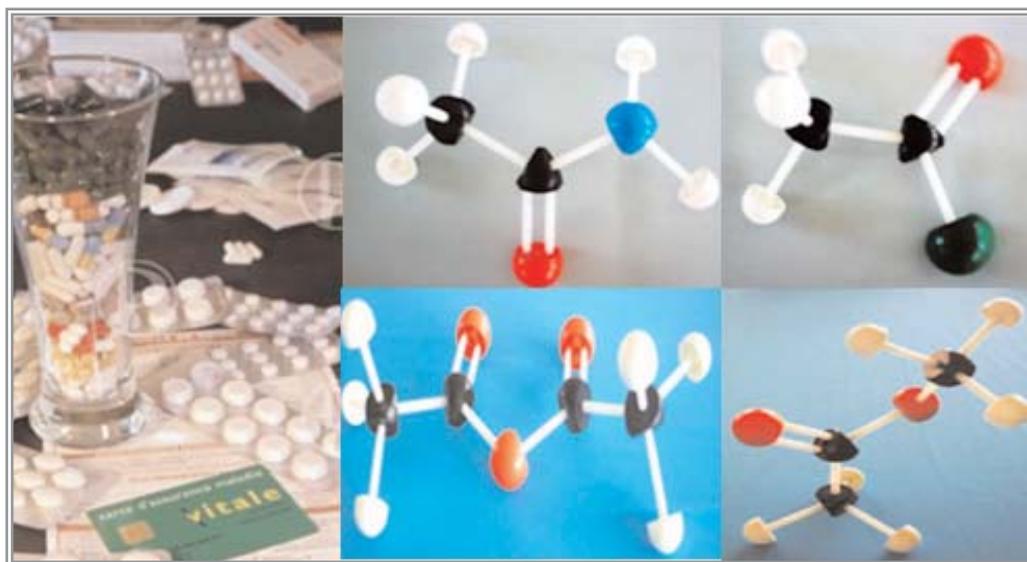
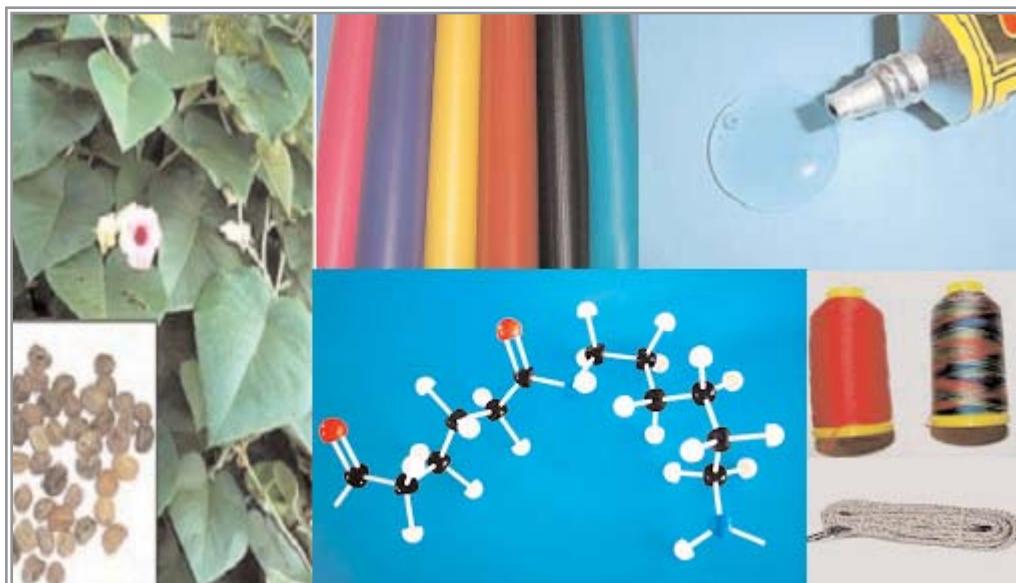


# Thème N° IV

## LA CHIMIE ORGANIQUE





***Friedrich WÖHLER (1800-1882)***  
***Chimiste allemand. Il synthétise l'urée en 1828.***

Wöhler synthétise l'urée en 1828 et réfute définitivement le vitalisme: l'ère de la chimie organique est ouverte. La théorie du vitalisme a été énoncée vers les années 1600. Elle consiste en une force vitale (que seuls possèdent les organismes vivants) indispensable à la synthèse d'un produit organique c'est-à-dire un produit organisé, synthétisé par des organismes vivants. Friedrich Wöhler parvint à synthétiser une matière organique en laboratoire. Une force vitale pour obtenir des produits synthétisés par des organismes vivants n'est donc pas nécessaire. C'est la fin du vitalisme. On est en 1828.

### **NAVIGUER SUR L'INTERNET**

<http://fr.wikipédia.org/wiki/amides>.

<http://www.faidherbe.org/site/cours/depuis/amide.htm>.

<http://pedagogie.ac-montpellier.fr/...../AC CARBOX/htm>.

