

**LEÇON: LA DIGESTION DES ALIMENTS****I. SITUATION D'APPRENTISSAGE**

A la fin de l'année scolaire, des élèves de 1<sup>ère</sup> D d'un lycée, satisfaits de leur résultat, organisent une petite partie gastronomique. Au cours du repas leur discussion tourne autour du devenir des aliments qu'ils consomment, mais ils se rendent compte que certains de leurs amis invités n'ont pas beaucoup d'informations sur la digestion des aliments.

Pour comprendre la digestion des aliments consommés, ces élèves décident d'expliquer le mécanisme de la digestion des aliments consommés et déterminer les conditions d'action des enzymes catalyseurs de la digestion.

**II. CONTENU DE LA LEÇON**

Au cours d'une petite partie gastronomique, les élèves constatent que certains de leurs amis invités n'ont pas beaucoup d'informations sur la digestion des aliments.

On suppose alors que :

- Les aliments consommés sont digérés selon un mécanisme.
- Les aliments consommés sont digérés dans certaines conditions.
- 

**I. LES ALIMENTS CONSOMMÉS SONT-ILS DIGERES SELON UN MECANISME ?****1) Présentation d'expériences**

Dans le but de mettre en évidence le mécanisme de la digestion des aliments par les enzymes, on réalise une série d'expériences de réactions enzymatiques et chimiques avec certains aliments simples.

**Expérience 1**

Pour cela, on dispose de trois tubes à essai A, B et C contenant chacun 5 ml d'empois d'amidon.

- Dans le tube A, on ajoute de l'eau distillée.
- Dans le tube B, on ajoute 2 ml de la salive fraîche.
- Dans le tube C, on ajoute 2 ml de l'acide chlorhydrique (HCl)

Les trois tubes sont disposés dans un bain-marie à 40°C pendant 10 mn, puis on y ajoute dans chaque tube de la liqueur de Fehling et on observe les résultats.

**(Document 1 : Mécanisme de la digestion des aliments par les enzymes)**

**Expérience 2**

On fait ingérer de la viande à un individu. Puis on prélève 2 heures plus tard, le contenu de son intestin grêle (chyle) qu'on filtre pour obtenir un filtrat incolore et on y ajoute de la ninhydrine puis on observe les résultats.

## (Document 2 : Mécanisme de la digestion de la viande)

### Expérience 3

On dispose de deux tubes essais A et B contenant de l'huile végétale ou animale.

On ajoute :

- Dans le tube A, on ajoute de l'eau distillée
- Dans le tube B, on ajoute Quelques gouttes de sels biliaires.

On fait une analyse moléculaire du contenu de chaque tube, 10 mn plus tard on observe les résultats.

## (Document 3 : Mécanisme de la digestion de l'huile végétale ou animale)

### 2) Résultats

#### Expérience 1 :

On observe :

- Dans le tube A, pas de précipité rouge-brique
- Dans le tube B, un précipité rouge brique abondant
- Dans le tube C, un faible précipité rouge-brique.

#### Expérience 2 :

On observe l'apparition d'une coloration violette après chauffage.

#### Expérience 3 :

On observe :

- Dans le tube A, une solution hétérogène
- Dans le tube B, une solution homogène constituée de molécules d'acide gras et de glycérol.

### 3) Analyse de résultats

- L'eau pure n'a aucun effet sur l'amidon tandis que la salive et HCl transforment l'amidon en sucre réducteur. On note que la salive agit plus rapidement que HCl.
- Le filtrat de chyle incolore devient violette en présence de ninhydrine.
- L'eau pure n'a aucun effet sur les lipides, tandis que les sels biliaires les transforment en acides gras.

### 4) Interprétation

- La digestion de l'amidon débute dans la bouche pendant la mastication grâce à une enzyme de la salive: l'amylase salivaire. L'action successive de toutes ces amylases conduit à l'apparition d'un sucre plus simple, le maltose, qui lui-même pourra être transformé en un sucre encore plus simple, le glucose.

La réaction qui permet la décomposition de l'amidon est l'**hydrolyse**. L'amylase salivaire est un catalyseur biologique et HCl est un catalyseur chimique de la réaction. Ils accélèrent donc la réaction d'hydrolyse.

