

Unité 1 : fonctions de nutrition – l'éducation nutritionnelle

Chapitre 1 : la digestion des aliments et l'absorption intestinale

Les problèmes posés :

- Quels sont les principaux composants chimiques des aliments ?
- Comment les aliments sont-ils transformés en nutriments dans le tube digestif ?
- Quel est le devenir des nutriments obtenus par la digestion des aliments ?

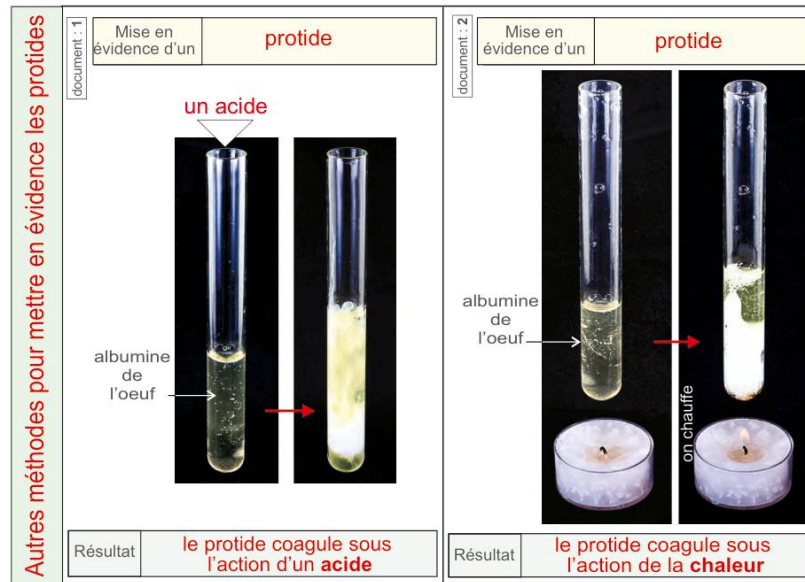
Activité 1 : les aliments

Situation problème : pour satisfaire ses besoins alimentaires, l'Homme doit manger plusieurs fois par jour. Cette alimentation doit être diversifiée et équilibrée. A l'exception de l'eau, tous les aliments que l'Homme consomme sont d'origine animale ou végétale

- De quoi sont composés les aliments que nous consommons ?

Afin de mettre en évidence les principaux constituants des aliments, nous proposons les expériences ci-dessous

<p>Mise en évidence de l'eau</p> <p>document : 1</p> <p>Résultat dégagement de la vapeur d'eau</p>	<p>Mise en évidence des sels de chlorure</p> <p>nitrate d'argent</p> <p>document : 2</p> <p>Résultat formation d'un précipité blanc qui noircit à la lumière</p>	<p>document : 1</p> <p>Mise en évidence des glucides simples</p> <p>liqueur de Fehling</p> <p>document : 1</p> <p>Résultat formation d'un précipité rouge brique</p>	
<p>Mise en évidence des sels de calcium</p> <p>oxalate d'ammonium</p> <p>document : 3</p> <p>Résultat formation d'un précipité blanc</p>	<p>Mise en évidence de protide</p> <p>acide nitrique</p> <p>albumine de l'oeuf</p> <p>document : 4</p> <p>Résultat coloration jaune</p>		
<p>Mise en évidence d'un glucide complexe : l'amidon</p> <p>eau iodée</p> <p>pain</p> <p>document : 2</p> <p>Résultat coloration bleue</p>		<p>Mise en évidence de protide</p> <p>acide nitrique</p> <p>pain</p> <p>document : 3</p> <p>Résultat coloration jaune</p>	



Bilan :

Tableau récapitulatif des méthodes de mise en évidence de quelques aliments simples

Les principaux constituants		Méthodes de mise en évidence	Résultats
Eau		Chaleur	Vapeur d'eau
Quelques sels minéraux	Chlorures	Nitrate d'argent	Précipité blanc qui noircit à la lumière
	Calcium	Oxalate ammonium	Précipité blanc
Glucides	Glucides simples réducteur : le glucose	Liqueur de Fehling + chaleur	Précipité rouge brique
	Glucides complexe : l'amidon	Eau iodée	Coloration bleue violet
Protides		Acide nitrique	Coloration jaune
		Chaleur ou acide	Coagulation
Lipides		Frotter l'aliment sur papier	Tache translucide

→ Que peut-on déduire de l'analyse des expériences précédentes ?

D'après les expériences précédentes, on constate malgré les aliments étudiés sont d'origine différente (pain, lait) Ils sont constitués de mêmes **aliments simples**, tel que **les protides, glucides, les lipides, eau, sels minéraux, vitamines**, mais de proportions différentes

- Les aliments que nous consommons (pain, lait, légumes, ...) sont appelés des **aliments composés**, car ils sont constitués d'un mélange **d'aliments simples**

- Le lait est un **aliment composé complet**, il contient tous les **aliments simples** en quantités **suffisantes** et **équilibrés**
- Le pain est aussi un aliment composé mais **incomplet**, car il est pauvre en **lipides**

→ **Conclusion :**

Selon la composition chimique, notre alimentation peut être classifié en :

- Aliments riches en protides : sardines, viandes, poulet, ...
- Aliments riches en glucides : pain, pomme de terre, sucre, riz, ...
- Aliments riches en lipides : huile, beurre, ...
- Aliments riches en sels minéraux : lait et ses dérivés ...

