

# SCIENCES BIOLOGIQUES

2<sup>ème</sup> année de l'enseignement secondaire  
Section sport

## Les auteurs

Hechmi ZOUAOUI  
Inspecteur principal

Sondes JBARA  
Inspectrice

Chokri MEDDEB  
Professeur principal

## Les évaluateurs

Younes BEN DAAMER  
Inspecteur

Abdelaziz BEN MHENNI  
Inspecteur

## Remerciements

Les auteurs de ce manuel remercient :

- pour leur collaboration constructive les évaluateurs, messieurs Abdelaziz BEN MHENNI et Younes BEN DAAMAER
- pour leur collaboration dans la mise en œuvre de ce manuel, la direction générale et l'équipe technique du centre national pédagogique.
- pour sa collaboration constructive, monsieur Moncef FEKIH, Professeur principal des SVT.

# Préface

Ce manuel scolaire est conforme au programme officiel de biologie de la deuxième année, section sport. C'est un outil d'apprentissage destiné aux élèves de ce niveau en vue de permettre de travailler aussi bien en classe qu'en dehors du lycée. Il constitue un outil didactique qui aide l'enseignant, d'une part à préparer les leçons de biologie, et d'autre part, à atteindre les objectifs visés.

Notre démarche consiste à partir d'une problématique générale autour d'un thème que nous déclinons ensuite en chapitres.

Chaque chapitre comporte les rubriques suivantes :

- une situation problème tirée du milieu sportif et se terminant par un ou plusieurs problèmes scientifiques à résoudre au fur et à mesure de la progression de l'apprentissage.
- une page consacrée aux pré-requis à mobiliser pour atteindre les objectifs visés par le programme officiel.
- des activités pertinentes, conçues pour être réalisées individuellement ou par groupe d'élèves. Dans le cadre de ces activités, on propose des manipulations et des exercices de réflexion qui visent le développement de capacités variées : réaliser des expériences, observer, analyser des documents ou des résultats expérimentaux, réaliser des schémas de synthèse ou des enquêtes...
- une rubrique intitulée « Bilan » qui présente les savoirs essentiels exigés et les productions attendues au terme des différentes activités.
- une rubrique intitulée « Exercices » propose deux types d'exercices : des questions à choix multiples (QCM) et des questions à réponse ouverte et courte (QROC).

Bien exploités en classe ou chez soi, ces exercices permettent aux élèves d'évaluer leurs acquis et aux enseignants de diagnostiquer leur lacunes afin de leur proposer des remédiations ciblées.

Nous espérons, enfin, que ce manuel répondra aux attentes des uns et des autres.

Bonne lecture à tous.

**Les auteurs**



**Avoir une bonne nutrition est indispensable au fonctionnement normal de l'organisme**

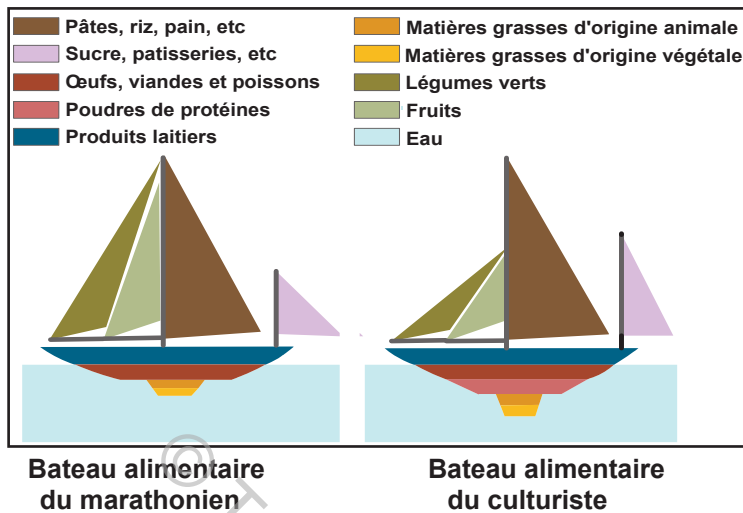
Les choix alimentaires d'une personne sont déterminés d'une part, par son état physiologique, ses préférences liées aux habitudes personnelles et culturelles, et d'autre part, par la composition chimique des aliments courants.

Toutefois, les mauvaises habitudes alimentaires relatives à la vie moderne augmentent les risques d'atteinte de plusieurs maladies (diabète, bérubéri, maladies cardiovasculaires, rachitisme,...).

Une consommation quotidienne équilibrée de certains aliments en quantité et en qualité permet de prévenir plusieurs troubles de la santé.

Ce thème comporte :	Page
■ <b>Chapitre 1 : Besoins nutritionnels de l'Homme</b>	<b>5</b>
■ <b>Chapitre 2 : Digestion et absorption</b>	<b>59</b>
■ <b>Chapitre 3 : Respiration</b>	<b>83</b>
■ <b>Chapitre 4 : Circulation sanguine</b>	<b>111</b>
■ <b>Chapitre 5 : Métabolisme cellulaire</b>	<b>150</b>

# BESOINS NUTRITIONNELS DE L'HOMME



Les sportifs s'interrogent souvent sur la pertinence et le choix des aliments courants au cours de l'effort.

Certains athlètes n'éprouvent pas le besoin d'avoir recours à des produits diététiques pendant l'effort ou en récupération. Ils pensent que l'alimentation quotidienne suffit à couvrir les besoins de l'organisme en fonction de la nature du sport pratiqué.

« Les sportifs de haut niveau mangent moins gras que les personnes sédentaires. Le marathonien professionnel, par exemple mange des aliments qui fournissent plus de glucides et moins de lipides. Le culturiste ou bodybuilding mange, quant à lui, beaucoup plus de protéines d'origine animale, consomme moins de lipides et mange souvent trop peu de fruits et légumes. » (*Comité français d'éducation pour la santé*)

- Comment identifier la composition chimique des aliments courants ?
- Comment associer les aliments de la consommation courante à leurs fonctions respectives dans l'organisme ?
- Comment expliquer l'importance de l'équilibre alimentaire dans le maintien de la santé de l'Homme ?
- Comment déterminer les besoins alimentaires qualitatifs et quantitatifs en rapport avec la nature du sport pratiqué ?

## CHAPITRE



## SOMMAIRE

Partie 1 : Composition chimique des aliments courants.....	P 7
Partie 2 : Principales fonctions des aliments simples .....	P 20
Partie 3 : Besoins alimentaires de l'Homme .....	P 25
Bilan : .....	P 44
Exercices : .....	P 51

### **Objectifs :**

- **Identifier** la composition chimique des aliments courants.
- **Connaître** les fonctions des aliments simples.
- **Distinguer** entre les besoins alimentaires qualitatifs et quantitatifs de l'organisme.
- **Réaliser** des expériences.
- **Analyser** des résultats expérimentaux.
- **Analyser** des documents.

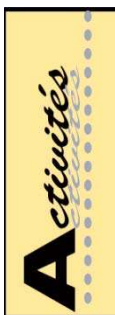
### **Pré-requis :**

- Relation entre la nutrition et la croissance.
- Besoins en sels minéraux pour la croissance.
- Mise en évidence de certains aliments simples par des réactifs appropriés.
- Les fonctions de la nutrition chez l'Homme
- Notion de protéines synthétisées au niveau du réticulum endoplasmique de la cellule.
- Composition chimique de l'os en matière minérale apportée par l'alimentation (calcium, phosphates).
- Fonctions des aliments simples (glucides, lipides et protides).
- Transfert de l'unité de mesure de l'énergie contenue dans les aliments simples.
- Apport énergétiques des aliments simples.
- Malnutrition
- Ration alimentaire équilibrée.

## PARTIE 1 Composition chimique des aliments courants



**Ingrédients :**  
150 ml de lait  
100ml d'eau  
500g de farine  
50g de sucre de table  
350g de beurre ramolli(ou huile d'olive)  
20 bâtons au chocolat  
Une pincée de sel de cuisine  
150 g d'amande hachées  
1 œuf pour la dorure  
25g de levure de boulangère



### Les viennoiseries, faut-il les consommer tous les jours ?

Il a été constaté durant les dernières décennies que les viennoiseries occupent une place de plus en plus importante dans nos petits déjeuners (croissants, pain au chocolat, chaussons aux pommes,...). Certes, il est difficile de résister à un croissant au chocolat parsemé d'amandes hachées, caramélisées, fourré avec de la crème au beurre et avec une couche brillante de miel. Ces viennoiseries, qui nous invitent à la gourmandise, nous ramènent à se demander sur la composition chimique des ingrédients de la viennoiserie souvent présents dans d'autres aliments courants

## 1- Composition chimique des aliments courants

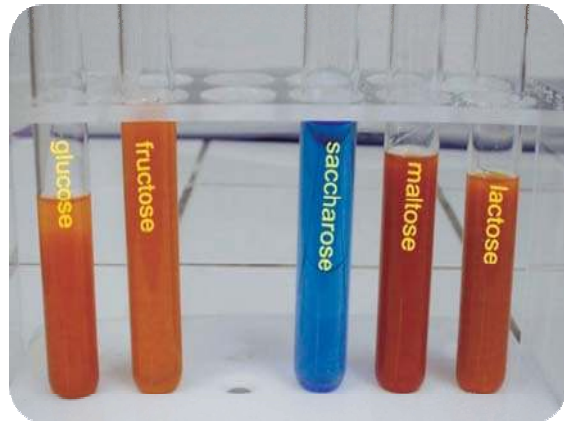
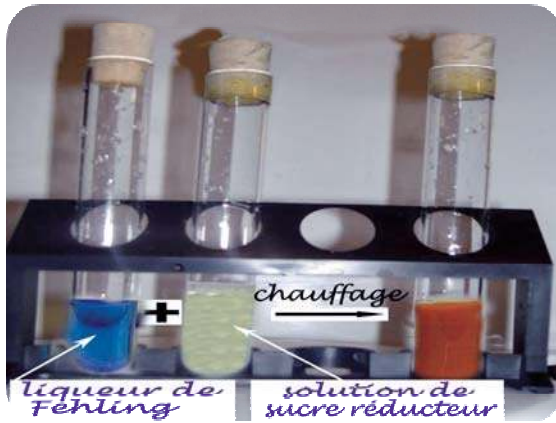
### Activité 1

#### 1.1- Expériences témoins

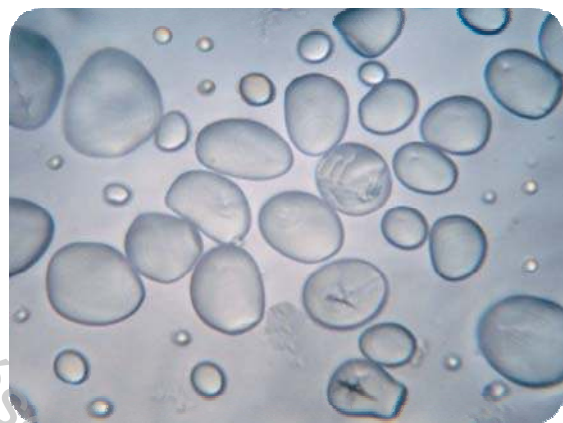
Plusieurs expériences témoins permettent de mettre en évidence les réactions caractéristiques de certains aliments simples en présence de réactifs appropriés ou autres protocoles expérimentaux. Ces réactions peuvent être réalisées sur des produits purifiés disponibles au laboratoire tels que certains sucres (glucose, saccharose, lactose, maltose ...), certaines protéines (caséine, gélatine, gluten...) et quelques sels minéraux.

#### 1.1.1- Des réactions caractéristiques des glucides

Le terme de "sucres réducteurs" vient historiquement de la réaction chimique qui a permis de les mettre en évidence. Mis en présence de la liqueur de Fehling à chaud, les sucres réducteurs donnent un précipité rouge brique.



1- Les glucides réagissent différemment avec la liqueur de Fehling à chaud



2- L'amidon est mis en évidence par sa coloration en présence d'eau iodée

3- Au microscope, l'amidon montre des grains dispersés et rayés



**Le glycogène**  
Le glycogène est la forme sous laquelle les glucides sont stockés dans l'organisme.

4- Le glycogène est mis en évidence par sa coloration en présence d'eau iodée

### 1.1.2- Une réaction caractéristique des protides

Selon leur origine, les protides sont de deux types : des protides d'origine animale et des protides d'origine végétale.



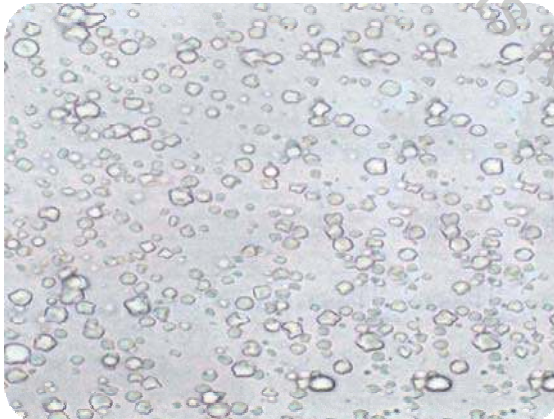
#### La réaction de biuret

- Introduire dans un tube à essai un protide, la caséine par exemple.
- Verser 0,5 mL de soude.
- Ajouter dans le tube, délicatement, quelques gouttes (3 ou 4) de sulfate de cuivre.
- Agiter légèrement.

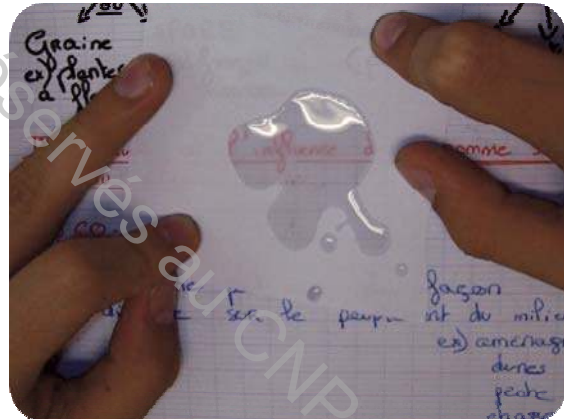
5- Les protéines sont mises en évidence par la réaction de biuret.

### 1.1.3- Des caractéristiques des lipides

Selon leur origine, les lipides sont classés en lipides d'origine animale et lipides d'origine végétale.



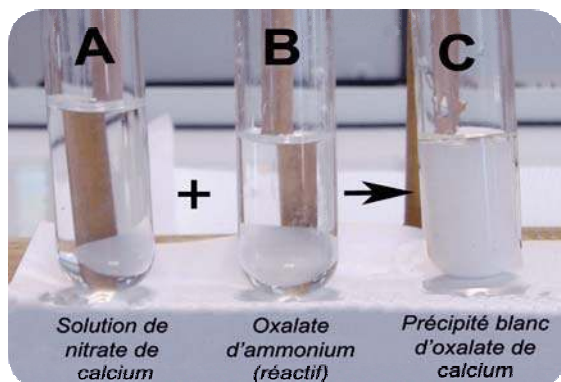
6- Au microscope, les lipides montrent des microgouttes sur un fond homogène



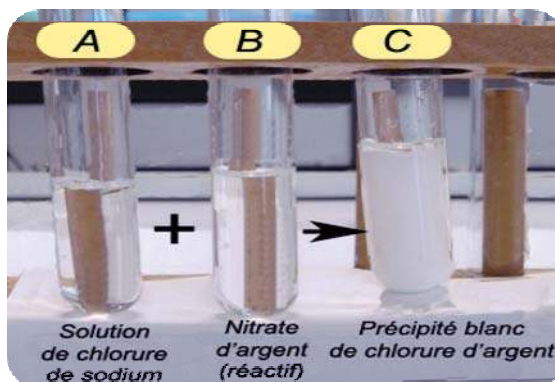
7- Frottés ou placés sur un papier blanc, les lipides laissent une tache translucide qui ne disparaît pas à la chaleur

### 1.1.4- Des réactions caractéristiques des sels minéraux

Pour mettre en évidence certains ions (ion calcium, ion sodium, ion chlorure...), on cherche à les précipiter sous des sels minéraux insolubles visibles dans des solutions transparentes.



**8-** Les ions calcium sont mis en évidence par la formation d'un précipité blanc en présence de l'oxalate d'ammonium

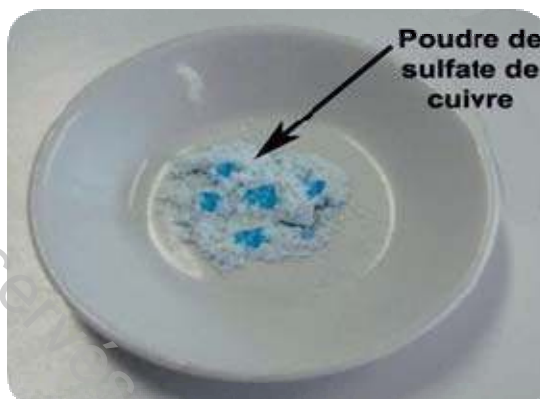


**9-** Les ions chlorures sont mis en évidence par la formation d'un précipité blanc en présence du nitrate d'argent

### 1.1.5- Des réactions caractéristiques de l'eau



**10-** Le chauffage montre la présence de l'eau par dégagement de la vapeur d'eau



**11-** En présence d'eau la poudre blanche de sulfate de cuivre anhydre donne une couleur bleu clair

## 1.2- Recherche de la composition chimique de quelques aliments courants

### 1.2.1- Préparations préliminaires utiles

Pour mettre en évidence certains composants chimiques des aliments courants, on réalise, et selon l'élément recherché, plusieurs préparations préliminaires :

- Pour chercher les sels minéraux solubles comme les ions calcium et les ions chlorure, on mélange l'aliment courant avec de l'eau distillée puis on filtre le mélange. Les tests de mise en évidence seront réalisés sur le filtrat obtenu.
- Pour chercher les glucides solubles on réalise des filtrats ou des jus.
- Pour chercher les protides ou le glycogène dans la viande ou le foie, on broie à l'aide d'un mortier et d'un pilon l'aliment puis le broyat obtenu pourrait être analysé pour chercher sa composition chimique.
- On chauffe le lait et/ou on ajoute un acide pour séparer ses constituants.

## 1.2.2- Expérimentation

Le document 12 présente des exemples d'aliments courants qui pourront être utilisés pour montrer leur composition en aliments simples.

Aliments simples recherchés :							
Aliments courants	glucides		lipides	protides	sels minéraux		eau
	Sucres réducteurs	Amidon ou glycogène			Chlorures	Sels de calcium	
Lait écrémé							
œuf							
Viande ou foie							
Beurre ou huile d'olive							
Pain ou pomme de terre ou farine							
Jus de fruit							

12- Composition en aliments simples de certains aliments courants

### Tâche 1

- 1- En **exploitant** les informations fournies par les expériences témoins et par les préparations préliminaires utiles, **compléter** le tableau du document 12 pour mettre en évidence la composition des aliments courants (lait écrémé, œuf, viande ou foie, huile d'olive ou beurre, pain ou pomme de terre ou farine, jus de fruit... ) en aliments simples.
- 2- **Dégager**, à partir des résultats des expériences réalisées, une conclusion sur la composition des aliments courants.

### 1.2.3- Recherche des vitamines

#### Activité 2

Le document 13 indique les résultats de recherche quantitative des vitamines A, B1, B3 (PP) et C dans certains aliments courants.

Aliments	Vitamine (mg/100g d'aliment)			
	A	B1	B3 (PP)	C
Viande de veaux	0,02	0,16	6	1,5
Œuf	0,65	0,28	0,34	0
Beurre	0,7	traces	traces	traces
Lait entier	0,02	0,05	0,22	2
Pain	0	0,06	0,5	0
Orange	0	0,07	0,2	40
Raisin	0,04	0,05	4	5
Pomme de terre	0	0,12	2,5	14

13- Vitamines A, B1, B3 et C dans certains aliments courants

#### Tâche 2

**Analyser** les données du document 13 afin de **classer** ces aliments selon leur richesse en vitamines A, B1 et C.

## 2- Composition chimique des aliments simples

La composition chimique des aliments simples peut être étudiée par diverses méthodes.

### 2.1- Composition des glucides

#### 2.1.1- Composition élémentaire des glucides

#### Activité 3

##### 2.1.1.1- Cas de l'amidon

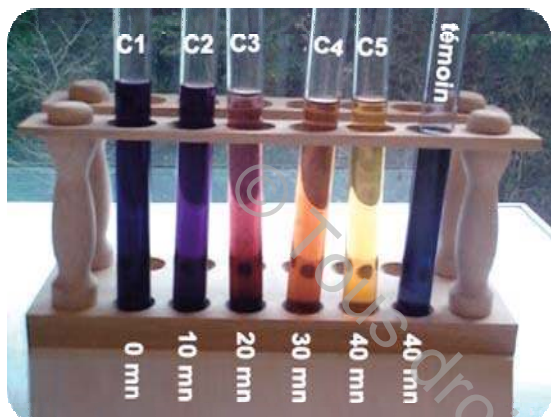
L'amidon est présent dans les cellules végétales, en particuliers dans des organes de réserve : tubercules, graines, céréales, etc. L'amidon est extrait sous forme d'une poudre blanche : la fécule.

#### Définition de l'hydrolyse chimique

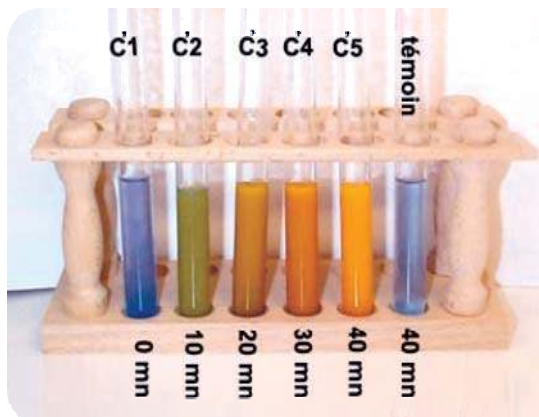
L'hydrolyse chimique d'une substance est une simplification moléculaire suite à la fixation de molécule(s) d'eau ce qui permet d'avoir une idée sur sa structure élémentaire. L'hydrolyse chimique de l'amidon ou autres substances se fait généralement par ébullition plus ou moins prolongée en présence d'acide.

- On utilise une série de 5 tubes à essai C1, C2, C3, C4 et C5 puis on met dans chacun 5 mL d'empois d'amidon et 1mL d'acide chlorhydrique à 1 mol.L<sup>-1</sup>.
- On met les 5 tubes au bain-marie bouillant.
- Au bout de 0 mn (T1) on retire le 1° tube C1, on le refroidit immédiatement sous le robinet d'eau, puis on partage son contenu en deux parties sensiblement égales C1 et C'1.
- On fait alors tout de suite le test à l'eau iodée sur C1 et le test à la liqueur de Fehling sur C'1.
- On refait la même chose au bout de :
  - \*10min (T2) sur C2 et C'2
  - \*20min (T3) sur C3 et C'3
  - \*30min (T4) sur C4 et C'4
  - \*40min (T5) sur C5 et C'5

#### 14- Etapes de l'hydrolyse chimique de l'amidon



15- Test à l'eau iodée de l'hydrolyse chimique l'amidon



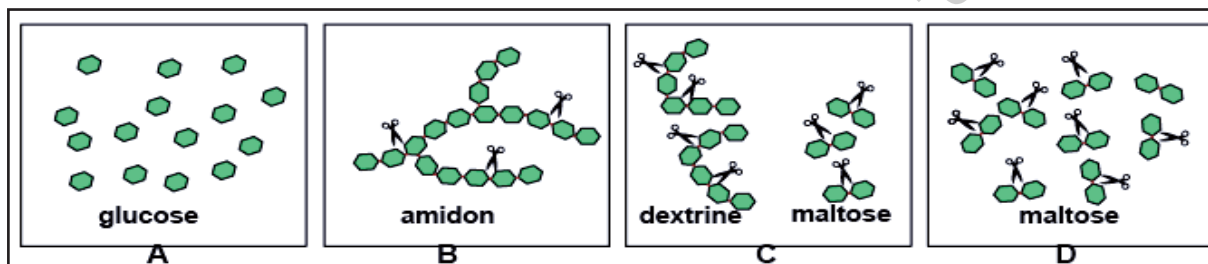
16- Test à la liqueur de Fehling de l'hydrolyse chimique de l'amidon

#### Tâche 3

A partir de l'exploitation des résultats des expériences témoins de la page 8 et des résultats de l'hydrolyse chimique de l'amidon (documents 14, 15 et 16), préciser la composition élémentaire de l'amidon.

#### Activité 4

Le document 17 représente, dans le désordre, 4 étapes A, B, C et D de l'hydrolyse chimique de l'amidon.



#### 17- Etapes de l'hydrolyse chimique de l'amidon (en désordre)

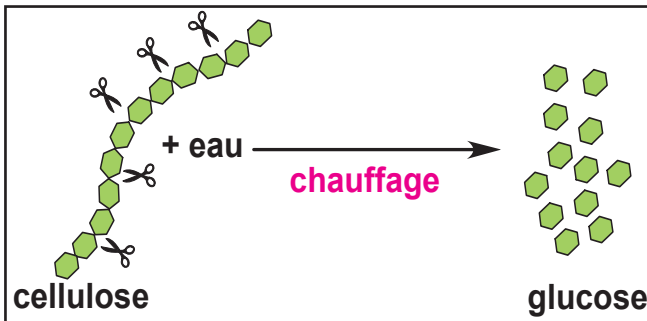
#### Tâche 4

- 1- Etablir l'ordre chronologique des étapes de l'hydrolyse chimique de l'amidon représentée par le document 17. Justifiez votre réponse.
- 2- Ecrire la réaction d'hydrolyse de l'amidon.

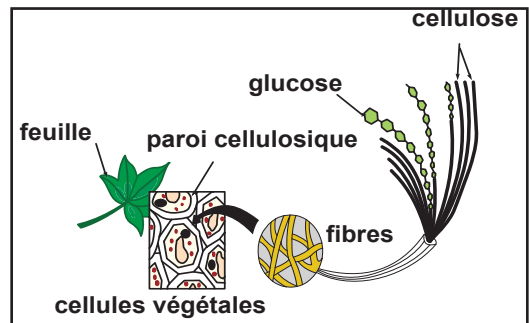
## Activité 5

### 2.1.1.2- Cas de la cellulose

La cellulose est un glucide non réducteur, c'est le principal constituant des végétaux et en particulier de la paroi de leurs cellules.



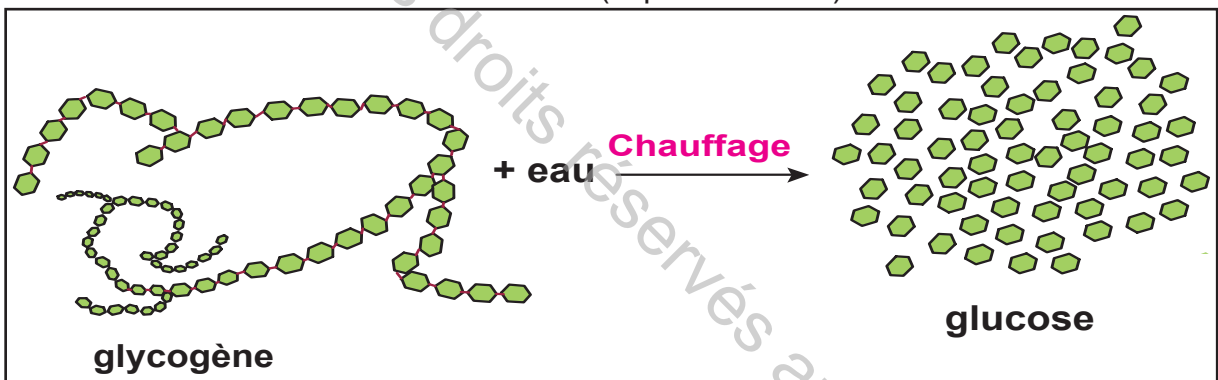
18- Hydrolyse chimique de la cellulose



19- La paroi cellulosique est une source de cellulose

### 2.1.1.3- Cas du glycogène

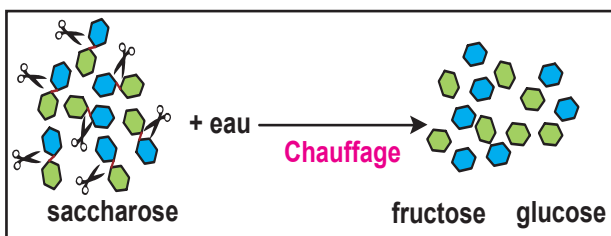
Le glycogène est un glucide non réducteur, il est formé par enchainement d'un nombre élevé de molécules élémentaires (supérieur à 500).



20- Hydrolyse chimique du glycogène

### 2.1.1.4- Cas du sucre de table : le saccharose

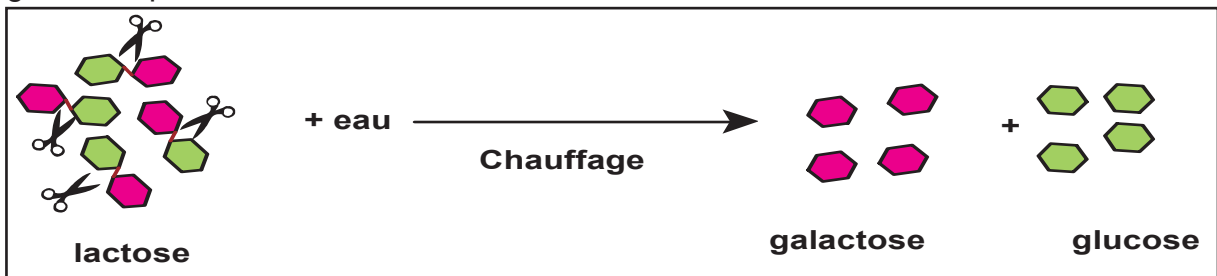
Le saccharose ou sucre de table est un glucide de saveur douce et agréable, très largement utilisé dans la préparation de certains aliments. Il est extrait de certaines plantes, principalement la canne à sucre et la betterave sucrière sous forme de petits cristaux blancs.



21- Hydrolyse chimique du saccharose

### 2.1.1.5- Cas du sucre du lait : le lactose

Le lactose est un sucre réducteur présent dans le lait à raison de 20 à 80 grammes par litre.



### 22- Hydrolyse chimique du lactose

#### Tâche 5

- 1- A partir des informations des documents concernant l'hydrolyse des glucides, **nommer** les molécules élémentaires du maltose, du saccharose, du lactose, de la cellulose, du glycogène et de l'amidon.
- 2- **Classer** ces glucides en fonction du nombre de leurs molécules élémentaires.

### 2.1.2- Composition atomique des glucides

#### Activité 6

#### Notion de molécule, de formule brute et de formule développée

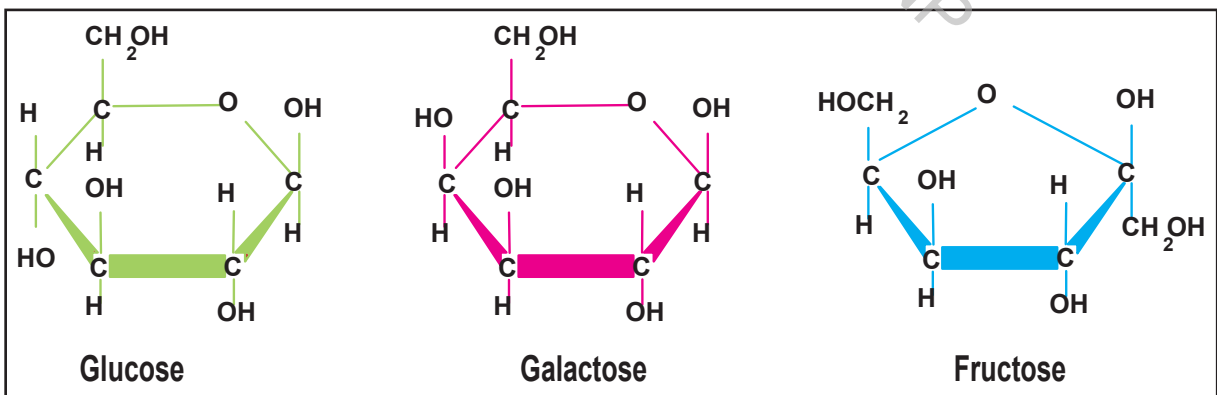
- Une **molécule** : est une entité formée d'atomes. Chaque atome est représenté par un symbole.

**C** : pour le carbone, **O** : pour l'oxygène, **H** : pour l'hydrogène, **N** : pour l'azote, etc.

- Une **formule brute** : Chaque molécule possède un nom et une formule dite formule brute qui lui est propre. La formule brute s'écrit en représentant les symboles des atomes présents avec, en indice, leur nombre. Exemple : l'eau est de formule brute  $H_2O$ .

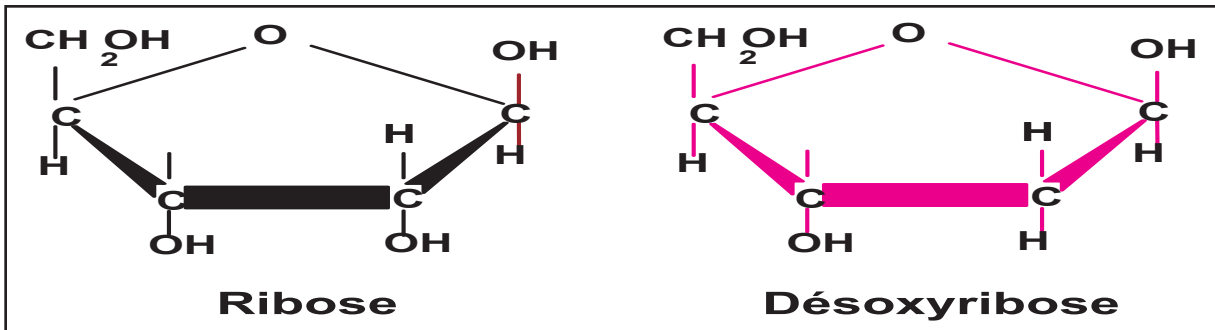
- Une **liaison covalente** : permet aux atomes de "**s'associer**" pour former des molécules.

- Une **formule développée** : est une représentation de l'agencement des atomes qui composent une molécule.



### 23- Formules développées du glucose, du galactose et du fructose

Le ribose et le désoxyribose sont deux glucides qui jouent un rôle important chez les êtres vivants particulièrement dans l'hérédité des caractères.



24- Formules développées du ribose et du désoxyribose

### Tâche 6

- 1- A partir des informations des documents 23 et 24, **nommer** les atomes constitutifs des molécules de glucose, de galactose, de fructose, de ribose et de désoxyribose.
- 2- **Déduire** alors les atomes constitutifs de l'amidon, du saccharose, du lactose, de la cellulose et du glycogène. Justifiez votre réponse.
- 3- **Justifier** l'appellation de corps ternaires attribuée aux glucides.
- 4- **Classer** les molécules suivantes : glucose, fructose, ribose et désoxyribose selon le nombre de carbones qui les constituent.

## 2.2- Composition des Protides

### 2.2.1- Composition élémentaire des protides

#### 2.2.1.1- Cas de l'ovalbumine

### Activité 7

**La réaction de biuret :** A une solution protéique (blanc d'œuf ou ovalbumine par exemple), on ajoute de la soude (NaOH) puis quelques gouttes de sulfate de cuivre liquide (CuSO<sub>4</sub>).

La coloration bleue traduit l'absence de liaisons chimiques spécifiques entre les molécules élémentaires des protides : les acides aminés. On dit que la réaction de biuret est négative.

La coloration allant du rouge au violet met en évidence la présence de ces liaisons spécifiques indiquant la présence de protéines. On parle de réaction positive.

**La réaction xanthoprotéique :** A la solution protéique, on ajoute de l'acide nitrique puis on chauffe le mélange. Enfin, on ajoute quelques gouttes d'ammoniaque concentré. Le précipité orange obtenue met en évidence la présence de certains acides aminés. On parle de réaction positive.

### 25- Réaction de biuret et réaction xanthoprotéique

- On utilise 2 tubes à essai C1 et C2 puis on met dans chacun d'eux 5 mL d'une solution d'ovalbumine (blanc d'œuf) et 1 mL d'acide chlorhydrique à 1 mol.L<sup>-1</sup>.
- On met le tube C2 au bain-marie bouillant pendant 10 heures.
- Au temps T0 (0 heures), on prend le tube C1 (tube témoin), on partage son contenu sur deux tubes à essai puis on réalise sur le premier tube la réaction de biuret et sur le deuxième tube la réaction xanthoprotéique.
- Au temps T1 (4 à 5 heures), on refait les mêmes expériences sur la moitié du contenu du tube C2.
- Au temps T2 (10 heures), on réalise les mêmes expériences sur le reste du contenu du tube C2.