[http://www.ac-nancy-metz.fr/enseign/CHIM/Jumber/Acides/les acides.htm](http://www.ac-nancy-metz.fr/enseign/CHIM/Jumber/Acides/les%20acides.htm)

<http://www.chimix.com/term.htm>

## LES AMIDES ALIPHATIQUES

### OBJECTIFS

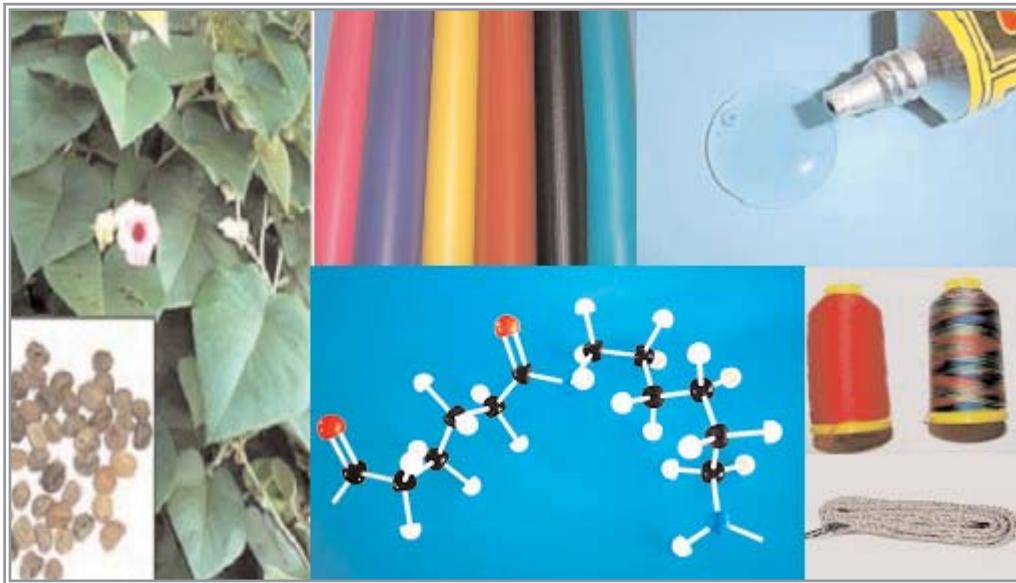
- 1- Reconnaître un amide aliphatique saturé.
- 2- Nommer un amide aliphatique saturé.

### PRÉREQUIS

- Reconnaître quelques fonctions oxygénées: alcool, éther, aldéhyde, cétone, acide carboxylique.
- Nommer un alcool aliphatique saturé.
- Nommer un acide carboxylique aliphatique saturé.
- Reconnaître quelques dérivés des acides carboxyliques : chlorure d'acyle, anhydride d'acide et ester.
- Reconnaître et nommer une amine.
- Citer quelques propriétés physiques des différentes fonctions organiques rencontrées.

### PLAN

- I- Présentation des amides aliphatiques
- II- Structure des amides aliphatiques
- III- Nomenclature des amides aliphatiques
- IV- Préparation des amides
- V- Hydrolyse des amides



L'*Argyreia nervosa* (rose des bois ou liane d'argent) est une plante tropicale à croissance rapide. Ses graines contiennent de l'acide lysergique amide (LSA) qui est une substance hallucinogène.

Le formamide sert d'émollient pour les colles.

Le nylon est un polyamide.

*Qu'est-ce qu'un amide ?*

*Quelles sont les propriétés d'un amide qui les différencient des autres composés azotés organiques ?*

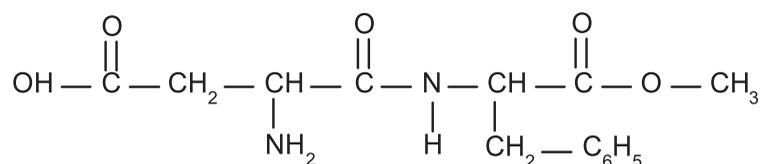
*Quel est le rôle des amides dans l'industrie de synthèse organique ?*

# I- PRÉSENTATION DES AMIDES ALIPHATIQUES

## I-1 Première activité

L'aspartame comme le fructose ou la saccharine est un édulcorant dont le pouvoir sucrant est très élevé par comparaison au saccharose. Son utilisation en petite quantité limite donc l'apport énergétique, ce qui convient aux diabétiques («sucrette») et lors des régimes hypocaloriques (boissons allégées).

La formule semi-développée de l'aspartame est:



1. Symboliser et nommer les groupes fonctionnels oxygénés et azotés connus dans cette formule.
2. Repérer le groupe fonctionnel nouveau et donner sa formule semi développée.

## Réponse

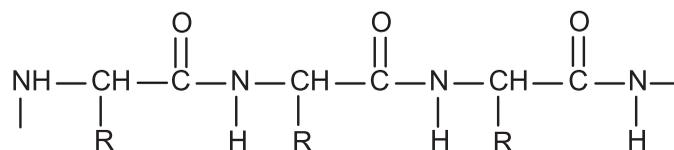
1. Dans la formule de l'aspartame, on reconnaît le groupe fonctionnel :

-COOH	-COO-	-NH <sub>2</sub>
Acide carboxylique	Ester	Amine

2. Le groupement fonctionnel nouveau est  $\text{—CON—}$

## I-2 Deuxième activité

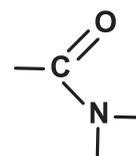
Un polypeptide est formé par l'association de plusieurs acides  $\alpha$ -aminés. La formule semi-développée générale d'un polypeptide est :



Le polypeptide et l'aspartame possèdent-ils un même groupe fonctionnel ? Si oui lequel ?

## Réponse

Les deux composés ont en commun le même groupe fonctionnel



### I-3-a Troisième activité

On considère les cinq modèles moléculaires éclatés ( $A_0$ ), ( $A_1$ ), ( $A_2$ ), ( $A_3$ ) et ( $A_4$ ) comme l'indique la figure (1) ci-dessous.

Dans ces modèles, les atomes sont représentés en :

- blanc pour l'hydrogène ;
- noir pour le carbone ;
- rouge pour l'oxygène ;
- bleu pour l'azote.

