La chimie de synthèse permet de synthétiser en grande quantité des espèces chimiques d'origine naturelle sans épuiser les ressources naturelles (l'indigo, le taxol (écorce de if)...).
- Elle permet aussi d'obtenir un produit qui coûte moins cher (vitamine C, pénicilline, vanilline...).
- Elle permet également de synthétiser de nouvelles espèces très performantes et adaptées aux besoins (matières plastiques/polymères, aspirine, médicaments...).

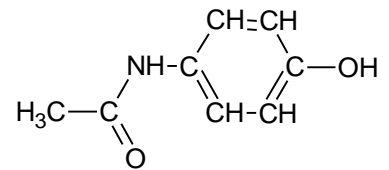
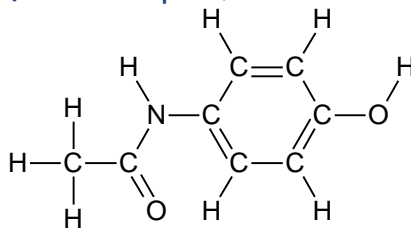
Exercices n°4, 6 p. 183 et n°8 p. 184

II- Quels sont les principaux groupes caractéristiques rencontrés dans les médicaments ?

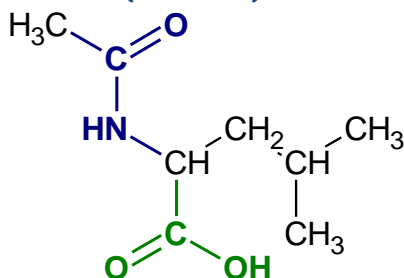
Activité 2 : Molécules de santé et groupes caractéristiques

Correction :

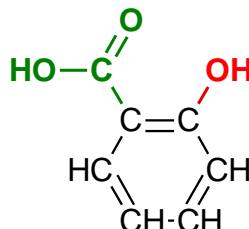
1. Un **principe actif** est une espèce chimique qui permet de soigner.
Ce qui est **thérapeutique** a pour **but de soigner**.
Les **antalgiques** sont des médicaments destinés à **réduire la douleur**.
Les **antipyrétiques** sont des médicaments dont le rôle est de **combattre la fièvre**.
Un **anticoagulant** est une substance chimique ayant la propriété **d'empêcher ou de retarder la coagulation** naturellement du sang.
Une **synthèse chimique** est une transformation au cours de laquelle les réactifs mis en jeu conduisent à un produit dont l'espèce chimique est recherchée.
2. Les six molécules qui sont citées pour leurs vertus thérapeutiques sont : **l'acétyl-leucine**, **l'acide salicylique**, **l'acide lactique**, **le paracétamol**, **l'acide acétylsalicylique** et **l'ibuprofène**.
3. L'atome d'**hydrogène** réalise **1 seule liaison**.
L'atome de **carbone** réalise **4 liaisons** (soit 4 simples, soit 2 simples et 1 double).
L'atome d'**azote** réalise **3 liaisons** (soit 3 simples, soit 1 simple et 1 double).
L'atome d'**oxygène** réalise **2 liaisons** (soit 2 simples, soit 1 double).
4. La formule développée de la molécule 5 est :



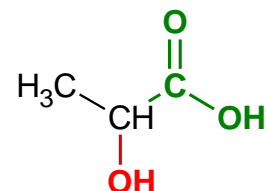
5. L'**acétyl-leucine** est la molécule 3 car c'est la seule qui comporte un **groupe carboxyle** et un **groupe amide** (indice 2).



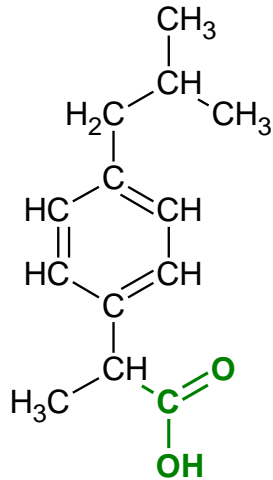
- L'**acide salicylique** est la molécule 6 car c'est la seule qui possède un **groupe carboxyle** et un **groupe hydroxyle** et qui est cyclique (indice 3).



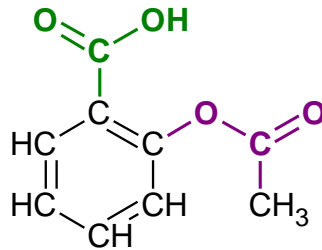
- L'**acide lactique** est la molécule 2 car c'est la seule qui possède un **groupe carboxyle** et un **groupe hydroxyle** et qui n'est pas cyclique (indice 3).



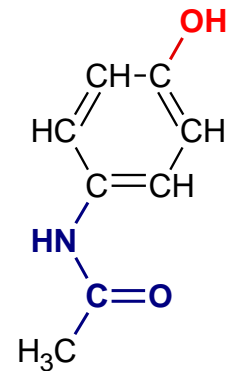
→ L'**ibuprofène** est la molécule 4 car c'est la seule qui comporte qu'un **groupe carboxyle** (indice 4).