Amidon  $\xrightarrow{\text{Amylase}}$  sucres réducteurs

Amidon  $\xrightarrow{\text{HCl}}$  sucres réducteurs

L'hydrolyse de l'amidon par l'amylase salivaire est plus rapide que celle du HCl. Les catalyseurs biologiques sont donc plus efficaces que les catalyseurs chimiques.

#### **(Document 4 : Mécanisme de la digestion de l'amidon)**

- Les protéines alimentaires sont digérées au niveau de l'estomac et de l'intestin grêle par des **enzymes spécifiques** : principalement la **pepsine** (dans l'estomac) et la **trypsine** (dans l'intestin), mais aussi d'autres endopeptidases et exopeptidases (la protéase). Il en résulte des **acides aminés** libres et les **oligopeptides**.

#### **(Document 5 : Mécanisme de la digestion des protéines)**

- Sous l'action de la **lipase** gastrique, les molécules liquides des lipides sont transformées en molécules **d'acides gras** et en **molécules de glycérol**. On obtient une émulsion dans laquelle les particules de lipides sont taillées en pièces réduites. Cette décomposition des lipides suit son cours dans le duodénum. Le système digestif utilise de la **sécrétion biliaire** produite dans le foie, mais stockée dans la vésicule biliaire. L'action combinée de la bile et des enzymes pancréatiques continue l'effet d'hydrolyse (dissolution des molécules de graisses) des lipides.

#### **(Document 6 : Mécanisme de la digestion des graisses et huiles (lipides))**

##### 5) **Conclusion**

Les aliments sont découpés dans le tube digestif par des substances. Ces substances qui sont des enzymes jouent le rôle de catalyseur dans les réactions **d'hydrolyse** permettant une simplification moléculaire des aliments en nutriments. Les aliments consommés sont digérés effectivement selon un mécanisme.

## **II. LES ALIMENTS CONSOMMÉS SONT-ILS DIGÉRÉS DANS CERTAINES CONDITIONS?**

### **1) Présentation d'expérience**

Cette expérience consiste à mettre en évidence l'influence du pH et de la température sur l'activité enzymatique dans différentes conditions. Pour cela deux séries d'expérience seront effectuées.

#### **1<sup>ère</sup> série**

On dispose de 3 tubes à essais A, B et C contenant chacun 5 ml d'empois d'amidon à un pH de 7.

- Dans le tube A, on ajoute amylase salivaire seule.
- Dans le tube B, on ajoute une solution de soude (NaOH) à un pH de 10,3 et de l'amylase salivaire.
- Dans le tube C, on ajoute une solution d'acide citrique à un pH de 2,8 et de l'amylase salivaire.

On prélève régulièrement des gouttes de ces différentes solutions, et on y ajoute de la liqueur Fehling. Lorsque le premier précipité rouge apparaît, on considère que la réaction a eu lieu.

#### **(Document 7 : Mécanisme évidence de l'influence du pH sur l'activité enzymatique)**

#### **2<sup>ème</sup> série**

On dispose de 3 tubes à essais A, B et C contenant chacun 5 ml d'empois d'amidon à un pH de 7. On place chacun des tubes A, B et C à des bains-marie respectivement aux températures 20°, 37° et 60°. Une fois chacune de ces températures atteintes, on rajoute de l'amylase. On prélève régulièrement quelques gouttes de la solution et on les teste à la liqueur de Fehling. Quand le précipité rouge brique apparaît, on sait que la réaction a eu lieu.

**(Document 8 : Mécanisme évidence de l'influence de la température sur l'activité enzymatique)**

**2) Résultats**

**1<sup>ère</sup> série**

-Pour le pH neutre, apparition un précipité rouge brique apparaît au bout de 1 mn.

-Pour le pH neutre, pas de précipité.

-Pour le pH acide, un précipité rouge brique apparaît au bout de 3 mn.

**2<sup>ème</sup> série**

A 20 °C, le précipité rouge brique apparaît au bout de 15 mn

A 37° C, le précipité rouge brique apparaît au bout de 6 mn

A 60° C, il n'y a aucune apparition du précipité rouge-brique, quel que soit le temps mis au bain marie.

**3) Analyse des résultats**

L'amylase a une activité optimale à un **pH neutre** et une température de **37°C** environ.

Son activité est ralentie à un **pH acide** à température **basse**

Elle est incapable d'agir à un **pH basique** à **température élevée**.