Selon sa fonction, notre alimentation peut être classifiée en :

- **Aliments bâtisseurs** : riches en matériaux constructifs tels que les protides et les sels minéraux
- **Aliments protecteurs** : assurent le bon fonctionnement de notre organisme comme les vitamines, sels minéraux et les fibres végétales
- **Aliments énergétiques** : glucides et lipides



Activité 2 : La digestion – transformation des aliments en nutriments

Au 18^{ème} siècle, les scientifiques s'interrogent sur le mécanisme de la digestion.

Giovanni Borelli (1608-1672) a dit : pour que la digestion serait un phénomène **purement mécanique**

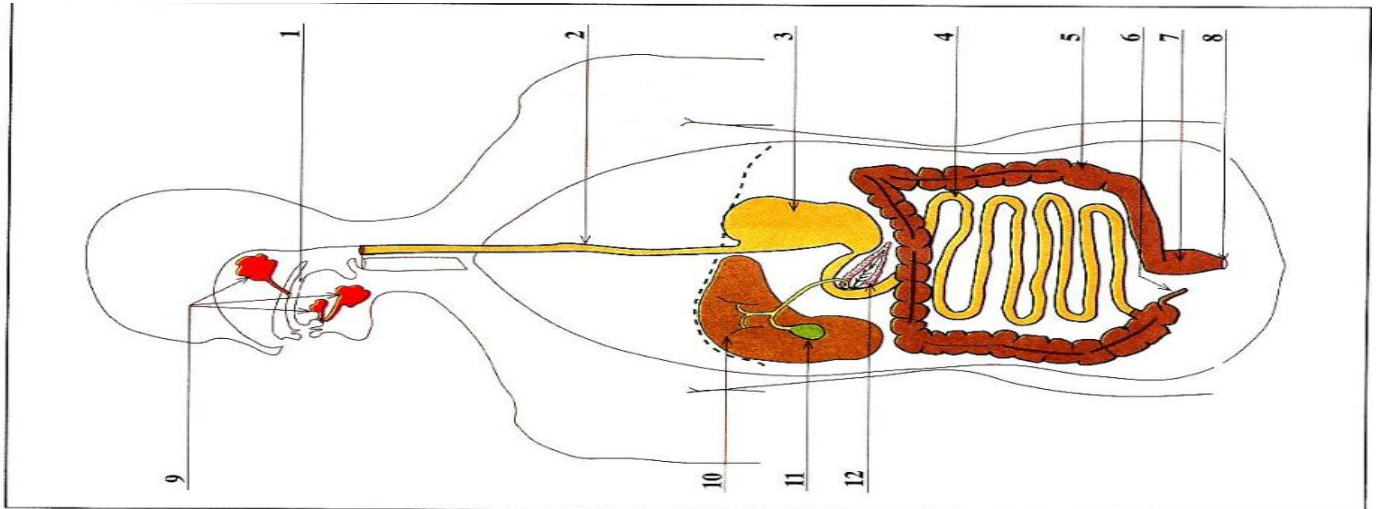
« Les aliments seraient simplement broyés dans le tube digestif ».

Lazzaro Spallanzani (1729-1799), émet l'hypothèse que la digestion est un phénomène purement chimique

« Les aliments seraient rendus liquides par des substances chimiques sécrétées par les organes ».

- Quelles transformations subissent les aliments au niveau de tube digestif ?

A – l'anatomie de l'appareil digestif :



1= bouche ; 2= œsophage – 3= estomac ; 4= intestin grêle, 5= gros intestin ; 6= appendice ; 7= rectum ; 8= anus ; 9= glandes salivaires ; 10= foie ; 11= vésicule biliaire ; 12= pancréas

- L'appareil digestif comprend :

Le tube digestif : c'est le trajet des aliments

Les glandes annexes : glandes qui produisent des substances chimiques dites suc digestifs (glandes salivaires, foies, pancréas)

B – Transformation des aliments au niveau de la bouche (La digestion buccale)

Dans la bouche les aliments sont mâchés quelques instants : c'est la mastication المضغ. La salive s'ajoute aux aliments mâchés pour former le « bol alimentaire ». Après quelques minutes de mastication, le pain prend un goût légèrement sucré.

Question : d'où provient le goût sucré ?

Hypothèse : Peut-être l'origine du pain sucré du pain est la transformation de l'amidon en sucre réducteur par la salive après la mastication

Pour vérifier cette hypothèse, on compare les constituants du pain avant et après mastication

Avant la mastication	Après la mastication
Eau – sels minéraux – Amidon – protides – lipides – vitamines	Eau – sels minéraux – Amidon – Maltose – protides – lipides – vitamines – Salive

Question : comparez les constituants du pain avant et après la mastication puis déduisez :

Réponse : d'après l'analyse des constituants du pain avant et après la mastication, montre qu'il y a l'apparition de deux nouvelles substances : maltose – la salive

On déduit que le maltose est le résultat de la simplification moléculaire de l'amidon en présence du suc gastrique.

- Afin de vérifier l'action de la salive sur l'amidon, on réalise l'expérience suivante :

Début de l'expérience

échantillon (A) eau iodée eau iodée échantillon (B)

échantillon (A) liqueur de Fehling liqueur de Fehling échantillon (B)

Mise en évidence de

Mise en évidence de

t_0

Fin de l'expérience

échantillon (A) empois d'amidon empois d'amidon + salive échantillon (B)

on met les deux tubes à essai au bain Marie (37°)

échantillon (A) eau iodée eau iodée échantillon (B)

échantillon (A) liqueur de Fehling liqueur de Fehling échantillon (B)

Mise en évidence de

Mise en évidence de

t_{15} après 15 mn

Questions :

- 1) Décrivez les résultats obtenus
- 2) Donnez le bilan de la digestion buccale en écrivant la réaction chimique