Les résultats obtenus sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

Temps (h)	Réaction de biuret	Réaction xanthoprotéique
0	Réaction positive	Réaction positive
4 à 5	Réaction positive	Réaction positive
10	Réaction négative	Réaction positive

### 26- Hydrolyse chimique de l'ovalbumine

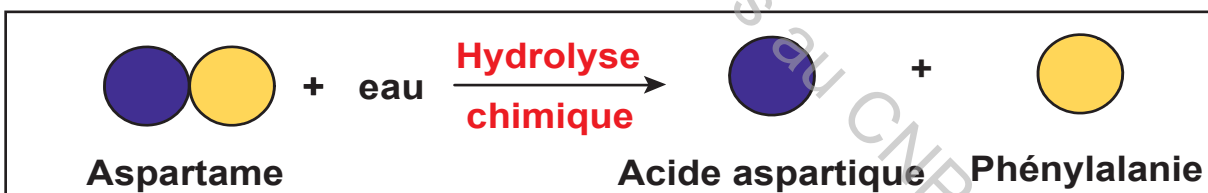
#### Tâche 7

A partir des informations présentées par le document 25 et de l'analyse des résultats du tableau du document 26, **préciser** la composition moléculaire de l'ovalbumine.

### 2.2.1.2- Cas de quelques autres protides

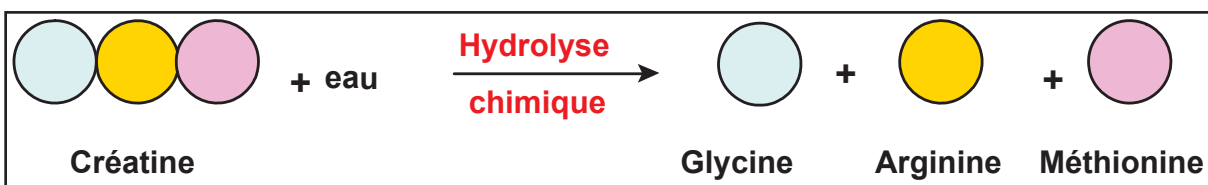
#### Activité 8

L'**aspartame** est un protide artificiel destiné à améliorer le goût de certains boissons (*boissons light*), aliments et médicaments en leurs conférant une saveur sucrée.



### 27- Hydrolyse chimique de l'aspartame

La **créatine** est un peptide produit au niveau du pancréas, du foie et des reins. Elle se trouve naturellement dans les viandes rouge et blanche.



### 28- Hydrolyse chimique de la créatine



## 2.3- Composition des lipides

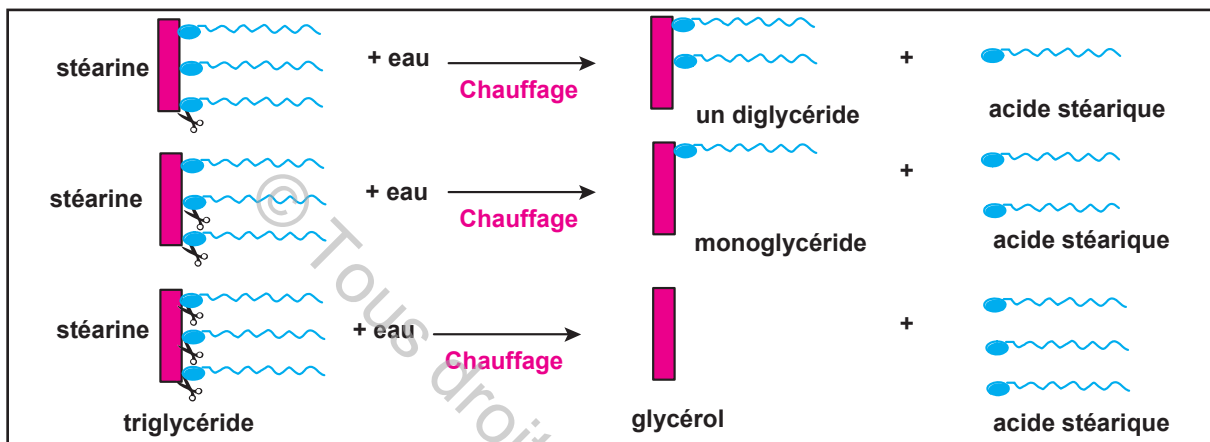
### 2.3.1- Composition élémentaire des lipides

#### 2.3.1.1- Cas de la stéarine

#### Activité 9.

La stéarine est le constituant principal de la graisse de bœuf et de la graisse contenue dans les bosses des dromadaires.

On utilise la stéarine dans la fabrication du savon et des bougies et en industrie textile.



31- Hydrolyse chimique d'un lipide : la stéarine (un triglycéride)

#### Tâche 9

**Analyser** les résultats de l'hydrolyse de la stéarine afin de :

- **Préciser** la composition moléculaire de la stéarine
- **Définir** un monoglycéride, un diglycéride et un triglycéride.

### 2.3.1- Composition atomique des lipides

#### Activité 10

Le document 32 présente les formules semi-développées de certains composants des lipides simples : le glycérol et quelques acides gras.

Composant	formule semi-développée
Glycérol	$\text{HO-CH}_2\text{-CHOH-CH}_2\text{-OH}$
Acide palmitique	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{14}\text{-COOH}$
Acide stéarique	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{16}\text{-COOH}$
Acide oléique (oméga9)	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_7\text{-CH=CH-(CH}_2\text{)}_7\text{-COOH}$
Acide linoléique (Oméga 6)	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_4\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH=CH-(CH}_2\text{)}_7\text{-COOH}$
Acide linoléique (Oméga 3)	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH=CH-(CH}_2\text{)}_7\text{-COOH}$

#### 32- Formules semi-développées de certains composants des lipides simples

#### Tâches 10

- **Exploiter** le document 32 afin de :
- **nommer** les atomes constitutifs des lipides simples. **Justifier** votre réponse.
- **préciser** si les lipides simples sont des corps ternaires ou des corps quaternaires.

## PARTIE 2 Principales fonctions des aliments simples

Selon la FAO (Food and Agriculture Organisation soit « organisation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture ») et l'UNICEF (United Nations International Children's Emergency Fund soit « Fonds international d'urgence des Nations unies pour l'enfance »), un habitant de la terre sur trois ne mange pas à sa faim. La sous-alimentation présente des conséquences graves chez l'être humain.

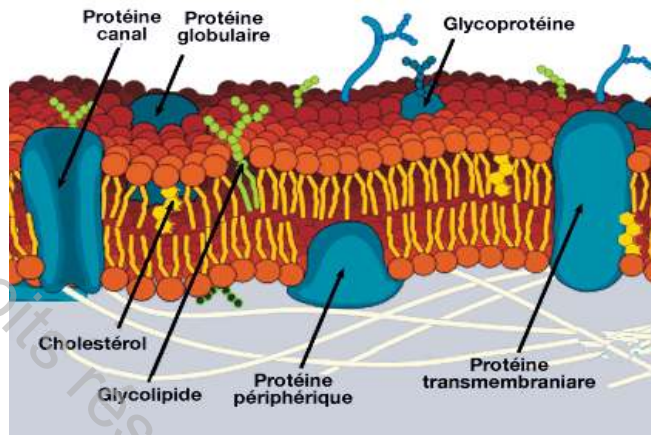
Quelles sont les principales fonctions des aliments simples ?

### 1- Principales fonctions des protides

#### Activité 1

##### Observation 1 :

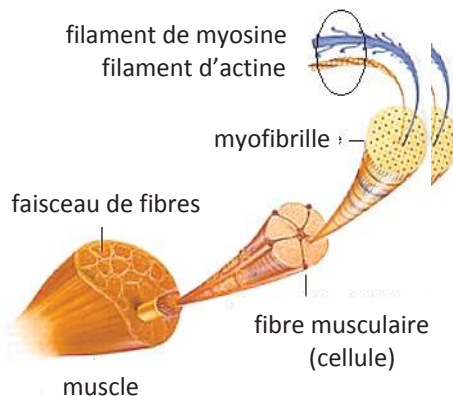
De nombreuses substances chimiques traversent la membrane cytoplasmique en passant par de petits canaux. Certains de ces canaux peuvent se fermer et s'ouvrir selon l'état de la cellule (en activité ou au repos)



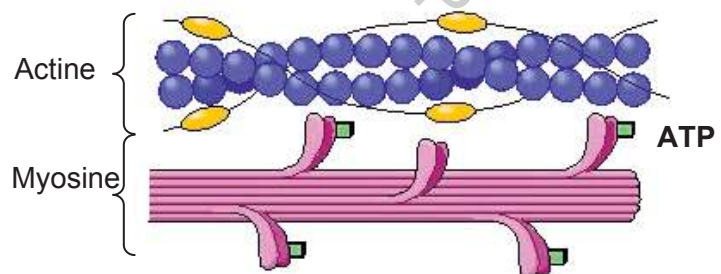
#### 1- Structure de la membrane cytoplasmique

##### Observation 2 :

L'observation au microscope électronique des myofibrilles, éléments structuraux de la fibre musculaire (document 2), a permis d'identifier la présence de deux types de protéines qui interviennent dans la contraction du muscle au cours de la réalisation d'un mouvement : l'actine et la myosine (document 3).



#### 2- Structure du muscle squelettique



#### 3- Ultrastructure des protéines des muscles striés

### Observation 3 :

La myopathie de Duchenne (document 4) est une maladie caractérisée par une dégradation des protéines des muscles provoquant ainsi leur atrophie et par conséquent une incapacité chez les personnes atteintes à l'exercice physique.



### 4- Myopathie de Duchenne

#### Tâche 1

- 1- En **exploitant** les données du document 1, **dégager** la nature des canaux traversant la membrane cytoplasmique. **Justifier** votre réponse.
- 2- En **exploitant** les données fournies par les observations 1, 2, 3 et 4 **dégager** la (ou les) fonction(s) assurées par les protéines.

#### Activité 2

**Observation 4 :** Avez-Vous des soucis avec vos cheveux, comme la poussée lente, la chute, les cheveux cassants, parsemés, des cheveux dans la douche, sur l'oreiller le matin, cheveux accrochés à la brosse, ternes...? Voici une solution capable de réparer presque tous les problèmes de cheveux : recette traditionnelle :

- Mixer un œuf (ovalbumine) avec une cuillère à soupe d'huile d'olive.
- Appliquer le mélange obtenu sur les cheveux.
- Laisser agir pendant 30 min et rincer à l'eau tiède.

Résultats : Les commentaires, relevés auprès de 280 personnes ayant appliqué la recette, montrent une satisfaction totale des résultats obtenus : cheveux souples, à poussée rapide et éclatants.



La kératine est une protéine formant une couche protectrice des cheveux. Sa dénaturation par chauffage (sèche cheveux) ou autres (défrisage, teinture...) , abime les cheveux.

### 5- Recette traditionnelle

**Observation 5 :** Lors d'une séance de musculation ou autre activité sportive, les muscles peuvent subir des traumatismes : certaines cellules musculaires (fibres musculaires) se trouvent endommagées. La réparation de ces dernières nécessite un complément de protéines apporté par l'alimentation quotidienne.



### 6- Muscle traumatisé

**Observation 6 :** Le kwashiorkor est une maladie qui survient fréquemment dans les mois qui suivent le sevrage. Il touche les enfants des populations des pays pauvres qui n'ont pas accès à une nourriture animale riche en protéine (lait, viande, poisson). Les enfants touchés par le kwashiorkor ont une peau craquelée. Leurs cheveux perdent leur couleur (dépigmentation).

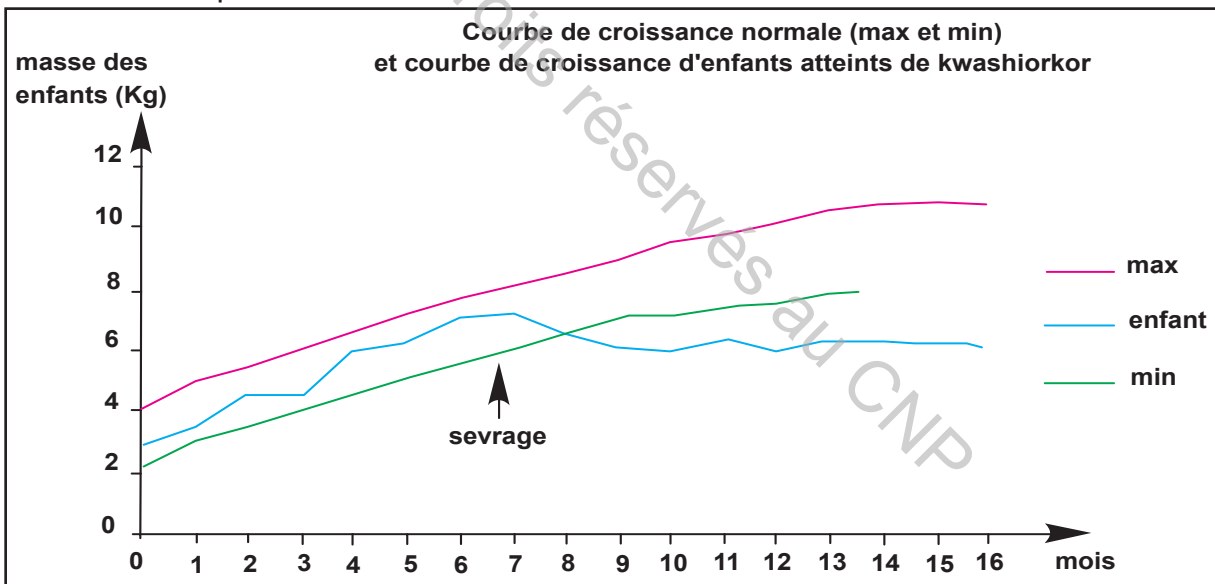


Le sujet atteint montre une faiblesse musculaire et une augmentation du risque d'infection microbiennes. Des œdèmes apparaissent au niveau des membres et du ventre.

### 7- Symptômes du kwashiorkor

**Observation 7 :** Dans certains pays d'Afrique les enfants sevrés ne reçoivent plus qu'une bouillie à base de Manioc (aliment extrait de racine d'une plante appelée Manioc). Le tableau ci-contre précise les teneurs en protéines du lait maternel et du manioc.

Valeur pour 100g	Protides
Lait maternel	11
Manioc	2



### 8- Courbes de croissance normale et courbe de croissance d'enfants atteints de kwashiorkor

#### Tâche 2

- 1- **Exploiter** les données des documents 5 et 6 en vue de **dégager** les fonctions assurées par les protéines chez l'Homme.
- 2- **Exploiter** les données du document 7 en vue de :
  - **préciser** les symptômes du kwashiorkor,
  - **proposer** une hypothèse quant à l'origine de la maladie.
- 3- **Exploiter** les données de l'observation 7 et du document 8 en vue de **confirmer** l'hypothèse proposée.
- 4- **Réaliser**, à partir de ce qui précède, un schéma de synthèse, résumant les fonctions assurées par les protéines chez l'Homme.

### Activité 3

C'est en 1835, aux Pays-Bas, que le chimiste organicien Gerardus Johannes Mulder a découvert les protéines sous le nom de wortelstof.

En 1838, Jöns Jacob Berzelius, suggéra pour la première fois le nom de protéine. Le terme protéine vient du grec ancien **prôtos** qui signifie premier ou essentiel. Une autre théorie, voudrait que protéine fasse référence, comme l'adjectif protéiforme, au dieu grec Protée qui pouvait changer de forme à volonté. Les protéines adoptent en effet de multiples formes et assurent de multiples fonctions.

Ce n'est qu'au cours du XX<sup>ème</sup> siècle que les fonctions des protéines sont découvertes.

## 9- Histoire de la découverte des protéines

### Tâche 3

La comparaison des résultats avancés par l'histoire de la découverte des protéines (document 9) et des résultats récemment confirmés à travers les observations (de 1 à 7), montre une concordance parfaite quant aux principales fonctions des protéines. **Présenter**, sous forme d'un tableau comparatif, ces points de concordance.

## 2. Principales fonctions des glucides et des lipides

### Activité 4

**Observation 1** : Certaines de nos habitudes alimentaires permettent de dégager le rôle des glucides comme c'est le cas le jour d'un examen où on grignote un morceau de sucre ou des bonbons ou du chocolat.

**Observation 2** : En 1986, un groupe d'experts de la FAO a défini le besoin en énergie d'un individu comme "*la quantité d'énergie nécessaire pour compenser ses dépenses énergétiques et assurer une taille et une composition corporelle compatibles avec le maintien à long terme d'une bonne santé et une activité physique adaptée au contexte économique et social*" (Buyckx et al., 1996).

Les sources énergétiques proviennent des nutriments glucidiques, lipidiques et protéiniques.

1g de glucides libère 4Kcal - 1g de lipides libère 9Kcal - 1g de protides libère 4Kcal.

### Tâche 4

**Exploiter** les informations fournies par ces deux observations en vue de **proposer** une hypothèse quant à la fonction assurée par les aliments riches en glucides.

### Activité 5

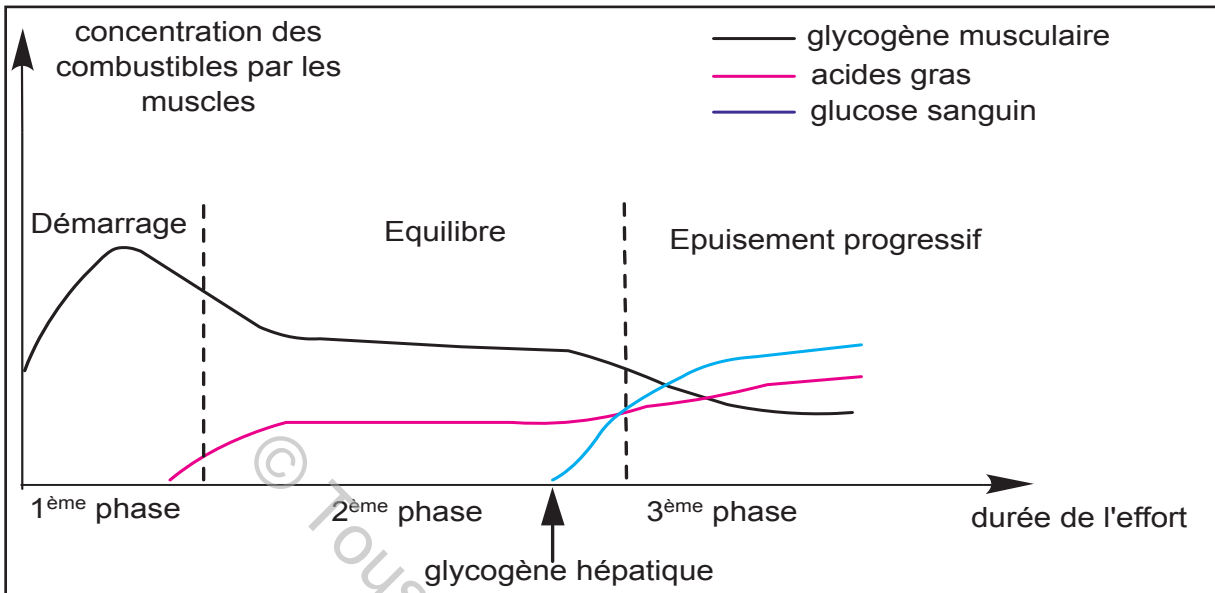
Pour déterminer les fonctions assurées par les glucides et les lipides dans l'organisme, des mesures de la consommation du glucose sanguin, du glycogène et des acides gras par les muscles en fonction de la durée de l'effort ont été réalisées et ont données les résultats résumés dans le document 10.

Le document 10 montre la présence de trois phases :

**Phase 1** : premier souffle. Phase aérobie.

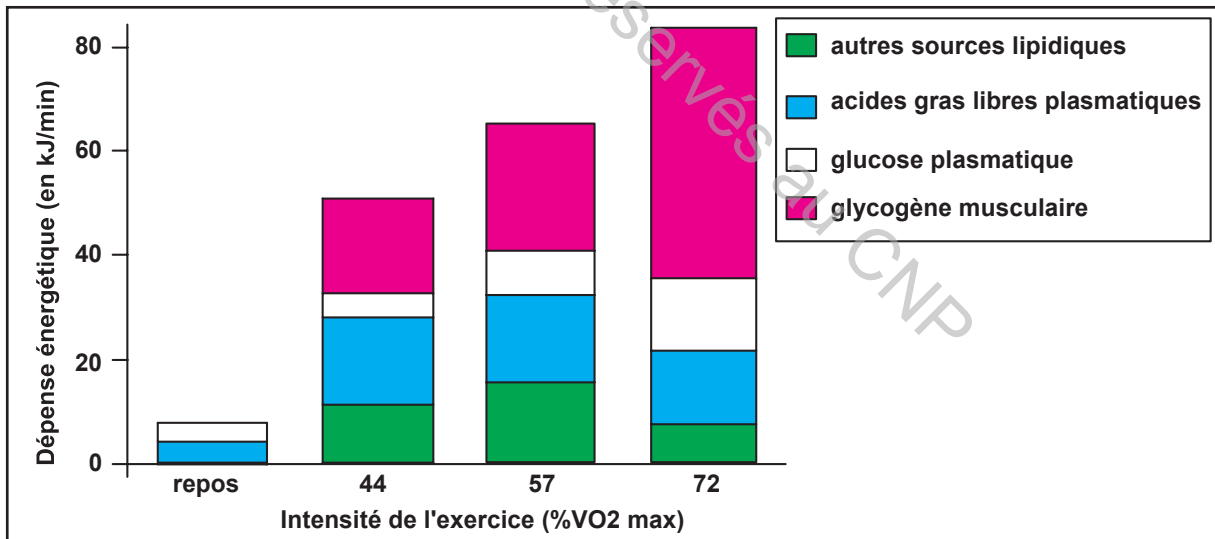
**Phase 2** : second souffle.

**Phase 3** : troisième souffle pendant lequel l'effort musculaire est intense.



**10- Variation de la consommation du glucose, du glycogène et des acides gras par les muscles en fonction de la durée de l'effort**

Le document 11 montre la répartition de la consommation énergétique dans le quadriceps en fonction de l'intensité de l'effort.



**11- Répartition de la consommation énergétique en fonction de l'intensité de l'effort dans le muscle vaste externe (Le quadriceps)**

### Tâche 5

**Analyser** le document 11 afin de :

- **vérifier** la validité de l'hypothèse proposée dans la tâche précédente,
- **préciser** la principale fonction assurée par le glucose sanguin, le glycogène musculaire et hépatique, les acides gras sanguins et les autres sources de lipides.



Sandwichs, pizzas, frites ou hamburgers ont un grand succès auprès des adolescents. Ils trouvent dans ce type de restauration plusieurs avantages comme la rapidité du service, la constance des produits proposés aussi bien dans le temps que dans l'espace. Si la consommation devient trop fréquente, un risque de déséquilibre nutritionnel est à craindre.

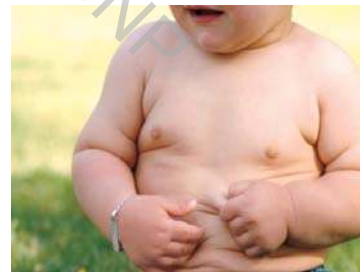
**Comment veiller à notre équilibre alimentaire ?**

### 1- La malnutrition

#### 1.1- L'obésité

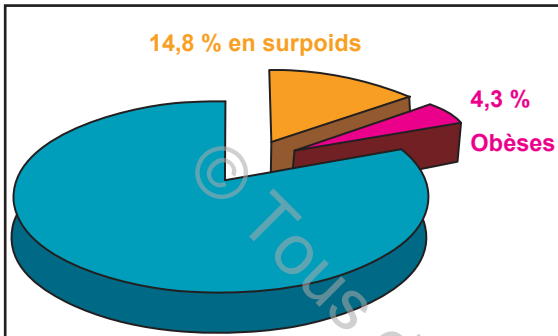
##### Activité 1

- À l'échelle mondiale, le nombre de cas d'obésité a doublé depuis 1980.
- Le surpoids concerne 1,4 milliard de personnes de 20 ans et plus, parmi lesquelles plus de 200 millions d'hommes et près 300 millions de femmes sont obèses (estimations de 2008).
- Le surpoids concerne près de 43 millions d'enfants de moins de cinq ans (estimations de 2010).
- 65% de la population mondiale habitent dans des pays où le surpoids et l'obésité tuent plus de gens que l'insuffisance pondérale.
- L'obésité est évitable.

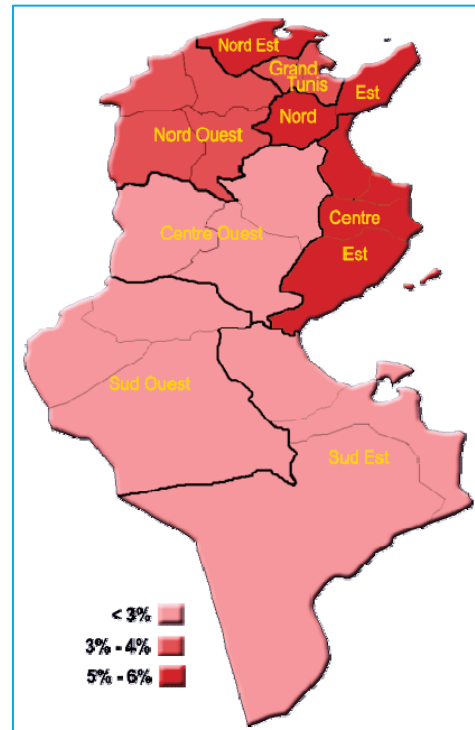


**1- Constats de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé)**

En Tunisie, une femme sur deux et un homme sur trois ont une surcharge de poids. 16% des enfants tunisiens sont obèses. En une trentaine d'années, l'obésité chez les enfants tunisiens a grimpé passant de 6% à 16%. La montée en flèche de l'obésité chez cette catégorie d'âge est principalement causée en grande partie par des nouvelles habitudes alimentaires. Plus de deux tiers des patients obèses connaissent des complications liées à l'obésité.



Répartition dans la population tunisienne



Répartition selon les régions

## 2- Répartition de l'obésité en Tunisie

### Tâche 1

- 1- **Proposer**, à partir des données des documents 1 et 2, une (ou des) hypothèse(s) précisant les causes de l'obésité en Tunisie et dans le monde.
- 2- **Proposer** des solutions qui permettent d'éviter l'obésité.

### Activité 2

#### a- Calcul du poids idéal :

Le document 3 présente la manière avec laquelle on calcule le poids idéal (Pi) d'une personne.

Données	Formules	Calcul du poids idéal
Votre poids (P) = ..... Kg Votre taille (T) = ..... cm	<b>Homme :</b> $P_i = T - 100 - (T - 150) / 4$ <b>Femme :</b> $P_i = T - 100 - (T - 150) / 2$	<b>Homme :</b> $P_i = \dots\dots\dots$ <b>Femme :</b> $P_i = \dots\dots\dots$

#### 3- Calcul du poids idéal

#### b- L'indice de masse corporelle « IMC »

L'indice de masse corporelle (IMC, en anglais *Body Mass Index*, BMI) est une grandeur qui permet d'estimer la corpulence d'une personne. Cet indice se calcule en fonction de la taille et de la masse comme l'indique le document 4.

Données	Formule	Calcul de l'IMC
Poids (P) = ..... Kg Taille (T) = ..... m	$IMC = P/T^2$	$IMC = \dots\dots\dots$

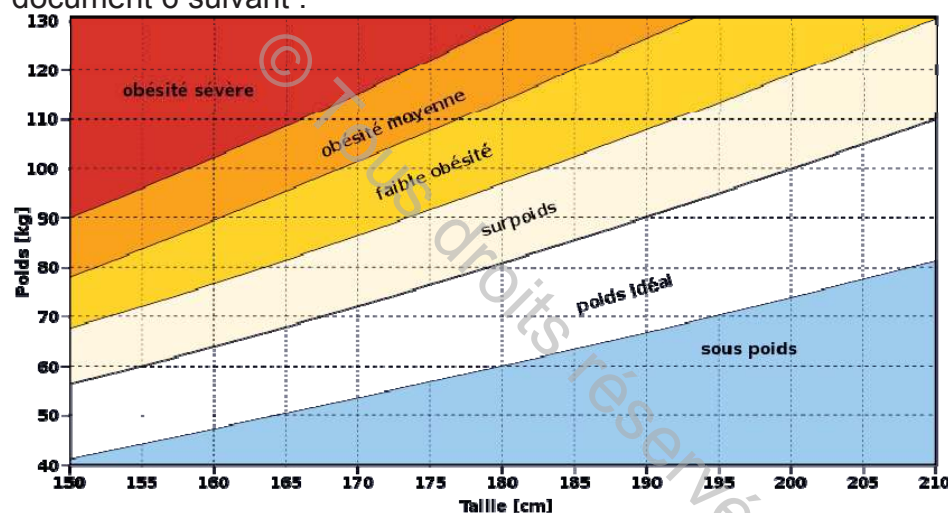
#### 4- Calcul de l'indice de masse corporelle (IMC)

Selon l'indice de la **masse corporelle**, l'OMS donne la classification suivante :

Indice de masse corporelle (kg/m <sup>2</sup> )	Classification	Risque de maladies
Moins de 16	Maigreur extrême	Élevé
Moins de 18,5	Maigreur	Accru
18,5 à 24,9	Poids normal	Faible
25,0 à 29,9	Embonpoint	Accru
30,0 à 34,9	Obésité, classe 1	Élevé
35,0 à 39,9	Obésité, classe 2	Très élevé
40 ou plus	Obésité, classe 3 (obésité morbide)	Extrêmement élevé

### 5- Classification de l'OMS

On peut se situer en exploitant le graphique de l'IMC représenté dans le document 6 suivant :



L'IMC ne donne pas un résultat significatif pour les gens qui sont très musclés, car cet indice ne tient pas compte de la masse musculaire.

### 6- Graphique de l'indice de masse corporelle

#### Tâche 2

- 1- **Calculer** le poids idéal à partir des données du document 3.
- 2- **Calculer** l'IMC à partir des données du document 4.
- 3- **Se situer** par rapport à la classification de l'OMS présenté dans le document 5 et par rapport au graphique de l'IMC du document 6.

#### Activité 3

Le document 7 présente la taille et le poids de trois personnes P1, P2 et P3 ainsi que les proportions en aliments organiques simples composant leur régime alimentaire.

Personnes	Taille (m)	Poids (Kg)	Composition en aliments organiques simples du régime alimentaire
P1	1.70	115	15% Lipides, 80%Glucides et 5%Protides
P2	1.75	70	25% Lipides, 60%Glucides et 15%Protides
P3	1.65	95	35% Lipides, 60%Glucides et 5%Protides

### 7- Régimes alimentaires de trois personnes P1, P2 et P3

### Tâche 3

- 1- **Calculer** l'IMC des trois personnes P1, P2 et P3 présentées dans le document 7.
- 2- **Situer** les sujets P1, P2 et P3 par rapport à la classification de l'OMS (document 5) et par rapport au graphique du document 6 en vue de préciser leurs états physiologiques.
- 3- **Préciser** les principales causes de l'obésité des trois personnes P1, P2 et P3.
- 4- **Prendre** la peau, d'une personne obèse et d'une autre normale en vue d'**expliquer** la différence de l'épaisseur
- 5- **Présenter** une définition de l'obésité.
- 6- **Proposer** des moyens de lutte contre l'obésité.

### 1.2- Les carences alimentaires

#### Activité 4

Les documents 8 et 9 montrent respectivement l'état de sujets sous-alimentés : une fille anorexique et un enfant sous-alimenté.

L'anorexie correspond à un refus de s'alimenter lié à un état mental particulier. Elle touche en moyenne 2% des femmes et concerne 9 filles pour 1 garçon. Elle peut avoir de graves conséquences sur la santé.



8- Fille anorexique



9- Enfant sous-alimenté

Le document 10 résume quelques exemples de maladies liées à des carences en certains aliments simples.

Carences en	Maladie	Principaux symptômes de la maladie
Protéines	Kwashiorkor	faiblesse musculaire, œdèmes surtout au niveau des membres, peau craquelée,...
Vitamine D	Rachitisme	déformation des os des membres inférieurs.
Vitamine B1	Béribéri	faiblesse des membres inférieures et paralysie de certains muscles (surtout ceux des membres inférieurs)
Vitamine C	Scorbut	fatigue générale, amaigrissement, une plus grande sensibilité aux infections, des gencives spongieuses et parfois des problèmes hémorragiques
Fer	Anémie	pâleur, essoufflement, fatigue, réduction de la capacité physique à l'effort, diminution des performances intellectuelles, diminution de la résistance aux infections

#### 10- Exemples de carences alimentaires et leurs conséquences sur la santé

#### Tâche 4

1. **Dégager**, à partir des données fournies par les documents 8, 9 et 10 une conclusion quant au rôle de certains aliments simples dans la santé humaine.
2. **Définir** ce qu'est une carence alimentaire.
3. **Proposer** des solutions (des règles) pour lutter contre les carences alimentaires.

## 2- Besoins qualitatifs et quantitatifs de l'Homme en aliments simples

### 2.1- Besoins qualitatifs de l'Homme en aliments simples

#### 2.1.1- Besoins qualitatifs de l'Homme en protides

##### 2.1.1.1- Mise en évidence du besoin en protides

#### Activité 5

**Expérience 1 :** Un homme adulte reçoit une ration alimentaire convenable en glucides, lipides, matières minérales et vitamines, mais complètement dépourvue de protides. Ses pertes en azote, qui se font principalement par les urines, ne sont pas nulles et sont évaluées à 2,5 g d'azote/24heures.

#### Tâche 5

**Dégager**, à partir des données de l'expérience 1, et de vos connaissances, l'origine de l'azote éliminé dans les urines.

##### 2.1.1.2- Les acides aminés ont-ils le même rôle biologique ?

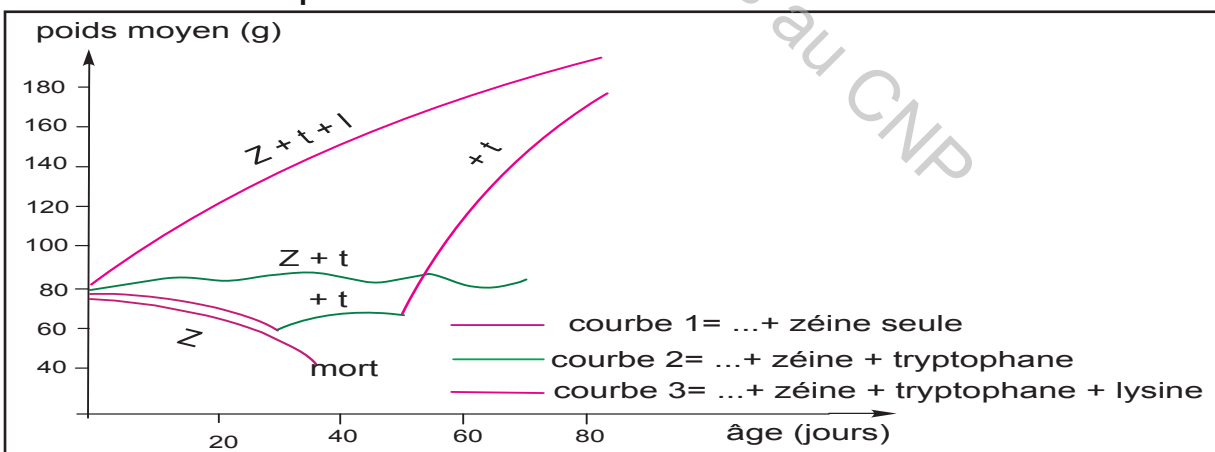
#### Activité 6

**Expérience 2 :** Des lots de jeunes rats reçoivent une alimentation quantitativement suffisante en protides, mais ces protides ont des compositions en acides aminés différentes. Les résultats sont présentés dans le document 11.

Le document 10 donne les proportions en acides aminés contenus dans la caséine qui constitue 80% des protides du lait et dans la zéine qui constitue un protide des graines de maïs.

Acide aminés	Arginine	Leucine	Lysine	Phénylalanine	Tryptophane	Tyrosine
caséine	3.2	9.5	7.5	4.4	1.5	4.5
zéine	605	24	0	5	0	0

#### 11- Composition en acides aminés de la caséine et de la zéine



#### 12- Les résultats de l'expérience 2

#### Tâche 6

1- En s'appuyant sur la composition de la caséine et de la zéine, **expliquer** les différences de croissance entre les lots des rats. **Justifier** la réponse.