**4) Interprétation**

Le pH **neutre** est le pH optimal de l'activité de l'amylase car elle a elle-même un pH neutre.

Il paraît normal que sa température optimale soit de **37°C** du fait de la température corporelle normale qui est de 37°C.

Les températures basses l'inactivent tandis que les températures élevées la dénaturent ou la détruisent.

Les enzymes sont des **biocatalyseurs** (catalyseurs de réactions biochimiques c'est-à-dire appartenant au métabolisme). Elles ont une **haute spécificité de substrat**: elles agissent sur un substrat spécifique : l'amylase par exemple n'agit que sur l'amidon cuit.

Elles agissent dans les conditions du vivant:

- **présence d'eau**

- dans des conditions de **température** et de pH très douces (optima situés bien sûr dans les conditions du vivant).
- selon la **nature** de l'aliment.

### 5) Conclusion partielle

Les enzymes digestives agissent effectivement dans certaines conditions.

### CONCLUSION GENERALE

Les aliments sont transformés dans l'appareil digestif par des substances. Cette transformation se fait aussi dans des conditions précises. Chaque enzyme n'hydrolyse qu'un seul type d'aliment (substrat). C'est la spécificité du substrat.

Ces enzymes catalysent uniquement des réactions d'hydrolyse. Une enzyme ne catalyse qu'un seul type de réaction chimique. C'est la spécificité de l'action.

Les aliments consommés sont donc digérés selon un mécanisme et dans certaines conditions.

### III.SITUATION D'EVALUATION

Dans le but de montrer l'influence de la température sur l'activité enzymatique, on dispose de 5 tubes à essais contenant chacun de l'amidon cuit et de l'amylase salivaire dans des conditions différentes. Une heure plus tard, on réalise avec le contenu de chaque tube un test à l'eau iodée et un test à la liqueur de Fehling. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau ci-dessous.

| Expériences | Contenu du tube                | Température | Test a l'eau iodée | Test a la Liqueur de Fehling |
|-------------|--------------------------------|-------------|--------------------|------------------------------|
| 1           | Amidon cuit + amylase          | 37°C        | -                  | +                            |
| 2           | Amidon cuit + amylase          | 100°C       | +                  | -                            |
| 3           | Amidon cuit + amylase          | 0°C         | +                  | -                            |
| 4           | Amidon cuit + amylase congelée | 37°C        | -                  | +                            |
| 5           | Amidon cuit + amylase bouillie | 37°C        | +                  | -                            |

Le signe + indique une réaction positive : présence de l'élément recherché

Le signe – indique une réaction négative : absence de l'élément recherché.

Tes résultats te sont soumis pour explication. Pour cela tu réponds aux consignes suivantes.

1. Identifie la ou les expériences dans lesquelles le tube ne contient plus d'amidon.
2. Analyse le résultat de chaque tube.
3. Interprète ces résultats.
4. Tire une conclusion sur l'influence de la température sur l'action de l'amylase.

## **CONSOLIDATION ET APPROFONDISSEMENT DES ACQUIS**

### **I-EXERCICES**

#### **1-Exercice d'application**

##### **Exercice 1**

Ci-dessous il y a d'un côté des aliments et de l'autre des nutriments.

|             |
|-------------|
| 1. Amidon   |
| 2. Lipide   |
| 3. Protéine |

|                |
|----------------|
| a) Acide aminé |
| b) Glycérol    |
| c) Acide gras  |
| d) Glucose     |

En utilisant les chiffres d'une part et les lettres d'autre part, associe chaque aliment au nutriment résultant de sa simplification moléculaire.

##### **Correction**

1-d 2-b, c 3-a

##### **Exercice 2**

Les affirmations suivantes se rapportent à l'activité enzymatique.

- 1) Les enzymes sont des molécules organiques qui sont dénaturées par la chaleur.
- 2) L'activité enzymatique diminue quand la température baisse.
- 3) Les enzymes fournissent l'énergie nécessaire aux réactions chimiques dans l'organisme.
- 4) La vitesse de la catalyse enzymatique dépend de la quantité d'enzymes dans le milieu.
- 5) La catalyse enzymatique commence par la formation d'un complexe enzyme-substrat.
- 6) Le pH du milieu n'a aucun effet sur l'activité enzymatique.