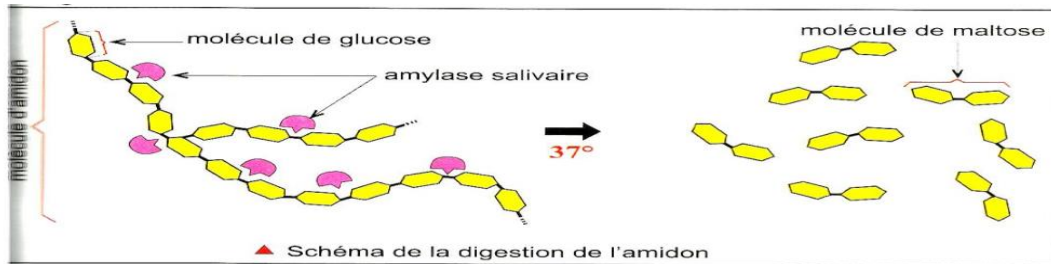
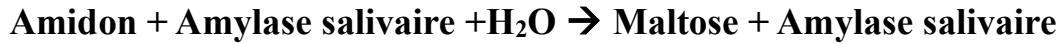
Bilan :

- 1) A partir des expériences précédentes, nous concluons que la salive contient une substance qui permet en présence d'eau et à une température de 37° la transformation de l'amidon (grosses molécules et goût non sucré), en petites molécules appelé maltose (sucre simple au goût sucré).
- 2)

Conclusion – bilan de la digestion buccale –

Au niveau la bouche, les aliments se transforment en petit morceaux sous l'**action mécanique** des dents (**mastication**) et de la langue (brassage et malaxation), et l'action chimique par l'enzyme amylase salivaire contenue dans la salive qui permet la **simplification moléculaire** de l'amidon (sucre complexe) en Maltose (sucre simple) en s'insérant des molécules d'eau, on parle de l'**hydrolyse**

Enzyme : substance protéique qui favorise une réaction chimique et n'y intervient pas



C – La transformation des aliments au niveau de l'estomac (la digestion gastrique)

- **La digestion mécanique :**

Les aliments, après avoir été mâchés et avalés, descendent par l'œsophage jusqu'à l'estomac où ils sont **brassés** et **broyés** par des contractions musculaires. C'est la digestion mécanique

- **La digestion chimique**

Le tableau suivant représente le résultat de l'analyse du bol alimentaire à l'entrée et à la sortie de l'estomac :

Composition du bol avant d'arriver à l'estomac	Composition du bol à la sortie de l'estomac
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Eau ➤ Sels minéraux ➤ Amidon ➤ Maltose ➤ Lipides ➤ Protides ➤ Salive 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Eau ➤ Sels minéraux ➤ Amidon ➤ Maltose ➤ Lipides ➤ Protides ➤ Polypeptides ➤ Salive ➤ Suc gastrique (Pepsine + HCl)

Questions :

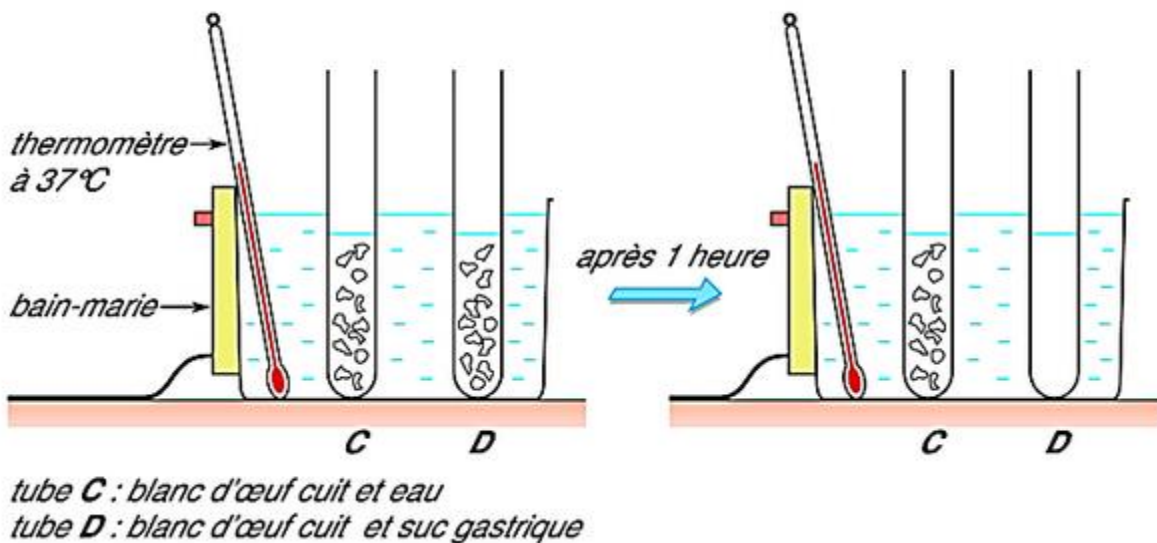
- 1) **Comparez** les constituants du bol alimentaire à l'entrée et à la sortie de l'estomac
- 2) Que pouvez-vous **déduire**

Réponses :

- 1) On constate l'apparition de deux nouvelles substances : suc gastrique et les polypeptides

- 2) On déduit que les polypeptides sont le résultat de la simplification moléculaire des protides par le suc gastrique
- Pour vérifier l'action du suc gastrique sur les protides on réalise l'expérience suivante

La digestion expérimentale de blanc d'œuf cuit par le suc gastrique



Questions :