2- **Déduire** le rôle de chacun des trois acides aminés : lysine, tryptophane et tyrosine dans la croissance des rats.

### 2.1.1.3- La valeur biologique d'une protéine dépend de sa teneur en acides aminés essentiels (AAE)

#### Activité 7

**AAE** : sont les acides aminés que l'organisme ne peut pas synthétiser. Ils sont au nombre de 8 pour l'Homme : Lysine, Tryptophane, Valine, Leucine, Isoleucine, Phénylalanine, Méthionine, Thréonine.

La valeur biologique d'une protéine dépend de sa richesse en acides aminés essentiels (AAE) et de l'équilibre entre ces derniers.

Le document 13 donne les pourcentages des acides aminés essentiels dans les protéines de l'œuf, de la viande et du blé. Le document 14 précise les rapports nécessaires pour la croissance chez l'enfant et pour l'entretien chez l'adulte.

AAE	%en AAE dans les protéines de l'œuf	%en AAE dans les protéines de la viande	%en AAE dans les protéines du blé
Tryptophane	1.5	1.4	1.2
Phénylalanine	6.3	4.3	5.7
Lysine	7.2	8.8	2.7
Thréonine	4.9	4.8	3.3
Valine	7.3	5.4	3.6
Méthionine	4.1	2.4	2
Leucine	9.2	8.1	5.8
Isoleucine	8	5.4	3.3

AAE	Besoin de croissance	Besoin d'entretien
Tryptophane	1 partie	1 partie
Lysine	5 parties	3 parties
Méthionine	2.5 parties	4 parties

#### 14- Besoins de croissance et d'entretien en AAE

#### 13- Pourcentage en acides aminés de l'œuf, de la viande et du blé

#### Tâche 7

- 1- **Identifier**, d'après les documents 13 et 14, l'aliment le plus riche en acides aminés essentiels.
- 2- **Distinguer**, parmi les protéines de la viande, de l'œuf et du blé, celle qui convient le mieux aux besoins de l'enfant et de l'adulte. **Justifier** la réponse.

### 2.1.2- Besoins qualitatifs de l'Homme en lipides

#### Activité 8

#### Expérience 3 : Mise en évidence des besoins qualitatifs

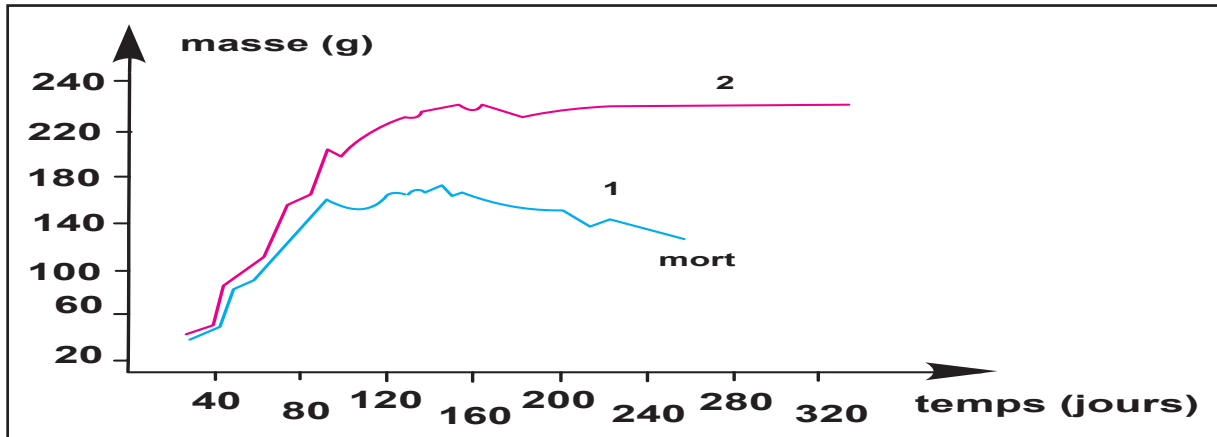
Sur trois lots de rats A, B et C on réalise les expériences suivantes :

– au lot A formé par des rats adultes on fournit des aliments comportant des quantités convenables de glucides, protides, sels minéraux et vitamines mais complètement dépourvus de lipides. On constate que les animaux présentent des lésions cutanées, des lésions rénales et des perturbations des fonctions reproductrices.

– au lot B formé par des rats jeunes, on fournit une alimentation identique à celle du lot A. On obtient la courbe 1 du document 15.

– au lot C on fournit en plus des aliments cités ci-dessus 10 gouttes de graisse animale par jour. La courbe 2 du document 15 traduit l'évolution de la croissance en masse de ces rats.

D'autre part l'analyse de la graisse animale montre qu'elle contient les acides gras insaturés suivants : acide linoléique, acide linoléique et acide arachidonique.



15- Variation de la masse des rats sous l'effet de l'alimentation fournie.

### Tâche 8

- 1- Analyser les résultats obtenus pour les lots A et B en vue de préciser l'importance des lipides chez les rats des deux lots.
- 2- Emettre, à partir des résultats du lot C, une hypothèse expliquant la différence de croissance en masse entre les rats des lots B et C.

### Activité 9

#### Importance des lipides pour l'Homme

Les **graisses alimentaires** (ou *lipides*) sont des constituants indispensables du corps. Notre cerveau par exemple, est constitué pour moitié de matières grasses.

Cependant, les besoins en **lipides** ne sont pas élevés. Par ailleurs, les lipides nous servent de **réserve énergétique** sollicitée en cas de carence prolongée. Enfin, ils sont les seuls à nous apporter les **vitamines A, E et K**.

Les lipides sont formés par des **acides gras**.

On distingue les acides gras saturés (ou AGS) et les acides gras insaturés (ou AGI) :

- Les **AGS** sont présents en plus grande quantité dans les matières grasses animales et les AGI dans les matières grasses végétales. En raison de leur rôle biologique majeur, certains AGI sont qualifiés d'"**indispensables**" car l'organisme ne peut pas les synthétiser. L'alimentation doit donc les fournir, ils sont surtout présents dans les **huiles végétales** et les **poissons**.
- Les **AGI** sont très intéressants car à l'inverse des AGS, ils sont hypocholestérolémiants c'est-à-dire qu'ils diminuent le taux du mauvais cholestérol protégeant ainsi notre système cardio-vasculaire.

### Tâche 9

- 1- Dégager du texte les phrases qui justifient l'importance des lipides.
- 2- Expliquer, à partir des données du textes, pourquoi les AGS et les AGI sont indispensables à l'Homme.

### 2.1.3- Besoins de l'Homme en éléments minéraux

#### Activité 10

Le document 16 précise les besoins quotidiens en certains éléments minéraux, leurs rôles et les troubles dont ils sont responsables dans le cas de carences.

Eléments minéraux et Besoins quotidiens	Rôles ( intervient dans : )	Troubles / Carences
Sodium (Na <sup>+</sup> ) 1 à 2 g	- l'activité nerveuse - la pression artérielle	- Baisse de la pression artérielle
Potassium (K <sup>+</sup> ) 2 à 6 g	- l'activité nerveuse - la pression artérielle	- Arythmie cardiaque - Faiblesse musculaire
Magnésium (Mg <sup>2+</sup> ) 0,3 à 0,4 g	- la résistance aux infections et aux allergies	- Fatigue, insomnie - Risque cardio-vasculaire - Ralentissement de la croissance osseuse
Calcium (Ca <sup>2+</sup> ) 0,9 g	- la constitution des os et des dents - l'activité nerveuse et musculaire - la coagulation du sang	- Fragilité osseuse par déminéralisation - Ostéoporose
Phosphore (P) 0,7 à 0,9 g	la constitution : - du squelette et des dents - la production d'énergie	- Fatigue

#### 16- Besoins en certains éléments minéraux

Le document 17 précise les besoins quotidiens en d'autres éléments minéraux, leurs rôles et les troubles dont ils sont responsables en cas de carences

Oligoéléments et besoins quotidiens	Rôles	Troubles / Carences
Cuivre (Cu) 1,5 à 2 mg	Intervient dans la formation des cellules sanguines	- Diminution de l'absorption intestinale du fer - Augmentation du taux de cholestérol
Fer (Fe) 5 à 20 mg	Intervient dans la constitution de l'hémoglobine	- Anémie - Fatigue - Difficultés respiratoires
Fluor (F) 2 mg	Intervient dans la protection des dents	- Diminution de la résistance à la carie dentaire - Défaut de minéralisation des os
Iode (I) 150 µg	Intervient dans la synthèse de certaines hormones	- Troubles hormonaux - Troubles de croissance

#### 17- Besoins en certains éléments minéraux

## Tâche 10

- 1- **Classer** les éléments minéraux figurant dans les documents 16 et 17 en fonction des besoins quotidiens de l'Homme en ces derniers.
- 2- Sachant que les éléments minéraux sont classés en deux catégories : les macroéléments et les oligoéléments, **justifier**, à partir de ce qui précède, les appellations attribuées à ces deux catégories de minéraux

### 2.1.4- Besoins de l'Homme en vitamines

#### Activité 11

##### Histoire de la vitamine B1

Le Béribéri est une maladie grave qui se manifeste par des troubles neurologiques et cardiovasculaires, connue en Chine vers 2600 avant Jésus-Christ.

En 1873, Van Lent, un médecin hollandais, fut le premier à avancer l'idée que quelque chose dans l'alimentation était liée à l'apparition du béri-béri.

De 1888 à 1896, Christian Eijkman le médecin pénitencier de Java (île de la Sonde), constata que de nombreux prisonniers étaient atteints de béribéri, reconnue comme maladie du système nerveux qui les conduisait de la paralysie à la mort.



Prisonnier atteint de béribéri

##### Le béribéri expérimental

Eijkman nourrissait le poulailler du pénitencier avec du riz poli, aliment de base des prisonniers. Beaucoup de poules étaient atteintes d'une polynévrite aviaire ressemblant au béribéri. Lorsque le commandant du pénitencier interdit à Eijkman d'utiliser le riz des cuisines pour nourrir les poules, il acheta du riz complet et eut la surprise de constater que les poules guérissaient de leur paralysie.

Un peu plus tard Casimir Funk, en poste au Lister Institute de Londres isola, de la cuticule du riz (pellicule qui enveloppe le riz) et à partir de la levure de pain, une mystérieuse substance. Il donna à cette substance le nom de vitamine (vitale-amine).

En 1927, Jansen et Donath isolèrent du son du riz la vitamine B1 cristallisée : ils l'appelèrent aneurine.

#### Tâche 11

**Dégager**, à partir des données de ce texte l'importance de la vitamine B1.

## Activité 12

Le document 18 résume le rôle de certaines vitamines

Vitamines et Besoins quotidiens	Rôles
B1 (1-2 mg)	Utilisation du glucose et production d'énergie (pour la motricité).
B2 (1-2 mg)	Utilisation des acides gras et des acides aminés par l'organisme.
B3 (PP) (1-20 mg)	Production d'énergie
C (10-70 mg)	Défense immunitaire ; cicatrisation ; pouvoir anti-oxydant (protection de la cellule) ; adaptation au stress.
A (0.5-1.2 mg)	croissance et acuité visuelle.
E (10-20 mg)	Anti-oxydant ; protection des membranes cellulaires (important lors d'efforts en altitude).
D (1-2 mg pour l'enfant)	Stimule l'absorption du calcium au niveau de l'intestin, favorise la croissance osseuse en permettant la fixation du calcium.

### 18- Besoins en certaines vitamines

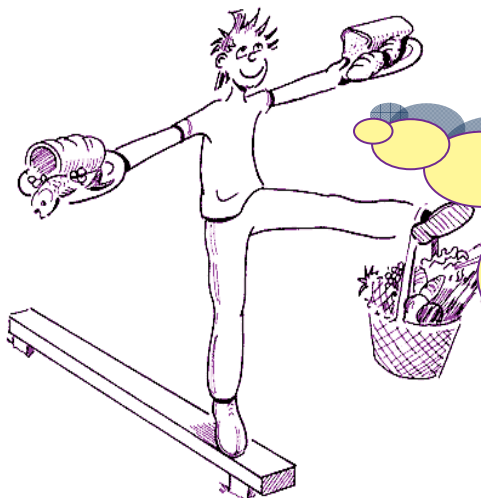
#### Tâche 12

Dégager, à partir des données du document 18, les besoins de l'Homme en vitamines

## 2.2- Besoins quantitatifs de l'Homme en aliments simples

### 2.2.1- Notion de ration alimentaire équilibrée

#### Activité 13



Partout vous entendez dire qu'il faut manger varié, que l'équilibre alimentaire est essentiel. Mais que veulent dire les nutritionnistes et autres diététiciens ? Comment savoir que notre alimentation ne comporte ni carence, ni excès ?

### 2.2.1.1- Calcul du métabolisme de base et des besoins énergétiques de l'Homme

Les unités de mesure de l'énergie sont les kilojoules (kJ) ou les kilocalories (kcal).

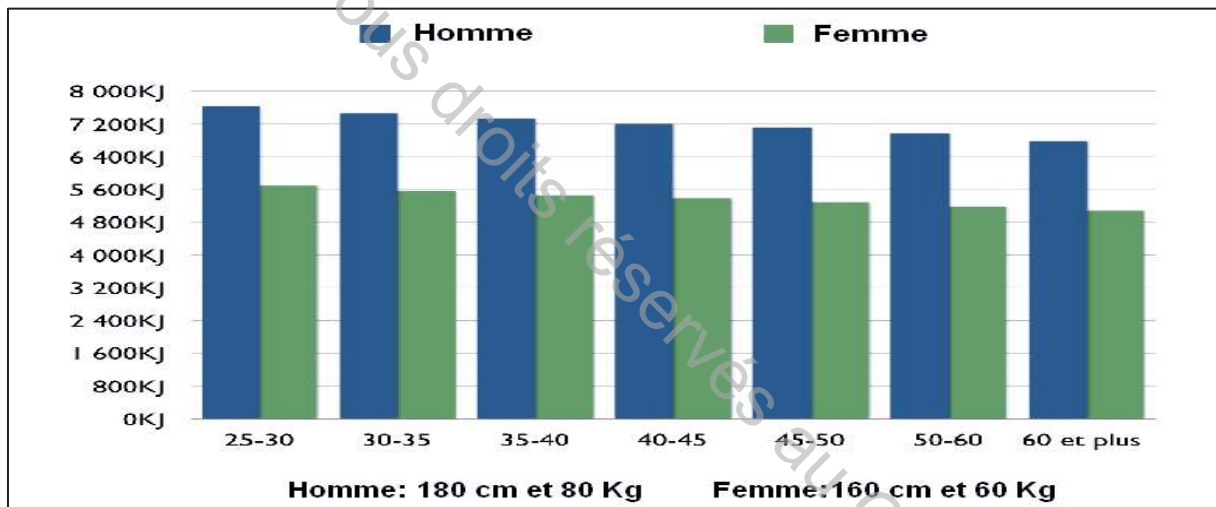
Les deux unités de mesure se transposent comme suit :

- 1 kJ -----> 0.24 kcal
- 1 kcal -----> 4,18 kJ

	KJ	Kcal
1 g de protéines	17	4
1 g de graisse	37	9
1 g de glucides	17	4

#### 19- Apport calorique des aliments organiques

On mesure les dépenses énergétiques chez deux sujets normaux (un homme et une femme), au repos complet, calmes et éveillés, allongés et à jeun, à une température ambiante (température de neutralité thermique n'entraînant pas de dépense énergétique pour maintenir constante la température interne du corps, soit : 20 à 25°C). Les résultats sont résumés dans le document 19.



#### 20- Histogramme des dépenses énergétiques

#### Tâche 13

- 1- **Analyser** les données des documents 19 et 20 en vue de **préciser** le (ou les) facteur(s) de la variation de la dépense énergétique.
- 2- **Proposer** une hypothèse précisant le (ou les) domaine(s) d'exploitation de l'énergie dépensée chez l'homme et la femme dans les conditions citées ci-dessus.
- 3- Sachant que cette énergie dépensée correspond au métabolisme de base d'une personne normale, **définir** ce qu'est alors le métabolisme de base.

## Activité 14

Le document 21 présente la manière avec laquelle on peut calculer notre métabolisme de base.

<b>HOMME</b>	9,99	x	poids (kg)	+	6,25	x	taille (cm)	-	5	x	âge (années)	+	5	=	métabolisme de base (Kcal)
<b>FEMME</b>	9,99	x	poids (kg)	+	6,25	x	taille (cm)	-	5	x	âge (années)	-	161	=	métabolisme de base (Kcal)

### 21- Calcul du métabolisme de base

À partir du métabolisme de base, on peut ensuite calculer approximativement les besoins énergétiques quotidiens comme c'est indiqué dans le tableau du document 22.

Métabolisme de base	x	Facteur d'activité (voir document 23)	=	Besoins énergétiques quotidiens
---------------------	---	---------------------------------------	---	---------------------------------

### 22- Calcul des besoins énergétiques quotidiens

Le tableau du document 23 présente les facteurs d'activité des différentes activités physiques

Facteur d'activité	Etat physique
1.2	Sédentaire (Peu ou pas d'exercice et travail de bureau)
1.4	Légèrement actif (Exercice ou sport léger 1 à 3 fois par semaine)
1.6	Modérément actif (Exercice ou sport modéré 3 à 5 fois par semaine)
1.7	Très actif (Exercice ou sport intense 6 à 7 fois par semaine)
1.9	Extrêmement actif (Exercice ou sport quotidien intense et travail physique)

### 23- Valeur du facteur d'activité en rapport avec l'état physique

## Tâche 14

- 1- A partir de l'exploitation des données du document 21, **calculer** votre métabolisme de base.
- 2- **Exploiter** les données des documents 22 et 23 en vue de **calculer** vos besoins énergétiques quotidiens.

## Activité 15

En réponse à la question "**en quelles quantités et dans quelles proportions devons-nous consommer les aliments à utiliser chaque jour ?**" les diététiciens fournissent les données du document 24.

- a) Il faut fournir à l'organisme une alimentation suffisante apportant la quantité d'énergie nécessaire pour couvrir les dépenses qu'elles soient minimales (métabolisme de base) ou liées à l'activité physique et couvrant ses besoins matériels.
- b) Il faut donner à l'organisme une alimentation équilibrée apportant les différentes catégories d'aliments simples dans des proportions convenables.
- c) L'alimentation doit comporter des boissons y compris une quantité suffisante d'eau afin de compenser les pertes urinaires et l'évaporation pulmonaire (2.5 l/j).
- d) L'alimentation doit comporter des légumes et des fruits pour fournir les sels minéraux, les vitamines et les fibres alimentaires.
- e) L'alimentation doit être adaptée à l'âge, à l'activité physique et à l'état physiologique (femme enceinte, femme allaitante, sportif ou sportive)

### 24- Données de diététiciens

Pour confirmer les données des diététiciens, un calcul des besoins en aliments simples est à réaliser. Le tableau du document 25 présente la manière avec laquelle on calcule les besoins quotidiens en lipides et en glucides.

Besoins en lipides (g/jour)	=	Besoins énergétiques	x	0,039
Besoins en glucides (g/jour)	=	Besoins énergétiques	x	0.125

### 25- Calcul des besoins en lipides et en glucides

Besoins en protides	Sédentaire	Activité modérée	Travail de force
Homme	90 g	100g	110-120 g
Femme	60-70 g	80-95g	100-110 g

**NB** : Cet apport est à conserver, même en temps de régime.

### 26- Besoins en protides

## Tâche 15

- 1- **Exploiter** les données du document 25 en vue de **déterminer** vos besoins en lipides et en glucides.
- 2- **préciser**, à partir de l'exploitation des données des documents 24, 25 et 26, les facteurs qui déterminent les besoins alimentaires de l'Homme.

## 2.2.2- Evaluer l'apport énergétique et nutritionnel d'une ration alimentaire

### Activité 16

Les deux tableaux des documents 27 et 28 représentent la composition moyenne des aliments courants en aliments simples (pour 100g d'aliments)

	Energie (Kcal)	Eau (g)	Matière organique (g)			Minéraux (mg)				Vitamines (mg)			
			Protides	Lipides	Glucides	Ca	P	Fe	A	B1	C	PP	
Légumes et fruits	Abricot	61	0,43	0,15	14,5	16	23	1	0,8	0,03	15	0,5	
	Amande sèche	640	4,7	18,6	54,1	19	254	4,4	0	0,4		0,7	
	Artichaut	40		2	0,1	7,5	50	94			0,18	5	
	Banane	99	75	1,2	0,2	23,1	10	28	0,6	0,2	0,09	10	
	Figue de Barbarie	52	81	0,9	0,18	12	7					8,35	
	Carottes	48	87	1,1	0,3	10,3	39	37	0		0,14	12	
	Choux-fleurs	33	91	2,3	0,35	5	23	31	0,8		0,13	50	
	Concombres	16	95	0,9	0,15	2,9	10	21	3,1				
	Dattes	306	95	2,2	0,6	73	71	50	2,1	0	0,09		
	Figues fraîches	81	24	1,3	0,27	18,5	46	31	1,2	0,04	0,2	2	
	Figues sèches	300	79	4	1,2	68,3	178	116	3,5	0	0,16	0	
	Haricot vert	129	24	8,25	0,65	22,5	44	44	1			1,7	
	Haricot sèc	331	63	20,2	1,6	58,8	122	415	6,4	0	0,54	0	
	Lentilles	336	16,7	24	1,8	56	60	400			0,5	3	
	Melon	26	92	0,7	0,2	5,3	13	15	0,3				
	Navet	33	90	1,1	0,2	6,5	50	34	0,5	Tr	0,06	28	
	Oignon	50	87	1,6	0,27	10,3	135	24	0,9	0,03	0,03	9	
	Olives salées	144	75	1,5	13,5	4	74	17	1,6				
	Oranges	50	87	0,9	0,2	11,2	31	26	0,43		0,07	40	
	Persil	55	81,7	3,7	1	8	200	84			0,11	200	
	Petit-pois (verts)	90	76,5	6,17	0,48	15,25	25	122	2				
	Piments vert	29	92	1,2	0,2	5,7	11	25	0,4				
	Poires	63	83	0,36	0	11,8	13	17	0,4		0,06	15	
	Pommes	61	84,8	0,36	0	12	6	10	0,35		0,06	15	
	Pommes de terre	89	75	2	0,1	20	14	58	0,9	0	0,12	14	
	Raisins (frais)	74	81	0,8	0,4	16,7	19	25	0,45	0,04	0,05	5	
	Raisins (secs)	298	24	2,6	0,9	69,7	160	137	3,3				
Salades (laitue)	49	95	1,25	0,25	3	26	28	0,6		0,05	60		
Tomate fraîche	22	94	0,9	0,3	4	11	27	0,6	0,66	0,06	50		
Tomateconcentrée	43	86	1,6	0,5	8	35	36	1,1		6			
Boisson gazeuse	48	90	0	0	12	0	0	0					
Café noir	5	99	0,3	0,1	0,7	5	5	0,35					
Thé	2	99	0,1	0	0,4	3	3	0,2					

27- Tableau de composition des aliments (pour 100 g d'aliments)

	Energie (Kcal)	Eau (g)	Matière organique (g)			Minéraux (mg)			Vitamines (mg)					
			Protides	Lipides	Glucides	Ca	P	Fe	A	B1	C	D	PP	
Viandes Et Œufs	Agneau	244	16	20	0	10	202	2,7	0	0,2	0	0	0	5,9
	Lapin	153,6	70,4	20,4	8	18	210	2,4	0	0,9	Tr	0	0	
	Poulet et volailles	191,2	70	20,8	12	12	200	1,8	0	0,1	4	0	0	7
	Veau	175	69	19	11	11	330	2,9	0,002	0,16	1,5	0	0	6
Viande sèche "Kadide"	373	9	82	5	0	20	406	5,1	0	0	0	0	0	0
Œuf de poule (45g)	156,3	74	12,8	11,5	0,7	54	200	1,4	0,3	0,13	0	0,002	0,15	
Poissons et produits de mer	Crevette	80,6	78,8	17,9	1	200	300	2						
	Mulet	107,41	76,6	19,18	3,41	60	250	1	0,3	0,4	0	Tr	0	0
	Rouget	99,4	72,8	22,6	1				0,02	0,2				
	Sardine (fraîche)	111,77	73,1	22,7	2,33	288	490	1,2	0,3	0,4	0	0	0	0
	Sardine (conservée)	275,7	84,4	19,6	21,7	0,5	386	586	2,7	0,07	0,02	0	Tr	0
	Thon frais	123,7	72,7	21,7	4,1	0	5	195	0,8					
	Thon (conservée)	252,6	55,4	24	17	0,9	7	224	1,2	0,12	0,04	0	Tr	10,2
Produits Laitiers	Beurre	733	15,5	0,6	81	0,4	16	23	0,19	0,7	Tr	0,0037	Tr	
	Fromage (gruère)	402	32,84	31,6	28,6	2,85	750	480		0,05	Tr	0,005	0,03	
	Lait entier (vache)	69	87	3,5	3,9	4,9	137	91	0,05	0,02	0,05	2	0,0002	0,22
	Yaourt maigre	46	90	3,4	1,5	4,5	140	80	0,3	0,025	Tr	Tr	0,003	0,3
	Farine de blé	348	12	10,3	1	74,4	30	150	1,7	0	0,24	0	0	0
Céréales et dérivés	Pâtes (macaronie)	360	12	13	1,4	73,9	22	165	1,5	0	0,1	0	Tr	0,5
	Pain complet	243	37,2	8,1	1,2	50	54	145	1,6		0,3			
	Pain blanc	262	34,5	6,9	0,7	57	22	100	0,8	0	0,06	0	0	0,5
	Riz blanc	340	12,3	7	0,5	77	6	158	0,8	0	0,04	0	0	1,5
	Semoule de blé	353	13,1	10,3	0,8	77	17	88	1					
Sucrieries	Bombons	381	4,5	0,8	0,1	94	0	0	0	0	0	0	0	0
	Chocolat	500	7	24	64	216	283	4	0	0	0	0	0	0
	Confiture	284	30	0,3	0,2	70,1	15	12	0,2	0	Tr	Tr	tr	Tr
	Miel	312	20	0,4	0,1	77,2	5	16	0,7	0	tr	0,5	tr	tr

28- Tableau de composition des aliments (pour 100 g d'aliments)

On présente ensuite dans le document 29, la composition de deux apports quotidiens en aliments ou rations alimentaires de deux personnes A et B :

Ration de la personne A	Petit déjeuner	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lait entier : 200g (1 verre plein)</li> <li>- 1 cuillère à soupe de miel : 25 g</li> <li>- Pain blanc : 50g (2 tranches de baguettes)</li> <li>- Beurre : 20g</li> <li>- Confiture : 20g (1 cuillère à soupe)</li> </ul>
	Collation (10h)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 yaourt maigre : 125g</li> </ul>
	Déjeuner	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Salade laitue : 200g</li> <li>- Viande de veau : 100g</li> <li>- Fromage gruyère : 40g</li> </ul>
	Dîner	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Salade laitue : 200g</li> <li>- Poulet : 100g</li> <li>- Rouget : 140g</li> <li>- Pâtes (macaroni) :150g</li> <li>- Pain complet : 80g</li> <li>- Fruit : pomme : 200g</li> </ul>
Ration de la personne B	Petit déjeuner	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lait entier : 200g (1 verre plein)</li> <li>- Pain blanc : 100g (4 tranches de baguettes)</li> </ul>
	Déjeuner	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Salade laitue : 200g</li> <li>- légumes : 100g (50g oignon+50g tomate fraîche)</li> <li>- pain blanc : 200g</li> </ul>
	Dîner	<ul style="list-style-type: none"> <li>- légumes : 100g dont 25g petit pois+10g navet+25g oignon+40g carottes</li> <li>- viande de veau : 50g</li> <li>- Pain blanc : 50g</li> <li>- Fruit : banane : 100g</li> <li>- chocolat : 100g</li> </ul>

### 29- Rations alimentaires de deux sujets A et B

Le tableau du document 30 donne les quantités d'aliments simples et d'énergie qui devraient être apportées pour les adolescents et pour les adultes, par jour.

	Âges en années	Poids en Kg	Protides en g	Lipides en g	Glucides en g	Energie en KJ
Adolescent	10-12	35	70	70	245	7900
	13-15	49	85	100	343	10843
	16-20	63	100	126	441	13785
Adolescente	10-12	35	70	72	252	8092
	13-15	49	80	98	343	10421
	16-20	54	75	108	378	11675
Adulte		70	80	89,5	286	11158

### 30- Quantités d'aliments simples et d'énergie chez les adolescents et les adultes

#### Tâche 16

1. En utilisant les tableaux des documents 27, 28 et 29, **calculer** la valeur énergétique de chaque ration alimentaire (de A et de B).
2. **Exploiter** les données du document 30 en vue de **préciser** à quelle tranche d'âge conviendraient les deux sujets A et B.
3. **Vérifier** si les rations alimentaires de A et de B sont qualitativement et quantitativement équilibrées.

## Activité 17

Pour approcher de manière simpliste et schématique l'aspect quantitatif et qualitatif d'une ration alimentaire, on utilise une autre méthode : La règle **GPL 4.2.1**.

Elaborée par le nutritionniste français Albert-François Creff, la règle du GPL 4.2.1 nous donne les clés de l'équilibre alimentaire, c'est un moyen simple et efficace qui nous rappelle que tout repas (déjeuner ou dîner) doit comporter 4 portions de Glucides, 2 portions de Protides et 1 portion de Lipides.

Une portion est tout simplement une quantité à titre de référence qui vous aide à comprendre les quantités d'aliments recommandées chaque jour dans chacun des groupes alimentaires.

Le tableau du document 31 représente l'apport de quelques groupes alimentaires en glucides, en protides et en lipides.

4 portions de Glucides	2 portions de Protides	1 portion de Lipides
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Une portion de crudité (légumes et fruits crus)</li> <li>- Une portion de crudité (légumes et fruits cuits)</li> <li>- Une portion de céréales ou de pomme de terre</li> <li>- Une portion de produits sucrés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Une portion de protides non lactés (viandes, œufs et poissons)</li> <li>- Une portion de protides lactés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La moitié d'origine animale (beurre, viandes, lait entier)</li> <li>- La moitié d'origine végétale (huiles)</li> </ul>

### 31- Guide alimentaire simplifié

Le document 32 représente l'équivalence d'une portion de quelques aliments courants.

<b>Fruits et légumes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 kiwis ou 3 abricots</li> <li>- 200g de melon ou de pastèque</li> <li>- 1 pomme moyenne</li> <li>- 1 poire ou 1 pêche</li> <li>- 2 abricots ou 3 dattes</li> <li>- 1 banane moyenne</li> <li>- demi-tasse de jus de fruit</li> <li>- 20 fruits de raisin</li> <li>- 1 orange moyenne</li> <li>- 1 tasse de salade verte</li> </ul>	<b>Produits céréaliers et produits sucrés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 tranches de pain</li> <li>- 1 tasse de riz, de pâtes alimentaires ou de couscous cuits</li> <li>- 1 tasse de céréales chaudes</li> <li>- 2 biscottes</li> <li>- 1 carré de sucre</li> </ul>
<b>Lait et substituts</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 tasse de lait ou de yaourt à boire</li> <li>- 2 petites boîtes de yaourt</li> <li>- 50 g de fromage</li> <li>- 15g de beurre/ margarine</li> <li>- 60g de crème fraîche</li> <li>- 2 petits suisses</li> </ul>	<b>Viandes, poissons et œufs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 100 g de foie ou de rognons ou de viande d'agneau ou de bœuf ou de dinde ou de poulet</li> <li>- 2 œufs</li> <li>- 100 g de Poissons ou de fruits de mer, frais ou congelés</li> <li>- 1 petite boîte de thon ou 1 boîte de maquereau ou une boîte de sardine</li> </ul>

### 32- l'équivalence entre portion et aliments courants

## Tâche 17

A partir des informations fournies par les documents 31 et 32, **proposer** selon votre choix la composition d'un repas équilibré

## II- Rations alimentaires du sportif

### Activité 18

Les données du tableau figurant dans le document 33 présentent les dépenses énergétiques de certaines activités physiques.

SPORT PRATIQUÉ	DÉPENSE ÉNERGÉTIQUE
Course à pied, vitesse	500 calories / heure
Cross-jogging	300 à 600 calories / heure
Cyclisme-route	360 calories / heure
Natation-vitesse	200 calories / heure
Patinage	600 calories / heure
Tennis en simple	800 calories / heure
Tennis en double	350 calories / heure
Escrime / Football	400 calories / heure
Rugby	500 calories / heure
Lancer	460 calories / heure
Hand-ball / Basket	550 calories / heure

### 33- Dépenses énergétiques de quelques catégories de sports

## Tâche 18

**Analyser** les données fournies par le tableau du document 33 en vue de **dégager** le rapport entre la dépense énergétique et la nature du sport pratiqué. **Justifier** la réponse.

### Activité 19

Le tableau du document 34 résume les apports énergétiques journaliers caractéristiques de chaque catégorie de sport.

	Apports journaliers à couvrir (par kg de poids corporel)	Moyenne générale par jour	
		Femme	Homme
<b>Sports d'endurance, de fond (marathon, cyclisme, triathlon)</b>	270 à 335 kJ (65 à 80 kCal)	14600 kJ ou plus (3500 kCal)	20900 kJ ou plus (5000 kCal)
<b>Sports ludiques (football, volley-ball, tennis)</b>	250 à 270 kJ (60 à 65 kCal)	12500 à 14600 kJ (3000 à 3500 kCal)	15900 à 20900 kJ (3800 à 5000 kCal)
<b>Sports de force (lancer, sprint, ski de descente)</b>	210 à 250 kJ (50 à 60 kCal)	10500 à 12500 kJ (2500 à 3000 kCal)	12500 à 15900 kJ (3000 à 3800 kCal)

### 34- Besoins énergétiques des sportifs

## Tâche 19 :

**1- Exploiter** les données fournies par le document 34 en vue de **proposer** une ration alimentaire à chacun des sujets suivants :

Sujet 1 : femme effectuant du cyclisme

Sujet 2 : adolescent jouant du volley- ball

Sujet 3 : homme pratiquant du lancer

**2- Proposer** des hypothèses pour **expliquer** les causes de ces différences.

## Activité 20

Le tableau du document 35 représente les proportions des nutriments à consommer selon l'activité physique.

	Adulte sédentaire	Sports ludiques	Sports de force	Sports d'endurance
Glucides	55%	55%	55%	65%
Lipides	30%	30%	20%	20%
Protéines	15%	15%	25%	15%

### 35- Alimentation équilibrée chez les sportifs

## Tâche 20

- Exploiter** les informations fournies par le tableau du document 35 en vue de **déterminer** la spécificité de l'alimentation des personnes qui pratiquent :
  - un sport ludique,
  - un sport de force,
  - un sport d'endurance.
- Proposer** des hypothèses pour **expliquer** les causes à l'origine de ces différences.

## 1 COMPOSITION DES ALIMENTS COURANTS

### I - Composition chimique des aliments courants ( Activités 1 et 2)

Les aliments courants sont composés de substances organiques (glucides, protides, lipides et vitamines), et de substances minérales (eau et sels minéraux)  
Selon leurs teneurs en glucides, en protides, en lipides en vitamines et en substances minérales les aliments courants sont classés en plusieurs groupes :

#### A - Les aliments riches en glucides

Les aliments sucrés (gâteaux, tartes, boissons...), les féculents (pain, pommes de terre et dérivés des céréales) et le foie sont des aliments riches en glucides. Parmi ces glucides, on peut citer : le fructose, le glucose, le saccharose, le maltose, le lactose, l'amidon, le glycogène et la cellulose.

#### B - Les aliments riches en lipides

Le beurre, la viande d'agneau, l'huile, le jaune d'œuf, les gâteaux apéritifs, les chips, les frites, les fromages ... sont des aliments riches en matière grasse.

#### C - Les aliments riches en protides

La viande, les poissons, l'ovalbumine (blanc d'œuf), certains légumes, comme les lentilles, les pois chiches,... sont des aliments riches en protides.

#### D - Les aliments riches en matière minérales

- L'eau est présente dans tous les aliments d'origine animale et végétale.  
- Les sels minéraux (calcium, chlorures, sodium ...) sont présents dans tous les aliments d'origine animale et végétale et dans les eaux minérales. Les produits laitiers sont riches en calcium, le chocolat est riche en magnésium...