Répond par **VRAI** ou **FAUX** aux affirmations ci-dessus en utilisant les chiffres.

##### **Correction**

- 1-VRAI
- 2- VRAI
- 3-FAUX
- 4- VRAI
- 5- VRAI

## 2-Exercice de consolidation

### Situation d'évaluation 1

Dans le cadre d'un travail sur le mécanisme de l'activité enzymatique, votre professeur de SVT met à la disposition de chaque groupe le document ci-dessous dans lequel E, S, P1 et P2 désignent respectivement l'enzyme, le substrat et les produits.

Le professeur te désigne

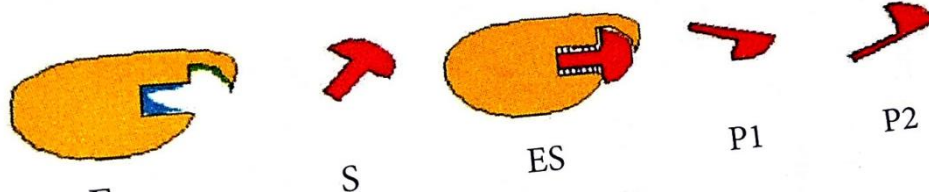
1) Identifie les  
sur un substrat.

2) Explique le

pour représenter les travaux de ton groupe.

différentes phases de l'action d'une enzyme

mécanisme de l'activité enzymatique en

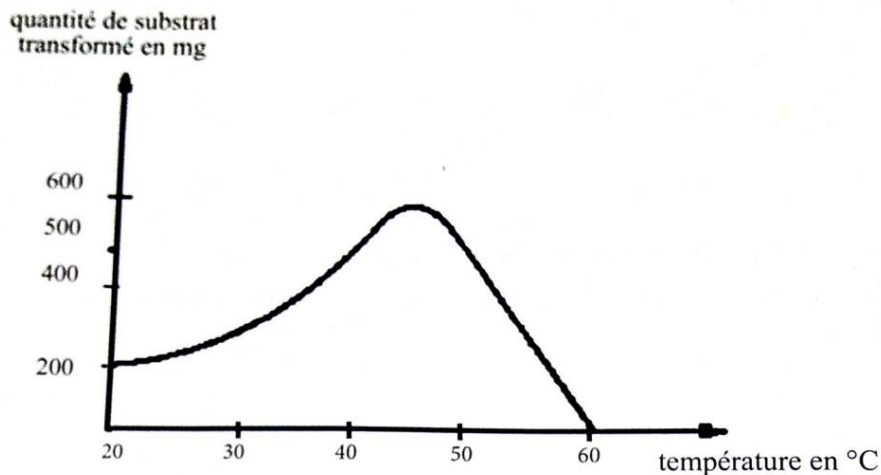


E possède un site  
molécule S de  
2- La fixation de la  
d'un complexe  
permet à  
molécules plus  
enzyme ne peut  
par son site et  
enzyme-substrat.

de l'activité  
enzyme E, et la  
force. L'enzyme E  
permettent à la  
s'y fixer.  
molécule S sur l'enzyme permet la formation  
enzymatique substrat ES. Cette association  
l'enzyme de découper le substrat en deux  
petites appelées produit P1 et P2. Une  
agir que sur une molécule qui est reconnue  
avec laquelle elle peut former un complexe

### Situation d'évaluation 2

Au cours d'une séance de remédiation sur les activités enzymatiques, votre professeur met à la enzymatique. Cette influence est traduite par la quantité de substrat transformée par l'enzyme en fonction de la température.



Tu es désigné(e)  
par le professeur  
pour présenter

une exploitation de cette courbe en classe

- 1) Analyse la courbe
- 2) Explique l'influence de la température sur l'activité enzymatique

### Correction

#### **1- Analyse de la courbe**

Pour une température du milieu de l'ordre de 20°C, la quantité de substrat transformée se situe dans l'ordre de 200mg.

Lorsque la température augmente, la quantité de substrat transformée augmente avec la température jusqu'à un maximum d'environ 600mg pour une température de l'ordre de 45°C.

Au-delà de cette température la quantité de substrat transformée diminue avec la température et s'annule quand la température du milieu atteint 60°C.