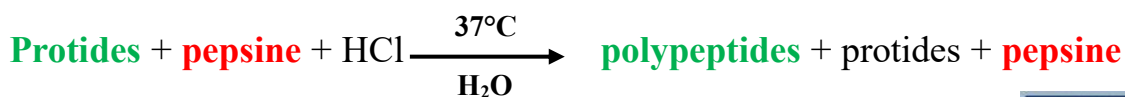
- 1) Décrivez les résultats obtenus dans l'expérience
- 2) Conclure sous forme un bilan la digestion des protides au niveau de l'estomac et écrivez la réaction chimique

Bilan :

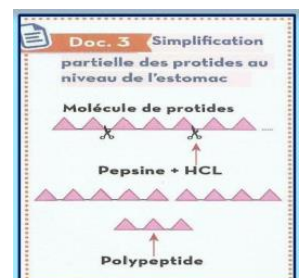
- 1) Le blanc d'œuf dans le tube C qui contient seulement de l'eau n'a pas changé après une heure tandis que le contenu dans le tube D qui contient en plus de l'eau, le suc gastrique a disparu
- 2)

Conclusion – bilan de la digestion gastrique –

Au niveau de l'estomac, une partie des protides est transformée en **molécules simples**, appelé **polypeptides**, en présence d'eau et d'acide chlorhydrique (HCl) sécrété par la paroi de l'estomac, cette réaction chimique est catalysée par l'enzyme **pepsine** (présente dans le **suc gastrique**), qui agit en milieu acide et à la température corporelle (37°C) et selon la réaction suivante :



Remarque : A la sortie de l'estomac le **bol alimentaire** se transforme en **chyme alimentaire**.



D – La transformation des aliments au niveau de l'intestin grêle (La digestion intestinale)

- La digestion mécanique :

Les aliments quittent l'estomac pour rejoindre l'intestin grêle où ils sont **mélangés** et **broyés** par des **contractions musculaires**, formant ainsi une bouillie appelée **chyle alimentaire**, c'est la digestion mécanique

- La digestion chimique

Le tableau suivant représente l'analyse du chyme à la sortie de l'estomac et après avoir resté dans l'intestin grêle :

Composition du chyme à la sortie de l'estomac	Composition du chyme après quelques heures dans l'intestin grêle
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Eau ➤ Sels minéraux ➤ HCl ➤ Amidon ➤ Maltose ➤ Polypeptides ➤ Protides ➤ Lipides ➤ Vitamines ➤ Suc gastrique 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Eau ➤ Sels minéraux ➤ Glucose ➤ Acides aminés ➤ Acides gras et glycérol ➤ Vitamines ➤ Bile, suc pancréatique et intestinale

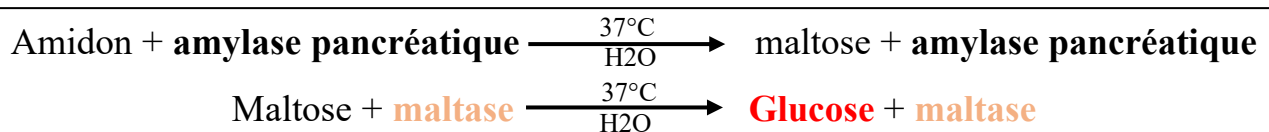
Questions :

- 1) Comparez les constituants du chyme à la sortie de l'estomac et après avoir resté dans l'intestin grêle
- 2) Que pouvez-vous déduire

Réponses :

- 1) L'analyse du chyme montre qu'il y a disparition de l'amidon, maltose, protides, polypeptides, et des lipides, et l'apparition d glucose, d'acides aminés, d'acides gras, glycérol, suc intestinale et suc pancréatique en plus de la bile
- 2) On déduit qu'au niveau de duodénum, première partie de l'intestin grêle, le chyme se transforme en chyle grâce aux enzymes présentes dans la bile, le suc intestinal et le suc pancréatique, on cite :

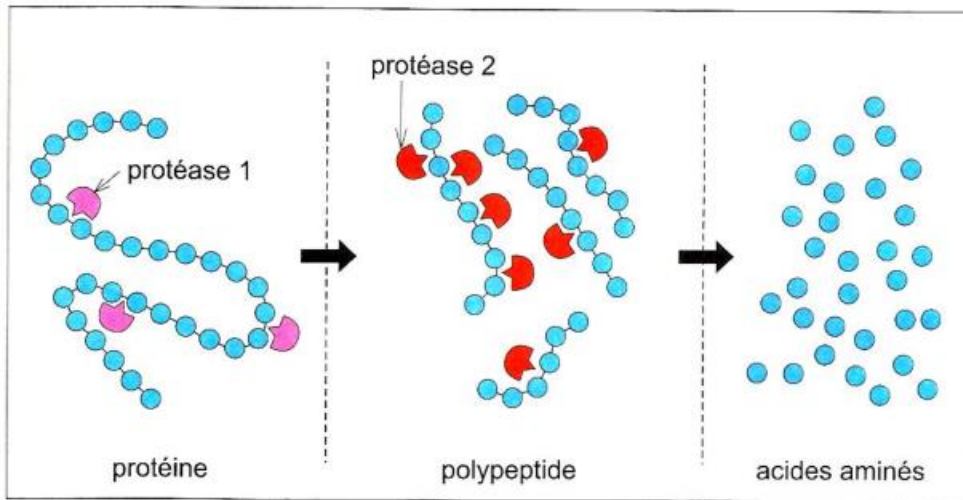
→ Transformation de l'amidon et de maltose en GLUCOSE




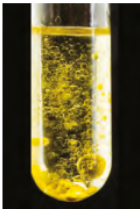


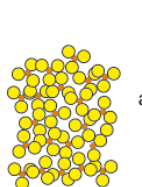
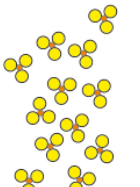
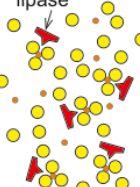
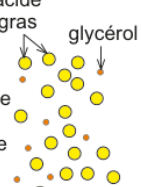
→ Transformation des protides et de polypeptides en ACIDES AMINES