#### E - Les aliments riches en vitamines

Les légumes et les fruits frais sont particulièrement riches en vitamines : l'orange, la courgette, les fraises, etc. sont des aliments riches en vitamine C. La carotte, les œufs, le lait, etc. sont riches en vitamines A. les œufs, la viande, la pomme de terre, les haricots secs, les lentilles sèches, les petits pois, etc. sont riches en vitamine B. la viande, le raisin, la pomme de terre, les poissons, le foie, etc. sont riches en vitamine PP (vitamine B3).

## II - Composition chimique des aliments simples

### A - Composition chimique des glucides

#### 1 - Composition élémentaire des glucides (Activités 3 , 4 et 5).

L'unité de structure des glucides est l'ose ou sucre simple. Selon le nombre d'oses constitutifs des glucides, on distingue :

**a- Les polyosides** : Ce sont des polymères d'oses (molécules formées par l'assemblage de plusieurs oses). Parmi les polyosides, on distingue :

- **L'amidon** : « sucre » de réserves des cellules végétales. Son hydrolyse chimique montre qu'il s'agit d'un polymère de sucres réducteurs : le glucose.

La réaction d'hydrolyse de l'amidon est la suivante :



- **La cellulose**, constituant essentiel des fibres alimentaires végétales, est un polymère de glucose.
- **Le glycogène**, sucre de réserve des cellules animales, est aussi un polymère de glucose.

**b- Les diosides** : Ces molécules sont formées par l'assemblage de deux oses par une **liaison covalente** dite osidique. Parmi les diosides, on peut citer :

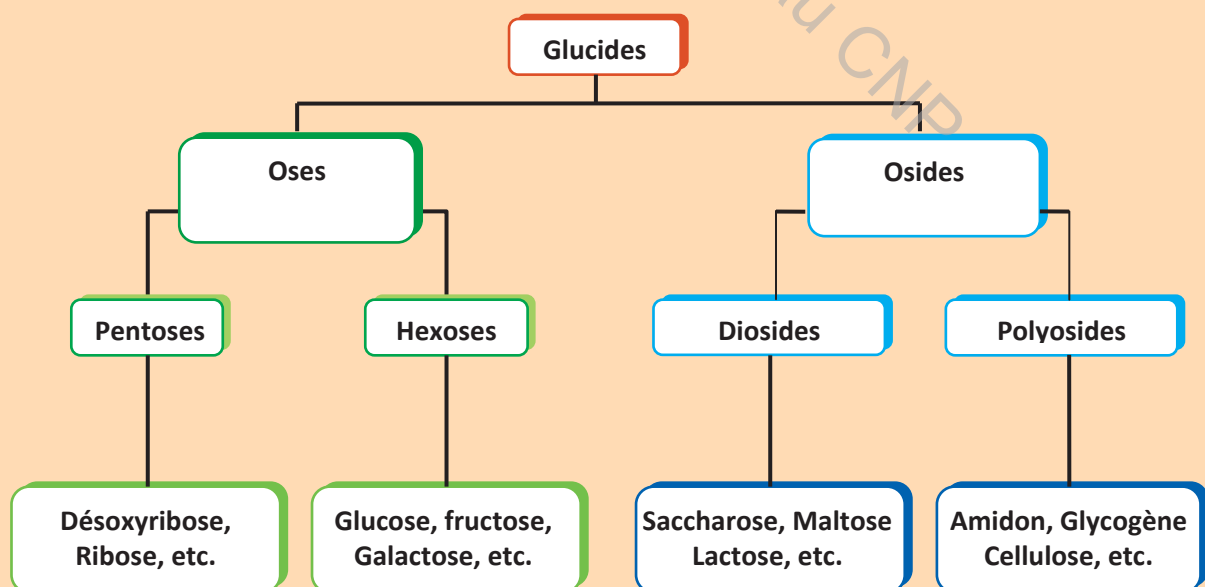
- **Le saccharose** ou sucre de table est formé par l'association d'une molécule de glucose et d'une molécule de fructose. Le saccharose est un sucre non réducteur.
- **Le maltose** est formé par l'association de deux molécules de glucose. Le maltose est **un sucre réducteur**.
- **Le lactose** (sucre du lait) est formé par l'association d'une molécule de glucose et d'une molécule de galactose. Le lactose est aussi **un sucre réducteur**.

**c - Les oses** : sont formés par des molécules non hydrolysables. On peut citer par exemple : le glucose, le fructose, le galactose, le ribose, le désoxyribose.

## 2 - Composition atomique des glucides. (Activité 6)

Les glucides, sont composés de 3 éléments chimiques : C, H et O. Ce sont des corps ternaires. Selon le nombre d'atomes de carbone, on distingue :

- **Les sucres en C<sub>5</sub> ou pentoses**. Exemples : le ribose de formule brute  $C_5H_{10}O_5$  et le désoxyribose de formule brute  $C_5H_{10}O_4$
- **Les sucres en C<sub>6</sub> ou hexoses** de formule brute  $C_6H_{12}O_6$ . Exemples : le glucose, le fructose, le galactose.
- **Les sucres en C<sub>12</sub>** de formule brute  $C_{12}H_{22}O_{11}$ . Exemples : le saccharose, le lactose, le maltose.
- Les polyosides de formule brute  $C_n(H_2O)_n$ . exemples : l'amidon, le glycogène et la cellulose.



## B - Composition chimique des Protides

(Activité 7 et 8)

### 1 - Composition élémentaire des protides

L'hydrolyse chimique d'un protide montre qu'il est composé d'un nombre plus ou moins élevé de molécules non hydrolysables appelées acides aminés. Selon le nombre d'acides aminés, les protides sont classés en plusieurs groupes :

- **Les protéines** sont formées d'un grand nombre d'acides aminés associés par des liaisons peptidiques. Exemple : L'ovalbumine
- **Les peptides** sont formés d'un nombre réduit en acides aminés. Parmi les peptides on peut citer :
  - **L'aspartame** est un dipeptide formé de deux acides aminés.
  - **La créatine** est un tripeptide formé par l'association de trois acides aminés.
  - **Le glucagon** est un polypeptide formé de 29 acides aminés.

Les acides aminés sont des molécules élémentaires non hydrolysables des protides.

On distingue 20 acides aminés naturels : glycine ou glycoacide, Alanine, Valine, Leucine, Isoleucine, Sérine, Thréonine, Méthionine, Cystéine, Proline, Phénylalanine, Tyrosine, acide Aspartique, Tryptophane, acide Glutamique, Lysine, Arginine, Histidine, Asparagine et glutamine.

### 2 - Composition atomique des protides

Les protides sont formés essentiellement de 4 éléments chimiques C, H, O et N. Ce sont des corps quaternaires.

## C - Composition chimique des lipides

### 1 - Composition élémentaire des lipides

(Activité 9)

L'hydrolyse chimique d'un lipide simple montre qu'il est composé d'un alcool, le glycérol et de molécules d'acides gras. Ce sont des esters d'acides gras. Les lipides simples sont classés en trois groupes :

- Les triglycérides sont formés d'un glycérol et de trois acides gras. Exemple la stéarine.
- Les diglycérides sont formés d'un glycérol et de deux acides gras.
- Les monoglycérides sont formés d'un glycérol et d'un seul acide gras.

Les acides gras sont de deux types :

- les acides gras insaturés présentent une ou plusieurs doubles liaisons. Exemple : acide oléique, acide linoléique et acide linoléique.
- acides gras saturés ne présentent pas de doubles liaisons. Exemple : acide palmitique et acide stéarique.

### 2 - Composition atomique des lipides (Activité 10)

Les lipides simples sont des composés organiques formés essentiellement de trois éléments chimiques C, H et O. ce sont des composés ternaires.

## 2 PRINCIPALES FONCTIONS DES ALIMENTS SIMPLES

### I- Principales fonctions des protides

(activité 1)

Les protides sont des aliments constructeurs et réparateurs chez l'Homme. Ils interviennent dans plusieurs phénomènes biologiques :

- le transport : passage de substances à travers les membranes cellulaires.
- la croissance et l'entretien de l'organisme (protéines de structure) on dit que ce sont des aliments plastiques;
- le mouvement : La contraction des cellules musculaires est due aux interactions entre deux protéines : l'actine et la myosine.
- la réparation des tissus endommagés (cellules musculaires, cheveux, cellules cutanées,...)

En cas d'apports alimentaires insuffisants en protides, comme c'est souvent le cas en Afrique noire et dans le sous-continent indien, une maladie par carence se développe : le kwashiorkor, souvent associée au marasme lié à une insuffisance énergétique globale. Le kwashiorkor se traduit par un amaigrissement général, des lésions cutanées, des œdèmes des membres inférieurs et des troubles digestifs (diarrhées) ; il est responsable chez l'enfant de graves retards dans le développement et la croissance.

### II- Les principales fonctions des glucides et des lipides

(activités 2, 3, 4 et 5)

Toutes les fonctions vitales de l'organisme (respiration, circulation, digestion,...) puisent leur énergie, en particulier, des lipides et des glucides. Ce sont des composés énergétiques (1g de glucides fournit 4 Kcal et 1g de lipides fournit 9Kcal).

La consommation d'énergie par l'organisme est fonction de la nature et de l'intensité de l'activité exercée

- Les lipides sont la source énergétique à long terme.
- Le glycogène est le « carburant de la vitesse ». lors d'un sport d'endurance par exemple, la totalité du glycogène s'épuise suite à sa transformation en glucose.
- Suite à l'épuisement total des réserves en glycogène hépatique et musculaire qui se trouve limitée, l'organisme tire son énergie du glucose sanguin.

Remarque : si l'alimentation est trop riche en glucides, ceux-ci sont transformés en graisses.

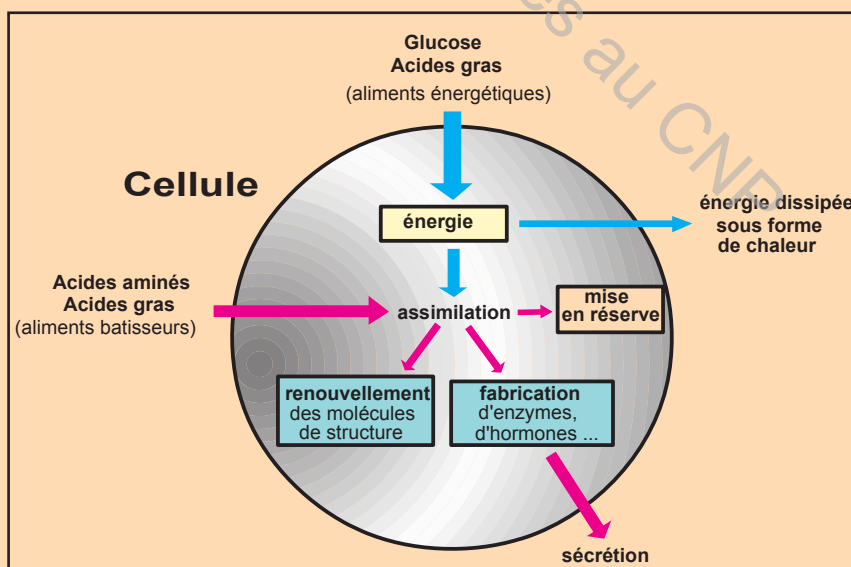


Schéma de synthèse des principales fonctions des protides, des glucides et des lipides

### 3 BESOINS ALIMENTAIRES DE L'HOMME

#### I- Malnutrition

##### A- Obésité

(activités 1-2-3)

L'obésité est l'excès de poids dû à une surcharge en tissu adipeux dans l'ensemble de l'organisme, et essentiellement dans les espaces sous-cutanés. L'obésité est un état réversible.

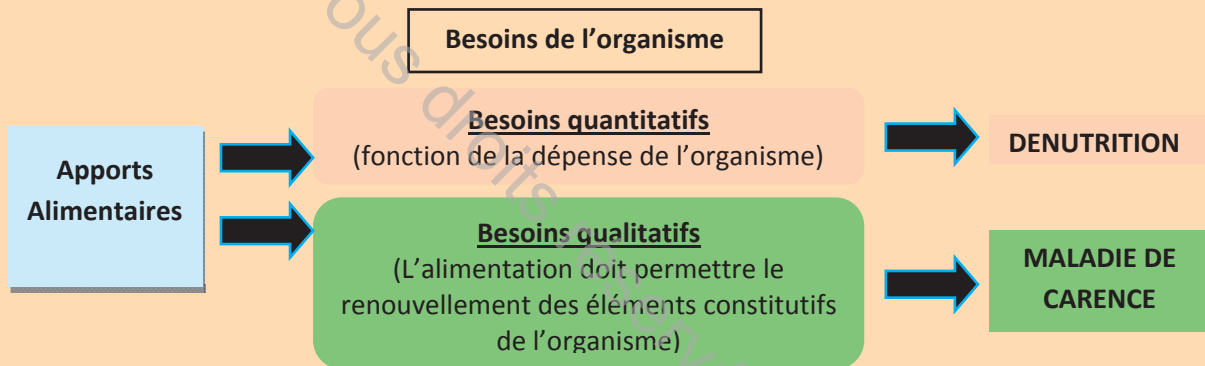
Quelques règles simples pour lutter contre l'obésité :

- Favoriser la prise régulière d'un petit déjeuner satisfaisant, d'un goûter correct ;
- Eviter le grignotage ;
- Pratiquer une activité physique régulière ;
- Ajuster l'alimentation à ses besoins aux besoins de l'organisme.

##### B- Les carences alimentaires

(activité 4)

Une carence correspond au fait que les aliments ne permettent pas de satisfaire les besoins de l'organisme, on distingue à la fois des carences quantitatives (dénutrition) et des carences qualitatives (maladie de carences).



#### II- Besoins qualitatifs et quantitatifs de l'Homme en aliments simples

##### A- Besoins qualitatifs de l'Homme en aliments simple

##### 1- Besoins qualitatifs de l'Homme en protides

(activités 5-6-7)

Chez l'Homme, sur les vingt acides aminés entrant dans la constitution des protéines, huit ne peuvent pas être synthétisés par l'organisme et doivent obligatoirement être apportés par l'alimentation. Ce sont les acides aminés essentiels (indispensables) (AAE) : isoleucine, leucine, lysine, méthionine, phénylalanine, thréonine, tryptophane et valine.

**Rq :** l'histidine et l'arginine, sont dits semi-essentiels car seuls les nourrissons ont besoin d'un apport exogène (on les trouve dans le lait maternel).

Les protéines d'origine végétale n'ont pas la même valeur biologique que celles d'origine animale. En effet, la zéine, protéine extraite du maïs, ne contient ni lysine, ni tryptophane, alors que les protéines de l'œuf renferment tous les acides aminés essentiels.

##### 2- Besoins qualitatifs de l'Homme en lipides

(activités 8-9)

Certains acides gras polyinsaturés, (qui interviennent notamment dans la constitution des membranes, la communication cellulaire et la production d'hormones), ne sont pas synthétisés par l'organisme et doivent obligatoirement être apportés par l'alimentation, ce

sont des acides gras essentiels (AGE). Les principaux sont l'acide linoléique et l'acide linoléique.

Ces acides gras essentiels, contenus dans les huiles végétales et les huiles de poisson (huile de foie de morue), doivent être apportés de façon équilibrée.

### **3- Besoins qualitatifs en éléments minéraux**

(activité 10)

#### **a- Besoins en eau :**

Sans apport d'eau, un homme meurt en 2 à 3 jours. L'organisme est composé en moyenne de 60 % d'eau et la plupart des réactions chimiques dont il est le siège se déroulent en présence d'eau. La dépense hydrique journalière est de l'ordre de 2,5 litres d'eau.

Les apports en eau sont d'environ 2,5 litres par jour, ils ont 3 origines possibles :

- l'eau contenue dans les boissons (1 à 1,5 litre) ;
- l'eau contenue dans les aliments (0,5 à 1 litre) ;
- l'eau résultant du métabolisme (200 à 300 ml)

#### **b- Besoins en ions minéraux :**

Bien que sans rôle énergétique ni plastique, l'absence ou l'insuffisance d'ions minéraux peuvent être à l'origine de maladies par carence.

Les principaux ions minéraux sont : le sodium ( $\text{Na}^+$ ), le potassium ( $\text{K}^+$ ), magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ), le calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) et le phosphore (P),

Les oligo-éléments constituent une catégorie de micronutriments indispensables au bon fonctionnement de l'organisme à l'état de traces.

Les principaux oligo-éléments sont : le chrome (Cr), le cobalt (Co), le cuivre (Cu), le fer (Fe), le fluor (F), l'iode (I), le manganèse (Mn), le molybdène (Mo), le sélénium (Se) et le zinc (Zn).

### **4- Besoins qualitatifs en vitamines**

(activités 11-12)

Les besoins quotidiens en vitamines sont de l'ordre de quelques mg par jour. Ils varient de quelques  $\mu\text{g}$  par jour pour la vitamine  $\text{B}_{12}$  jusqu'à 50 mg par jour pour la vitamine C. L'Homme étant dans l'incapacité d'effectuer la synthèse des vitamines dont il a besoin, à l'exception des vitamines  $\text{B}_2$  et D, celles-ci doivent obligatoirement être apportées par l'alimentation.

## **B- Besoins quantitatifs de l'Homme en aliments simple**

### **1- Notion de ration alimentaire équilibrée**

(activités 13-14-15-16-17)

La ration alimentaire est la quantité d'aliments nécessaire pour couvrir les besoins quotidiens d'un individu en matière et en énergie. Elle doit être quantitativement suffisante pour répondre aux dépenses énergétiques quotidiennes du sujet et qualitativement équilibrée afin d'assurer des apports optimaux en acides aminés et acides gras essentiels, en sels minéraux, en eau et en vitamine. Elle varie en fonction de l'âge, du sexe, de l'activité et de l'état physiologique.

## 2- Bilan énergétique :

Le bilan énergétique est la différence entre l'apport énergétique et l'énergie consommée par l'organisme.

**Bilan énergétique = apport d'énergie - consommation d'énergie**

- Lorsque l'apport d'énergie est plus important que la consommation d'énergie, il y a inévitablement prise de poids.
- Lorsque la consommation d'énergie est plus importante que l'apport d'énergie, il y a perte de poids.
- Lorsque la consommation d'énergie est égale à l'apport d'énergie, le poids corporel reste constant.

**Le métabolisme de base (MB)** est la dépense énergétique d'une personne quand elle est au repos complet, calme et éveillée, allongée et à jeun, à une température ambiante n'entraînant pas de dépense énergétique de thermorégulation. Le métabolisme basal s'exprime en kilocalories ou en kilojoules par mètre carré de surface corporelle et par heure.

### III- Les rations alimentaires du sportif

(activités 18-19-20)

L'alimentation optimale d'un sportif dépend de la durée et de l'intensité du sport, des heures d'entraînement, du poids corporel souhaité et de la saison sportive.

#### A- Alimentation du Sport d'endurance

Les sports d'endurance soumettent le corps à l'épreuve durant un laps de temps prolongé. Exemples: le triathlon, le cyclisme, le ski de fond, la marche et la natation (plus de 400m)... Afin de s'assurer d'un apport énergétique optimal, les sportifs d'endurance ont essentiellement besoin de glucides (aux environ de 65%) et moins de lipides par rapport à un sujet normal.

#### B- Alimentation du sport de force

Dans les sports de force tels que le body building, le lancement du poids, l'haltérophilie, la natation (courtes distances), la boxe et la gymnastique...les sportifs ont des besoins plus élevés en protéines d'origine animale. Ils consomment moins de lipides et mangent souvent trop peu de fruits et légumes.

#### C- Alimentation des Sports ludiques

Dans les sports d'équipe et les sports ludiques, il est recommandé que 55 % des calories ingérées proviennent des glucides, 15 % des protéines, et pas plus de 30 % des lipides, soit une répartition presque identique au cas général. Ces proportions peuvent varier selon le type de sport pratiqué

## Questions à choix multiple

Chacun des items ci-dessous comporte une ou plusieurs réponses correctes. Repérez pour chaque item, la (ou les) bonne(s) réponse(s).

- 1- **Parmi les aliments riches en glucides, on peut citer :**
  - a- le riz.
  - b- le lait.
  - c- le couscous.
  - d- la pomme de terre.
- 2- **L'amidon est mis en évidence par :**
  - a- l'eau iodée.
  - b- le chauffage.
  - c- le nitrate d'argent.
  - d- la liqueur de Fehling.
- 3- **Les aliments riches en glycogène sont :**
  - a- le foie.
  - b- le pain.
  - c- la viande.
  - d- les dérivés des céréales.
- 4- **Parmi les polysides, on peut citer :**
  - a- l'amidon.
  - b- le glucose.
  - c- le maltose.
  - d- le glycogène.
- 5- **Les aliments riches en lipides sont :**
  - a- le foie.
  - b- les chips.
  - c- le jaune d'œuf.
  - d- le blanc d'œuf.
- 6- **Les sucres réducteurs réagissent positivement à chaud avec :**
  - a- l'acide nitrique.
  - b- la liqueur de Fehling.
  - c- la réaction de biuret.
  - d- le chlorure de sodium.
- 7- **Les aliments riches en vitamine C sont :**
  - a- la tomate.
  - b- le poivron.
  - c- les oranges.
  - d- la courgette.
- 8- **Les aliments riches en vitamine B1 sont :**
  - a- la laitue.
  - b- les oranges.
  - c- le poivron rouge.
  - d- les œufs de poissons.
- 9- **Parmi les aliments riches en glucide, en lipides et en sels minéraux, on peut citer :**
  - a- le lait.
  - b- les légumes.
  - c- les fromages.
  - d- le foie de poissons.

- 10- Le glucose appartient à la famille des :**
- a- oses.
  - b- osides.
  - c- pentoses.
  - d- dipeptides.
- 11- Le glycogène et l'amidon sont des polymères :**
- a- de glucose.
  - b- de fructose.
  - c- de galactose.
  - d- constitués de molécules de maltose.
- 12- Le saccharose est:**
- a- un sucre réducteur.
  - b- le constituant de base de l'amidon.
  - c- constitué de glucose et de fructose.
  - d- constitué de deux molécules de galactose.
- 13- Les acides aminés sont les molécules élémentaires :**
- a- des lipides.
  - b- de l'amidon.
  - c- des protéines.
  - d- des tripeptides.
- 14- Les lipides simples sont constitués d' :**
- a- oses.
  - b- acides gras.
  - c- acides aminés.
  - d- acides gras et de glycérol.
- 15- Le kwashiorkor est une maladie qui :**
- a- affecte les adultes.
  - b- affecte les enfants.
  - c- est due à une carence en fer.
  - d- résulte d'une carence en glucides.
- 16- Les glucides sont les:**
- a- carburants de l'organisme.
  - b- aliments réparateurs de l'organisme.
  - c- aliments de défense de l'organisme.
  - d- les substances de réserve de l'organisme.
- 17- Les lipides sont les:**
- a- carburants de l'organisme.
  - b- aliments réparateurs de l'organisme.
  - c- aliments de défense de l'organisme.
  - d- les substances de réserve de l'organisme.
- 18- Les protides sont les:**
- a- carburants essentiels de l'organisme.
  - b- aliments réparateurs de l'organisme.
  - c- aliments de défense de l'organisme.
  - d- les substances de réserve de l'organisme.
- 19- La source immédiate de l'énergie de l'organisme est produite par:**
- a- le glucose sanguin.
  - b- le glycogène hépatique.
  - c- le glycogène musculaire.
  - d- les acides gras libres dans le sang.

- 20- **L'IMC d'un homme 70 Kg et 170 cm est de l'ordre de :**  
a- 22.24 Kg/m<sup>2</sup>.  
b- 24.22 Kg/m<sup>2</sup>.  
c- 40 Kg/m<sup>2</sup>.  
d- 65 Kg/m<sup>2</sup>.
- 21- **D'après la classification de l'OMS un homme ayant un IMC de 32 Kg/m<sup>2</sup> est dans le cas :**  
a- d'un surpoids.  
b- d'un poids idéal.  
c- d'obésité sévère (classe II).  
d- d'obésité modérée (classe I).
- 22- **l'apport énergétique d'une personne normale :**  
a- doit être plus important que les dépenses.  
b- doit être égal aux dépenses énergétiques.  
c- doit être inférieur aux dépenses énergétiques.  
d- est le même chez l'homme que chez la femme.
- 23- **Une ration alimentaire est dite équilibrée si :**  
a- l'apport énergétique de 2400kcal/j  
b- elle répond aux besoins vitaux de l'organisme.  
c- elle contient des glucides, des protéines et des vitamines.  
d- elle contient glucides, lipides, protéines, vitamines, minéraux et eau.
- 24- **l'apport glucidique de 1320 Kcal correspond à :**  
a- 250 g de glucides.  
b- 300 g de glucides.  
c- 330 g de glucides  
d- 1200 g de glucides.
- 25- **Les acides gras essentiels sont :**  
a- des acides gras saturés.  
b- des acides gras insaturés.  
c- contenues dans les aliments d'origine animale.  
d- contenues dans les aliments d'origine végétale.
- 26- **Les acides aminés essentiels sont :**  
a- contenus dans les protéines animales  
b- contenus dans les protéines végétales.  
c- indispensable à la croissance de l'organisme.  
d- indispensables à la réparation des tissus musculaires.
- 27- **La ration alimentaire d'une personne normale :**  
a- doit couvrir les besoins caloriques de l'organisme.  
b- est proportionnellement plus élevée chez l'adulte que chez l'enfant.  
c- doit comporter 55% de lipides, 30% de glucides ; et 15% de protides.  
d- est la quantité d'aliments indispensable aux besoins de l'organisme pendant 24 h.
- 28- **Les vitamines :**  
a- sont des substances minérales indispensables.  
b- sont des substances organiques indispensables.  
c- ne peuvent pas être synthétisées par l'organisme.  
d- sont classées en fonction de leur solubilité dans l'eau ou la graisse.

- 29- **La règle GPL-4 2 1 stipule que :**
- a- les lipides doivent être prédominants dans la ration alimentaire.
  - b- les besoins en glucides doivent être le double de ceux en lipides.
  - c- les protides d'origine végétale doivent dépasser les protides d'origine animale.
  - d- la ration équilibrée doit comporter 4 portions de protides, 2 portions de lipides et 1 portion de glucides.
- 30- **Une carence alimentaire correspond à :**
- a- une suralimentation.
  - b- une sous-alimentation.
  - c- un excès en un aliment particulier.
  - d- une insuffisance en un aliment particulier.
- 31- **L'obésité :**
- a- correspond à une suralimentation.
  - b- correspond à une sous-alimentation
  - c- est une maladie chronique infectieuse.
  - d- est une maladie chronique non infectieuse
- 32- **Pour lutter contre l'obésité, il est recommandé de :**
- a- pratiquer du sport
  - b- consommer les boissons riches en éléments minéraux.
  - c- manger des aliments très riches en lipides et en glucides.
  - d- consommer des aliments équilibrés adaptés aux besoins de l'organisme.
- 33- **La malnutrition désigne :**
- a- une alimentation abondante.
  - b- seulement une suralimentation.
  - c- seulement une sous alimentation.
  - d- à la fois une sous alimentation et une suralimentation.

### Questions à réponses ouvertes et courtes

#### Exercice 1 :

On donne le peptide suivant : Ala-Lys- Glu-Cys

1. **Rappeler** sa composition élémentaire.
2. **Nommer** le type de liaison qui unie les molécules élémentaires de ce peptide
3. **Préciser** à quelle classe de peptides il appartient. **justifier** votre réponse.

#### Exercice 2 :

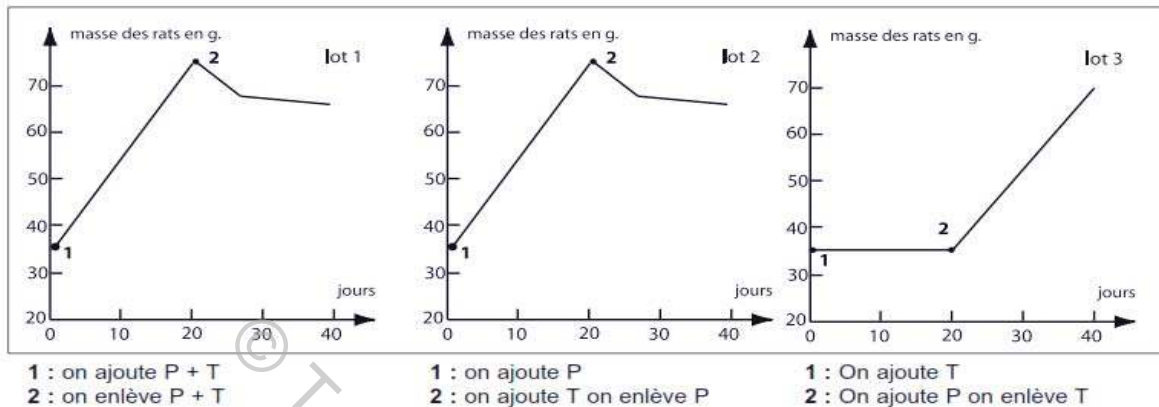
Dans un extrait de racine de gentiane on isole un glucide : le gentianose, de formule chimique  $C_{18}H_{32}O_{16}$ , dont on se propose d'étudier sa structure élémentaire et la composition chimique.

Chauffé en présence de liqueur de Fehling, celle-ci reste bleue.

1. Que peut-on **conclure** du résultat de cette expérience?
2. L'hydrolyse partielle du gentianose conduit à la formation de saccharose et de glucose.  
**Rappeler** la composition élémentaire du saccharose que vous comparerez au glucose.
3. L'hydrolyse totale du gentianose donne une molécule de fructose pour 2 molécules de glucose.
  - a- **Préciser** la classe des glucides à laquelle appartient le gentianose.
  - b- **Justifier** l'appellation de corps ternaire attribué au gentianose.

### Exercice 3 :

Le document suivant traduit les résultats d'une expérience réalisée sur de jeunes rats en pleine croissance. Au cours de cette expérience, l'apport en protéines est assuré pour tous les rats par un mélange de 18 acides aminés purifiés choisis parmi les vingt. L'eau, les ions minéraux, les glucides et les lipides sont fournis en quantité identiques et suffisantes aux trois lots.



**P et T sont les premières lettres de deux acides aminés : P= phénylalanine ; T = tyrosine**

- 1- **Comparer** la masse des trois lots pendant les 20 premiers jours de l'expérience.
- 2- **Comparez** l'évolution de la masse des trois lots à partir du vingtième jour. Quelle conclusion pouvez-vous tirer ?
- 3- Les nutritionnistes distinguent des acides aminés essentiels (AAE) qui ne peuvent être fabriqués par l'organisme et qui doivent être apportés par l'alimentation et d'autres acides aminés qui peuvent être fabriqués par l'organisme. **Indiquer** lequel des deux acides aminés : tyrosine ou phénylalanine, est un AAE.

### Exercice 4 :

L'institut national des statistiques a publié des données sur l'évolution de l'alimentation des tunisiens de 1980 à 2000. Le tableau ci-dessous présente le bilan de ces statistiques.

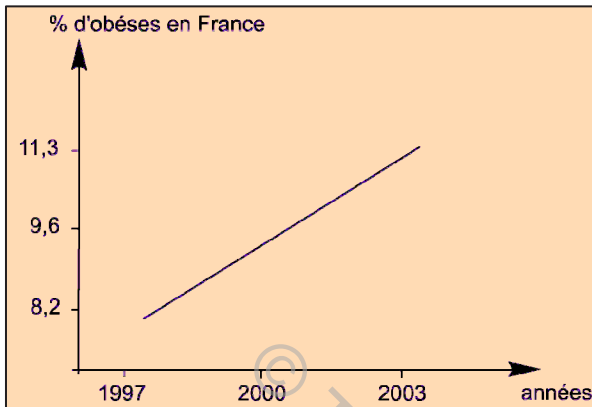
	Consommation kg/personne	
	1980	2000
Consommation des céréales	210,2	180,4
Consommation des légumes frais	66,2	76,2
Consommation des fruits	37,6	61,2
Consommation des produits d'origine animale	83,4	109,5
• Viande de volaille	16,9	24,8
• Poisson	5,5	6,7
• Lait	40,6	44,5
• Produits laitiers	20,4	33,5
• Œufs	71 pièces	119 pièces

1- **Analyser** l'évolution de la consommation alimentaire des tunisiens en vue de **dégager** les points positifs et les points négatifs.

2- **Préciser** si l'alimentation d'une personne de 70 kg est équilibrée ou non. **Justifier** la réponse.

## Exercice 5 :

Un rapport sénatorial daté d'Avril 2004 souligne qu'à la suite des modifications de nos habitudes alimentaires, « la montée de l'obésité » devient un problème de santé publique. Les documents 1 et 2 traduisent l'évolution de l'obésité et ses conséquences sur la santé humaine.



Document 1

Risques relatifs pour des personnes atteintes d'obésité par rapport à des personnes non atteintes.  
 25% de plus de maladies des os et des articulations,  
 50% de plus de maladies des coronaires,  
 38% de plus de diabètes,  
 37% de plus de goitre,  
 24% de plus de maladies liées à une hypertension artérielle.

*D'après le rapport du sénat N°267 avril 2004*

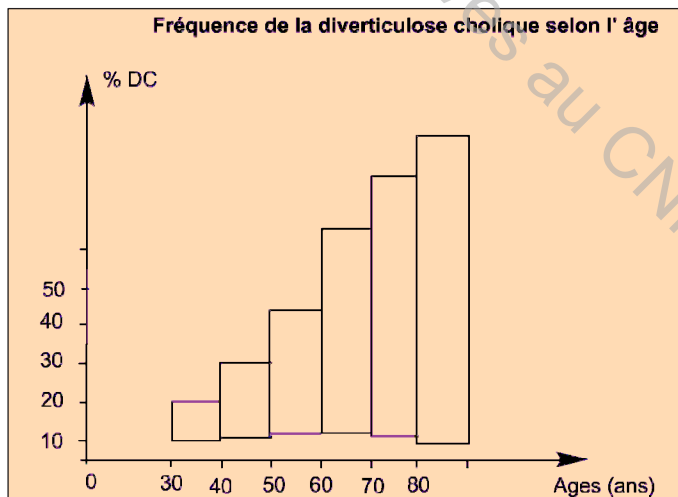
Document 2

- 1- **Analyser** les données des documents 1 et 2 en vue de **montrer** les conséquences de l'obésité sur la santé humaine.
- 2- **Nommer** les aliments simples dont la consommation excessive entraîne l'obésité.
- 3- **Préciser** comment peut-on lutter contre l'obésité.

## Exercice 6 :

Parmi les maladies digestives, la diverticulose colique affecte dans les pays occidentaux plus du 1/3 des sujets de plus de 60 ans. Elle est souvent accompagnée de constipation et d'hémorroïdes.

Les documents 1 et 2 représentent respectivement la fréquence de cette maladie selon l'âge et son épidémiologie.



Document 1

Pays affectés	Modification des habitudes alimentaires	Apparition de la maladie
Angleterre	1870/1880	1910/1915
Japon	1945/1950	1970/1975
Afrique du Sud	1945/50	1976

Document 2

1- Sachant qu'entre 1914 et 1976 le taux de fibres brutes dans la farine est passé de 0,35g pour 100g à 0,1g pour 100g. Proposez une hypothèse quant à l'origine de cette maladie.

2- Quelles informations supplémentaires vous apportent les documents 1 et 2 ?

3- Sachant qu'un régime pauvre en fibres fait expérimentalement apparaître la maladie chez le rat, proposez un traitement possible pour cette maladie et déduire l'importance des fibres alimentaires dans l'alimentation de l'homme.

### Exercice 7 :

Soit le menu suivant :

60g d'haricots verts + 20g de beurre + 150g de rôti de bœuf + 80g de poire cuite + 200g de pommes de terre + 0,5l d'eau

1- **Déterminer** le rôle de chaque aliment qui figure dans ce menu.

2- **préciser** quels sont les groupes d'aliments non représentés et qui devraient figurer au menu des autres repas de la journée ?

3- **Calculer**, en KJ, l'apport énergétique de ce repas en vous aidant des tables de composition des aliments.

4- Si le consommateur est un adolescent et si on considère que ce repas doit lui apporter 30% de la ration énergétique de la journée, pouvez-vous dire si le résultat trouvé à la question précédente couvre ses besoins ? Sinon, quelle modification lui proposez-vous ?

### Exercice 8 :

Un adolescent boit, comme il lui est recommandé, 1,5 litre de liquide par jour. Au lieu de boire de l'eau, il préfère consommer des jus de fruits ou des sodas.

1- Sachant que ces boissons contiennent environ 120g de sucre par litre, **calculer** la quantité de sucre que cet adolescent aura consommé par jour.