#### **2- Explication de l'influence de la température**

En effet, à 20°C très peu d'enzymes sont activées. Quand la température augmente les enzymes sont de plus en plus actives, avec une activité enzymatique maximale atteinte, à la température de 45°C.

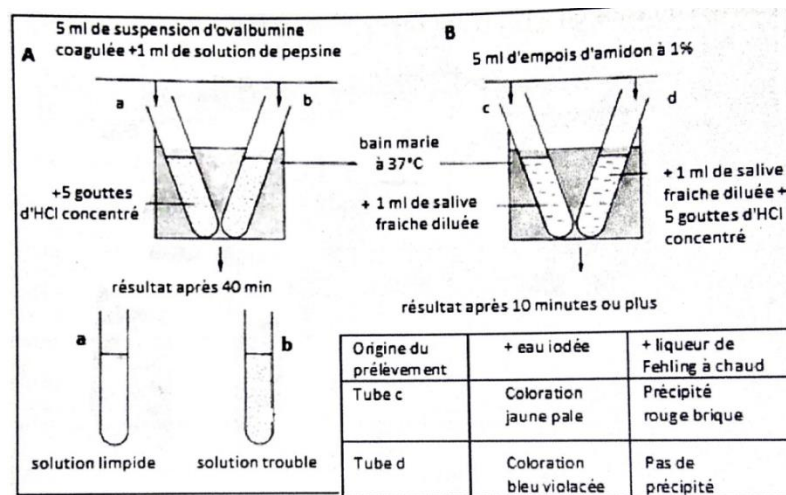
Au-delà de cette température les enzymes qui sont de nature protéique, commencent à se dénaturer. Ce qui provoque une diminution de leur activité, qui s'annule quand les enzymes sont totalement dénaturées à 60°C.



### 3-Exercice d'approfondissement

Dans le cadre de la préparation du devoir sur la digestion des aliments, un groupe d'élève de ta classe découvrent dans un manuel, le document ci-dessous relatif à l'influence du PH sur l'activité enzymatique. Ce document présente deux expériences de mise en évidence de l'action de l'acide chlorhydrique sur la digestion enzymatique de l'ovalbumine (A) et de l'amidon (B).

Tu trouves l'activité intéressante et tu te joints au groupe pour apporter ta contribution.



Tu rejoins le groupe qui cherche à exploiter le document et tu décides de les aider.

- 1) Analyse les résultats de chaque expérience.
- 2) Explique chaque résultat.
- 3) Dédus l'influence du PH sur l'activité de chaque enzyme.

### Correction

#### **1-Analyse des résultats**

Expérience A : lorsqu'on met en contact une suspension d'ovalbumine avec une solution de pepsine dans un milieu acide, la solution devient limpide ; mais dans un milieu non acide la solution demeure trouble.

Expérience B : lorsqu'on ajoute de l'acide chlorhydrique dans un tube contenant de l'empois d'amidon et de la salive fraîche, le test à l'eau iodée donne une coloration bleue violacée alors que le test à la liqueur de Fehling ne donne pas de précipité rouge brique.

Par contre, s'il n'y a pas d'acide dans le milieu, le test à l'eau iodée est négatif (coloration jaune or) et le test à la liqueur de Fehling donne un précipité rouge brique.

#### **2-Explication de chaque résultat**

Expérience A : en milieu acide, la suspension d'ovalbumine est devenue limpide parce que la pepsine qui est une enzyme gastrique a découpée la macromolécule d'ovalbumine en des molécules plus petites et solubles.

Expérience B : dans le tube d, les résultats des tests à l'eau iodée et à la liqueur de fehling montre que la salive n'a pas transformé en sucre réducteur, en présence de l'acide chlorhydrique. C'est la présence de l'amidon qui est détectée par l'eau iodée.