Protides + **pepsine (protéase)** $\xrightarrow[37^{\circ}\text{C}]{\text{H}_2\text{O}}$ polypeptides + **pepsine (protéase)**

Polypeptides + **peptidase** $\xrightarrow[37^{\circ}\text{C}]{\text{H}_2\text{O}}$ **acides aminés** + **peptidase**



→ Transformation des lipides et des polypeptides en acides gras et glycérol

Expériences réalisées à une température de 37°				
Schéma explicatif de la digestion des lipides		action de la bile 	lipase 	acide gras glycérol action de la lipase 
Conclusion	grosses molécules	émulsion de l'huile (formation de petites gouttelettes)	début de la simplification de l'huile	simplification totale de l'huile

Grosses molécules lipidiques + **bile** $\xrightarrow{\text{Emulsification}}$ petites molécules lipidiques

Petites molécules lipidiques + **lipase** $\xrightarrow[37^{\circ}\text{C}]{\text{H}_2\text{O}}$ **acides gras + glycérol** + **lipase**

Remarque :

- La bile ne contient pas d'enzymes donc il ne s'agit pas d'un suc digestif, elle est sécrétée par le foie et stockée dans la vésicule biliaire et permet l'émulsification des grosses molécules lipidiques
- L'eau, sels minéraux et les vitamines ne subissent pas la digestion, ils sont des aliments simples

- Le pancréas produit le suc pancréatique et le libère dans le duodénum à travers le canal pancréatique, le duodénum sécrète le suc intestinal dans la lumière intestinale

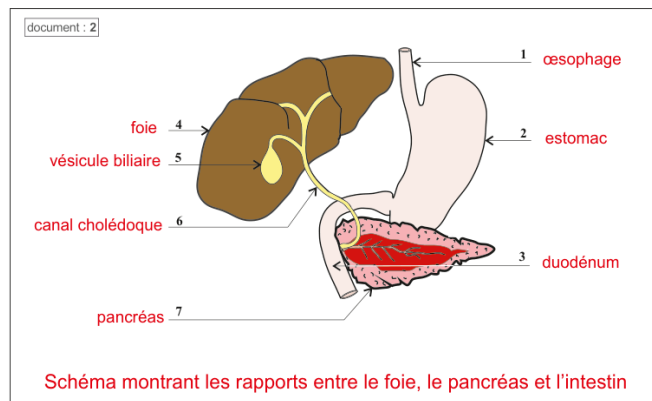
BILAN GENERAL

- La digestion est la transformation mécanique et chimique des aliments en nutriments (petites molécules solubles et utilisable par l'organisme)
- Les enzymes digestives permettent la simplification moléculaire (transformation de grosses molécules en petites molécules) ce qui aboutit à la formation des nutriments (glucose, acides aminés, acides gras, glycérol, l'eau, les sels minéraux, et les vitamines)

document : 1

sucs digestifs	enzymes digestifs	aliments simples	résultats de la digestion
salive	amylase salivaire	amidon	maltose
suc gastrique	protéase (pepsine)	protéines	polypeptides
suc pancréatique	amylase	amidon	maltose
	maltase	maltose	glucose
	protéase (trypsine)	protéines	polypeptides
	peptidases	polypeptides	acides aminés
	lipase	lipides	acides gras + glycérol
suc intestinal	maltase	maltose	glucose
	peptidases	polypeptides	acides aminés
	lipase	lipides	acides gras + glycérol

Tableau montrant les enzymes contenus dans les sucs digestifs excrétés à l'intérieur du tube digestif et leur action sur les aliments



Activité 3 : L'absorption intestinale

Nous venons de voir que les aliments sont transformés en nutriments lors de la digestion. Mais il faut que ces nutriments qui sont présent dans le tube digestif puissent être transportés jusqu'aux organes qui en ont besoin.

- Comment les nutriments parviennent-ils jusqu'au sang ?

A – Devenir des nutriments dans le tube digestif

→ Exercices intégrés

Les tableaux suivants représentent une comparaison entre la quantité des aliments ingérées en 24h chez un adulte sain et la quantité de matière fécale rejetées

Les aliments ingérés en 24h	
Les aliments	La quantité
Eau	1.5 l
Protides	80 g
Lipides	100 g
Cellulose	20 g
Glucides	320 g
Sels minéraux	10 g

Les aliments ingérés en 24h	
Les aliments	La quantité
Eau	117 l
Protides	Traces
Lipides	2 g
Cellulose	20 g
Amidon	Traces
Glucose	0 g
Pigments biliaires	0.25 g
Flore intestinale	11g

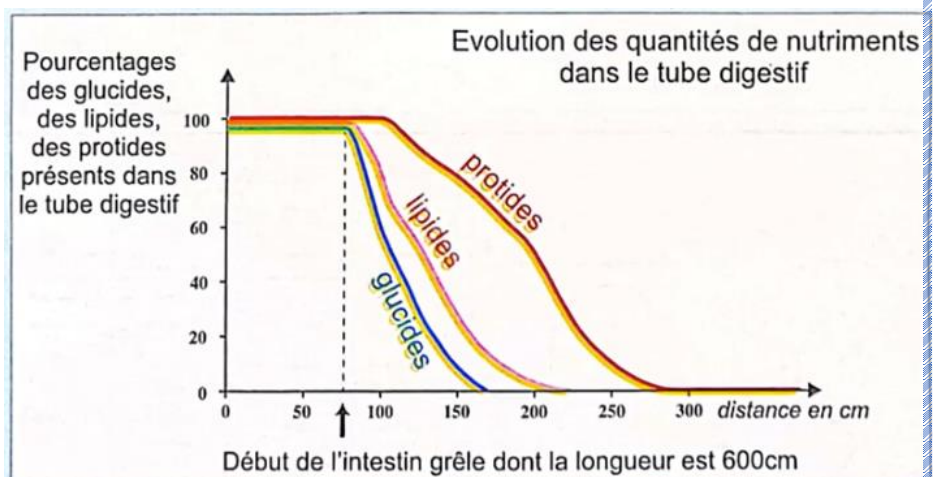
Question :