2- **Calculer** l'équivalent journalier, en morceaux de sucre, de sa consommation (1 morceau de sucre pèse 5g)

3- Sachant qu'un morceau de sucre de 5g fournit 85 KJ, **calculer** la quantité d'énergie fournie quotidiennement par ces boissons sucrées.

### Exercice 9 :

Le document ci-dessous présente les informations qui figurent sur l'emballage d'une pâtisserie industrielle.

<b>Ingrédients :</b>  Poires (29,2%) ; farine de froment ; eau ; sucre ; beurre pâtissier (8.8%) ; œufs entiers ; pain d'épices 3.4% (émulsifiant ; lécithine ; poudre à lever ; E450i ; E500ii ; conservateur : E282) ; poudre à crème pâtissière (amidon modifié ; épaississants : E410 , E415 ; colorant : E160) ; poudre d'amande ; sirop de glucose ; poudre à lever : E450i, E500ii ; épices (cannelle, badiane, girofle, cardamome) ; sel ; gélifiant : pectine ; acidifiant : acide citrique.	<b>Valeurs énergétiques moyennes pour 100g</b>		
	<b>1216 KJ (290 Kcal)</b>		
	<b>Valeurs nutritionnelles moyennes pour 100g</b>		
	<b>Protéines</b>	<b>Glucides</b>	<b>Lipides</b>
<b>3,9 g</b>	<b>39,5 g</b>	<b>12,9 g</b>	

Le tableau indique pour 100 g, la masse des différents macronutriments (protéines, lipides et glucides) et la valeur énergétique du produit.

- 1- **Vérifier** la valeur énergétique indiquée (Glucides : 4 kcal/g , Protides k4 cal/g , Lipides k9cal/g,  
1 cal = 4,18 joules )
- 2- **Calculer** la masse totale des macronutriments pour 100 g de produit.
- 3- Quels sont les ingrédients, ceux qui constituent le complément des macronutriments pour arriver à 100 g ?
- 4- **Préciser** l'apport calorique total de cette pâtisserie dont le poids net est de 480 g ?(Kj)

### Exercice 10 :

Les informations figurant sur l'étiquette ci-dessous, indiquent pour 100 mL de lait, la masse des différents macronutriments et la valeur énergétique du produit.

VALEURS NUTRITIONNELLES MOYENNES POUR 100 ML			
Valeur énergétique : 46 kcal (193 kj)		Protéines : 3,15 g	
Glucides : 4,8 g	Lipides : 1,55 g	Calcium : 120 mg (15 % des AJR)	
1 BOL DE LAIT (300 ML) COUVRE 45 % DES APPORTS JOURNALIERS RECOMMANDES EN CALCIUM.			

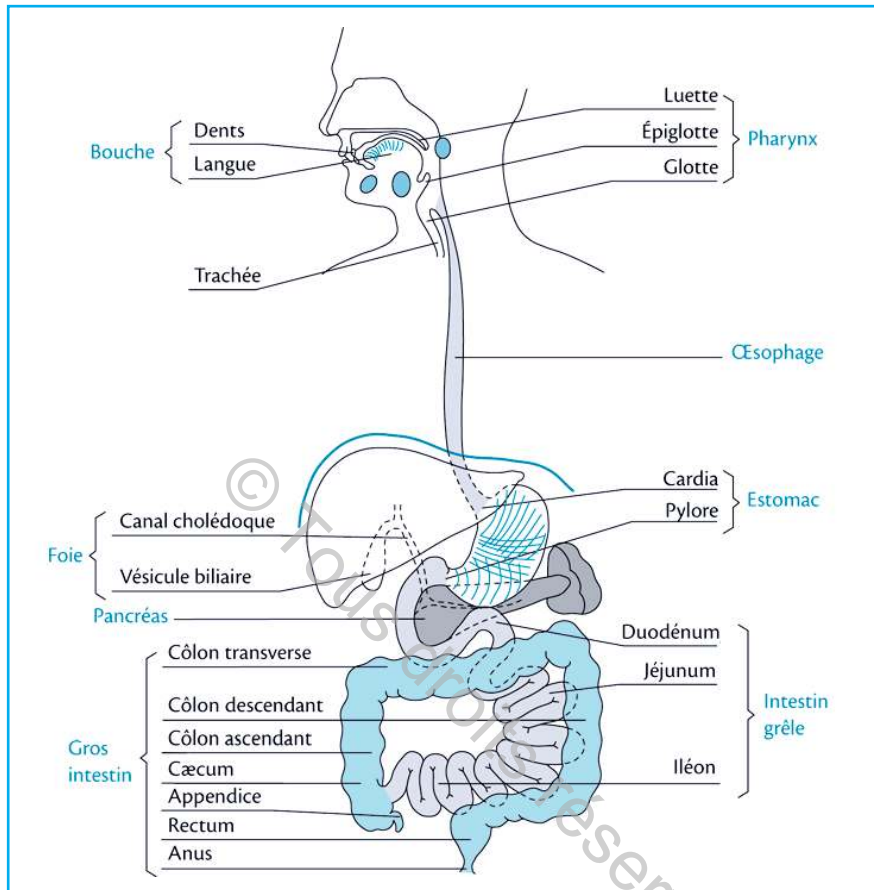
- 1- **Vérifier** la valeur énergétique indiquée .
- 2- **Déterminer** avec la teneur et les % mentionnés sur l'étiquette, les AJR en calcium. (mg)
- 3- **Déterminer** le volume de lait qu'il faut consommer pour couvrir son AJR en calcium. (mL)
- 4- Déterminer le volume de lait qu'il faut consommer pour couvrir vos besoins énergétiques d'une journée ?

### Exercice 11 :

La composition d'une soupe toute prête vendue dans le commerce est la suivante, pour 100g de produit : Lipides : 2,1g ; Protéines : 1g ; Glucides : 6,5g

On rappelle que 1g de protéines ou de glucides apporte 17kj environ, alors que 1g de lipides apporte approximativement 36kj.

- 1- **Calculer** l'apport énergétique que représente l'absorption de 250g de soupe.
- 2- Pour un individu dont la dépense énergétique journalière est voisine de 11000kj, **déterminer** la quantité de cette soupe qu'il faut ingérer quotidiennement pour couvrir la dépense.



Tous les jours, nous absorbons plusieurs aliments sans jamais se soucier de leur devenir dans notre organisme. Suivons ensemble l'histoire du voyage, dans l'organisme, d'une tartine et d'un verre de lait :

« Par un beau matin d'hiver, je fus recouverte d'une belle couche de beurre et d'une tranche de salami. Le plaisir fut de courte durée car des dents me découpèrent, déchirèrent la tranche de salami et nous écrasèrent. Nous fûmes noyés de salive. La langue nous malaxa. Ma mie devint une pâte un peu sucrée et subitement je fus envoyée vers le pharynx. La bouillie que je formais arriva dans l'œsophage, un conduit dont les muscles nous serrèrent pour nous pousser vers l'estomac. Voilà un peu plus d'espace malgré la gorgée de lait qui nous y rejoignit. Mais que se passa-t-il alors ? Le lait cailla tout de suite !

Nous fûmes malaxés et donc secoués de gauche à droite et après environ 3 heures, la bouillie grisâtre que nous formions fut éjectée dans le début de l'intestin grêle.

### SOMMAIRE

Partie 1 : Etude expérimentale de la digestion .....	P 61
Partie 2 : Notion d'enzyme digestive et de simplification moléculaire .....	P 65
Partie 3 : Absorption intestinale .....	P 69
Partie 4 : Hygiène de la digestion .....	P 73
Bilan .....	P 75
Exercices : .....	P 81

Nous fûmes recouverts d'un épais liquide verdâtre amer : la bile fabriquée par le foie. Mon ami le beurre fut émulsionné.

Quant à ma copine, la tranche de salami, après avoir été attaquée dans l'estomac, elle fut, comme moi, prise d'assaut par les sucs digestifs du pancréas et par la bile du foie. De nouveau, des muscles nous serrèrent pour nous pousser vers l'intestin grêle.

Dans l'intestin grêle, nous progressâmes pendant près de 7 mètres. Tout le long de cet organe, de multiples replis nous attiraient avec avidité.

Arrivée au niveau du côlon, véritableessoreuse, il nous absorba tout ce qui nous restait d'humide... Pauvres déchets, il ne nous restait plus qu'à être à nouveau poussés et trouver la sortie de cet enfer au bout d'un mètre et demi.

Après être stockés dans une petite poche, le rectum, c'est par l'anus que nous revîmes le jour, ... mais dans quel état ! »

Adapté de Sciences en question 1<sup>ère</sup>,  
CUCHE L., DELSAUT A., 2006, Didier Hatier

- **Quelles sont les transformations que subissent les aliments dans le tube digestif ?**
- **Comment expliquer la transformation des aliments simples en nutriments ?**
- **Comment expliquer les mécanismes de l'absorption des nutriments ?**
- **Comment adopter un bon comportement alimentaire ?**

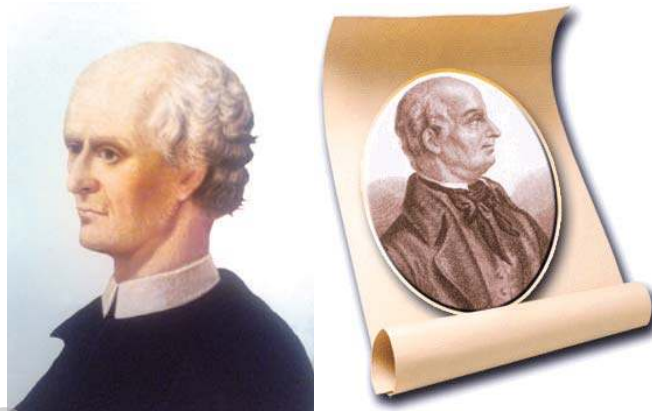
### **Objectifs :**

- **Identifier** les transformations que subissent les aliments dans le tube digestif.
- **Expliquer** les mécanismes de la digestion.
- **Expliquer** les mécanismes de l'absorption des nutriments.
- **Adopter** un bon comportement alimentaire.
- **Réaliser** des expériences.
- **Faire** un schéma de synthèse à partir de différentes observations
- **Exploiter** des données.

### **Pré-requis :**

- Composition de l'appareil digestif.
- Composition des aliments composés.
- Notion de sucs digestifs.
- Notion d'enzyme.

## PARTIE 1 Etude expérimentale de la digestion



Lazzaro Spallanzani (1729-1799)

Une équipe de scientifiques vient de retrouver un document datant du XVIII<sup>e</sup> siècle résumant les travaux d'un chercheur de son époque (1787), présentant des conclusions sur la digestion, dont le texte est le suivant :

« Il s'agissait de prendre par la bouche une petite bourse de toile contenant 52 grains\* de pain mâché. Je gardais cette bourse pendant 23 heures sans éprouver aucun mal avant de la rejeter par les selles. Elle ne contenait plus de pain, il n'y avait aucune déchirure de la toile, de sorte qu'il était évident qu'elle n'avait subi aucune transformation. Le succès de cette expérience m'encouragea à en faire d'autres. J'enveloppai dans une bourse de toile 60 grains de la chair d'un pigeon cuite et mâchée. Cette bourse ne resta que 18 heures dans le corps, mais les chairs étaient absolument digérées ». \*Un grain= 0,065 g

Ces découvertes nous ramènent à se demander sur les conditions nécessaires à la digestion des aliments et sur les transformations que subissent ces derniers au niveau du tube digestif.

### 1- Digestion de l'amidon

#### Activité 1

On se propose d'étudier, à l'échelle expérimentale, les principales transformations subies au niveau de la bouche par un aliment simple : l'amidon cuit, un des constituants de la mie de la tartine et autres aliments.

#### Tâche 1

- 1- Exploiter** les informations présentées dans le texte de Spallanzani, dans le but de **préciser** ce qui s'est passé aux aliments contenus dans la toile.
- 2-** La tartine, lors de son voyage le long du tube digestif, précise que sa mie présente au niveau de la bouche une saveur sucrée. **Formuler** une hypothèse sur l'origine de cette saveur.
- 3- Proposer** un protocole expérimental de la digestion de l'amidon : principal constituant du pain.

## Activité 2

Le document 1 présente le mode opératoire de la digestion in vitro de l'amidon.

### Préparation de l'empois d'amidon

- Mettre 10 g d'amidon dans 100 ml d'eau distillée.
- Faire bouillir en mélangeant.
- Verser ensuite ce mélange chaud dans 900 ml d'eau froide en remuant vivement.
- Remettre le tout à chauffer en remuant jusqu'à éclaircissement.

### Mode opératoire

- Introduire dans deux tubes à essai 10 ml d'empois et les placer au bain marie à 37°C.
- Ajouter, cinq minutes plus tard, à l'aide du compte-gouttes 2 ml de salive dans le tube 2 et ne rien ajouter dans le tube 1 (T1).
- Laisser au bain marie 15 minutes.
- Diviser le contenu de chaque tube dans deux tubes à essai (T'1 et T''1) et (T'2 et T''2). Dans (T'1 et T'2) rajouter quelques gouttes d'eau iodée et dans (T''1 et T''2) passer au test de la liqueur de Fehling à chaud, comme c'est indiqué dans le tableau du document 1.

Temps en mn	Réaction à l'eau iodée		Réaction à la liqueur de Fehling à chaud	
	T'1	T'2	T''1	T''2
T=0				
T=15				
T= 30				

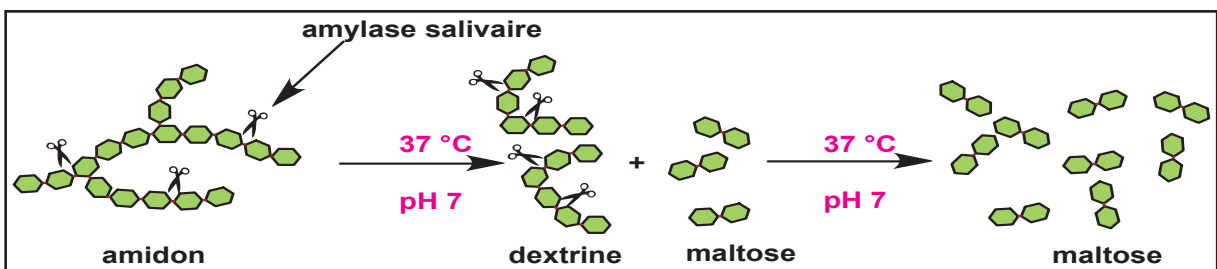
### 1- Digestion expérimentale de l'amidon

Dans le but de savoir les conditions optimales de l'activité de la salive, on réalise les expériences du document 2.

Tubes	1	2	3	4	5
Empois d'amidon	+	+	+	-	+
salive	+	Salive bouillie	+	+	+
pH	7	7	7	7	2
Température (°C)	37°C	37°C	0°C	37°C	37°C
Test à l'eau iodée					
Test à la liqueur de Fehling					

### 2- Recherche des conditions expérimentales de la digestion de l'amidon

Le document 3 représente schématiquement l'action de l'amylase salivaire sur l'amidon dans le tube 1.



### 3- Rôle de l'amylase salivaire dans la digestion de l'amidon

## Tâche 2

- 1- Réaliser** les expériences du document 1 en vue de **dégager** le rôle de la salive dans la digestion de l'amidon.
- 2- Réaliser** les expériences du document 2 en vue de **dégager** les conditions nécessaires de la digestion de l'amidon.
- 3- A partir de l'analyse** du document 3, **déduire** :
  - le rôle de l'amylase salivaire.
  - l'origine de la saveur sucrée perçue lors du voyage de la tartine.
  - la nature de la transformation de l'amidon.
- 4- Dégager** la concordance entre les résultats obtenus par les découvertes de Spallanzani sur la nature de la digestion et les résultats de la digestion expérimentale de l'amidon.

## 2- Digestion des protides

### Activité 3

Voici un deuxième récit d'une expérience de Spallanzani réalisée en 1787 sur la digestion d'un morceau de viande :

« J'en fis entrer (du suc gastrique) dans un tube en verre (...) ; je mis avec ce suc quelques brins de chair (...). Je le plaçai dans un fourneau où on éprouvait à peu près la chaleur de mon estomac ; j'y mis aussi un tube semblable avec une quantité d'eau qui était la même que celle du suc gastrique pour me servir de terme de comparaison. Voici les éléments que j'observai. La chair qui était dans le suc gastrique commença à se défaire avant 12 heures et elle continua insensiblement jusqu'au bout de 35 heures, elle avait perdu toute consistance (...). Il n'en fut pas de même dans le tube où j'avais mis de l'eau (...) : la plus grande partie des fibres charnues plongées dans l'eau étaient encore entières au bout du troisième jour. »

### 4- Expérience de Spallanzani (1787)

## Tâche 3

- 1- Exploiter** les informations présentées dans le texte du document 4 sur la découverte de Spallanzani, dans le but de :
  - **préciser** les conditions expérimentales de la transformation du brin de chair.
  - **proposer** une explication des résultats obtenus.
- 2- Proposer** un protocole expérimental de la digestion in vitro d'un peptide : l'ovalbumine.

## Activité 4

Le document 5 présente le mode opératoire de la digestion de l'ovalbumine.

### Mode opératoire

Numéroter 4 tubes propres et y ajouter :

**Tube 1** : 5ml de solution de pepsine (à 1 %)

**Tube 2** : 5ml de solution de pepsine + 1 goutte d'HCL concentré.

**Tube 3** : 5ml de solution de pepsine + 1 goutte de NaOH (10N).

**Tube 4** : 5ml de solution de pepsine + 1 goutte d'HCL concentré.

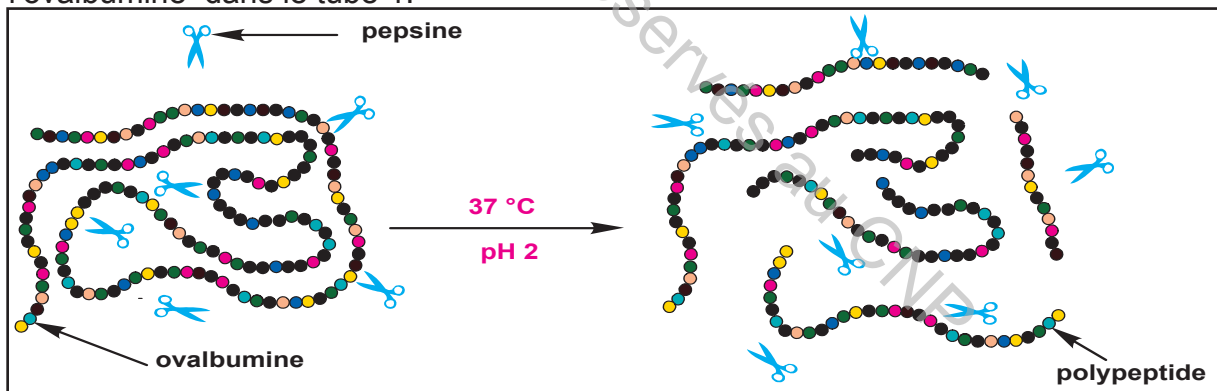
- Agiter plusieurs fois ces tubes et y ajouter un peu de blanc d'œuf ou quelques flocons d'albumine d'œuf en poudre.
- Incuber les tubes : 1, 2 et 3 à 37 °C pendant une heure
- Le tube 4 est mis dans la glace (0°C) pendant une heure.
- Faire le test de la réaction de biuret et xanthoprotéique pour chaque tube et noter l'aspect du contenu du tube : Trouble ou limpide.

**La pepsine** est une protéine sécrétée par la paroi de l'estomac.

Tubes	1	2	3	4
Réaction de biuret				
Réaction xanthoprotéique				
Aspect du contenu du tube : trouble ou limpide				

### 5- Digestion expérimentale de l'ovalbumine

Le document 6 représente schématiquement l'action de la pepsine sur l'ovalbumine dans le tube 1.



### 6- Rôle de la pepsine dans la digestion de l'ovalbumine

#### Tâche 4

- 1- **Réaliser** les expériences du document 5 et **compléter** le tableau.
- 2- **Exploiter** les résultats expérimentaux obtenus et les données du document 6 en vue de **dégager** :
  - le rôle de la pepsine dans la digestion de l'ovalbumine.
  - les conditions nécessaires à son fonctionnement.
- 3- La pepsine et l'amylase salivaire sont appelées : enzymes digestives. **Justifier** cette appellation.
- 4- **Montrer**, à partir des informations précédentes, que la digestion des aliments est un ensemble de transformations : mécanique et chimique.

## PARTIE 2 Notion d'enzyme digestive et de simplification moléculaire



En 1913 Otto Röhm a utilisé pour la première fois des enzymes pancréatiques pour l'élimination des taches de sang des vêtements.

A partir des années 60, les enzymes naturelles et de synthèse entrent dans la composition des produits de lessive. Au début, il s'agissait exclusivement d'enzymes qui éliminent les taches dues aux protéines, telles que celles contenues dans les œufs, le lait, l'herbe et le sang.

Au cours de ces dernières années, de nouvelles enzymes sont apparues dans la plupart des détergents permettant d'éliminer entre autres, les hydrates de carbone, les fibres alimentaires, les graisses animales et végétales, etc.

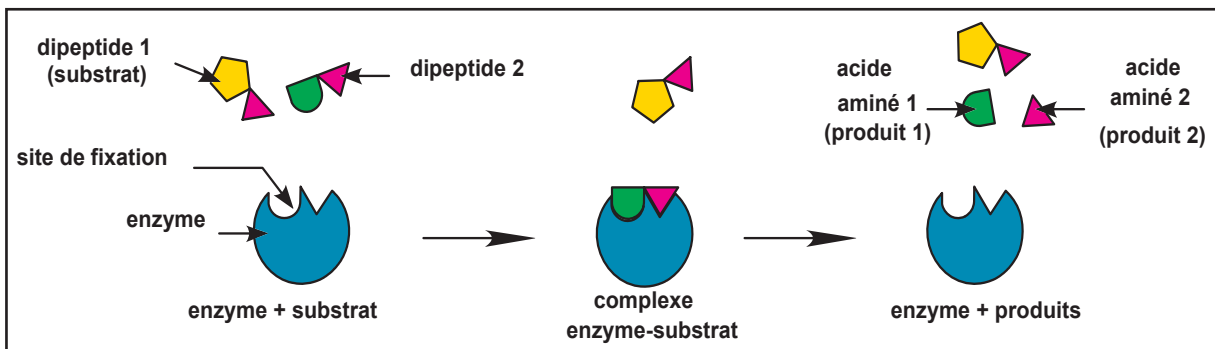
Dans le domaine médical, d'autres formes d'enzymes sont utilisées pour améliorer la digestion, réduire les ballonnements, etc.

- Quel est le mode d'action d'une enzyme digestive ?
- Quelles sont les transformations subies par les aliments sous l'action des enzymes digestives ?

### 1. Réaction enzymatique :

#### Activité 1

Le document 1 présente un modèle explicatif de la réaction enzymatique. Le substrat choisi est un dipeptide.



1- Mode d'action d'une enzyme

## Tâche 1

- 1- **Décrire** la réaction enzymatique représentée par le document 1 en vue de **déduire** quelques propriétés de l'activité de l'enzyme. **Justifier** votre réponse.
- 2- **Ecrire** la réaction simplifiée du mode d'action d'une enzyme.

## 2. Conditions de l'activité enzymatique

### Activité 2

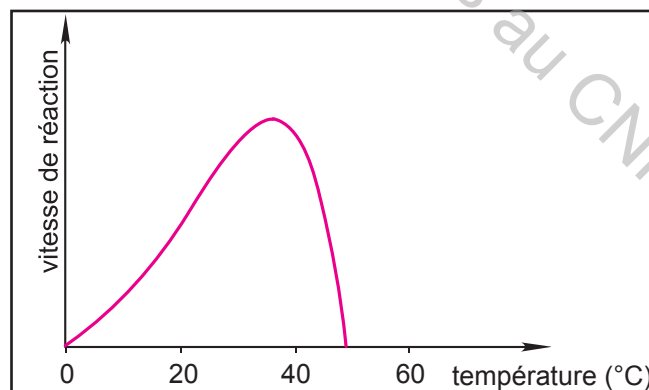
A travers l'étude de la digestion in vitro de quelques aliments simples comme l'amidon et l'ovalbumine, associée aux différentes découvertes sur la digestion assurées par Spallanzani et Réaumur, des conditions s'avèrent nécessaires au fonctionnement des enzymes digestives comme l'amylase salivaire et la pepsine. Lors du voyage de la tartine le long du tube digestif, il a été signalé que : arrivant au niveau de l'estomac, le lait caillait.

### Tâche 2

- 1- **Rappeler**, à partir des informations tirées lors de l'étude de la digestion expérimentale, les conditions nécessaires à l'action de l'amylase salivaire et de la pepsine dans la transformation chimique de l'amidon et de l'ovalbumine.
- 2- **Proposer** une explication à la transformation du lait en caillé au niveau de l'estomac.

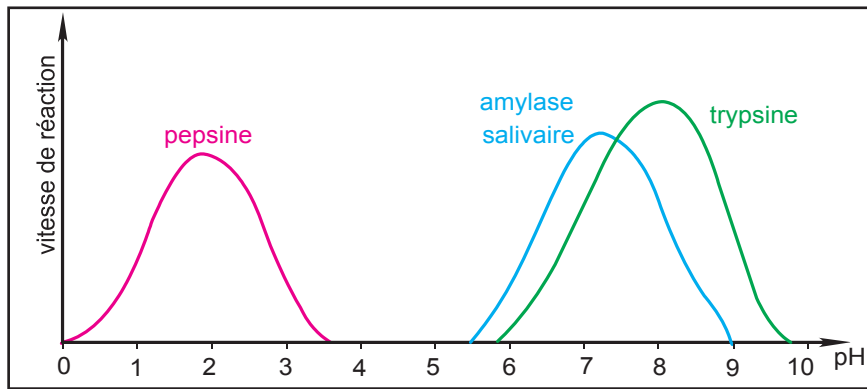
### Activité 3

Le document 2 montre la variation de la vitesse de l'activité enzymatique en fonction de la température des enzymes digestives.



### 2- Effet de la température sur l'activité enzymatique

Le document 3 montre la variation de la vitesse de l'activité enzymatique en fonction du pH de trois enzymes : la pepsine (sécrétée par l'estomac), l'amylase salivaire (sécrétée par les glandes salivaires dans la bouche) et la trypsine (sécrétée par le pancréas dans l'intestin grêle).



**3- Effet de la variation du pH sur l'activité enzymatique**

### Tâche 3

- 1- Analyser** les tracés des documents 2 et 3 afin de **dégager** les conditions optimales de l'activité des enzymes digestives.
- Sachant que la vitesse de réaction enzymatique de la pepsine, de l'amylase salivaire et de la trypsine est maximale respectivement dans l'estomac, dans la bouche et dans l'intestin grêle, **préciser** le pH de ces organes digestifs.

### 3- Simplification moléculaire des aliments simples :

#### Activité 4

En progressant dans le tube digestif, certains aliments subissent une simplification moléculaire en présence d'enzymes contenues dans les sucs digestifs sécrétés par les cellules de l'appareil digestif. Le document 4 présente des enzymes digestives ainsi que leurs effets sur les aliments simples.

<b>Aliments hydrolysés</b>	amidon	maltose	lipides	polypeptides	peptide
<b>enzymes</b>	Amylase	maltase	lipase	polypeptidase	peptidase

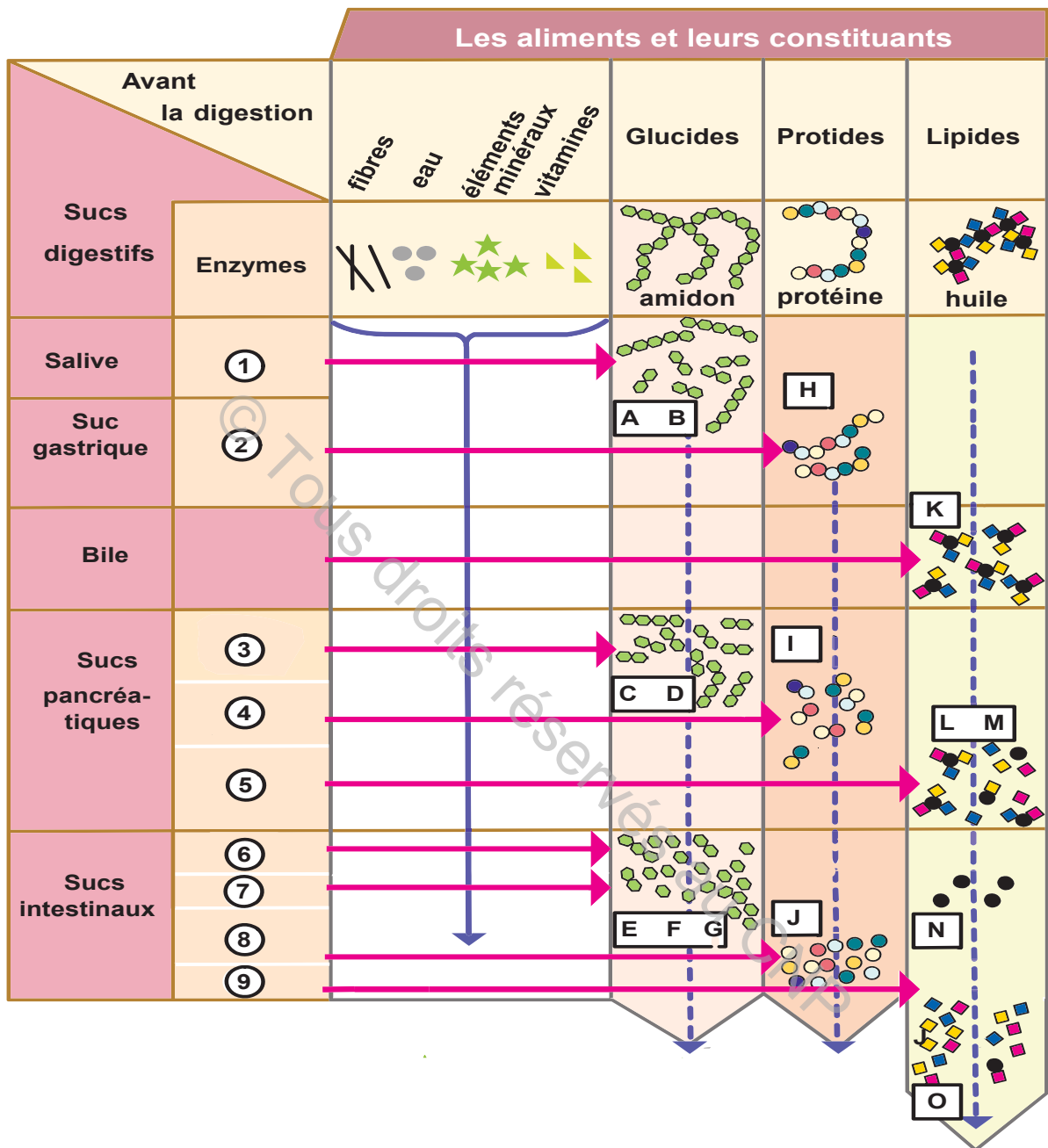
#### 4- Enzymes digestives de l'Homme

Le document 5 précise les caractéristiques, la composition et le rôle de la bile sécrétée par le foie.

La bile est un liquide épais et visqueux produit par le foie et stocké au niveau des vésicules biliaires. Il a un goût amer caractéristique. Elle est constituée essentiellement d'eau et des sels biliaires qui sont formés par la combinaison de sodium et de potassium avec des acides biliaires. Elle émulsionne les graisses afin de faciliter leur digestion puis leur absorption par l'intestin.

#### 5- Origine et rôle de la bile

Le document 6, présente un tableau montrant les principales étapes de la digestion chez l'Homme.



### 6- Principales étapes de la digestion

#### Tâche 4

- 1- **Identifier**, à partir de vos connaissances, **identifier** les molécules A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N et O.
- 2- **Exploiter** les informations des documents 4 et 5 et vos connaissances en vue de **préciser** les enzymes numérotées de 1 à 9.
- 3- A partir des informations dégagées précédemment :
  - **préciser** les aliments qui subissent la digestion,
  - **présenter** le bilan de la digestion des aliments simples figurant dans le document 6.

## PARTIE 3 Absorption intestinale

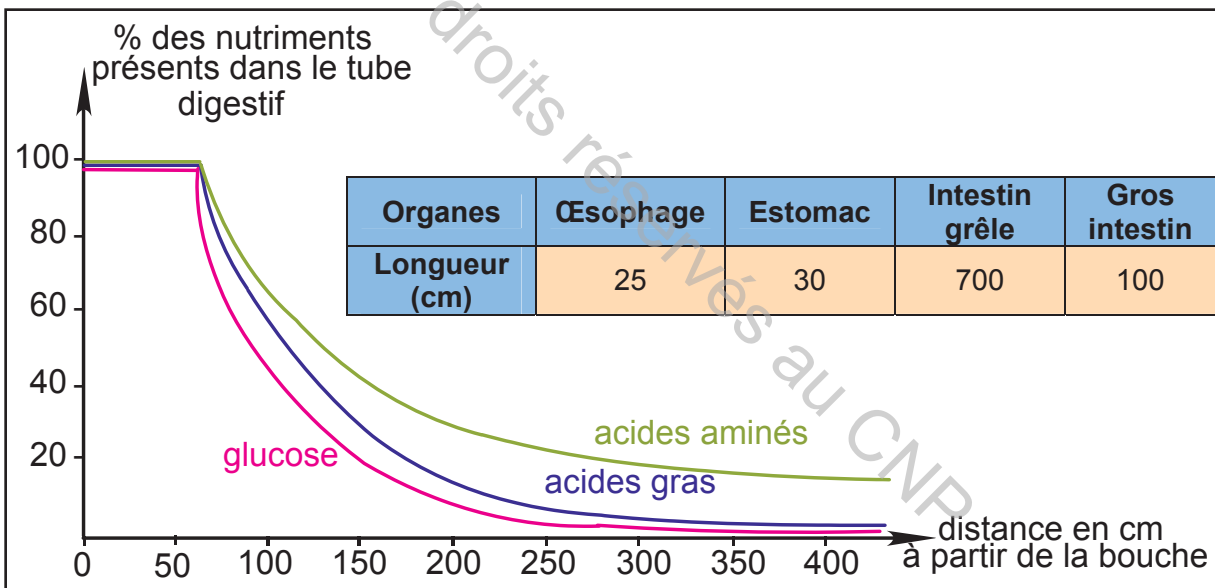
Chaque jour environ 10 litres de matière liquide provenant de l'alimentation, associés aux sucs digestifs transitent tout au long du tube digestif. Or, les selles ne représentent que 150 g de matière ingérée.

Où sont passés les aliments ingérés puis digérés et par quel(s) mécanisme(s) ?

### 1- Mise en évidence de l'absorption intestinale

#### Activité 1

On se propose de connaître le devenir des nutriments présents au niveau de l'intestin grêle. Pour cela, on introduit chez un sujet, des sondes dans l'œsophage, l'estomac et l'intestin, on suit le contenu du tube digestif à différents moments et à différents endroits au cours de la digestion. Le document 1 présente les résultats obtenus.