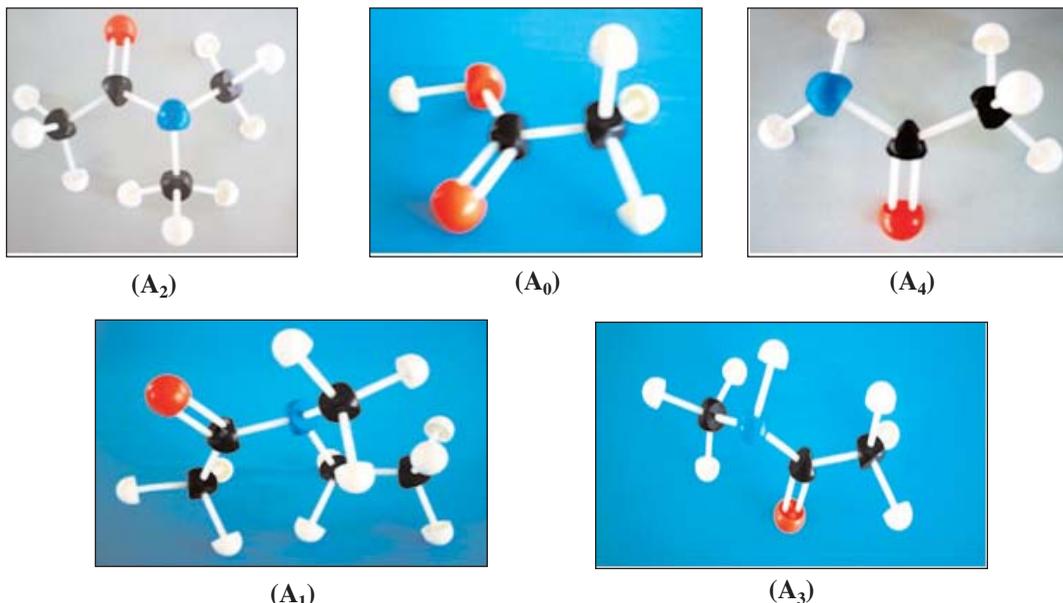
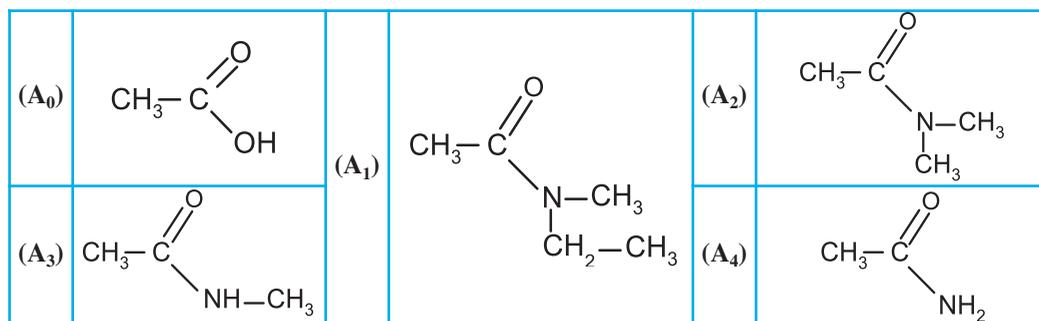


Figure 1. Modèles éclatés de ( $A_0$ ), ( $A_1$ ), ( $A_2$ ), ( $A_3$ ) et ( $A_4$ ).

1. a) Ecrire la formule semi-développée de chacun des composés modélisés.  
b) Identifier le groupe fonctionnel de chaque composé.
2. Comment peut-on obtenir formellement le composé ( $A_4$ ) à partir de ( $A_0$ ) ?
3. Comment peut-on obtenir formellement les composés ( $A_1$ ), ( $A_2$ ), ( $A_3$ ) à partir du composé ( $A_4$ ) ?
4. a) Déterminer la formule brute de chacun des composés ( $A_1$ ), ( $A_2$ ), ( $A_3$ ) et ( $A_4$ ).  
b) Proposer une formule brute générale pour ce type de composé.

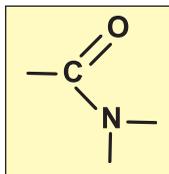
### I-3-b Interprétation

1. a) Les formules semi-développées sont :



b) Le composé ( $A_0$ ) modélise une molécule d'acide éthanoïque, cette molécule renferme le groupe fonctionnel acide carboxylique  $-COOH$ .

Les quatre autres composés renferment le même groupe fonctionnel



Ce groupe fonctionnel confère à ces composés des propriétés chimiques particulières qui caractérisent une nouvelle fonction chimique appelée fonction **amide**.

2. On peut passer formellement de l'acide éthanoïque au composé ( $A_4$ ) en remplaçant le groupe hydroxyle  $-OH$  par le groupe amino  $-NH_2$ .

Un amide peut être donc considéré comme un dérivé d'un acide carboxylique.

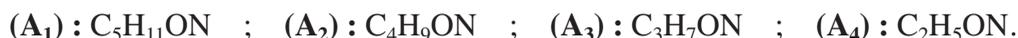
3. Si on remplace un atome d'hydrogène lié à l'azote dans le composé ( $A_4$ ) par un groupe méthyle  $-CH_3$ , on obtient l'amide ( $A_3$ ) où l'atome d'azote est lié à un seul atome d'hydrogène. On obtient alors un amide monosubstitué à l'atome d'azote par un groupement hydrocarboné.