- Comparez les deux tableaux ci-dessus puis déduisez

Réponse :

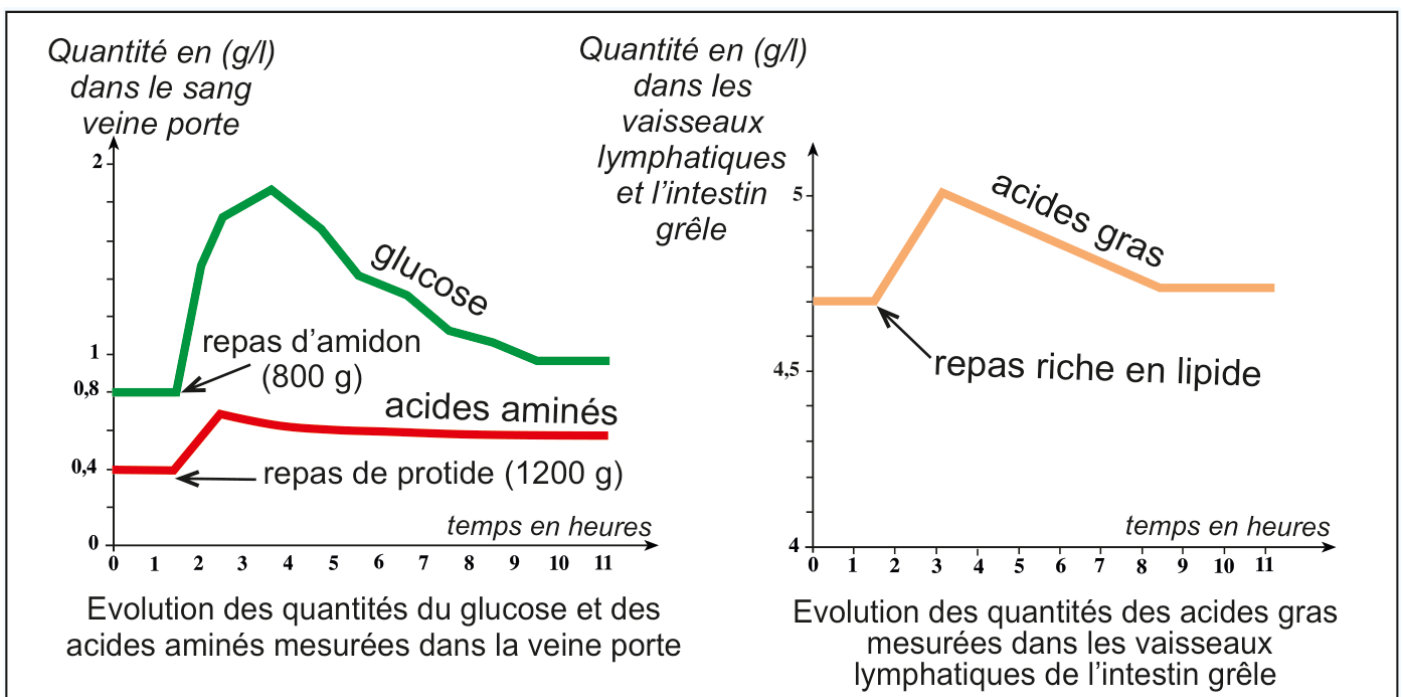
- En comparant les deux tableaux, on conclut que les glucides, les lipides, et les protides ne sont pas présentés dans les excréments donc ils restent dans le tube digestif.

Afin de déterminer le devenir des nutriments, on introduit une petite sonde dans le tube digestif à travers l'œsophage, et on effectue des prélèvements à différents endroits, puis on détermine le taux des protéines, glucides et des lipides restants dans l'intestin.