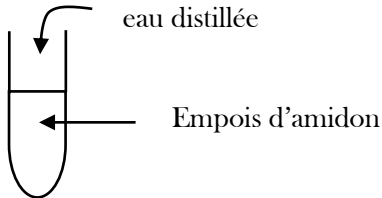
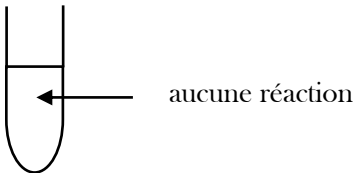
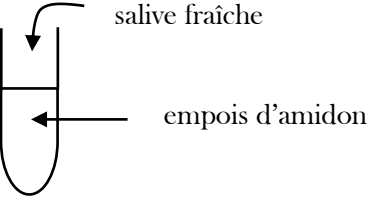
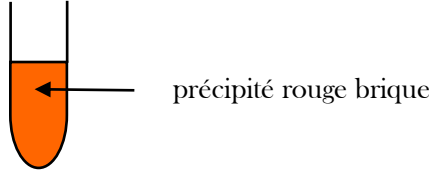
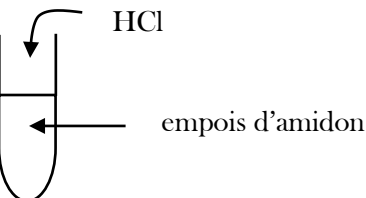
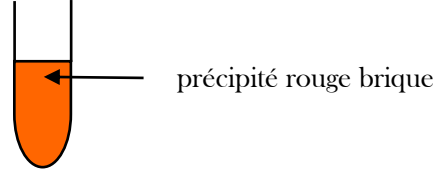
Dans le tube c, les résultats des tests à l'eau iodée et à la liqueur de fehling montre que la salive a transformé l'amidon en sucre réducteur, détecté par la liqueur de fehling à chaud.

### 3-L'influence du PH sous l'activité de chaque enzyme

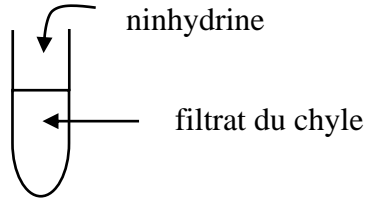
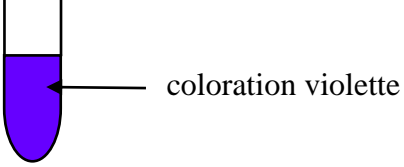
L'enzyme contenue dans la salive, l'amylase salivaire ne peut pas agir dans un milieu acide. Elle agit plutôt dans un milieu alcalin.

La pepsine au contraire n'agit que dans un milieu acide.

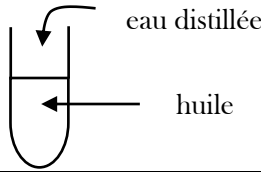
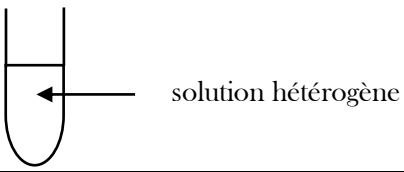
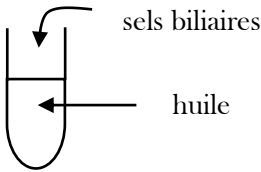
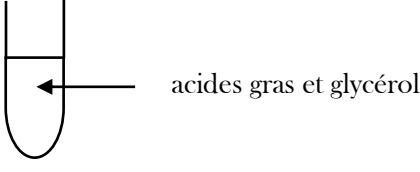
## II. DOCUMENTS

| EXPERIENCES   | RESULTATS  |
|---|--|
| <p><b>A</b></p>   |   |
| <p><b>B</b></p>  |  |
| <p><b>C</b></p>  |  |

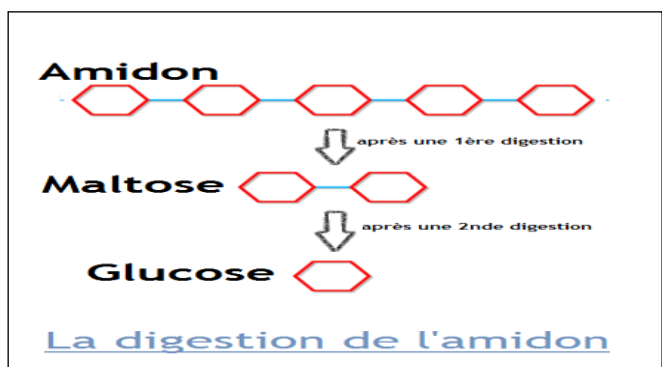
### Document 1 : mécanisme de la digestion des aliments par les enzymes