En substituant les deux atomes d'hydrogène portés par l'atome d'azote par deux groupes alkyles comme dans le cas des composés ( $A_1$ ) et ( $A_2$ ), on obtient un amide disubstitué. Pour ( $A_1$ ), les groupes alkyles liés à l'atome d'azote ne sont pas identiques (un groupe méthyle et un groupe éthyle). Pour ( $A_2$ ), les groupes alkyles liés à l'atome d'azote sont identiques (deux groupes méthyles).

Formellement, les amides non substitués dérivent des acides carboxyliques en remplaçant le groupement hydroxyle  $-OH$  de l'acide par le groupe amino  $-NH_2$ .

Si on remplace un ou deux hydrogènes du groupe amino par des groupes alkyles, on obtient des amides substitués:  $-NHR'$  ;  $-NR'R''$ .

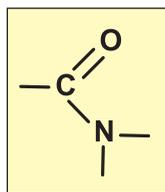
4. a) La formule brute de chaque composé est :



b) En examinant les différents amides cités ci-dessus, on peut déduire que les amides aliphatiques saturés obéissent à la formule générale  $C_nH_{2n+1}ON$ , où  $n$  est le nombre d'atomes de carbone.

## I-4 Définition d'un amide

Un amide est un composé organique oxygéné et azoté dont la molécule renferme le groupe fonctionnel amide :



Groupe fonctionnel amide.

Ce groupe fonctionnel peut être aussi écrit sous la forme:

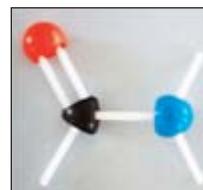


Figure 2.  
Modèle éclaté du groupe fonctionnel amide.

La formule générale d'un amide est de la forme **RCONR'R''**.

Pour les amides aliphatiques, R, R' et R'' peuvent être des hydrogènes et/ou des groupes hydrocarbonés.

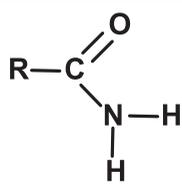
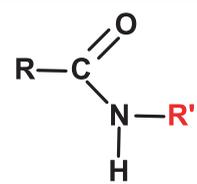
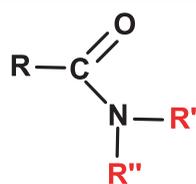
Pour les amides monosubstitués sur l'atome d'azote (appelés aussi amides N substitués), R' est un groupe hydrocarboné et R'' est un atome d'hydrogène.

Pour les amides disubstitués sur l'atome d'azote (ou amide N, N substitués), R' et R'' sont deux groupes hydrocarbonés.

La formule générale d'un amide aliphatique saturé est **C<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub>ON**.

### I-5 Combien de types d'amide distingue-t-on ?

On distingue trois types d'amides

		
Amides N- non substitués	Amides N- monosubstitués	Amides N, N- disubstitués

#### Remarque

On se limitera dans ce qui suit à l'étude des amides qui dérivent des acides carboxyliques aliphatiques saturés et pour lesquels R' et R'' sont des groupes hydrocarbonés alkyles.

## II-STRUCTURE DES AMIDES ALIPHATIQUES

La caractéristique structurale commune à tous les amides est la présence du groupe amide



L'étude de la structure de ce groupe fonctionnel montre que le carbone fonctionnel est trigonal, il occupe le centre d'un triangle, de ce fait les trois atomes qui lui sont directement liés sont dans un même plan comme l'indique la figure 3.

La longueur de la liaison C - N dans un amide est de 1,32 Å, elle est plus courte que celle d'une liaison C - N dans les amines (environ 1,47 Å).

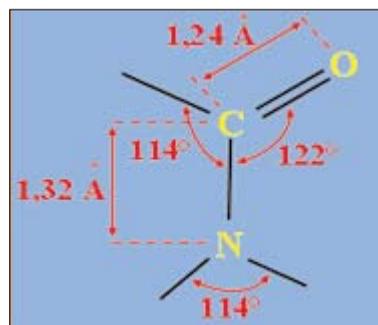


Figure 3. Structure du groupe fonctionnel amide.

## III-NOMENCLATURE DES AMIDES ALIPHATIQUES

Pour nommer un amide, il faut :

- identifier la chaîne carbonée comportant le groupe fonctionnel amide ;
- identifier le (ou les) substituant(s) alkyle éventuel sur l'atome d'azote.

Selon le type d'amide, le nom est construit de la façon suivante :

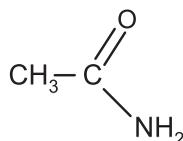
### III-1 Amides N-non substitués

Le début du nom est choisi selon le nombre d'atome de carbone formant la chaîne principale. Il s'obtient en remplaçant le 'e' final de l'alcane correspondant à cette chaîne carbonée par le suffixe «amide».

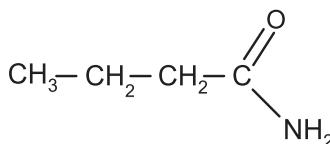
Pour déterminer le nom, on convient :

- de choisir comme chaîne principale la chaîne linéaire la plus longue comportant le groupe fonctionnel amide ;
- de la numéroter en commençant par le carbone du groupe fonctionnel ;
- d'indiquer, s'il y a lieu, la nature et la position des groupements greffés sur la chaîne principale.

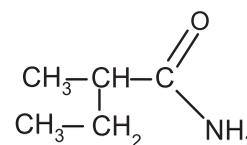
**Exemple :**



Ethanamide



Butanamide



2-méthylbutanamide

**Remarque**

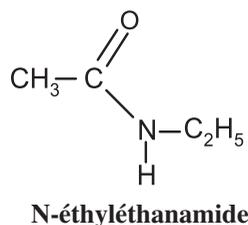
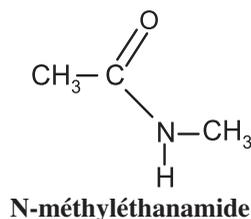
L'éthanamide est connu aussi sous le nom d'acétamide puisqu'il dérive de l'acide éthanoïque (appelé couramment acide acétique).