### 1- Variation des taux de quelques nutriments le long du tube digestif

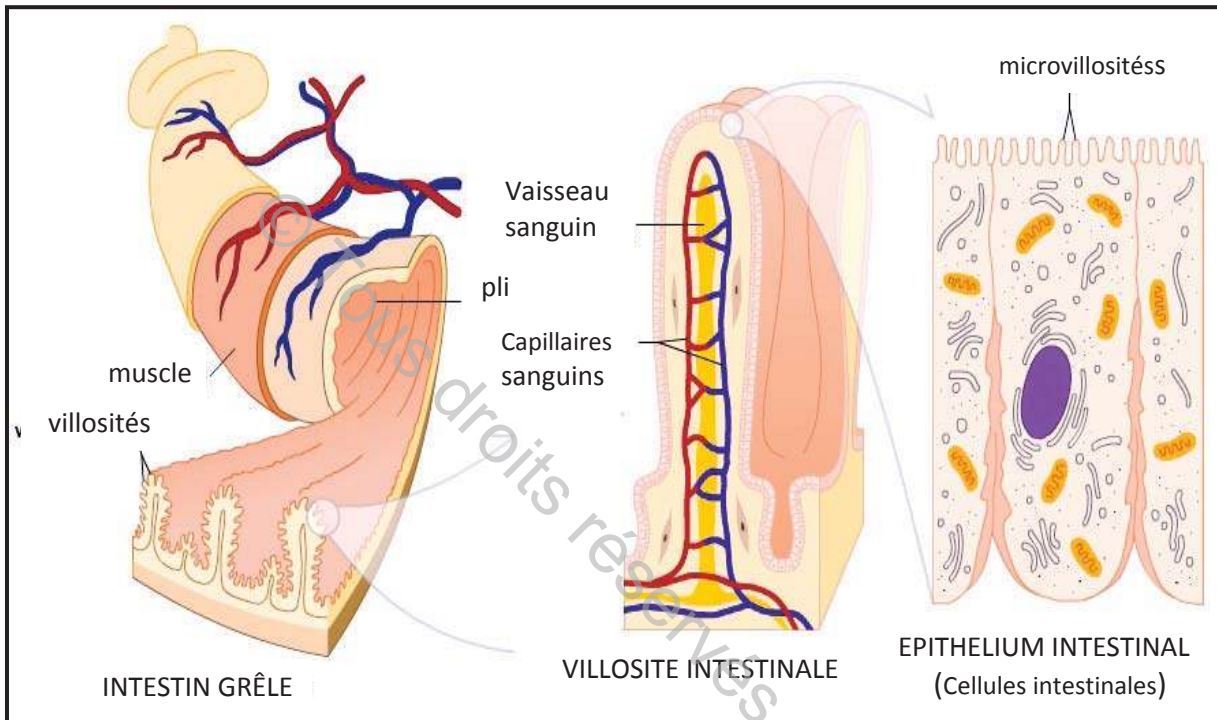
#### Tâche 1

A partir de l'analyse du tracé du document 1, proposer une explication à la variation du pourcentage des nutriments dans le tube digestif.

## 2- Structure anatomique de l'intestin grêle

### Activité 2

Le document 2, présente une portion de la de l'intestin grêle, une villosité intestinale et une cellule intestinale ou cellule épithéliale dite aussi entérocyte. L'intestin grêle correspond à un tube de 7 mètres de long environ et de 4,5 cm de diamètre. Ses plis transversaux multiplient par trois sa surface interne. Les villosités multiplient par dix la surface interne de l'intestin grêle. Les microvillosités à la surface des entérocytes multiplient à leur tour la surface interne de l'intestin par 20.



## 2- Structure et ultrastructure de l'intestin grêle

### Tâche 2 :

En **exploitant** les données du document 2 :

- **calculer** la surface de l'intestin séparant sa lumière de son réseau capillaire qui lui est associé.
- **déduire** l'importance de cette surface dans les échanges avec le reste de l'organisme.

## 3- Mécanisme de l'absorption intestinale :

### Transport passif :

**Osmose** : est le déplacement de molécules d'eau du milieu le moins concentré vers le milieu le plus concentré.

**Diffusion** : est un transport de molécules ou ions du milieu le plus concentré vers le milieu le moins concentré. Il se fait sans consommation d'énergie. On distingue :

- la **diffusion simple** : ne nécessite pas de protéines de transport.
- la **diffusion facilitée** : implique des protéines de transport.

**Transport actif** : est un transport de molécules ou ions du milieu le moins concentré vers le milieu le plus concentré. Il nécessite de l'énergie et des protéines de transport.

## 3- Différents modes de transport des nutriments

### Activité 3

Le document 4 décrit les mécanismes de transport des nutriments à travers la paroi intestinale.

#### **Absorption de l'eau et des ions :**

Tout le long de l'intestin, l'eau et les ions passent de la lumière intestinale dans le sang et la lymphe en traversant les deux membranes de l'entérocyte (membrane apicale et membrane basale).

L'absorption de l'eau obéit aux lois de l'osmose. L'absorption de certains ions se fait par diffusion, d'autres ions par transport actif :

- La membrane latérale et basale de l'entérocyte contient une pompe qui transporte activement le sodium en dehors de la cellule.
- Le calcium est transporté de façon active, le mécanisme de ce transport étant lié à la présence de vitamine D.

#### **Absorption des glucides :**

\* Le glucose et le galactose : sont absorbés par transport actif. En présence de Na<sup>+</sup>, ils sont rapidement absorbés. Cette absorption baisse de 80% en absence du sodium. L'absorption des 20% restant est assurée par diffusion facilitée.

\* Le fructose : est absorbé par diffusion facilitée.

Tous les oses empruntent la voie sanguine.

#### **Absorption des protides :**

La captation des acides aminés par les entérocytes nécessite des transporteurs. Les ions sodium semblent indispensables à l'entrée des acides aminés et un apport d'énergie nécessaire à leur concentration dans la cellule.

En fin de la digestion, les acides aminés se retrouvent dans les capillaires sanguins.

#### **Absorption des lipides :**

Les produits de l'hydrolyse des lipides (acides gras, glycérol et monoglycérides) pénètrent par diffusion simple dans l'entérocyte.

- À l'intérieur de l'entérocyte, les acides gras à longue chaîne reconstituent des nouveaux triglycérides formant des vésicules. Celles-ci quittent par exocytose l'entérocyte et sont prises en charge par les vaisseaux lymphatiques. Ces acides gras représentent 70% des lipides absorbés.

- Les acides gras à courte chaîne traversent l'entérocyte et sont pris en charge par les capillaires sanguins. Ils représentent 30% des lipides absorbés.

#### **Absorption des vitamines :**

- Les vitamines A et D, liposolubles, sont absorbés passivement en même temps que les lipides et se retrouvent dans la circulation lymphatique.

- Les vitamines B1 et C, hydrosolubles, sont absorbés activement et se retrouvent dans la circulation sanguine.

### 4- Mécanismes de transport des nutriments de la digestion

#### Tâche 3

En exploitant les données des documents 3 et 4, compléter le tableau du document 5.

Nutriments	Modes de transport				Voies de circulation	
	Osmose	Diffusion simple	Diffusion facilitée	Transport actif	Voie sanguine	Voie lymphatique
eau						
Osés : - Glucose - Galactose - fructose						
Protides : Acides aminés						
Lipides : Acides gras : Glycérol :						
Vitamines B1 et C A et D						
Ions minéraux Na <sup>+</sup> et Ca <sup>2+</sup>						

**5- Modes de transport des nutriments et leurs voies de circulation**

## PARTIE 4 Hygiène de la digestion



Oleg Blokhine, entraîneur ukrainien, a évoqué une «*intoxication alimentaire*» ayant touché 10 de ses joueurs pour expliquer la défaite mardi en Allemagne de son équipe en match amical face à la Turquie (0-2). «*ça nous a obligé à modifier la composition de l'équipe juste avant le coup d'envoi*, a-t-il expliqué. *Nous ne savons pas ce qui a provoqué cela puisque ceux qui ont été touchés ont mangé des choses différentes. Nous ne savons qu'une chose: nos joueurs ont été intoxiqués ici en Allemagne.*»

Source : [l'Agence France-Presse](#)

Ceci nous ramène à se demander comment un sportif peut adopter un bon comportement alimentaire.

### Activité 1

Dans le but d'adopter un bon comportement alimentaire et par conséquent, veiller à une bonne hygiène de l'appareil digestif, on fournit les informations suivantes :

Les fibres alimentaires sont les parties d'origine végétale qui ne sont pas transformées lors de la digestion. Une carence en fibres peut conduire à des troubles intestinaux, telle que la constipation.



#### 1- Effet de la carence en fibres alimentaires

L'activité physique légère crée un léger massage naturel sur les viscères ce qui facilite l'avancement du bol alimentaire dans le tube digestif. Elle favorise une meilleure assimilation des nutriments.



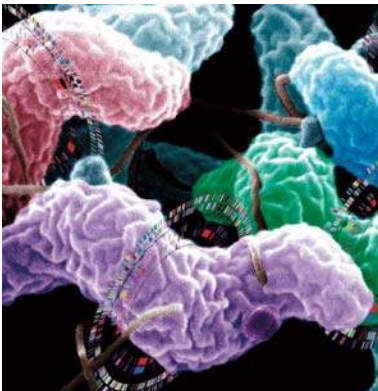
## 2- Bienfaits des exercices physiques

L'alcool passe directement de l'appareil digestif aux vaisseaux sanguins. A court terme, et consommé même à faible quantité, il provoque un état d'ivresse et peut entraîner des troubles digestifs, des nausées, des vomissements. A long terme, il touche plusieurs organes de l'appareil digestif entre autres le foie (cirrhose du foie)



Cirrhose de foie

## 3- Méfaits de l'alcool sur l'appareil digestif



Campylobacter

La consommation d'aliments infectés ou contenant des parasites, est la cause de plusieurs intoxications alimentaires.

L'intoxication alimentaire la plus courante est causée par la bactérie Campylobacter, qui se trouve dans les volailles crues, le lait cru, la viande rouge mal cuite et l'eau non traitée.

## 4- Intoxications alimentaires

### Tâche 1

En partant des données des documents 1, 2, 3 et 4, et à partir de l'exploitation d'enquêtes et de supports multimédias, **rédigé** un texte clair et cohérent résumant les bonnes pratiques alimentaires dans une perspective d'une bonne hygiène de l'appareil digestif.

Votre texte comportera les idées maitresses suivantes :

- Les bienfaits des fibres alimentaires sur l'activité de l'intestin.
- Les bienfaits de l'activité physique sur l'activité de l'intestin.
- Les risques liés à la consommation de l'alcool.
- Les risques liés aux intoxications alimentaires.
- Comment adopter un bon comportement alimentaire.

## 1- ETUDE EXPERIMENTALE DE LA DIGESTION

### I - Digestion de l'amidon

(Activités 1 et 2).

L'amidon est hydrolysé en présence de salive en un sucre réducteur : le maltose.

La salive contient une substance appelée l'amylase salivaire qui permet l'hydrolyse de la molécule d'amidon. L'amylase salivaire est une enzyme digestive.

L'amylase salivaire, agit dans des conditions de milieu très précises (température 37°C, pH = 7).

### II - Digestion d'un protide : l'ovalbumine

(Activités 3 et 4).

L'ovalbumine est hydrolysée, en présence de pepsine, en acides aminés.

La pepsine, contenue dans le suc gastrique agit dans des conditions très précises (température 37°C, pH = 2). La pepsine est une enzyme digestive.

## 2- NOTIONS D'ENZYME DIGESTIVE ET DE SIMPLIFICATION MOLECULAIRE

### I- Notion d'enzyme

(Activité 1).

Une enzyme digestive est un biocatalyseur de nature protéique qui intervient dans l'hydrolyse chimique des aliments, selon la réaction :

**Enzyme + substrat**  $\longrightarrow$  complexe « enzyme-substrat »  $\longrightarrow$  **enzyme + produit.**

Cette réaction est assurée par la complémentarité spécifique entre la molécule du substrat et le site de fixation de l'enzyme. Cette spécificité sert à donner un nom à chaque enzyme (selon la nature du substrat : exemple saccharase, lipase, maltase, peptidase, etc)

Une enzyme est à nouveau fonctionnelle à la fin de la réaction : une fois la catalyse réalisée, les produits de la réaction se séparent de l'enzyme qui alors peut recevoir une nouvelle molécule de substrat.

Toutes les enzymes digestives sont des hydrolases qui agissent à faible dose.

### II- Conditions de l'activité enzymatique

(Activité 2 et 3).

Les enzymes digestives présentent :

- une température optimale d'action (37°C à 40°C)
- un pH optimal d'action (selon la nature de l'enzyme)

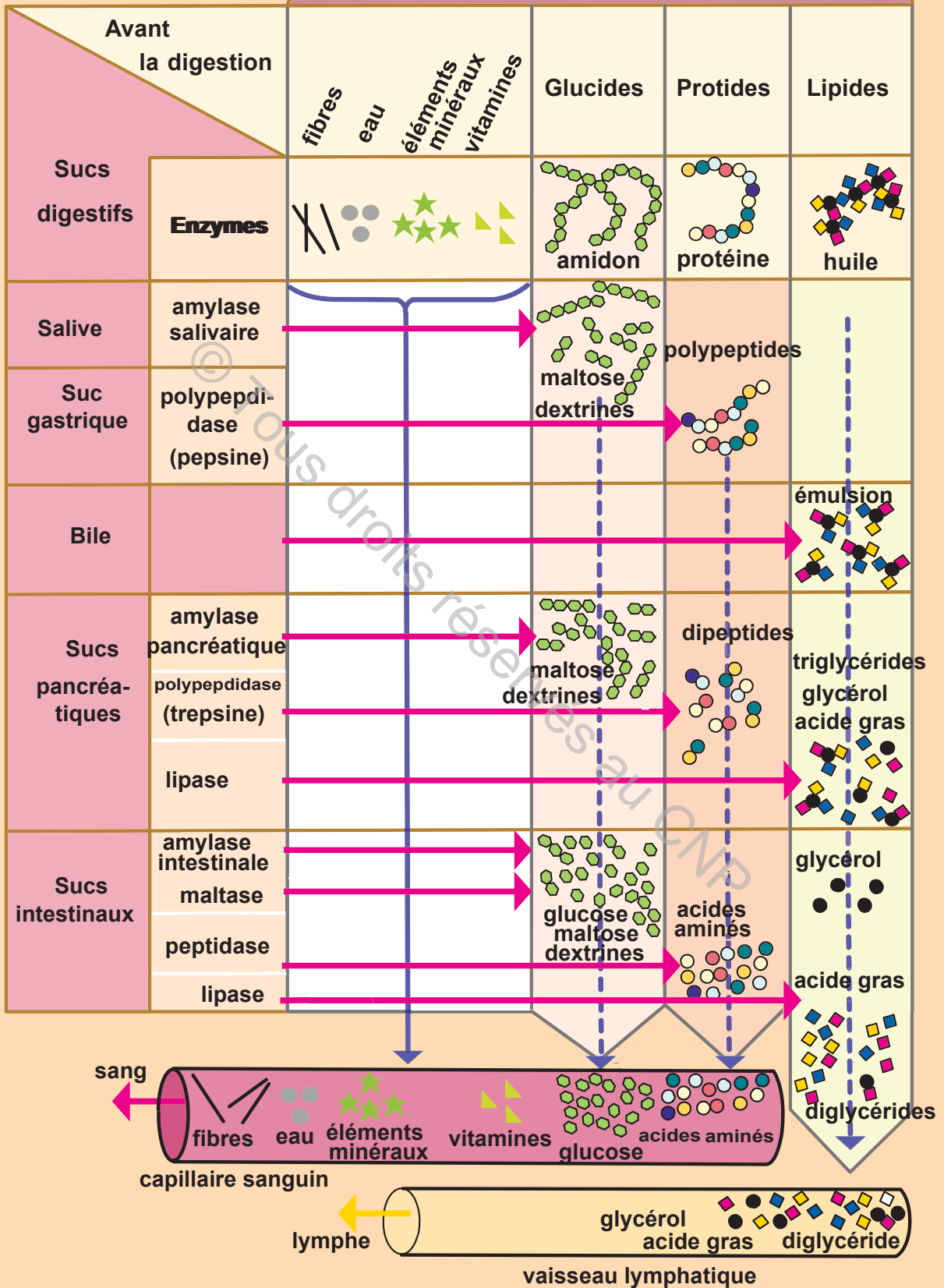
### III - Simplification moléculaire des aliments simples

(Activité 4).

Les sucs digestifs produits par les glandes annexes (salive et suc pancréatique) et par les cellules des muqueuses digestives (suc gastrique et suc intestinal) contiennent des enzymes digestives.

La digestion consiste en une simplification moléculaire des aliments en molécules élémentaires non hydrolysables appelées nutriments : oses pour les glucides, acides aminés pour les protides, acides gras et glycérol pour les lipides. Ainsi la lumière de l'intestin grêle contient à la fin de la digestion un liquide appelé le chyle, contenant tous les nutriments : eau, ions, vitamines, oses, acides aminés, acides gras et glycérol.

## Les aliments et leurs constituants



## 3- ABSORPTION INTESTINALE

### I- Mise en évidence de l'absorption intestinale

(activité 1)

La majeure partie des nutriments du chyle quitte l'intestin grêle à travers sa paroi pour être distribuée à tout le corps : c'est l'absorption intestinale.

### II- Structure anatomique de l'intestin grêle

(activité 2)

L'intestin grêle est un tube de sept mètres de long environ formé de l'extérieur vers l'intérieur de deux couches musculaires et d'une muqueuse intestinale. Cette dernière présente plusieurs replis transversaux riches en villosités, en forme de doigts de gant.

Chaque villosité est irriguée par des capillaires sanguins et des vaisseaux lymphatiques.

Du côté de la lumière intestinale, la villosité présente un épithélium formé d'une couche de cellules épithéliales appelées : entérocytes. Ces dernières présentent du côté de la lumière de l'intestin, des microvillosités.

La longueur de l'intestin, la présence des replis circulaires, des villosités, des microvillosités des entérocytes et la vascularisation importante, font des tissus intestinaux une remarquable surface d'échanges entre le chyle et les vaisseaux sanguins et lymphatiques.

### III- Mécanisme de l'absorption intestinale

(activité 3)

#### A- Mécanisme de l'absorption des nutriments

L'absorption des différents nutriments se fait par différents mécanismes :

Chaque entérocyte est liée aux cellules voisines par des «jonctions serrées» que les molécules de nutriments ne peuvent franchir. Les nutriments doivent traverser la membrane des microvillosités, de la lumière intestinale vers le sang ou la lymphe.

Ce passage se produit en plusieurs étapes et fait intervenir :

#### 1- Une absorption au niveau de la membrane apicale de l'entérocyte :

Selon la nature des nutriments, le passage à travers la membrane apicale de l'entérocyte (microvillosités) s'effectue :

**a- par diffusion simple** : c'est le cas de l'eau (osmose), de certains ions, des acides gras, du glycérol, des monoglycérides et des vitamines liposolubles A et D.

**b- par diffusion facilitée** : c'est le cas du fructose et du glucose.

**c- par transport actif** : c'est le cas des acides aminés, des vitamines hydrosolubles B1 et C, du glucose, du galactose et de certains ions (sodium et calcium)

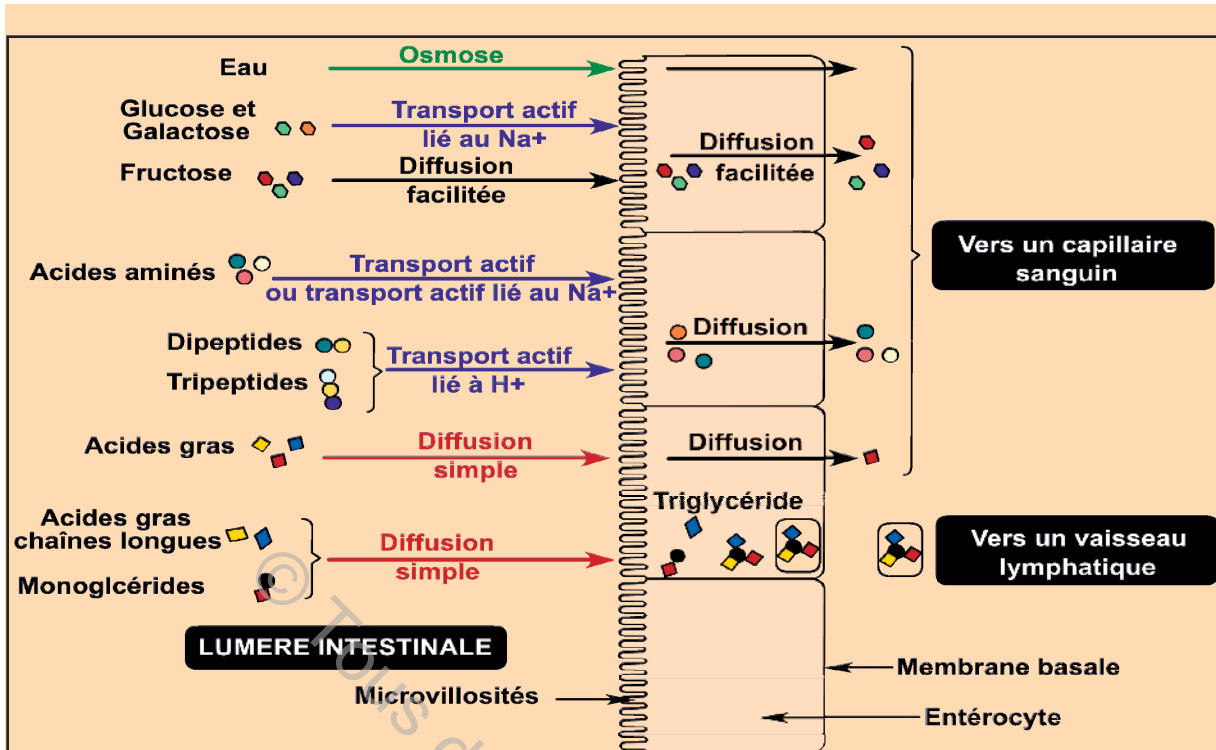
#### 2- Un remaniement de certains nutriments à l'intérieur de l'entérocyte :

A l'intérieur de l'entérocyte, les acides gras à longue chaîne et le glycérol reconstituent de nouveaux triglycérides formant des vésicules lipidiques. Celles-ci quittent l'entérocyte par exocytose.

#### 3- Un passage vers les vaisseaux au niveau de la membrane basale de l'entérocyte :

**a- Par simple diffusion**, pour l'eau, les ions, le glucose, les acides aminés, le glycérol et les acides gras à courte chaîne,

**b- Par exocytose** pour les vésicules lipidiques.



### B- Voies de circulation des nutriments

Après leur passage à travers les cellules épithéliales, les nutriments sont véhiculés dans l'organisme par deux voies :

**La voie sanguine:** les capillaires sanguins véhiculent :

- la majeure partie de l'eau et des sels minéraux,
- les monosaccharides tels que le glucose, le galactose et le fructose,
- les acides aminés,
- une très faible partie des acides gras et du glycérol,
- une partie des vitamines C et B1.

**La voie lymphatique :** les chylifères véhiculent :

- la majeure partie des acides gras et du glycérol
- une petite partie de l'eau et des sels minéraux
- une partie des vitamines : A, D.

Les vaisseaux sanguins se rejoignent pour former la veine-porte qui transporte les nutriments jusqu'au foie. La veine sus-hépatique les amène du foie vers la veine cave inférieure qui débouche dans le cœur.

Les vaisseaux lymphatiques se rejoignent en un même vaisseau : le canal thoracique, qui rejoint à son tour la veine cave supérieure qui débouche aussi dans le cœur.

Ainsi, tous les nutriments sont conduits vers le cœur, et de là, ils vont être distribués par la circulation artérielle, à toutes les cellules de l'organisme

## 4- HYGIENE DE LA DIGESTION

(activité 1)

### I- Bienfaits des fibres alimentaires

Les fibres sont principalement issues des végétaux. Les fibres alimentaires ont des effets reconnus sur :

- 1- **la fonction intestinale** : rôle dans la prévention et le soulagement de la constipation et de ses conséquences : les hémorroïdes ;
- 2- **la glycémie** : en particulier, elles favorisent la réduction de la glycémie après le repas
- 3- **le cholestérol** : ralentissement de l'absorption du cholestérol;
- 4- **augmentation de la satiété** : rôle dans la prévention du surpoids.

Enfin, les fibres jouent un rôle préventif du cancer du colon et du rectum.

### II- Bienfaits des exercices physiques

Les activités physiques régulières, pendant 30 minutes par jour, comme la marche et la gymnastique favorisent le péristaltisme intestinal (avancement du bol alimentaire dans le tube digestif) augmentant ainsi la qualité de la digestion et de l'assimilation des aliments.

### III- Risques liés à la consommation de l'alcool

Les effets négatifs de l'alcool touchent tous les organes de l'appareil digestif

#### A- Hémorragies digestives et cancer des voies digestives

L'alcool est un facteur de risque important de l'hémorragie et du cancer des voies digestives (œsophage, larynx, estomac...).

L'alcool isolément augmente le risque de cancer de l'œsophage d'un facteur 2 à 6. La double exposition alcool-tabac augmente le risque du cancer de l'œsophage d'un facteur de 37 fois

#### B- Maladie du foie

L'alcool provoque des lésions hépatiques graves : hépatite alcoolique, cirrhose ...

### IV- Risques liés aux intoxications alimentaires

#### A- Intoxications alimentaires

		Causes	Signes
Parasitoses digestives	Oxyurose	Oxyure (petit ver blanc)	Démangeaisons à l'anus
	Ascariidose	Ascaris (petit ver rosé)	- Douleurs abdominales - Démangeaisons cutanées
	Téniasis	Ténia (ver plat très long)	- Douleurs abdominales - Troubles digestifs
Toxi-infections alimentaires	Salmonellose	Salmonella (bactérie)	- Vomissements et diarrhée - Douleurs abdominales - Fièvre élevée
	Botulisme	Clostridium (bactérie)	Paralysie grave pouvant entraîner la mort
	Listériose	Listéria (bactérie)	- Symptômes voisins de la grippe - Troubles nerveux

#### B- Adopter un bon comportement alimentaire

La prévention est fondée sur :

- l'éducation de l'hygiène (lavage des mains avant le passage aux toilettes et les repas)
- le lavage des aliments (fruits et légumes)
- la cuisson correcte de la viande.
- le choix des produits frais.
- la vérification de la date d'expiration des produits alimentaires (yaourt, lait, thon, etc).
- le suivi des indications de conservation des produits alimentaires,
- la non recongélation de l'aliment après sa décongélation.

Par ailleurs, en cas d'infection alimentaire certains comportements sont indispensables à adopter. Le tableau suivant, montre les conduites nécessaires à suivre :

Dysfonctionnement	Conduite à tenir
<b>vomissement</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Réalimentation et épaississement des repas</li><li>- Bonne position</li></ul>
<b>Diarrhée</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Suppression du lait, des fruits acides, des légumes verts</li><li>- Apport d'aliments constipants (riz...)</li><li>- Apport d'eau</li></ul>
<b>Constipation</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Apport d'eau</li><li>- Régime riche en fibres (légumes et fruits acides)</li><li>- Défécation régulière</li></ul>

## Questions à choix multiple

Chacun des items comporte une ou plusieurs réponses correctes. Repérez pour chaque item la (ou les) bonne(s) réponse(s).

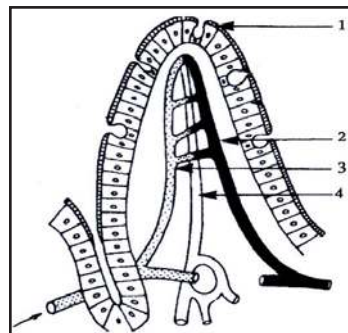
- 1- Une enzyme digestive est caractérisée par sa :
  - a) nature lipidique.
  - b) spécificité d'action.
  - c) capacité d'action sur des substances variées.
  - d) complémentarité structurale au substrat sur lequel elle se fixe.
  
- 2- Les enzymes digestives présentent une activité optimale à :
  - a) faible quantité.
  - b) un pH voisin de 7.
  - c) une température en dessous de 4°C.
  - d) une température en dessous de 60°C.
  
- 3- La bile :
  - a) est un suc digestif.
  - b) est fabriquée par le foie.
  - c) est fabriquée par le pancréas.
  - d) comporte une enzyme digestive.
  
- 4- Parmi les aliments non hydrolysables, on peut citer :
  - a) le glucose.
  - b) le maltose.
  - c) le fructose.
  - d) les vitamines.
  
- 5- Parmi les enzymes du suc pancréatique, on peut citer :
  - a) l'amylase.
  - b) les lipases.
  - c) la maltase.
  - d) les protéases.
  
- 6- Parmi les nutriments véhiculés par la voie lymphatique, on peut citer :
  - a) les vitamines A et D.
  - b) le glucose et le fructose.
  - c) les acides gras et le glycérol.
  - d) les vitamines B1 et C.

## Questions à reponses ouvertes et courtes

### Exercice 1

Le document 1 ci-contre représente la structure d'une portion de l'intestin grêle.

- 1- **Légender** et **titrer** le schéma du document 1.
- 2- **Indiquer** les caractéristiques qui font de la paroi intestinale une véritable surface d'échange.
- 3- **Citer** les voies d'absorption des nutriments.
- 4- **Préciser** les nutriments organiques empruntés par chaque voie



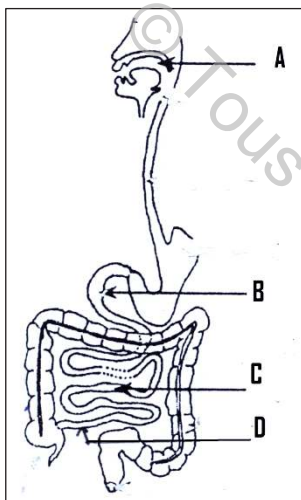
Document 1

## Exercice 2 :

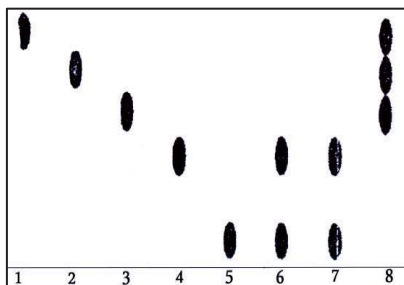
**A/** Après ingestion d'un repas glucidique, des prélèvements sont effectués à différents niveaux du tube digestif en **A, B, C** et **D** (**Document 1**). Les échantillons prélevés sont soumis à une chromatographie (technique de séparation des glucides). Le chromatogramme obtenu a l'aspect représenté par le document 2.

Des solutions témoins (**document 3**) présentent la séparation de certains glucides.

- 1- **Identifier** les glucides ingérés (consommés). **Justifier** la réponse.
- 2- **Comparer** le contenu des échantillons prélevés en B, C et D. Que peut **conclure** ?
- 3- **Ecrire** les réactions chimiques qui sont produites.



Document 1



Document 3

**B/** La ligature du canal pancréatique (reliant le pancréas au duodénum) chez un animal fait apparaître des troubles digestifs suivis d'amaigrissement. Les matières fécales (déchets) de l'animal opéré contiennent dix fois plus de graisses et trois fois plus de substances protidiques que celle d'un animal normal.

**Expliquer** ces résultats.

<b>Solution témoin</b>	
<b>Numéro</b>	<b>Solutés connus</b>
1	Glucose
2	Fructose
3	Galactose
4	Saccharose
5	Lactose
<b>Echantillons prélevés à étudier</b>	
6	Bouche (A)
7	Duodénum (B)
8	Intestin (C)
8	Intestin (D)

Document 2

# LA RESPIRATION



Stephane mifsud

Depuis Juin 2009, le français Stéphane Mifsud détient le record mondial de la plus longue apnée statique : record de maintien de respiration sans mouvement d'une durée de 11 minutes et 35 secondes.

Placé dans un milieu confiné (manque d'oxygène), ou lors d'une obstruction des voies respiratoires, une personne normale ne peut résister que quelques minutes à ce déficit en oxygène. Des symptômes de l'asphyxie apparaissent rapidement : accélération du rythme cardiaque et respiratoire, rougeur, congestion du visage, sudation, convulsion, coma. La mort survient au bout de sept minutes environ.

- Quelles sont les fonctions de l'appareil respiratoire ?
- Comment éviter les accidents respiratoires chez le sportif ?
- Quels sont les principes d'hygiène de la respiration ?

## Objectifs :

- **Connaître** les fonctions de l'appareil respiratoire.
- **Identifier** les échanges gazeux au niveau des poumons et des organes.
- **Connaître** certains accidents respiratoires chez le sportif et quelques pratiques d'hygiène de l'appareil respiratoire.
- **Réaliser** des expériences et des schémas de synthèse
- **Analyser** des résultats expérimentaux.
- **Analyser** des documents.

## Pré-requis :

- Appareil respiratoire.
- Phénomènes mécaniques de la respiration.
- Les échanges gazeux respiratoires.

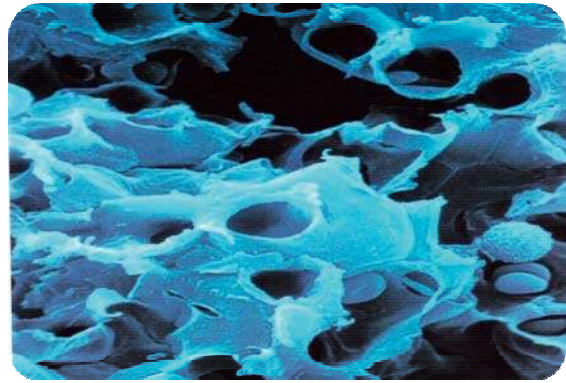
## CHAPITRE



## SOMMAIRE

Partie 1 : Phénomènes mécaniques de la respiration	.....P 83
Partie 2 : Echanges gazeux respiratoires	.....P 89
Partie 3 : Accidents respiratoires chez le sportif	.....P 93
Partie 4 : Hygiène de la respiration	.....P 99
Bilan	.....P 103
Exercices	.....P 108

## PARTIE 1 Phénomènes mécaniques de la respiration



### Anatomie des poumons et du cœur

### Fond des cavités spongieuses des poumons

L'homme peut vivre quelques jours sans boire et sans manger, mais seulement quelques minutes sans respirer ! En 1660, l'Italien Marcello Malpighi a décrit le fonctionnement des poumons d'un chien au niveau des structures microscopiques : les alvéoles. En étudiant les poumons de la grenouille, Malpighi observa que des petits vaisseaux sanguins, les capillaires, passèrent près des alvéoles. Mais ce n'est qu'au XVIII<sup>e</sup> siècle que l'on comprit la fonction du contact entre les alvéoles et les capillaires.

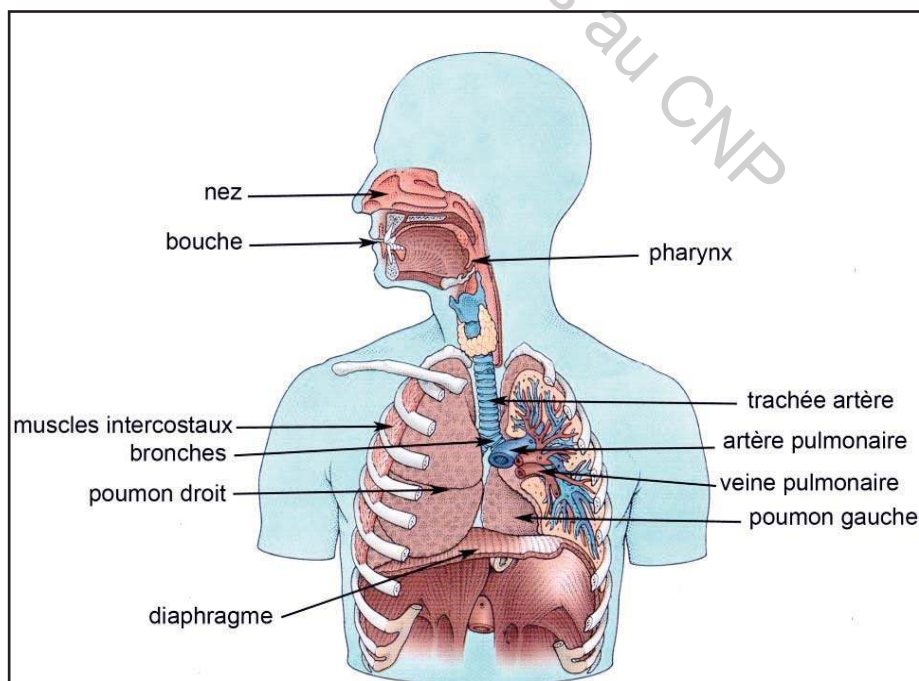
Ces travaux nous ramènent à se demander sur l'organisation de l'appareil respiratoire de l'Homme et sur le mécanisme de son fonctionnement.

### 1- Organisation de l'appareil respiratoire

#### Activité 1

#### 1.1- Structure macroscopique (rappel)

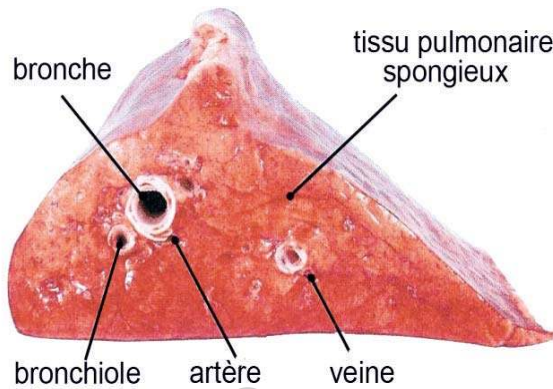
L'appareil respiratoire présente l'organisation illustrée dans le document 1.