→ L'**acide acétylsalicylique** est la molécule 1 car c'est la seule qui possède un **groupe carboxyle** et un **groupe ester** (indices 4 et 5).



→ Le **paracétamol** est la molécule 5 car c'est la seule qui possède un **groupe amide** et un **groupe hydroxyle** (indices 4 et 6).



Un **groupe caractéristique** est une partie d'une espèce chimique ; c'est un ensemble d'atomes liés entre eux où au moins un de ces atomes n'est par un atome de carbone.

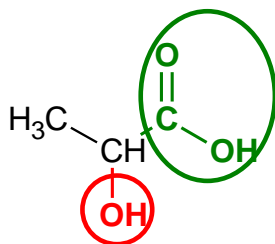
Les atomes d'hydrogène liés à un atome autre que le carbone font partie du groupe caractéristique. Un atome de carbone lié à un atome d'oxygène par une double liaison fait parti du groupe caractéristique.

Un groupe caractéristique confère à la molécule qui la contient des **propriétés physiques et chimiques particulières**.

Exemple de groupes caractéristiques :

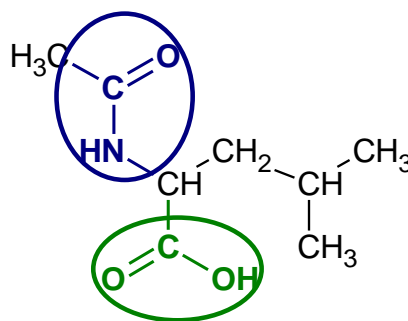
Nom	Hydroxyle ou alcool	Amine	Aldéhyde	Cétone	Carboxyle	Ester	Amide
Formule	-OH	-N-	-C(=O)H	-C(=O)-	-C(=O)O-H	-C(=O)O-	-C(=O)N-

Exemples :



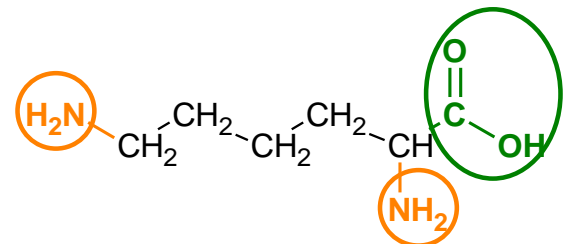
On a :

- un groupe **hydroxyle** ou **alcool**
- un groupe **carboxyle**



On a :

- un groupe **carboxyle**
- un groupe **amide**



On a :

- deux groupes **amines**
- un groupe **carboxyle**.

Exercices n°3, 4, 10 et 18 (p. 205 à 208)

III- Quelles caractéristiques physiques permettent d'identifier une espèce chimique ? (p. 205)

Pour caractériser ou identifier les espèces chimiques présentes par exemple dans les médicaments, les chimistes disposent de différentes méthodes.

1. Température de changement d'état

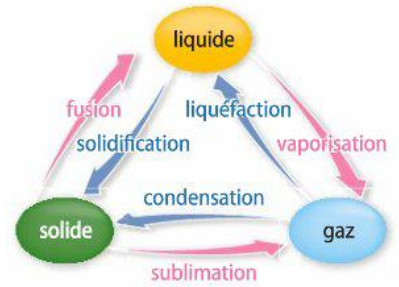
La matière existe sous différents états : **solide**, **liquide** et **gazeux**. On appelle **changement d'état** la transformation physique qui correspond au passage d'un état à un autre.

La **température de fusion** correspond au passage de l'état solide à l'état liquide.

De même, la **température d'ébullition** d'une espèce chimique est la température à laquelle cette espèce passe de l'état liquide à l'état gazeux, lors de la vaporisation.

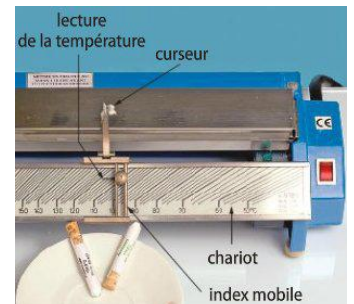
Sous une pression donnée, l'ébullition d'un **corps pur** se fait à une température constante, et caractéristique de ce corps.

La **détermination expérimentale des températures de fusion ou d'ébullition d'une substance permet de l'identifier par comparaison avec les valeurs répertoriées dans des tables de données. Elle permet aussi de vérifier si la substance est pure.**



Remarques :

- La température de fusion peut être déterminée à l'aide d'un banc Kofler, un instrument constitué d'une plaque en métal chauffée dont la température varie graduellement d'un bout à l'autre. Le solide est déplacé progressivement à partir du point le moins chaud. Le point de la plaque, étalonnée, où le solide commence à fondre permet de repérer la température de fusion de l'espèce.
- La vaporisation peut se faire par évaporation (phénomène surfacique lent dans un mélange de gaz) ou par ébullition (phénomène volumique rapide ; la pression de vapeur est alors égale ou supérieure à la pression du liquide).



2. La solubilité

La **solubilité** d'une espèce chimique dans un solvant est la **masse maximale de cette espèce que l'on peut dissoudre dans un litre de solution**. La solubilité est notée **s**. Son unité est le **gramme par litre (g.L⁻¹)**.