De même, le méthananamide est appelé aussi formamide puisqu'il dérive de l'acide méthanoïque (appelé acide formique).

### III-2 Amides N-substitués

Lorsqu'un amide est monosubstitué sur l'azote N, son nom est obtenu en faisant précéder le nom de l'amide non substitué par celui du groupe alkyle précédé du préfixe N et suivi d'un tiret (N-).

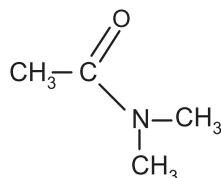
**Exemple :**



### III-3 Amides N,N-disubstitués

Lorsqu'un amide est disubstitué sur l'atome d'azote par deux groupements alkyles identiques, son nom est obtenu en faisant précéder le nom de l'amide non substitué par celui des substituants précédé du préfixe N,N-di.

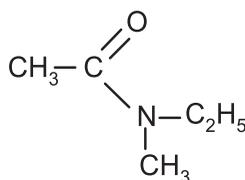
#### Exemple 1 :



N,N-diméthyléthamide

Si les deux groupements **alkyles** sur l'atome d'azote sont différents, le nom de l'amide est obtenu en faisant précéder le nom de l'amide non substitué par celui des substituants précédé du préfixe N- cités dans l'ordre alphabétique.

#### Exemple 2 :

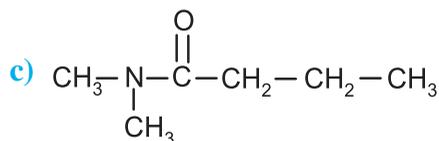
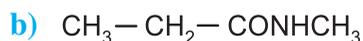
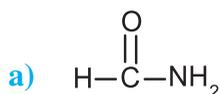


N-éthyl,N-méthyléthamide

### Exercice d'entraînement

#### Énoncé

1. Donner le nom des amides suivants :



2. Écrire la formule semi-développée de chacun des amides suivants:

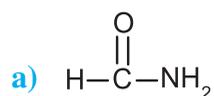
a) N-éthylpropanamide ;

b) 3-méthylpentanamide ;

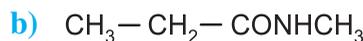
c) N-éthyl,N-méthylbutanamide.

#### Solution

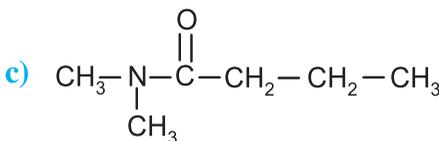
1. En appliquant les règles de nomenclature, on obtient:



méthanamide

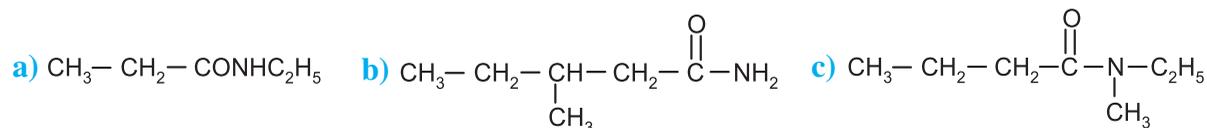


N-méthylpropanamide



N,N-diméthylbutanamide

2. Les formules semi-développées des amides sont:



## IV- PREPARATION DES AMIDES A PARTIR DES SELS D'AMMONIUM

### IV-1 Activité

- Dans un tube à essai prolongé par un tube effilé, introduire un peu d'éthanoate d'ammonium  $\text{CH}_3 - \text{COONH}_4$ .
- Chauffer le contenu du tube à l'aide d'un bec-bunsen pendant environ une demi-heure (Figure 4).  
Un dépôt blanc châtain est observé sur les parois intérieures supérieures du tube.

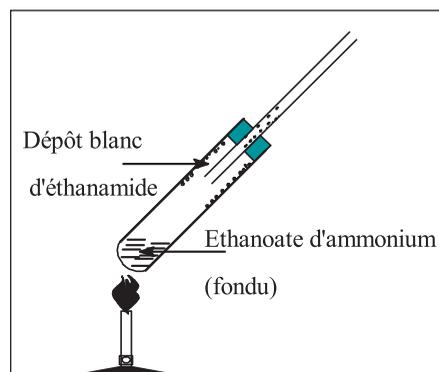
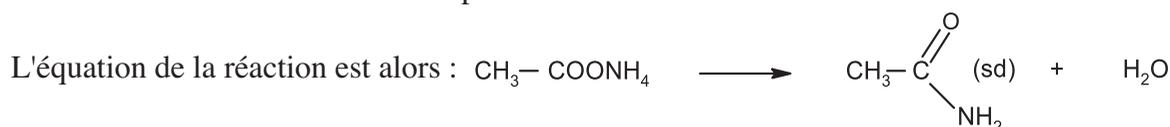


Figure 4. Obtention d'éthanamide par déshydratation de l'éthanoate d'ammonium

### IV-2 Interprétation

Le dépôt blanc obtenu est l'éthanamide de formule  $\text{CH}_3 - \text{CONH}_2$ , qui résulte de la déshydratation de l'éthanoate d'ammonium.

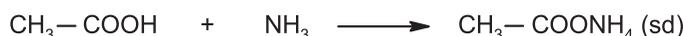
L'éthanamide est un solide à une température inférieure à  $82^\circ\text{C}$ .