| EXPERIENCE  | RESULTAT   |
|---|--|
|  |  |

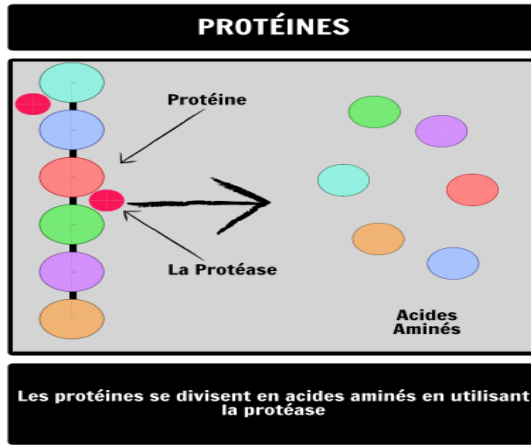
**Document 2 : Mécanisme de la digestion de la viande**

| EXPERIENCES   | RESULTATS   |
|---|---|
| <b>A</b>   |   |
| <b>B</b>  |  |

**Document 3 : Mécanisme de la digestion de l'huile végétale ou animale**

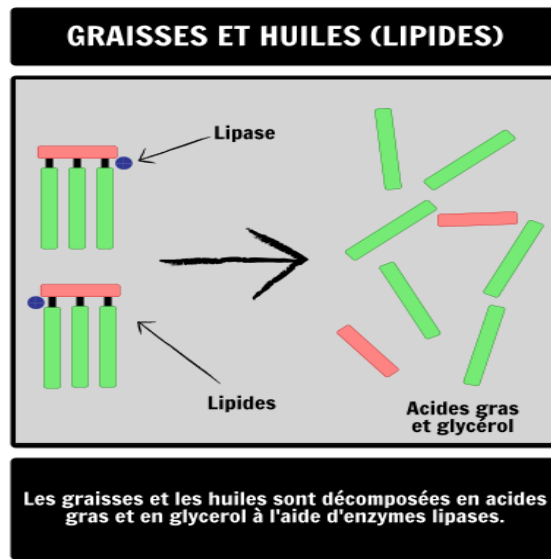


**Document 4 : Mécanisme de la digestion de l'amidon**



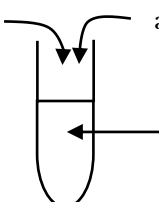

**Document 5 :**  
des protéines

**Mécanisme de la digestion**

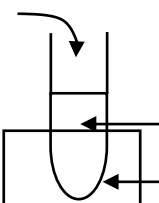
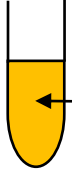
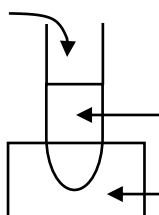
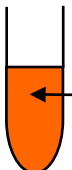
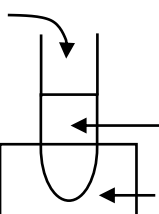
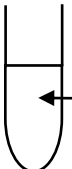


**Document 6 : Mécanisme de la digestion des graisses et huiles (lipides)**

| EXPERIENCES |   | RESULTATS                                 |  |
|-------------|---|---|--|
| <b>A</b>    | amylose<br><br>empois d'amidon                    | <br>précipité rouge brique 1 mn plus tard |  |
| <b>B</b>    | amylose<br><br>amylose<br>NaOH<br>empois d'amidon | <br>pas de précipité rouge brique         |  |

|   |  |
|---|--|
| <p>amylase</p> <p>ac. citrique</p> <p><b>C</b></p> <p>empois d'amidon</p>  |  <p>précipité rouge brique 3 mn plus tard</p> |
|---|--|

**Document 7 : Mécanisme évidence l'influence du pH et de la température sur l'activité enzymatique**

| EXPERIENCES  | RESULTATS  |
|--|--|
| <p>amylase</p> <p><b>A</b></p> <p>empois d'amidon</p> <p>bain marie 20°C</p>   |  <p>précipité rouge brique 15 mn plus tard</p> |
| <p>amylase</p> <p><b>B</b></p> <p>empois d'amidon</p> <p>bain marie 37°C</p>  |  <p>précipité rouge brique 6 mn plus tard</p> |
| <p>amylase</p> <p><b>C</b></p> <p>empois d'amidon</p> <p>bain marie 60°C</p>  |  <p>pas de précipité rouge brique</p>         |

**Document 8 : Mécanisme évidence de l'influence de la température sur l'activité enzymatique**