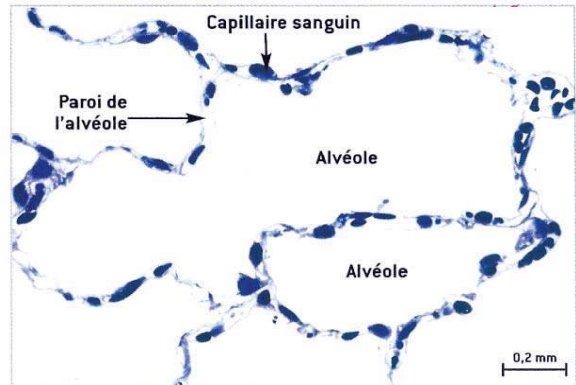
1- Appareil respiratoire

## 1.2- Structure microscopique

On réalise une coupe transversale au niveau du poumon puis on réalise une observation microscopique d'un fragment de ce poumon. Les observations obtenues sont présentées par les documents 2 et 3.



2- Coupe du poumon



3- Structure microscopique du poumon

### Tâche 1

En **exploitant** les informations fournies par les documents 1, 2 et 3, **décrire** les structures macroscopique et microscopique des poumons.

## 2- Phénomènes mécaniques de la respiration

### Activité 2

#### 2.1- Ventilation pulmonaire

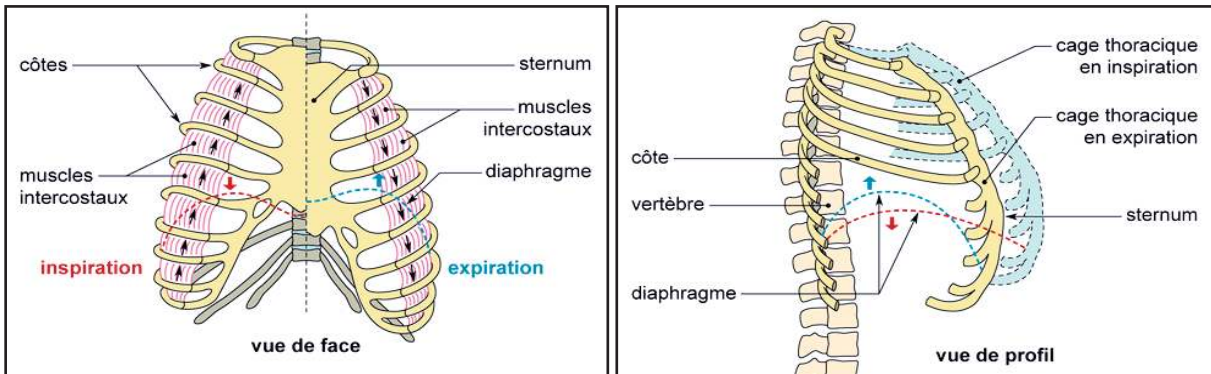
Pour mettre en évidence les phénomènes mécaniques de la respiration, on réalise les deux expériences suivantes :

**Expérience 1 :** **Mettre** une main sur la poitrine et l'autre devant le nez et la bouche pour établir le lien entre les mouvements de la cage thoracique et les mouvements de l'air lors de la respiration.

**Expérience 2 :** Avec un mètre ruban, **mesurer** le tour de la poitrine lors de l'inspiration et lors de l'expiration. **Noter** les mesures dans le tableau ci-dessous.

Prénom	Inspiration	Expiration
Salem	86 cm	78 cm
Mourad	83 cm	73 cm
kamel	85 cm	86 cm
Issam	88 cm	82 cm
Rayane	78 cm	76 cm
Elève	.....	.....

Le document 4 montre le rôle des muscles intercostaux et du diaphragme dans la variation du volume de la cage thoracique lors des mouvements respiratoires.



#### 4- Mouvements de la cage thoracique lors de l'inspiration et de l'expiration

#### Tâche 2 :

- 1- **Etablir** le rapport entre la variation du tour de la poitrine aux deux moments de la respiration et celle du volume de la cage thoracique et des poumons.
- 2- En exploitant les résultats de mesure du tour de poitrine du tableau précédent et les informations du document 4, **compléter** le tableau ci-dessous :

	Emplacement des côtes et du sternum	Position du diaphragme	Volume du thorax et des poumons	Déplacement de l'air
Inspiration				
Expiration				

- 3- **Proposer** une relation qui pourrait exister entre les muscles respiratoires, le volume de la cage thoracique, la pression dans les poumons et les mouvements respiratoires à chacune des deux phases de la respiration (inspiration ou expiration).

### 2.2- Capacité respiratoire

#### 2.2.1- Variation de la fréquence respiratoire

#### Activité 3

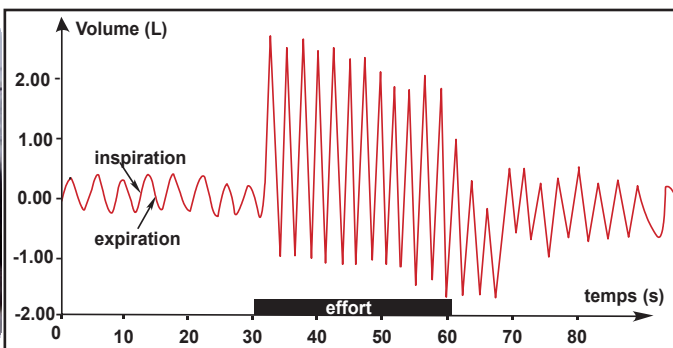
La fréquence respiratoire est le nombre des mouvements respiratoires en une minute. Elle peut être effectuée au repos, pendant ou après un exercice physique.



Personne	Fréquence respiratoire (respiration/min)
Bébé	44
Enfant de 5 ans	26
Adolescent	20
Femme	14-18
Homme	12-16
Elève	.....

#### 5- Mesure directe de la fréquence respiratoire

#### 6- Variation de la fréquence respiratoire



**7- Mesure de la fréquence respiratoire par l'EXAO**

**8- Résultat de mesure de la fréquence respiratoire par l'EXAO chez un adulte**

**Tâche 3**

- 1- **Noter** votre fréquence respiratoire au repos dans le tableau du document 6.
- 2- **Comparer** les résultats du tableau 6 et **tirer** une conclusion.
- 3- **Analyser** les résultats du document 8 afin de **déduire** une relation entre la fréquence respiratoire et l'activité physique de l'organisme.

**Activité 4**

Le débit respiratoire =  
fréquence respiratoire X  
volume d'air inspiré

Activité	Fréquence Respiratoire	Volume d'air inspiré
repos	12 inspirations/mn	6l/mn
Marche	19 inspirations/mn	16l/mn
Course	60 inspirations/mn	50l/mn

**9- Variation du débit respiratoire en fonction de l'effort physique**

**Tâche 4 :**

- 1- **Calculer** le débit respiratoire correspondant aux trois états de l'activité physique (repos, marche et course) présentés dans le document 9.
- 2- **Comparer** les résultats obtenus afin de **déduire** une relation entre le débit respiratoire et l'effort physique.

**2.2.2- Variation du volume d'air dans les poumons**

**Activité 5**

**Un protocole classique : le spiromètre**

- Remplir jusqu'à mi-hauteur un cristalliseur avec de l'eau. Remplir complètement une éprouvette graduée de 2 litres, avec de l'eau et la poser en la tournant sans la vider, sur le fond du cristalliseur.
- Placer l'une des extrémités d'un tube en caoutchouc sous l'éprouvette et l'autre extrémité dans la bouche. Expirer dans le tuyau en soufflant l'air dans l'éprouvette graduée.



**10-Mesure du volume d'air expiré**

**Tâche 5 :**

- 1- Mesurer** le volume d'air expiré lors d'une expiration normale puis lors d'une expiration forcée.
- 2- Exploiter** le même spiromètre pour mesurer le volume d'air d'une inspiration forcée.
- 3- Déterminer** le volume d'air rejeté suite à un mouvement respiratoire forcé.

## PARTIE 2 Echanges gazeux respiratoires



### Accidents respiratoires menacent la performance des sportifs

En 1999, J.Mercier et C.caillaud ont publié, dans la revue « La lettre du pneumologue vol II N° 5 Octobre 1999 » l'article suivant :

« ...Il s'agit d'une sportive pratiquant le triathlon principalement de catégorie A (1,5 Km de natation, 40 km de cyclisme et 10 km de course à pied) à haut niveau puisque, depuis 1988, elle a fait partie de l'équipe de France. En 1996, elle a obtenu le titre de championne de France, la troisième place au championnat d'Europe et le titre de championne du monde en catégorie longue distance...Mais ensuite, dans le courant de l'hiver, elle a progressivement ressenti une gêne respiratoire qui l'a obligé à travailler à des intensités moindres. Depuis cette période ses résultats sont en baisse. »

Afin de prévenir les risques de ce type d'accidents respiratoires chez le sportif, des tests d'effort associés à des analyses des échanges gazeux chez le sportif devraient être réalisés périodiquement.

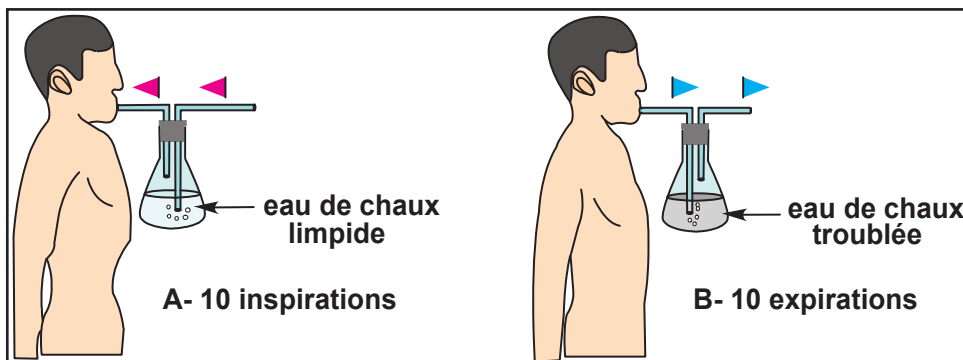
- Comment peut-on suivre les variations des échanges gazeux pulmonaires ?
- Quels sont les accidents respiratoires chez le sportif ?

### 1- Gaz respiratoires

#### 1.1- Mise en évidence des échanges des gaz respiratoires

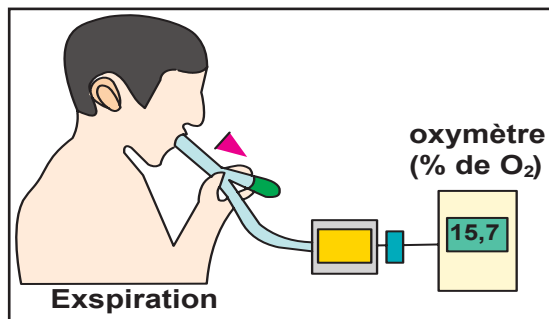
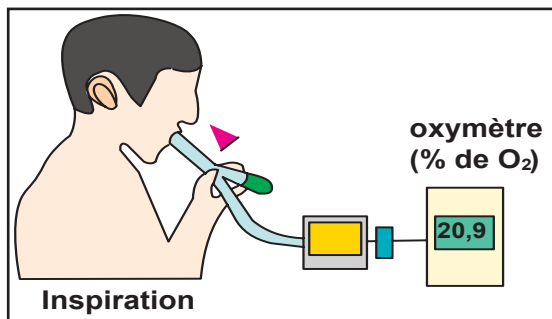
##### Activité 1

La mise en évidence de la présence de dioxyde de carbone dans l'air expiré chez l'Homme peut être réalisée avec le dispositif du document 1.



### 1- Mise en évidence de la présence de dioxyde de carbone dans l'air expiré

La mise en évidence de la présence de l'oxygène dans l'air inspiré chez l'Homme peut être réalisée par un appareil appelé oxymètre présenté dans le document 2.



## 2- Mesure directe du pourcentage de l'oxygène

### Tâche 1

- 1- **Réaliser** l'expérience du document 1.
- 2- **Analyser** les résultats des deux documents 1 et 2 afin de **dégager** la nature des gaz respiratoires.
- 3- **Proposer** une hypothèse explicative quant à l'origine des variations entre l'air inspiré et l'air expiré.

### 1.2- Echanges gazeux au niveau des poumons

#### 1.2.1- Mise en évidence

#### Activité 2

Pour préciser le rôle des poumons au cours de la respiration, on réalise des expériences d'analyse du volume des gaz dans le sang entrant et dans le sang sortant des poumons. Le document 3 présente les résultats obtenus.

La longueur du réseau des vaisseaux sanguins qui entourent les alvéoles pulmonaires est estimée à 2400 Km et sa surface de contact égale à 200 m<sup>2</sup>. Pendant le repos et en une minute, 5 litres de sang, riche en dioxyde de carbone passent par l'artère pulmonaire dans les poumons pour sortir riche en dioxygène par des veines pulmonaires. Ce volume peut atteindre 25 litres pendant une activité physique intense.

Volume gazeux contenu dans 100 mL de sang	Sang entrant dans les poumons	Sang sortant des poumons
Azote	1 mL	1 mL
Dioxygène	15 mL	20 mL
Dioxyde de carbone	53 mL	49 mL

### 3- Volume des gaz circulant dans le sang au niveau des poumons

#### Tâche 2

**Analyser** les résultats du document 3 en vue de **préciser** le rôle des poumons dans la respiration.

## 1.2.2- Mécanisme des échanges gazeux au niveau des poumons

### Activité 3

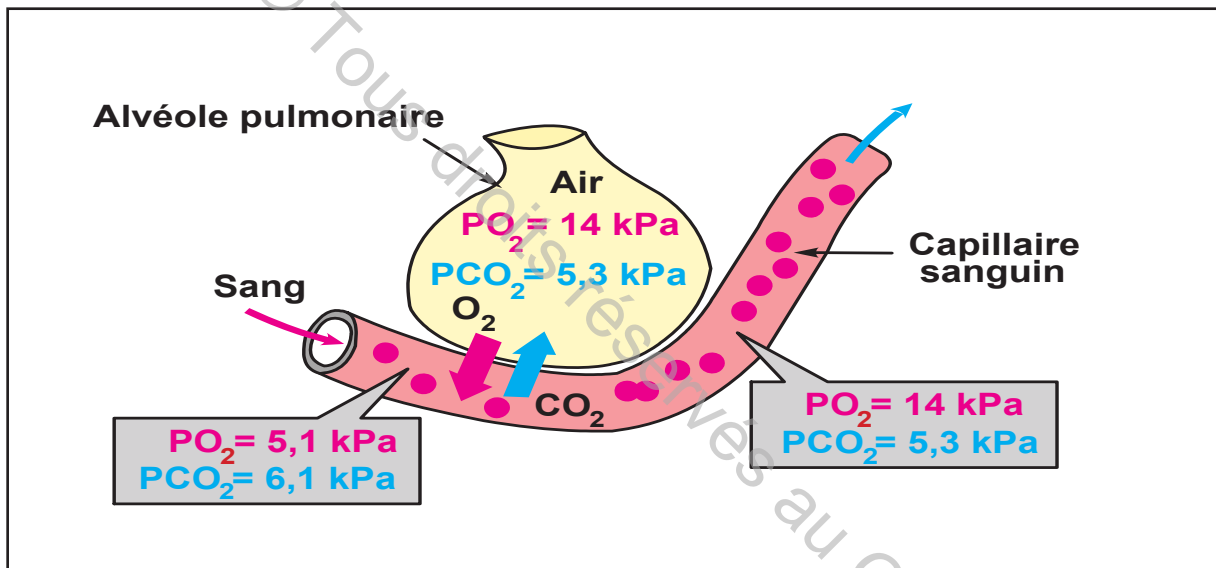
La **pression** est une notion physique, considérée comme une force appliquée sur une surface. Son unité est le pascal (Pa) ou le millimètre de mercure (mmHg) ou l'atmosphère (atm).

La pression exercée par un gaz dépend de sa concentration (nombre de molécules par unité de volume) et de la température.

$PO_2$  est la pression d'oxygène ;  $PCO_2$  est la pression de dioxyde de carbone, 1 kPa (kiloPascal) est égal à 1000 Pascal.

Le nombre des alvéoles pulmonaires est d'environ 350 millions, ce qui représente une surface de 80 m<sup>2</sup>.

Le document 4 présente les pressions du dioxyde de carbone et du dioxygène dans l'alvéole et le sang circulant dans les poumons.



4- Echanges de gaz entre alvéole et capillaire sanguin.

### Tâche 3

A partir de l'**exploitation** du document 4 :

- **résumer** à l'aide d'un texte clair le mécanisme du flux de dioxygène et de celui du dioxyde de carbone entre l'alvéole et le capillaire sanguin.
- **déduire** l'importance de la surface qui sépare l'air atmosphérique et le sang.

## 1.3- Echanges gazeux au niveau des tissus

### 1.3.1- Mise en évidence

#### Activité 4

Des mesures de la concentration en dioxygène et en dioxyde de carbone ont été effectuées à l'entrée puis à la sortie d'un muscle au repos.

Le document 5 présente les résultats obtenus.

	CONCENTRATION (mL/100mL)	
	Sang entrant	Sang sortant
O <sub>2</sub>	19,8	15,8
CO <sub>2</sub>	48,0	51,8

### 5- Concentrations des gaz dans le sang d'un muscle au repos

#### Tâche 4

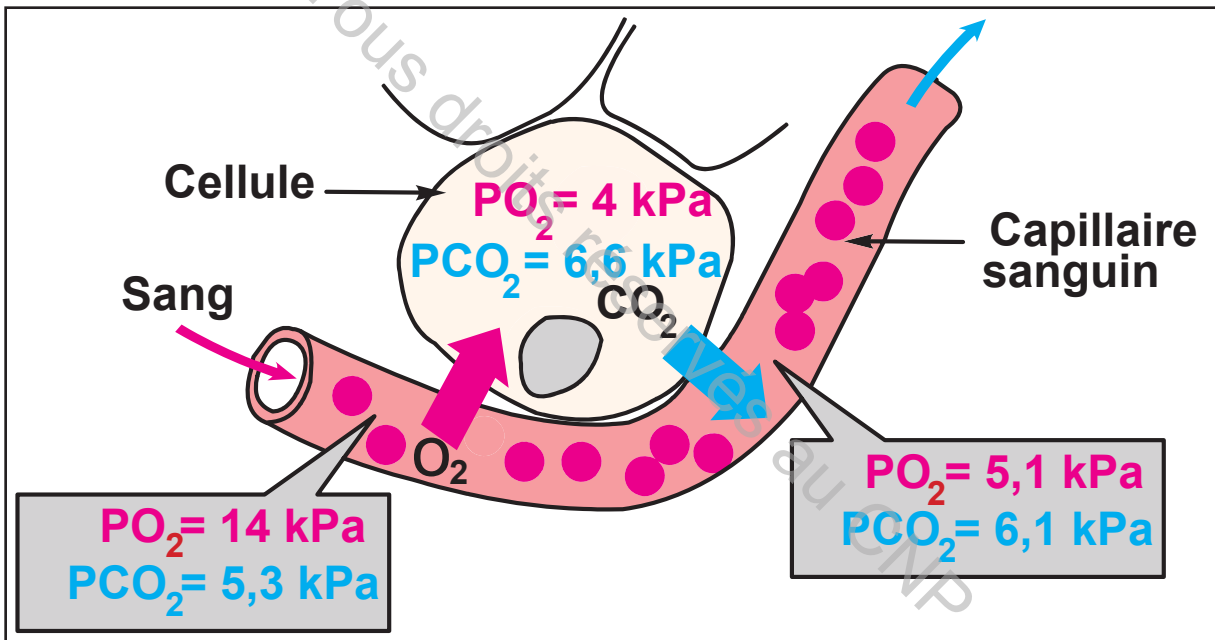
**Analyser** les résultats du document 5 en vue de **proposer** :

- une explication quant à la variation des taux des gaz dans le sang.
- un schéma expliquant les échanges entre la cellule musculaire et le sang.

### 1.3.2- Mécanisme des échanges gazeux au niveau des tissus

#### Activité 5

Le document 6 présente les pressions du dioxyde de carbone et du dioxygène dans la cellule et le sang circulant dans les tissus.



### 6- Echanges de gaz entre cellule et capillaire sanguin.

#### Tâche 5

**1-** A partir de l'**exploitation** du document 6, **résumer** à l'aide d'un texte clair le mécanisme du flux de dioxygène et celui du dioxyde de carbone entre la cellule et le sang.

**2- Exploiter** les informations dégagées précédemment en vue de **réaliser** un schéma de synthèse résumant les échanges gazeux dans l'organisme.



2009 a eu son lot de défis pour l'ex-membre de l'Équipe canadienne de surf des neiges, Marie-Hélène, comme elle a dû composer avec des difficultés respiratoires depuis les Jeux olympiques de Beijing en 2008. Elle a souffert de graves problèmes respiratoires lors de la Coupe du Monde à Bromont, ce qui l'a conduit à subir des tests médicaux qui ont démontré qu'elle souffrait de problèmes d'asthme à l'effort. Depuis ce temps, Marie a dû s'adapter aux défis supplémentaires des compétitions à un haut niveau tout en souffrant d'asthme. Malgré les problèmes respiratoires, elle termina la saison 6ème au classement général.

La saison 2010 en fut une de fortes performances et de malchances : avec un abandon pour des raisons de bris mécanique, mais toujours pour d'obtenir la quatrième place à Offenburg, et la médaille d'argent à Windham NY. Puis elle a manqué les Championnats canadiens à Canmore en raison d'une bronchite sévère.

- **Qu'est ce q'un accident respiratoire ?**
- **Quels sont les principaux types d'accidents respiratoires chez le sportif ?**
- **Quels sont les dangers de ces accidents pour le sportif ?**

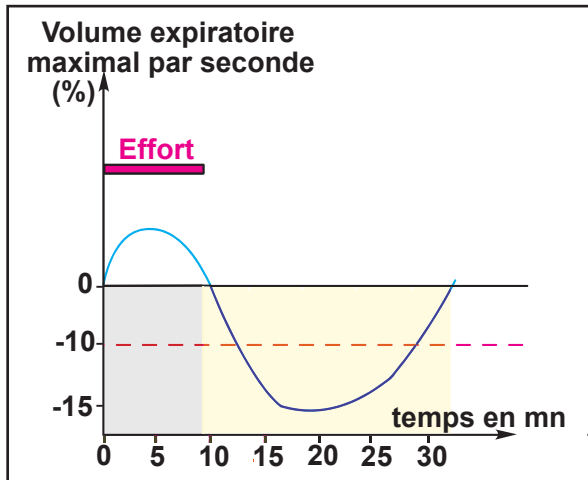
### 1- Les accidents respiratoires chez le sportif

L'accident respiratoire est un état transitoire durant lequel il y a impossibilité totale ou partielle de respirer. Chez le sportif, plusieurs types d'accidents peuvent avoir des conséquences sur son avenir.

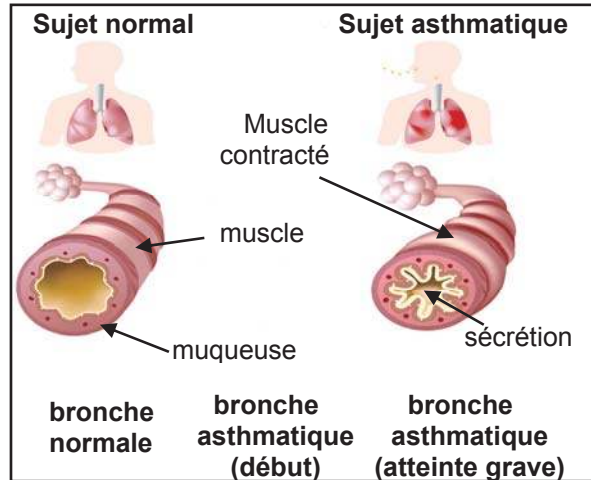
#### 1-1 Asthme d'effort

##### Activité 1

L'asthme d'effort est l'une des affections qui entre dans les préoccupations de la santé du sportif. Elle est caractérisée par une diminution de plus de 10% du volume expiratoire. Le document 1 représente la variation du volume expiratoire maximale/seconde pendant et après un effort physique. Le document 2 présente une comparaison de la bronche d'un sujet normal et celle d'un sujet asthmatique



1- Diagnostique de l'asthme d'effort chez un sportif



2- Comparaison entre la bronche d'un sujet normal et celle d'un sujet asthmatique

### Tâche 1

A partir de l'analyse de la courbe du document 1 et de la comparaison de la structure de la bronche d'un sujet normal et d'un sujet asthmatique présentée par le document 2 :

- 1- Proposer une explication quant à l'origine de l'apparition de l'asthme d'effort.
- 2- Dégager les conséquences de l'asthme d'effort sur la respiration chez les sportifs.

### Activité 2

Les documents 3 et 4 présentent des données statistiques sur les risques liés à l'asthme d'effort.

Type de sport	Pourcentage de sujets devenus asthmatiques
Cycliste	50 %
Natation	30 %
Aviron	25 %
Athlétisme	18 %
Boxe, Lutte, Judo	16 %
Equitation	13 %
Gymnastique, Haltérophilie	11 %
Basketball, Football	9 %
Volleyball, Tennis	7 %

Aux Etats-Unis entre 1993 et 2000 :

- 61 décès attribués à un asthme survenu suite des exercices physiques
- Age : 75 % entre 10 et 20 ans
- Incidence : 0,23 décès/million de sportifs/an
- Sport :
 

Athlétisme	12%
Gymnastique	10%
Football US	8%

Becker et al. JACI 2004 :113 : 264-67

3 - Asthme chez les athlètes qui ont participé aux jeux olympiques 1996

4 - L'asthme d'effort est-il dangereux ?

### Tâche 2

A partir de l'exploitation des informations des documents 3 et 4, dégager :

- 1- la relation entre l'activité physique et l'apparition de l'asthme d'effort chez les sportifs.
- 2- les dangers de cet accident respiratoire chez les sportifs.

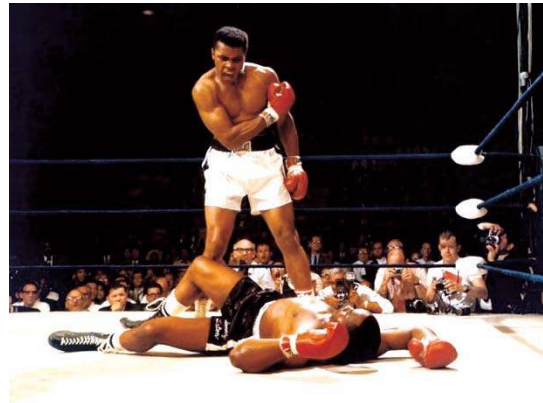
## 1-2 Pneumothorax

### Activité 3

Un coup de poing sur le thorax d'un boxeur, la chute d'un gymnaste sur la barre fixe ou la chute d'un cycliste ou la chute d'un judoka qui prend le poids de son adversaire, peut entraîner un accident respiratoire : le pneumothorax.

Le pneumothorax est dû à l'introduction d'un certain volume d'air entre les deux feuillets de la plèvre (membrane qui entoure les poumons).

Si la pression de l'air piégé est trop importante, les poumons ne participeront plus à la fonction respiratoire et se comporteront comme un organe inerte, déversant dans la circulation artérielle un sang non oxygéné. Si l'air continue à entrer sous pression sans être évacué, il y aura compression du cœur et des poumons augmentant ainsi le risque de mort.



### 5- Pneumothorax

#### Tâche 3

A partir de l'**exploitation** des informations du document 5, **dégager** les dangers du pneumothorax chez certains sportifs.

## 1.3- Œdème pulmonaire

### Activité 4

L'œdème pulmonaire est parmi les dangers de l'alpinisme. Bien connue des montagnards, cette complication est due à la raréfaction de l'oxygène en altitude (hypoxie). Ce phénomène modifie l'équilibre du sang et entraîne l'accumulation de liquide dans les poumons.

Lorsque la montée est trop rapide, l'organisme trouve des difficultés à s'adapter au manque d'oxygène en altitude. Ces difficultés se manifestant par une toux et un essoufflement de plus en plus intense (dyspnée).

En plus de l'œdème pulmonaire, un œdème cérébral peut apparaître et provoquer la mort si la personne n'est pas redescendue rapidement.

### 6 – Œdème pulmonaire

#### Tâche 4

A partir de l'**exploitation** des informations du document 6, **dégager** les dangers de l'œdème pulmonaire chez certains sportifs.

## 2- Asphyxie

### 2.1- Causes d'asphyxie

#### 2.1.1- Asphyxie par le monoxyde carbone

##### Activité 1

Un journal d'information électronique a annoncé :  
Un homme de 70 ans et sa femme de 65 ans sont morts lundi chez eux aux alentours de la capitale. Ils ont été asphyxiés par les gaz d'échappement de leur voiture.

**Dans l'après-midi du 17 janvier 2009**, Mr Salem a démarré le moteur de sa voiture dans son garage, dont la porte était fermée. Il l'a laissé tourner alors qu'il se rendait dans une pièce voisine, où il a été intoxiqué au monoxyde de carbone.

**Son épouse**, inquiète de ne pas le voir revenir du garage, est allée le chercher. Elle a découvert son mari, gisant à terre. Mais **elle a été intoxiquée à son tour** par le monoxyde de carbone et est morte sur place.



#### 1 - Asphyxie par le monoxyde de carbone

##### Tâche 1

**1- Exploiter** les informations du document 1 en vue de dégager les dangers du monoxyde de carbone sur la respiration.

**2 - Proposer** des mesures à prendre pour éviter l'asphyxie par le monoxyde carbone

#### 2.1.2- Asphyxie par électrisation

##### Activité 2

- L'électrisation à basse tension (50 à 1 000 Volts) peut se produire à domicile, lors d'activités de loisirs, dans les milieux hospitalier ou industriel.

Parfois, suite à une électrisation de basse tension, les victimes perdent connaissance deviennent pâles et le diaphragme ne fonctionne plus et le cœur s'arrête de fonctionner.

- L'électrisation à haute tension (>1 000 Volts) se traduit par des brûlures importantes et des effets plus graves et plus rapides que ceux qui ont été décrits pour les accidents avec des basses tensions.



#### 2- Asphyxie par électrisation

##### Tâche 2

**1- Exploiter** les informations du document 2 en vue de **dégager** les dangers de l'électrisation sur la respiration.

**2 - Proposer** des mesures à prendre pour éviter l'asphyxie par électrisation.

## 2.1.3- Asphyxie par obstruction des voies respiratoires

### Activité 3

**Asphyxie par obstruction des voies aériennes totale ou partielle :** La victime est le plus souvent en train de manger ou, s'il s'agit d'un enfant, en train de jouer avec un objet porté à sa bouche. Brutalement, des gestes se manifestent par la personne asphyxiée, prouvant l'obstruction des voies respiratoires.



### 3- Asphyxie par obstruction des voies aériennes

#### Tâche 3

- 1- **Exploiter** les informations du document 3 afin de **dégager** les dangers de l'obstruction des voies aériennes
- 2 - **Proposer** des mesures à prendre pour éviter l'asphyxie par obstruction des voies aériennes.

## 2.2- Secourisme en cas d'asphyxie

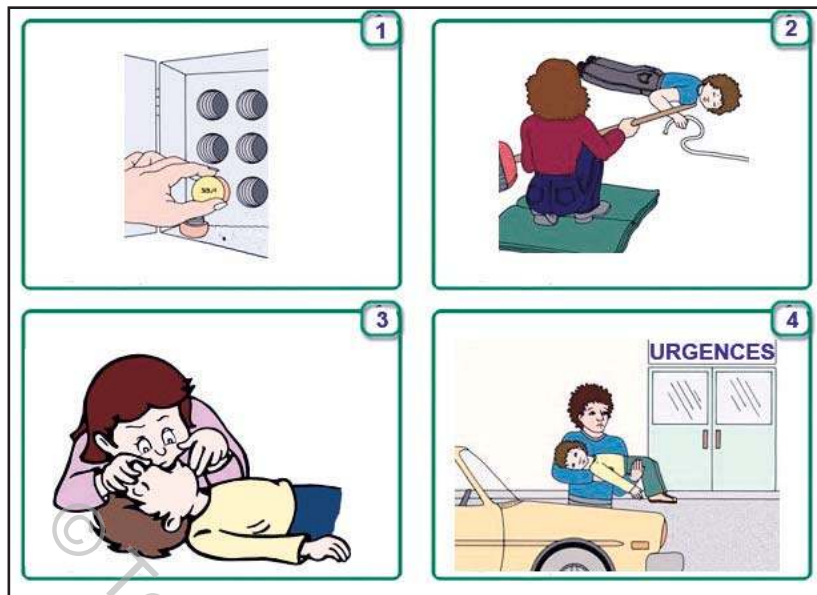
Le secourisme est l'ensemble des méthodes pratiques et des techniques thérapeutiques mises en œuvre pour porter assistance à des personnes en danger (victimes d'accidents, par exemple) et leur dispenser les premiers soins.

### Activité 4

Les documents 4, 5 et 6 présentent des mesures à prendre en cas d'asphyxie.

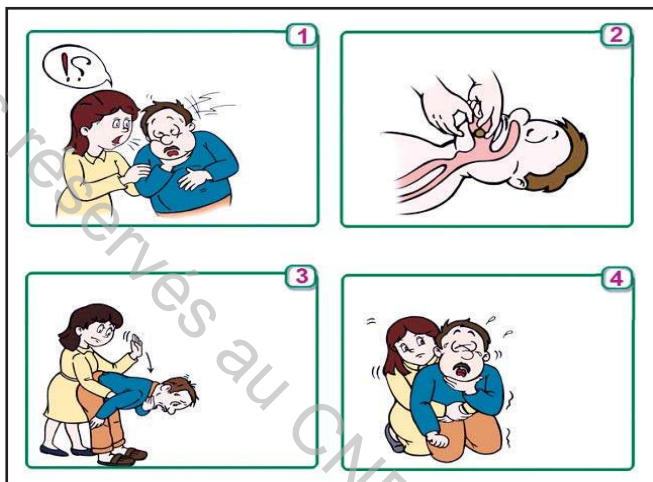


### 4- Secourisme en cas d'asphyxie par le monoxyde de carbone



**5- Secourisme en cas d'asphyxie par électrisation**

Une personne inconsciente, laissée sur le dos, est toujours exposée à des difficultés respiratoires du fait de l'obstruction des voies aériennes par la chute de la langue en arrière et de l'encombrement des voies aériennes par l'écoulement dans les voies respiratoires et les poumons des liquides présents dans la gorge (salive, sang, liquide gastrique) entraînant de graves dommages aux poumons.



**6- Secourisme en cas d'asphyxie par obstruction des voies aériennes**

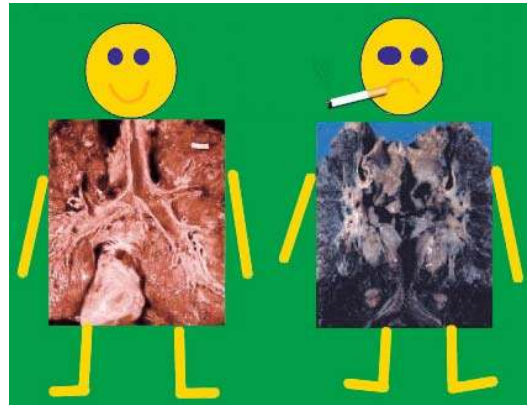
**Tâche 4**

**Exploiter** les informations du document 4, 5 et 6 afin de **dégager** les pratiques de secourisme nécessaires en cas d'asphyxie par:

- le monoxyde de carbone.
- électrisation.
- obstruction des voies aériennes.



**Pollution atmosphérique et santé respiratoire**



**Tabagisme et santé respiratoire**

Le secteur industriel s'est beaucoup développé et diversifié durant les dernières décennies. La stratégie dans les années qui ont suivi l'indépendance était de créer des industries, en particulier lourdes, génératrices d'emplois. La question de leur impact sur la santé et l'environnement n'était pas d'actualité. Mais plusieurs années plus tard, on mesure mieux les effets néfastes sur la santé de tous les déchets que le secteur rejette dans l'air.

Les activités les plus polluantes sont notamment celles de l'extraction minière, de la transformation des phosphates, des métaux de construction, du textile, de l'agro-alimentaire et la production d'énergie. Elles sont généralement localisées autour de grandes agglomérations urbaines (Bizerte, Tunis, Menzel Bourguiba, Sfax, Gabès, Gafsa, Kasserine) et sur le littoral, où est établie la majorité de la population. Des études ont montré que la pollution atmosphérique causée par les industries chimiques était responsable de l'augmentation du nombre d'accidents cardiovasculaires, respiratoires et apparition de nouveaux types de cancers. A Kasserine, la société de cellulose a été épinglée à plusieurs reprises pour ses rejets de mercure, nocif pour la santé. En 2009, 87 personnes ont été victimes d'une intoxication suite à des émissions de chlore émanant de l'usine. A Sfax, l'air contient de fortes teneurs de CO, CO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, d'hydrocarbures et de poussières de plomb, responsables d'un accroissement de maladies telles que cancers, allergies, asthmes, problèmes de stérilité et d'impuissance, avortements, maladies cardiovasculaires...