La réaction de déshydratation est lente et conduit à un équilibre chimique, en effet la quantité d'éthanoate d'ammonium transformé en amide représente 80 % environ de la quantité initiale après un chauffage de l'éthanoate d'ammonium à  $210^\circ\text{C}$  pendant une demi-heure environ.

### Remarque :

L'éthanoate d'ammonium est obtenu par action de l'acide éthanóique sur l'ammoniac:



### IV-3 Généralisation

On peut préparer les amides non substitués par déshydratation du carboxylate d'ammonium correspondant:



## V- HYDROLYSE DES AMIDES

### V-1 Hydrolyse en milieu basique

#### V-1-a Activité

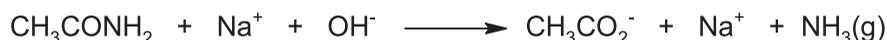
Chauffer sous la hotte un mélange d'éthanamide et quelques millilitres d'une solution d'hydroxyde de sodium 1M environ introduit dans un tube à essai en pyrex. Un gaz d'odeur caractéristique se dégage et fait virer du jaune au bleu un papier pH humidifié présenté à l'ouverture du tube à essai (figure 5).



Figure 5.

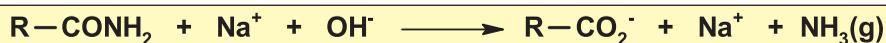
#### V-1-b Interprétation

Le gaz d'odeur caractéristique est l'ammoniac  $\text{NH}_3$ . L'équation chimique de la réaction d'hydrolyse de l'éthanamide est :

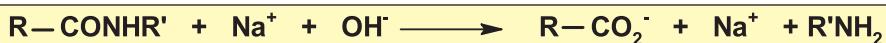


#### V-1-c Généralisation

L'hydrolyse en milieu basique d'un amide donne le sel d'acide correspondant et un dégagement d'ammoniac  $\text{NH}_3$  ou une amine selon qu'il s'agisse d'un amide N-non substitué ou N-substitué.



ou



### V-2 Hydrolyse en milieu acide

#### V-2-a Activité

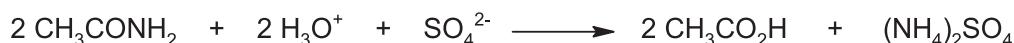
Chauffer sur un bec bunsen, un mélange d'éthanamide et de quelques millilitres d'une solution d'acide sulfurique 1 M environ. Présenter à l'ouverture du tube à essai un papier de pH humidifié et noter le changement de couleur du jaune au rouge (figure 6)



Figure 6.

#### V-2-b Interprétation

Le virage du papier de pH du jaune au rouge est dû aux vapeurs d'acide éthanóïque (odeur de vinaigre) obtenues par vaporisation de cet acide. L'équation chimique de la réaction d'hydrolyse de l'éthanamide en milieu acide est :

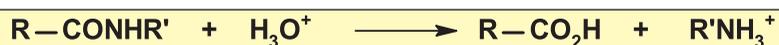
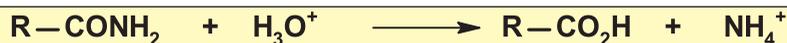


L'équation chimique simplifiée est :



#### V-2-c Généralisation

L'hydrolyse en milieu acide d'un amide donne un acide carboxylique et le sel d'ammonium ou le sel d'alkyl ammonium selon qu'il s'agisse d'un amide N-non substitué ou N-substitué :



# FICHE EXPERIMENTALE

## I- OBJECTIFS

1. A l'aide des modèles moléculaires:
  - distinguer le groupe fonctionnel amide ;
  - étudier la structure géométrique du groupe amide ;
  - déterminer les isomères amides d'une formule brute.
2. Préparation du nylon 6,6.

## II- EXPERIENCE ET TRAVAIL A EFFECTUER

### A- Manipulation des modèles moléculaires

1. Repérer dans la boîte de modèles moléculaires les sphères modélisant un atome de carbone avec une structure plane, un atome d'oxygène, un atome d'hydrogène et un atome d'azote (figure 1).
2. Modéliser, à l'aide des bâtonnets fournis, les liaisons entourant l'atome d'azote, l'atome de carbone et l'atome d'oxygène.
3. En utilisant la boîte de modèles moléculaires, construire le groupe acide carboxyle d'un acide carboxylique et celui d'un amide. Conclure.
4. Dessiner la structure obtenue relative au groupe fonctionnel amide et préciser les valeurs des angles mis en jeu.
5. a) A l'aide des modèles moléculaires, trouver les isomères amides de la formule  $C_2H_5ON$  (modèle compact et éclaté).  
b) L'une des formules dérive simplement d'un acide carboxylique:
  - Préciser laquelle?
  - Réaliser le modèle moléculaire modélisant l'acide correspondant.
  - Ecrire la formule semi-développée de l'amide de celle de l'acide carboxylique.
  - Donner le nom associé à chaque formule.
6. a) A l'aide des modèles moléculaires, trouver les formules semi-développées amides de la formule brute  $C_3H_7ON$ .  
b) Dresser un tableau dans lequel on précisera :
  - les amides non substitués à l'atome d'azote ;
  - les amides N-substitués et les amides N,N-disubstitués ;
  - la formule brute de chaque amide ;
  - le nom et la formule semi-développée de chaque isomère.