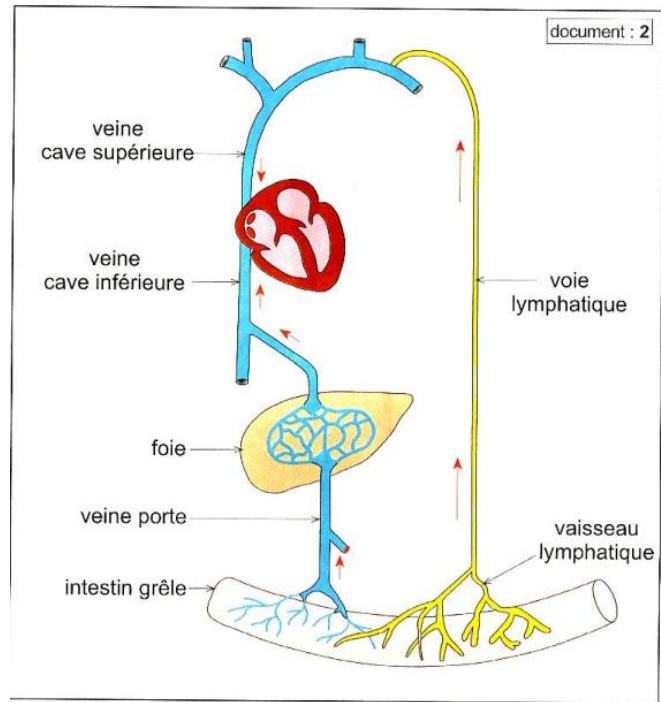
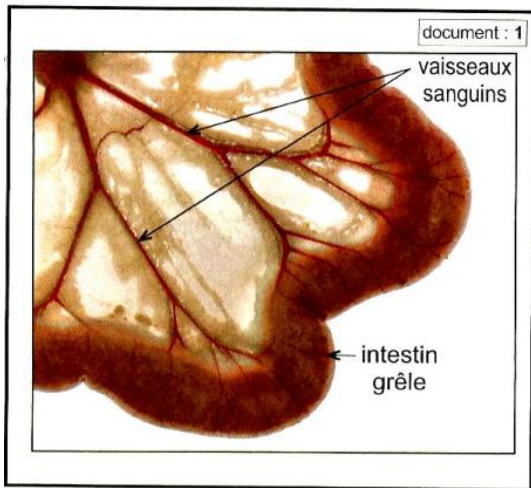
- 1) Décrivez l'évolution de la quantité des nutriments dans l'intestin grêle

- 2) **Proposez** une hypothèse expliquant cette évolution
- 3) Le document 1 représente une photographie de l'intestin grêle du lapin et le document 2 représente la relation entre l'intestin grêle et la circulation sanguine.
- Que peut-on déduire à partir du :
 - Document 1
 - Document 2
 - Afin de déterminer le devenir des nutriments dans l'intestin grêle, on mesure la quantité des acides aminés et du glucose dans le sang de la veine porte, et la quantité des acides gras dans les vaisseaux lymphatiques, après un repas riche en amidon, en protéines, et en lipides, les résultats sont représentés par les courbes ci-dessous :



- Déduisez** l'évolution des quantités du glucose, des acides aminés et des acides gras dans le sang après un repas
- Démontrez** que ces résultats obtenus, valident l'hypothèse proposée précédemment sur le devenir des nutriments

c. **Formulez un résumé qui indique le devenir des nutriments**



Réponses :

- 1) De l'œsophage à l'estomac, la quantité des nutriments ne change pas. Par contre leur quantité diminue au fur et à mesure que l'on avance dans l'intestin grêle
- 2) Peut-être les nutriments quittent l'intestin grêle et passent dans le sang
- 3) a. i. document 1 : on conclut que l'intestin grêle est richement vascularisé

ii. document 2 : on remarque que de l'intestin grêle partent deux vaisseaux : la veine porte vers le foie et les vaisseaux lymphatique vers le cœur

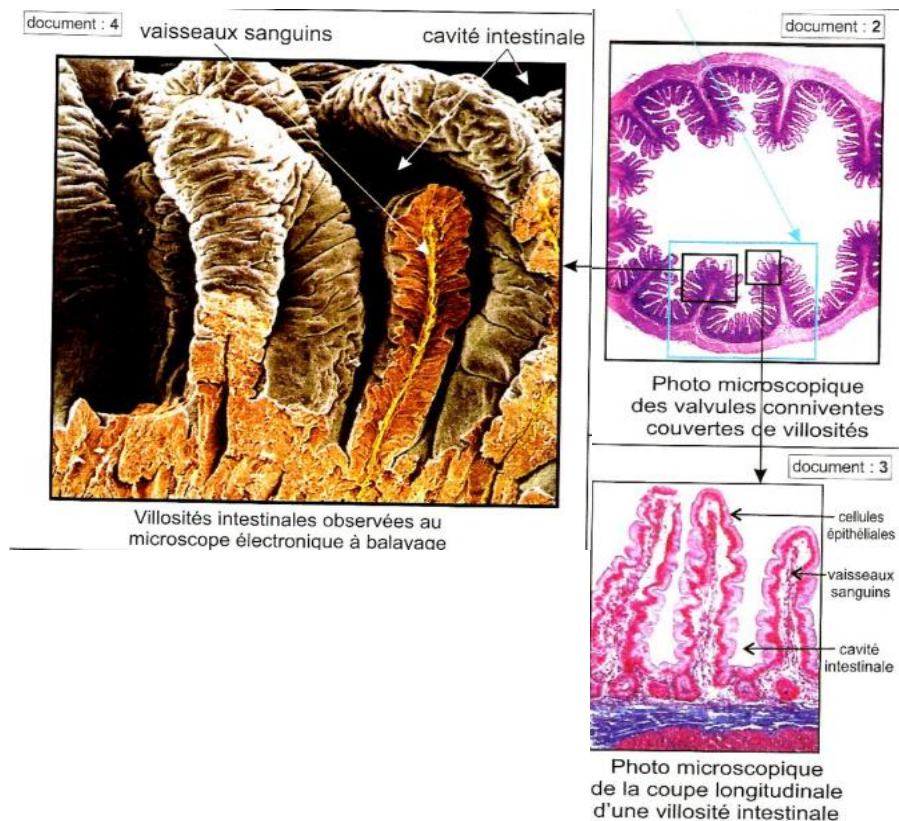
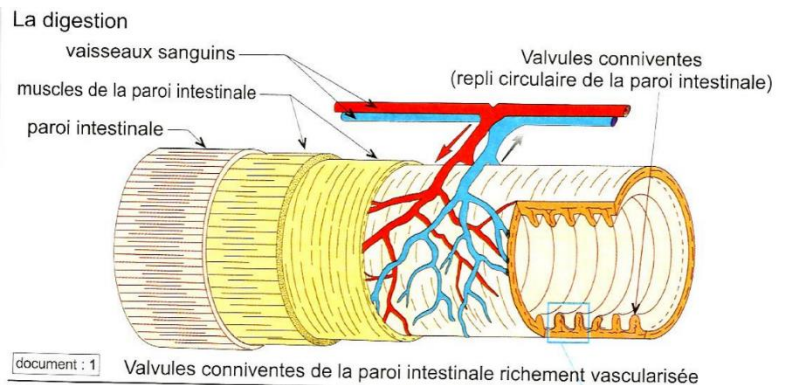
b. iii. Les graphiques montrent qu'après une heure e demi qui suit l'ingestion le taux des nutriments augmente dans le sang pour le glucose et les acides aminés, et dans les vaisseaux lymphatiques pour les lipides. Il atteint un pic entre trois et quatre heures après, pour les glucides et les lipides, et deux heures et demi après, pour les acides aminés, puis il diminue progressivement.