La solubilité dépend de la **température** de la **pression** et du type de **solvant**.

Exemple :

La solubilité du chlorure de sodium (sel) dans l'eau est de 347 g.L⁻¹ à 0°C et de 360 g.L⁻¹ à 20°C.

Cela signifie que l'on peut dissoudre au maximum 347 g de sel dans un litre d'eau à 0°C et 360 g dans un litre d'eau à 20°C.

Si on essaie d'en dissoudre plus le surplus se retrouvera sous forme solide au fond du récipient : la solution sera **saturée**.

3. Autres caractéristiques

La **masse volumique** ($\rho = \frac{m}{V}$, [vidéo](#)), la **densité** ($d = \frac{\rho}{\rho_{\text{eau}}}$, [vidéo](#)), l'**indice de réfraction** (n) ou l'**aspect** d'une espèce chimique sont aussi des grandeurs caractéristiques.

Exercices n°9, 10, 11 et 12 p. 210 et n°15 et 17 p. 210

IV- Qu'est-ce que la chromatographie sur couche mince (CCM) ? (p. 204)

TP n°14 : La chromatographie sur couche mince

La **chromatographie** est une méthode qui permet la **séparation** et l'**identification** d'espèces chimiques présentes dans un **mélange** homogène.

1. Principe de la chromatographie (vidéo1 et vidéo2)

Le mélange à étudier, entraîné par une **phase mobile** ou **éluant**, migre (se propage) par capillarité sur un support fixe solide appelé **phase stationnaire** (gel de silice déposé en couche mince sur une plaque d'aluminium) où il se fixe.

Les constituants du mélange se séparent par migration différentielle. Chacun des constituants est d'autant plus entraîné par l'éluant qu'il est plus soluble dans celui-ci et moins adsorbé (fixé) sur la phase stationnaire.

Après migration, les taches correspondant à chaque constituant doivent être révélées (sauf si les constituants donnent des taches de couleurs différentes).

2. Réalisation d'une CCM (Fiche Méthode 9 p. 344)

→ Préparation de la cuve :

Si besoin, préparer le mélange de solvants qui constituera l'**éluant**, puis en verser dans la cuve à chromatographie afin d'obtenir une hauteur de liquide d'environ 1 cm.

Boucher la cuve afin que l'atmosphère soit saturée en vapeur d'éluant.

→ Préparation de la plaque de CCM :

ATTENTION ! Si la plaque utilisée est une plaque en **silice**, elle est **très fragile**. Éviter de la toucher avec les doigts.

Tracer au crayon gris, à environ 1,5 cm du bord inférieur de la plaque, un léger trait qui constitue la **ligne de dépôt**.

→ Dépôt des échantillons :

À l'aide d'une pointe fine (capillaire, cure dent), déposer les échantillons sur la ligne de dépôt et laisser sécher. Les taches de dépôt ne doivent pas dépasser 3 mm, elles doivent être espacées d'environ 1 cm et il faut changer de pic pour chaque échantillon.

→ Élution :

Introduire la plaque verticalement dans la cuve, les dépôts doivent être au-dessus du niveau de l'éluant. Boucher la cuve et laisser la migration s'effectuer.

Quand l'éluant arrive à 1 cm du bord supérieur, retirer la plaque et marquer au crayon le niveau atteint par l'éluant : c'est le **front du solvant**.

Sécher la plaque à l'air ou au sèche-cheveux pour évaporer entièrement l'éluant.

→ Révélation :

Si les constituants sont colorés, ils sont directement visibles sur la plaque.

Pour les produits incolores, il faut faire apparaître les taches : c'est l'étape de **révélation**.
On peut pour cela utiliser une lampe à ultraviolet (UV), des vapeurs de diiode (I₂) ou une solution de permanganate de potassium (MnO₄⁻).
Entourer les taches au crayon.

3. Exploitation d'une CCM

La **distance parcourue** entre la ligne de dépôt et le centre de la tache dans des conditions données (phase fixe et éluant connus) est **caractéristique de l'espèce chimique** : elle est identique que l'espèce soit pure ou dans un mélange.

Pour identifier une espèce d'un mélange on peut donc comparer la distance parcourue pour une tache d'un mélange avec celle obtenue pour l'espèce chimique pure.

On peut aussi calculer le **rapport frontal**, noté R_f, pour chaque espèce chimique, dans un éluant donné et sur un support donné, selon :

$$R_f = \frac{h}{H} \quad \text{avec} \quad \begin{array}{l} h : \text{distance parcourue par l'espèce chimique} \\ H : \text{distance parcourue par le front de l'éluant} \end{array}$$

H et h doivent être exprimées dans la même unité ; R_f est sans unité.

Exercices n°4, 5, 6 et 7 p. 209, n°8 p. 210 et n°16 p. 211

Compétences vues dans le Chapitre 13 :

SA30	J'ai compris le rôle de la chimie de synthèse.
SA31-SP24	Je sais repérer la présence d'un groupe caractéristique dans une formule développée.
SA40-SP31	<i>Je sais réaliser et interpréter une chromatographie sur couche mince (mélanges colorés et incolores).</i>