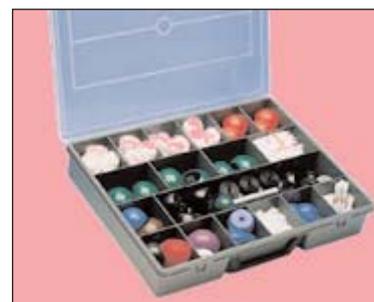


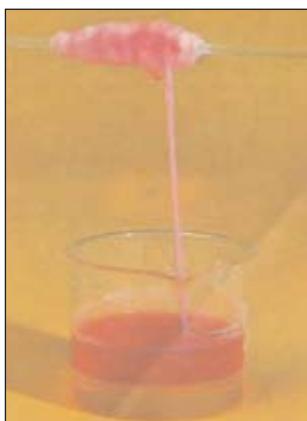
Figure 1.  
Boîte de modèles moléculaires.

# FICHE EXPERIMENTALE

## B- Préparation du nylon6,6

Utiliser des gants et éviter le contact avec les solutions.

1. Préparer une solution diluée de chlorure d'adipyle (ou dichlorure d'hexanedioyle) dans du cyclohexane et une solution aqueuse diluée d'hexanediamine-1,6 (ou hexaméthylène diamine).
2. Introduire successivement dans un bécher la solution aqueuse, puis la solution organique, en évitant les tourbillons.
  - Les deux liquides ne se mélangent pas car le cyclohexane, comme tous les hydrocarbures, est hydrophobe.
  - La réaction entre le chlorure d'acyle et la diamine se produit à la surface de séparation des deux solvants.
  - Un film de nylon (figure 2) se forme à l'interface entre les deux solutions. Utiliser un crochet en verre pour l'extraire et enrouler le fil de nylon ainsi obtenu sur une tige en verre.
3. Justifier à l'aide des modèles moléculaires la dénomination nylon 6,6 (figure 3) et la comparer au nylon 6.



**Figure 2.** Le nylon fabriqué est coloré par de la phénolphtaléine.



**Figure 3.** Modèle éclaté d'un motif du polyamide nylon 6,6.

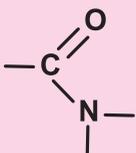
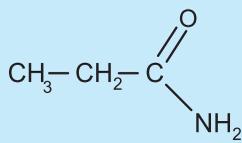
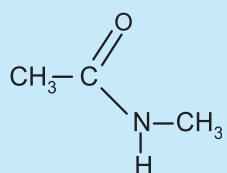
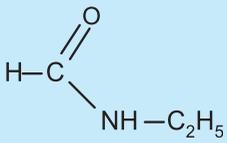
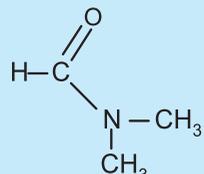
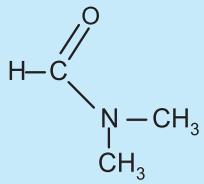
# EXERCICE RESOLU

## Enoncé

On considère un amide N,N-disubstitués (A) de formule brute  $C_3H_7ON$ .

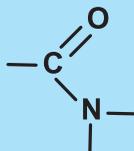
- a) Ecrire la formule semi-développée et le nom des amides répondant à cette formule brute.  
 b) En déduire le nom et la formule semi-développée de l'amide (A).
- Ecrire la formule semi-développée et le nom de l'acide carboxylique dont dérive l'amide non substitué à l'atome d'azote.

## Solution

Méthode et conseils de résolution	Solution
<p>♦ Exploiter la formule brute des amides aliphatiques saturés :</p> $C_nH_{2n+1}ON$ <p>♦ Le groupement fonctionnel d'un amide est :</p>  <p>♦ L'atome d'azote établit trois liaisons simples.</p> <p>♦ Appliquer les règles de nomenclature des amides.</p> <p>♦ Un amide non substitué dérive d'un acide carboxylique.</p> <p>♦ Le groupe fonctionnel d'un acide carboxylique est :</p> $-COOH$	<p>1. a) Les formules semi-développées des amides relatifs à la formule brute <math>C_3H_7ON</math> sont :</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>propanamide</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>N-méthylpropanamide</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>N-éthylméthanamide</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>N,N-diméthylméthanamide</p> </div> </div> <p>b) Le composé (A) est le N,N-diméthylméthanamide :</p> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div> <p>c) L'amide non substitué à l'atome d'azote est le propanamide, il dérive simplement de l'acide propanoïque de formule semi-développée :</p> $CH_3-CH_2-COOH$

# L'ESSENTIEL DU COURS

- Un **amide** est un composé organique oxygéné et azoté dont la molécule renferme le groupe fonctionnel.



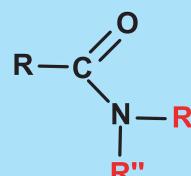
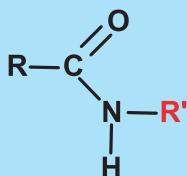
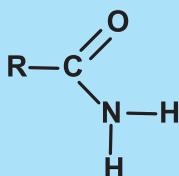
- La **formule générale** des amides aliphatiques est :



ou **RCO**N**R'R''**

avec R, R' et R'' peuvent être des atomes d'hydrogène ou des groupements alkyles.

- On distingue des amides non substitués, monosubstitués ou disubstitués à l'atome d'azote:



- Le **nom** d'un amide **RCO**N**H**<sub>2</sub>, dérive directement de celui de l'acide carboxylique correspondant **RCO**O**H** par suppression du mot « acide » et remplacement de la terminaison « oïque » par « amide ».
- **Pour les amides substitués**, le nom de l'amide est précédé de la mention :
  - > N-alkyl.
  - > N,N-dialkyl.
  - > N-alkyl<sub>1</sub> N-alkyl<sub>2</sub>.
- La **structure** géométrique du groupe amide est **plane**.