iv. l'hypothèse est valide car le taux des nutriments dans le sang de la veine porte et dans les vaisseaux lymphatiques augmente, ce qui explique qu'au niveau de l'intestin grêle les nutriments passent dans le sang

- c. Les nutriments résultants de la digestion des aliments passent dans le sang (ou dans la lymphe pour les lipides) au niveau de la première partie de l'intestin grêle : c'est **l'absorption intestinale**

B – Caractéristiques de l'intestin grêle

Observation : doc 1, 2, 3 et 4 page 21



La paroi interne de l'intestin grêle est formé de très nombreux replis, ces replis sont recouverts d'un très grand nombre de villosités intestinales, et chaque villosité comporte de nombreuses cellules dont chacune comporte elle-même de nombreuses microvillosités

Ces villosités intestinales sont riches en vaisseaux sanguins et lymphatique qui permettent l'absorption des nutriments

C – structures responsable de l'absorption intestinale

Les villosités intestinales, de minuscules structures en forme de doigts, recouvrent l'intérieur de l'intestin grêle. Elles sont parcourues de vaisseaux sanguins et lymphatiques, et jouent un rôle essentiel dans l'absorption des nutriments issus de la digestion et les transferts vers le reste de l'organisme.

Définition simple : Les villosités intestinales des unités structurelles et fonctionnelles de l'intestin grêle responsables de l'absorption intestinale

document : 1

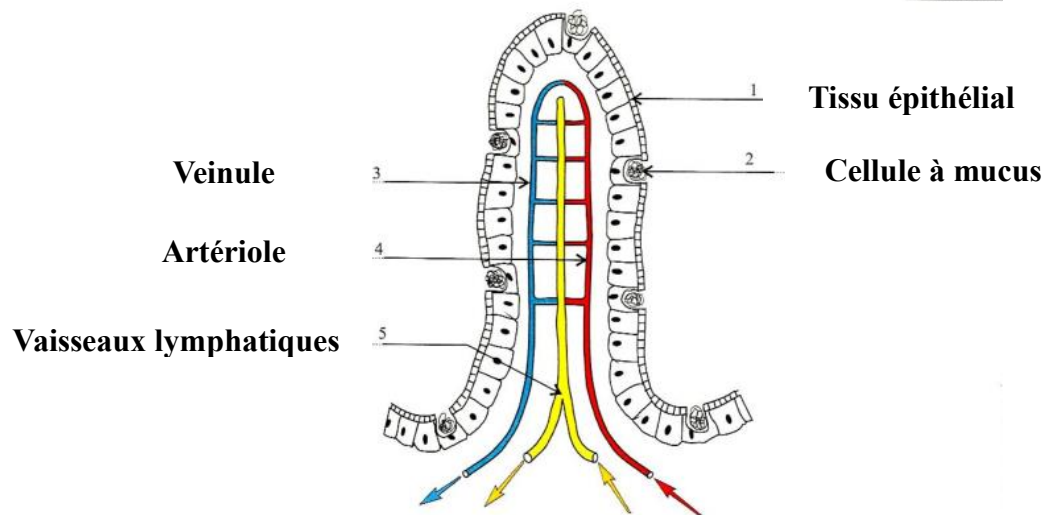
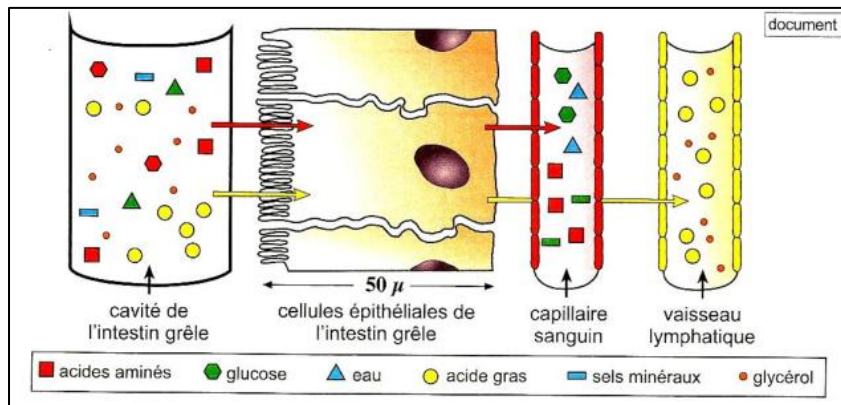


Schéma de la villosité intestinale



Exploitez le document ci-dessus, puis complétez le tableau suivant.

Les nutriments qui passent dans le sang	Les nutriments qui passent dans la lymphe
<p>eau - glucose - acides aminés - sels minéraux</p>	<p>acide gras - glycérol</p>

BILAN GENERAL DU CHAPITRE 1