# EXERCICES D'ÉVALUATION

## VERIFIER SES ACQUIS

### Questions avec choix de réponses multiples

Choisir la bonne réponse.

1. Un amide dérive formellement :
  - a) d'un aldéhyde ;
  - b) d'un chlorure d'acyle ;
  - c) d'un acide carboxylique.
2. Le nom correct de  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CONHCH}_3$  est :
  - a) N-méthyl-propanamide ;
  - b) N-méthylpropanamide ;
  - c) N, méthyl, propanamide.

### Questions avec réponses par vrai ou faux

Répondre par vrai (V) ou faux (F).

1. L'environnement de l'atome du carbone fonctionnel d'un amide est linéaire.
2. Le groupe fonctionnel d'un amide est  $-\text{CON}-$  .  
|
3. La formule semi-développée du propanamide est  $\text{CH}_3-\text{CON}-\text{NH}-\text{CH}_3$ .
4. Une amine et un amide sont deux isomères.
5. A partir de la formule semi-développée d'un amide, on peut toujours déduire la formule semi-développée de l'acide carboxylique correspondant.

## UTILISER SES ACQUIS DANS DES SITUATIONS SIMPLES

### Exercice n°1

Donner la formule brute, la formule semi-développée et le nom de l'amide le plus simple.

### Exercice n°2

1. Ecrire les formules semi-développées des amides isomères de formule brute  $C_4H_9ON$ .
2. Préciser parmi les composés les amides non substitués, monosubstitués et disubstitués à l'atome d'azote.
3. Donner le nom de chaque formule.
4. Ecrire lorsque cela est possible, la formule et le nom des acides carboxyliques dont dérivent ces amides.

### Exercice n°3

Ecrire la formule semi-développée des amides suivants :

1. Butanamide.
2. N-méthylpropanamide.
3. N,N-diméthyléthanamide.
4. N-éthyl,N-méthylpentanamide.
5. 2-méthylpropanamide.

### Exercice n°4

Déterminer la formule brute et préciser le nom de chacun des amides suivants :

1.  $CH_3-CO-NH_2$
2.  $CH_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{N}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-CH_3$
3.  $CH_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-NH-CH_2-CH_3$
4.  $CH_3-CH_2-CONH_2$
5.  $CH_3-\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\underset{\text{CH}_3}{\text{N}}-CH_3$
6.  $CH_3-CH_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-CONH_2$

## UTILISER SES ACQUIS POUR UNE SYNTHÈSE

### Exercice n°5

La masse molaire d'un amide N-substitué **A** de formule brute  $\text{R-CONHR}_1$  est égale à  $M = 87 \text{ g.mol}^{-1}$ , et le pourcentage en masse de carbone est égal à **55,2 %**.

- Déterminer la formule brute de **A**.
- L'hydrolyse en milieu basique de **A** est réalisée en chauffant à reflux l'amide **A** en présence d'une solution d'hydroxyde de potassium. On obtient deux composés organiques : un carboxylate de potassium **B** et une amine primaire **C**.
  - Ecrire l'équation de la réaction modélisant cette transformation.
  - Déterminer la formule brute de **B**.
  - Ecrire la formule semi-développée de l'acide carboxylique **B'** correspondant. Nommer **B'**.
- Préciser la formule semi-développée et le nom de l'amine **C**.
- En déduire la formule semi-développée et le nom de l'amide **A**.

### Exercice n°6

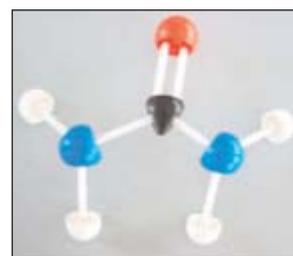
#### Synthèse de l'urée

L'urée naturelle, découverte en **1773** par **Hilaire Rouelle**, est formée dans le foie lors du cycle de l'urée à partir de l'ammoniac provenant de la dégradation des acides aminés.

Il est éliminé par l'urine. Sa synthèse en **1828** par **Friedrich Wöhler** a montré qu'il est possible de synthétiser un composé organique, en dehors d'un organisme vivant. Cette expérience marque le début de la chimie organique et la fin de la théorie de la force vitale de Berzelius. **Wöhler** synthétisa l'urée en évaporant une solution aqueuse d'isocyanate d'ammonium  $\text{CON}_2\text{H}_4$ , constituée d'ions ammonium  $\text{NH}_4^+$  et d'ions isocyanate  $\text{OCN}^-$ .

#### 1. La première synthèse de l'urée par Wöhler

La figure ci-contre donne une représentation spatiale de la molécule d'urée par le modèle éclaté.



- Ecrire la formule brute et semi-développée de l'urée.
- L'urée est un diamide. Justifier.
- Ecrire l'équation de la réaction de synthèse de l'urée.

#### 2. Synthèse industrielle

Industriellement, l'urée est produite par réaction de l'ammoniac avec le dioxyde de carbone. Sous pression élevée (**140 à 160 bar**) et à une température voisine de **160 °C à 180 °C**.

La réaction forme du carbamate d'ammonium  $\text{NH}_2\text{CO}_2\text{NH}_4$  qui est ensuite déshydraté en urée.

- Ecrire l'équation chimique de la réaction modélisant la formation du carbamate d'ammonium.
- Déduire celle de la réaction de synthèse de l'urée.
- On peut obtenir l'urée solide par action de l'ammoniac sur le phosgène  $\text{COCl}_2$ , tous les deux à l'état gazeux.

Au cours de la réaction, il y a un dégagement d'un gaz (**G**).

- Comment peut-on identifier expérimentalement le gaz dégagé ?
- Ecrire l'équation la réaction de synthèse de l'urée.