L'enquête nationale menée par la Direction de médecine scolaire et universitaire (DMSU) en 2000 auprès des adolescents de 12 à 20ans a montré que 55.8% des garçons et 17.7% des filles sont des fumeurs.

Une autre enquête nationale menée en 2005 par l'Institut National de Santé publique (INSP) auprès des adultes, a révélé que 50% des hommes et 10% des femmes sont des fumeurs.

Selon des estimations récentes, il existe actuellement en Tunisie 1.700.000 fumeurs dans la tranche d'âge 10-70ans. Le tabac provoque des accidents respiratoires graves et à l'origine de 7000 décès par an dans notre pays, ce qui revient à 20 décès/jour.

- **Quels sont les méfaits de la pollution de l'air et du tabagisme sur la santé respiratoire ?**
- **Quels sont les principes d'hygiène de la respiration ?**

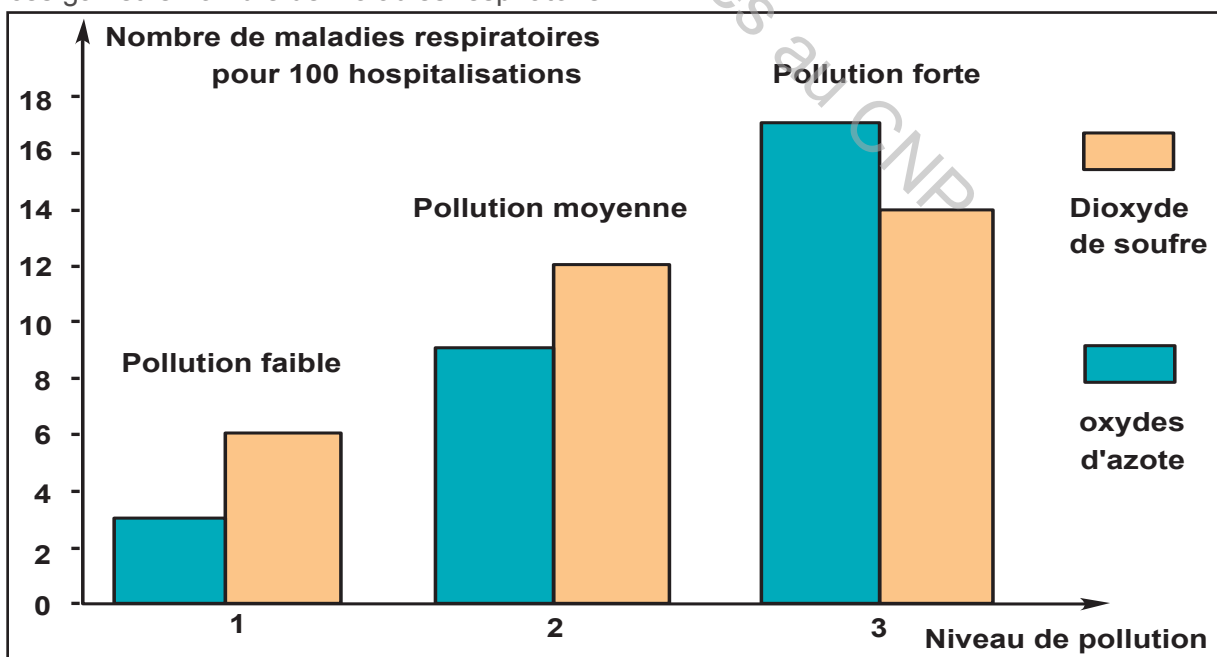
### 1- Méfaits de la pollution atmosphérique

#### Activité 1



#### 1- Pollution atmosphérique : danger pour la santé de l'Homme

L'oxyde d'azote NO et le dioxyde de soufre sont des gaz polluants dans l'atmosphère. Les histogrammes du document 2 présentent la relation entre le niveau de pollution de l'air par ces gaz et le nombre de maladies respiratoire



#### 2- Effets de la pollution sur la santé de l'appareil respiratoire

## Tâche 1

1- **Analyser** les histogrammes du document 2, afin de **dégager** les méfaits du SO<sub>2</sub> et du NO sur la santé de l'appareil respiratoire.

2- En partant des données des documents 2, et à partir de l'exploitation des données d'enquêtes et de supports multimédias, **rédigé** un texte clair et cohérent résumant les méfaits de la pollution atmosphérique sur l'appareil respiratoire et la respiration ainsi que quelques pratiques d'hygiène de la respiration face aux dangers de polluants.

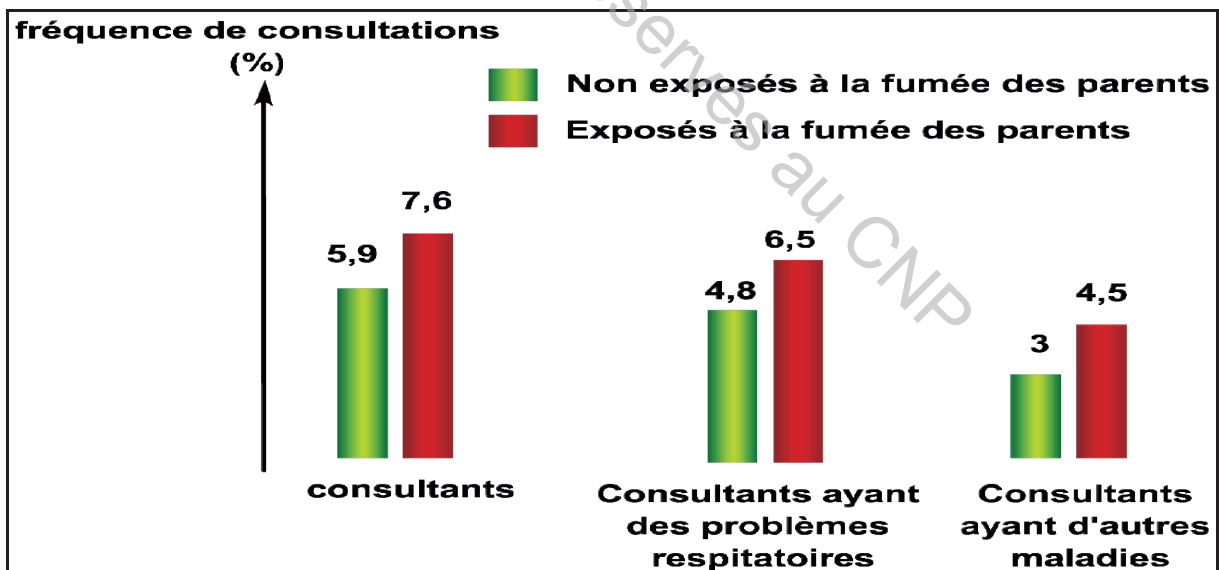
Votre texte comportera les idées maitresses suivantes :

- Les principaux polluants atmosphériques et leurs origines.
- L'implication de ces polluants dans : l'insuffisance respiratoire (asthme, bronchite chronique, emphysème, etc.), le cancer des poumons, l'intoxication du sang, la fatigue, la réduction de l'espérance de vie, etc.
- Les mesures pratiques de l'hygiène de la respiration.

## 2- Méfaits du tabagisme

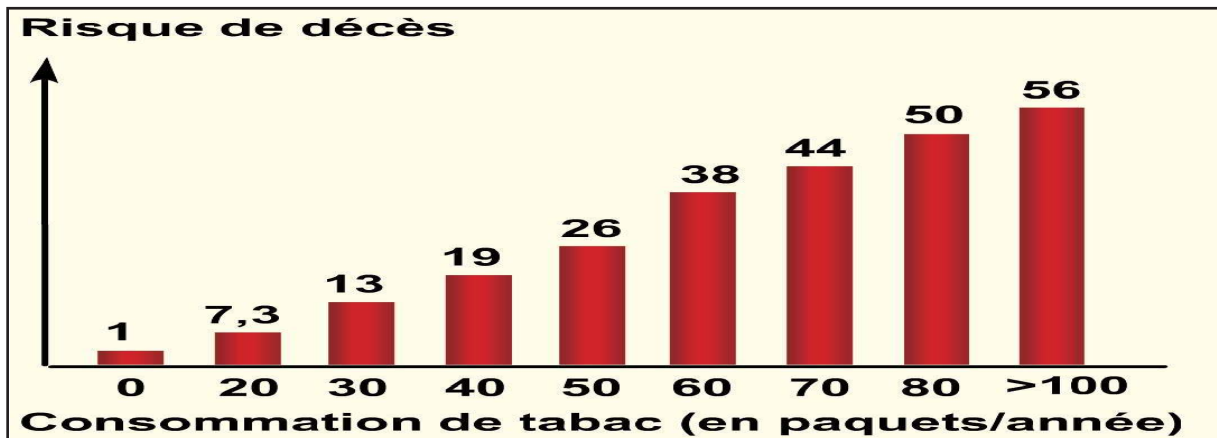
### Activité 2

Le document 3 présente une étude comparative portant sur la fréquence des consultations médicales d'enfants victimes de la fumée de leurs parents fumeurs et d'autres aux parents non fumeurs. L'étude est faite sur une population de 3857 enfants de 0 à 5 ans.



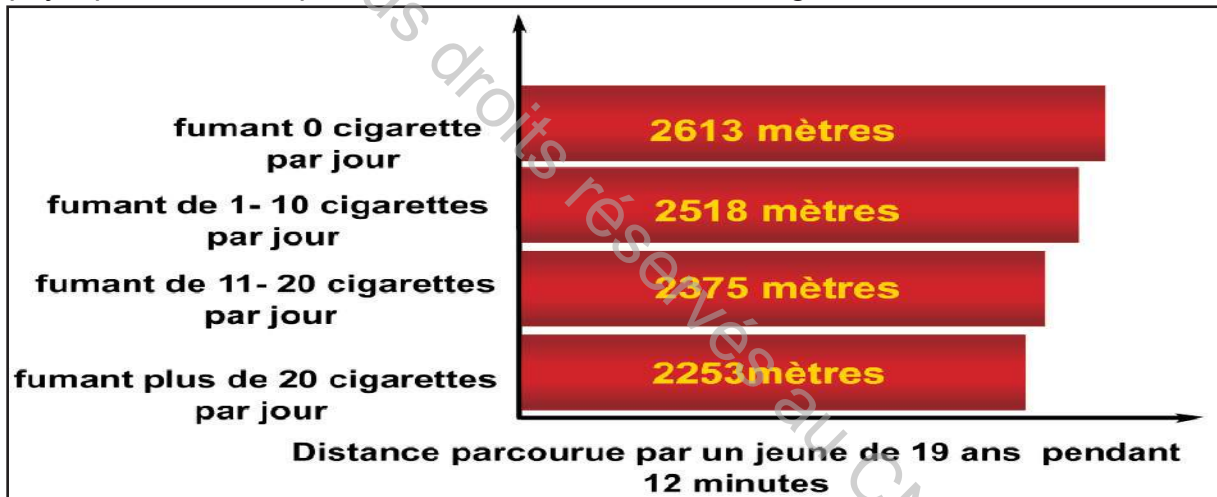
### 3- Relation tabagisme et malaises respiratoires

Le document 4 présente les histogrammes du risque de décès de cancer bronchique selon le degrés de consommation de tabac.



#### 4- Tabagisme et risque de décès par le cancer bronchique

Le document 5 présente les histogrammes montrant la variation de la performance physique chez des sportifs en fonction du nombre de cigarettes consommées.



#### 5- Tabagisme et performance physique

### Tâche 2

1- **Analyser** les histogrammes des documents 3, 4 et 5, afin de **dégager** les méfaits du tabagisme sur la santé de l'appareil respiratoire.

2- En partant des données des documents 3, 4 et 5, et à partir de l'exploitation d'enquêtes et de supports multimédias, **rédigier** un texte clair et cohérent résumant les méfaits du tabagisme sur l'appareil respiratoire et la respiration ainsi que quelques pratiques d'hygiène de la respiration pour prévenir les dangers du tabagisme.

Votre texte comportera les idées maitresses suivantes :

- l'implication du tabagisme dans : l'insuffisance respiratoire (asthme, bronchite chronique, emphysème, etc.), le cancer des poumons, l'intoxication du sang, la fatigue, la réduction de l'espérance de vie, etc.
- les mesures pratiques d'hygiène de la respiration.

## 1- PHENOMENES MECANIQUES DE LA RESPIRATION

### I- Anatomie de l'appareil respiratoire

#### A- Structure macroscopique

L'appareil respiratoire humain est constitué de :

\* voies respiratoires supérieures extrathoraciques :

- les narines
- les fosses nasales
- la bouche
- le pharynx
- le larynx

\* voies respiratoires inférieures ou intrathoraciques :

- la zone de conduction et transition de l'air:
  - les voies extrapulmonaires : la trachée artère
  - les voies intrapulmonaires :
    - les bronches
    - les bronchioles
- la zone respiratoire : conduits et sacs alvéolaires, alvéoles pulmonaires.

Le poumon droit est formé de trois lobes, le poumon gauche est formé de deux lobes, chaque lobe pulmonaire est formé de plusieurs lobules, chaque lobule renferme plusieurs alvéoles, ce qui donne au poumon son aspect spongieux et richement vascularisé.

#### B- Structure microscopique

(Activité 1)

Les deux bronches, qui se ramifient en plusieurs bronchioles, se terminent par des vésicules pulmonaires. La surface de la paroi des vésicules est considérablement accrue par les alvéoles.

Un réseau serré de capillaires sanguins entoure les vésicules.

Le sang coagule en contact de l'air

Sur une grande surface ( $500 \text{ m}^2$ ), le sang et l'air inspiré ne se trouvent séparés que par deux fines membranes (celle du capillaire et celle de la vésicule)

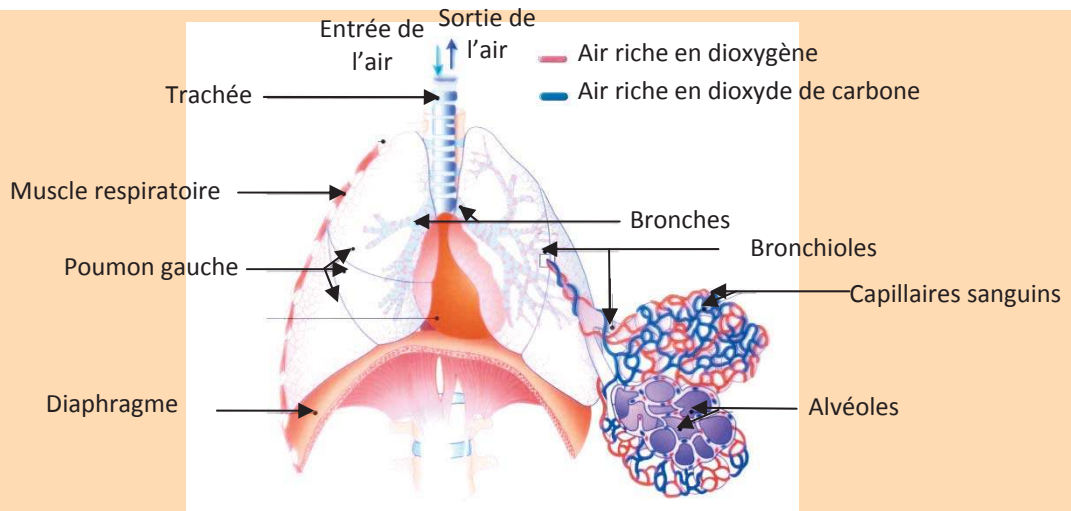
### II- Phénomènes mécaniques de la respiration

Les mouvements respiratoires produisent le « va-et-vient » de l'air dans les poumons. Cette ventilation comprend deux temps : la pénétration de l'air ou inspiration, et le rejet de l'air, ou expiration.

#### A- Ventilation pulmonaire

(Activité 2)

Un mouvement respiratoire = 1 inspiration + 1 expiration. L'expiration dure plus longtemps que l'inspiration.



Les poumons, n'étant pas des muscles, suivent passivement les variations du volume de la cage thoracique.

Au cours de l'inspiration, les dimensions de la cage thoracique augmentent, son volume croît et les poumons suivent cette expansion et l'air y pénètre.

Les phénomènes qui amènent à l'augmentation du volume de la cage thoracique sont :

- Le diaphragme se contracte et s'abaisse
- Les côtes, tirées par la contraction des muscles respiratoires fixés sur la colonne vertébrale, se relèvent
- Ce mouvement des côtes projette le sternum vers l'avant.
- Au moment de l'expiration, les muscles se relâchent, la cage thoracique revient à son volume initial et les poumons, liés à la cage thoracique et au diaphragme par les plèvres, suivent fidèlement la variation du volume de la cage thoracique.
- Les mouvements respiratoires ordinaires s'effectuent automatiquement : ce sont donc des actes réflexes.

## B- Capacité respiratoire

(Activités 3 et 4).

Un homme normal exécute environ 16 mouvements respiratoires par minute. Ce rythme varie selon l'âge, la position du corps et l'activité physique.

Le débit respiratoire augmente considérablement avec l'effort physique :

Lors de l'effort, on constate :

- une augmentation de la fréquence respiratoire,
- une contraction plus forte des muscles intercostaux et du diaphragme augmentant ainsi le volume de la cage thoracique à l'inspiration.

On note aussi, que la quantité d'air ventilée par les poumons augmente brutalement au début de l'effort physique. Elle atteint ensuite un point d'équilibre après le début de l'exercice.

## C- Volume d'air dans les poumons

(Activité 5)

On peut, volontairement, augmenter l'amplitude de l'inspiration et de l'expiration. Les muscles respiratoires se contractent davantage. On parle de respiration forcée.

Au cours d'une activité physique, pour prélever plus d'oxygène et éliminer davantage de dioxyde de carbone, il est plus efficace d'augmenter le volume d'air ventilé par des

inspirations et des expirations profondes au lieu d'augmenter la fréquence des mouvements respiratoires.

Réserve inspiratoire (3 L) * volume échangé lors d'une expiration forcée	Capacité vitale (5 L)	Volume pulmonaire total (6 L)
Volume courant (0,5 L) = volume renouvelé (0,35 L)+ espace mort contenu au niveau des voies aériennes et dans les alvéoles (0,15 L) * volume échangé lors d'une respiration normale		
Réserve expiratoire (1,5 L) * volume échangé lors d'une inspiration forcée		
Volume résiduel (1 L) <b>Air qui n'est jamais expiré</b>		

## 2- ECHANGES GAZEUX RESPIRATOIRES

### I- Gaz respiratoires

(Activité 1)

Comme tous les êtres vivants aérobies, l'homme effectue des échanges gazeux avec le milieu extérieur : il absorbe du dioxygène et rejette du dioxyde de carbone : on dit qu'il respire.

### II- Echanges gazeux au niveau des poumons

(Activités 2 et 3)

Au niveau des poumons, l'échange des gaz respiratoires entre les alvéoles et le sang capillaire se fait par diffusion. Cette diffusion se fait du milieu de forte pression pour un gaz respiratoire vers le milieu de faible pression pour le même gaz.

Au niveau des poumons, la diffusion des gaz se fait à travers la paroi des alvéoles et celle des capillaires.

- Le dioxygène de l'air inspiré diffuse de l'alvéole (à forte pression) vers le sang (à faible pression)
- Le dioxyde de carbone diffuse en sens inverse selon le même principe.

Ces échanges; sont favorisés par:

- la minceur des parois des alvéoles et des capillaires,
- la très grande surface de contact de ces parois,
- le renouvellement constant de l'air (ventilation pulmonaire) et du sang (circulation) dans les poumons.

### III- Echanges gazeux au niveau des tissus

(Activités 4 et 5)

Au niveau des tissus, l'échange des gaz respiratoires entre les cellules tissulaires et le sang capillaire se fait aussi par diffusion.

- Le dioxygène du sang diffuse à travers la paroi des capillaires vers les cellules.
- Le dioxyde de carbone diffuse en sens inverse.

### 3- ACCIDENTS RESPIRATOIRES

(Activités 1, 2, 3 et 4)

#### I- Accidents respiratoire chez le sportif

Accidents respiratoires	Causes	Dangers
<b>Asthme de l'effort</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inflammation bronchique</li> <li>- Sécrétion accrue de mucus</li> <li>- Bronchoconstriction</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Toux sèche ;</li> <li>- Respiration sifflante ;</li> <li>- Fatigue pendant l'effort ;</li> <li>- Diminution de la performance physique.</li> </ul>
<b>Pneumothorax</b>	Déversement d'air dans la cavité pleurale	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Toux ;</li> <li>- gêne Respiratoire ;</li> <li>- Douleur thoracique ;</li> <li>- Diminution de la performance physique.</li> </ul>
<b>Œdème pulmonaire</b>	Accumulation de liquides dans les poumons (due à une hypoxie en altitude)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Toux sèche ;</li> <li>- Insuffisance respiratoire ;</li> <li>- Essoufflement ;</li> <li>- Risque de mort par arrêt respiratoire.</li> </ul>

#### II- Asphyxie

(Activités 1, 2, 3 et 4)

Causes de l'asphyxie	Mesures à prendre
<b>Intoxication par le monoxyde de carbone</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aérer la pièce ;</li> <li>- Eteindre de l'appareil ;</li> <li>- Faire sortir immédiatement la victime ;</li> <li>- Réaliser la respiration artificielle.</li> <li>- Appeler le secours (198 ou 197 ou 190)</li> <li>- Amener la victime à l'urgence.</li> </ul>
<b>Electrisation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Couper le générateur de courant électrique ;</li> <li>- Eloigner la victime de la source électrique à l'aide d'un objet non conducteur ;</li> <li>- Réaliser la respiration artificielle ;</li> <li>- Appeler le secours (198 ou 197 ou 190) ;</li> <li>- Amener la victime à l'urgence.</li> </ul>
<b>Obstruction des voies respiratoires</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Essayer d'enlever l'objet avec le doigt ;</li> <li>- Se placer sur le côté en arrière de la victime ;</li> <li>- Mettre une main sur son thorax ;</li> <li>- Pencher la victime en avant (pour que l'objet sorte et non pas retourne en arrière) ;</li> <li>- Claquer avec le plat de la main ouverte entre les deux omoplates.</li> </ul> <p><b>Si le corps étranger n'est pas sorti :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Installer la victime en position demi assise ;</li> <li>- Porter sur la victime des compressions abdominales fortes</li> </ul> <p><b>En cas d'échec et d'arrêt cardiaque :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Allonger la victime sur son côté droit ;</li> <li>- Appeler le secours (198 ou 197 ou 190) ;</li> <li>- Amener la victime à l'urgence.</li> </ul>

## 4- HYGIENE DE LA RESPIRATION

### I- Polluants atmosphériques

(Activité 1)

Polluants atmosphériques	Dangers	Mesures d'hygiène
<b>NO<sub>2</sub> / NO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limitation du transport du dioxygène par le sang ce qui réduit l'oxygénation des organes ;</li> <li>- Fragilisation de la muqueuse pulmonaire face aux agressions infectieuses ce qui favorise les infections pulmonaires.</li> <li>- Hyperréactivité bronchique chez les asthmatiques ;</li> <li>- atteinte par le cancer des pouxons.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Privilégier les modes de déplacements les moins polluants : vélo, transport en commun, etc</li> <li>- Avoir des véhicules, des appareils de chauffage et de climatisation bien réglés et limiter leurs utilisations</li> <li>- Privilégier l'achat d'équipements les moins consommateurs en énergie</li> <li>- Limiter sa production de déchets</li> </ul>
<b>SO<sub>2</sub></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Troubles cardio-vasculaires</li> <li>- Irritation des voix respiratoires</li> <li>- Aggravation de la santé des asthmatiques</li> <li>- Complications des bronchites qui deviennent chronique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Favoriser l'utilisation de produits d'entretien ou de bricolage les moins émetteurs en polluants, à l'intérieur des locaux comme à l'extérieur</li> <li>- Retrouver les gestes d'aération de nos habitations au quotidien</li> </ul>

### II- Tabagisme et santé respiratoire

(Activité 2)

Dangers sur la santé respiratoire	Mesures d'hygiène
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Insuffisance respiratoire (bronchite chronique, emphysème, asthme, etc.)</li> <li>- Cancer des voies respiratoires et des pouxons ;</li> <li>- Etat de fatigue lors de l'effort physique;</li> <li>- Réduction de l'espérance de vie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ne pas fumer ;</li> <li>- Eviter les endroits pour fumeurs ;</li> <li>- Pratiquer du sport ;</li> </ul>

## Questions à choix multiple

Chacun des items comporte une ou plusieurs réponses. Repérez pour chaque item la (ou les) bonne(s) réponse(s).

- 1- **Les voies respiratoires supérieures extrathoraciques sont :**
  - a- le larynx
  - b- le pharynx
  - c- les bronches
  - d- les bronchioles
- 2- **Les zones intrapulmonaires sont :**
  - a- le larynx
  - b- les vésicules
  - c- les bronchioles
  - d- les sacs alvéolaires
- 3- **Les deux bronches:**
  - a- se terminent par des alvéoles
  - b- se terminent par des vésicules
  - c- se ramifient en plusieurs bronchies
  - d- se ramifient en plusieurs bronchioles
- 4- **L'inspiration est :**
  - a- la sortie de l'air des poumons
  - b- l'abaissement du diaphragme
  - c- l'entrée de l'air dans les poumons
  - d- l'entrée et à la sortie de l'air des poumons
- 5- **Le nombre de mouvements respiratoires chez un homme normal est :**
  - a- 8
  - b- 16
  - c- 26
  - d- 44
- 6- **Le nombre de mouvements respiratoires est :**
  - a- faible au repos
  - b- faible chez le bébé
  - c- faible chez l'adulte
  - d- élevé chez la femme
- 7- **Les poumons :**
  - a- sont des muscles contractiles
  - b- suivent l'activité des muscles respiratoires
  - c- suivent passivement les variations des mouvements du ventre
  - d- suivent passivement les variations du volume de la cage thoracique
- 8- **Après une expiration forcée, il reste encore environ 1,5 litre d'air dans les poumons, comment se nomme cet air ?**
  - a- l'air courant
  - b- l'air résiduel
  - c- l'air de réserve
  - d- l'air complémentaire

- 9- Lors de la respiration le nombre des inspirations est :
- a- égal à celui des expirations.
  - b- inférieur à celui des expirations.
  - c- supérieur à celui des expirations.
  - d- égal à celui des mouvements respiratoires.
- 10- La fréquence des mouvements respiratoires varie en fonction:
- a- de l'âge.
  - b- du sexe.
  - c- de la position du corps.
  - d- de l'âge pendant l'enfance.

### Questions à réponses ouvertes et courtes

#### Exercice 1 :

Dans le but d'étudier les structures qui interviennent dans la respiration, on réalise les observations et les expériences suivantes.

1- Le document 1 présente les résultats de mesure de la quantité de dioxygène dans les différents organes de l'appareil respiratoire à la fin de l'inspiration

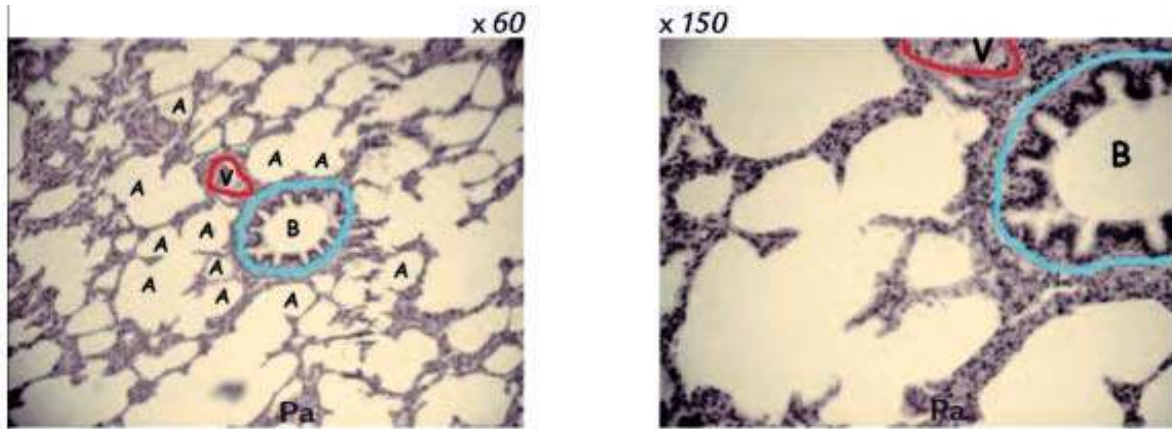
Organes de l'appareil respiratoire	Quantité de dioxygène (pour 100 L d'air)
Fosses nasales	21 L
Trachée	21 L
Bronches	21 L
Bronchioles	21 L
Alvéoles pulmonaires	14 L

Document 1

1- A partir des informations du document 1, **proposer** une hypothèse sur le lieu d'échange du dioxygène.

2- Pour vérifier la validité de l'hypothèse proposée, on a réalisé des coupes de poumon que l'on a photographiées (document 2).

La paroi des alvéoles très fine, mesure 0,001 mm d'épaisseur. Dans cette paroi, on trouve de très nombreux capillaires sanguins. Il y a environ 300 à 450 millions d'alvéoles dans un poumon. La surface totale des alvéoles des deux poumons est proche de 200 m<sup>2</sup> chez un adulte.



Document 2 – A = alvéole ; B = bronchiole ; V = vaisseau sanguin ; Pa = paroi alvéolaire

**Exploiter** les informations présentées précédemment sur les particularités des alvéoles et celles tirées du document 2 en vue de **vérifier** la validité de votre hypothèse.

**3-** Pour vérifier si les échanges de dioxygène et de dioxyde de carbone avec le sang ont lieu au niveau des alvéoles, on a mesuré la quantité de ces gaz dans le sang d'un vaisseau sanguin situé à proximité des alvéoles. Le document 3 présente les résultats obtenus.

Pour 100 mL de sang	Sang arrivant au niveau des alvéoles	Sang quittant les alvéoles
Dioxygène	14 mL	20 mL
Dioxyde de carbone	54 mL	50 mL

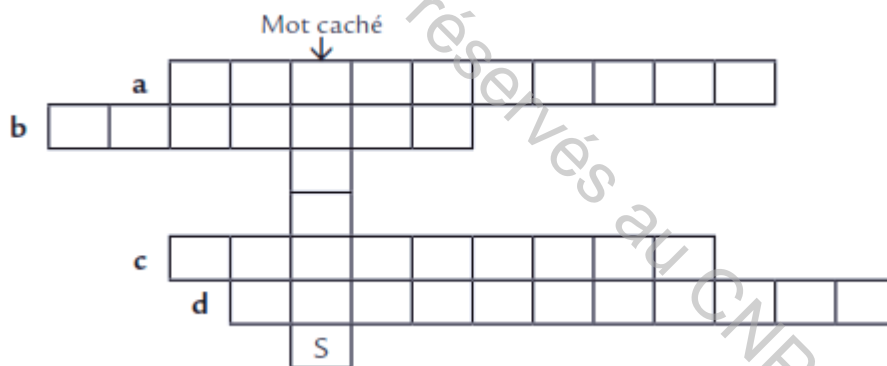
**Document 3**

**Exploiter** ces mesures pour vérifier le lieu des échanges de gaz avec le sang. **Justifier** la réponse.

**Exercice 2 :**

**1- Compléter** la grille par ce qui convient, à partir de vos connaissances sur les définitions suivantes :

- a) Phase de la respiration pendant laquelle de l'air sort des poumons.
- b) Lieu où se réalise le passage du dioxygène de l'air vers le sang.
- c) Gaz qui passe de l'air vers le sang au niveau alvéolaire.
- d) Phase de la respiration pendant laquelle de l'air entre dans les poumons.

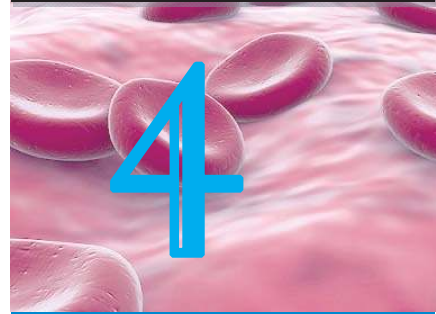


**2- Trouver** le mot caché.

**3- Définir** ce mot.

# CIRCULATION SANGUINE

## CHAPITRE



17ème siècle

**William Harvey** fit la première description complète du système **circulatoire**. Il décrit notamment le **sens de la circulation et le rôle exact des valvules veineuses**. En utilisant le microscope et en orientant ses recherches sur le poumon, le médecin italien **Marcello Malpighi** découvre les capillaires en 1661, bouclant ainsi le système de Harvey.

16ème siècle

**Michel Servet** (médecin espagnol) décrit la circulation pulmonaire ; on suppose qu'il connaissait les travaux d'**Ibn Nafis** via leur traduction. C'est **Andrea Cesalpino** qui utilise le premier le terme de « circulation » et qui en attribue le rôle au cœur, alors que l'on pensait jusqu'ici que c'était le foie qui créait le mouvement.

13ème siècle

**Ibn-Nafis** décrit le premier, la circulation pulmonaire (petite circulation) et l'enrichissement du sang en air par les poumons.

7ème siècle

**Les médecins musulmans** traduisent les traités de médecine égyptiens découverts lors de l'invasion de l'Égypte, dont le traité de Galien sur la circulation.

2ème siècle après J.C

C'est à **Galien** que l'on doit une description précise du réseau de veines et d'artères à partir de dissection de porcs, mais interprète faussement le rôle des organes. Selon lui, le sang est créé dans le foie à partir des aliments, il circule par les veines et va d'une part vers les poumons pour se mélanger à de l'air, d'autre part passe par les ventricules où il prélève la chaleur qu'il redistribue dans le corps ; ensuite le sang est consommé et ressort sous forme de transpiration.

4ème siècle après J.C

**Hérophile**, médecin d'Alexandrie, décrit le premier la palpitation du cœur (pouls).

5ème siècle après J.C

Les dissections pratiquées par les médecins grecs, dans la lignée d'**Hippocrate** (un médecin grec), sur des animaux égorgés induisent des erreurs de représentation : les artères sont retrouvées vides, on pense donc qu'elles transportent de l'air, tandis que le foie est gorgé de sang, cet organe est donc considéré comme un élément important du transport du sang.

3000 ans avant J.C

La relation entre le saignement et la mort a été mise en évidence très tôt dans l'histoire de l'humanité. Les égyptiens avaient identifié le sang comme source de vie.

## SOMMAIRE

**Partie 1 : Le sang** .....P 113

**Partie 2 : Cœur et la circulation sanguine** ....P 122

**Partie 3 : Accidents cardiovasculaires chez le sportif** .....P 132

**Partie 4 : Hygiène de l'appareil circulatoire** P 136

**Bilan** .....P 139

**Exercices** .....P 147

## Reconstitution de l'histoire de la découverte de la circulation sanguine

Les poumons enrichissent le sang en dioxygène, l'intestin grêle enrichit le sang en nutriments et appauvrit le sang en dioxygène, tous les organes doivent recevoir le dioxygène et les nutriments.

Un appareil est destiné à accomplir cette fonction de transport : l'appareil circulatoire encore appelé le système cardiovasculaire. Il est formé par un organe propulseur du sang : le cœur et des conduits : les vaisseaux (artères, artérioles, veines, veinules, capillaires sanguins et les vaisseaux lymphatiques).

- **Quelles sont les particularités du sang qui définissent la fonction de transport des gaz et des nutriments au sein de l'organisme ?**
- **Quelle est la composition de l'appareil responsable de cette fonction de transport ?**
- **Quels sont les risques liés à la circulation et à l'appareil circulatoire ?**
- **Quels sont les principes essentiels d'hygiène de l'appareil circulatoire ?**

### Objectifs :

- **Préciser** le rôle du sang dans le transport des gaz et des nutriments au sein de l'organisme.
- **Expliquer** les rôles des composantes de l'appareil circulatoire.
- **Mesurer** le rythme cardiaque et dégager ses caractères adaptatifs.
- **Connaitre** quelques accidents cardiovasculaires.
- **Identifier** quelques principes d'hygiène de l'appareil circulatoire.
- **Réaliser** des expériences et des schémas fonctionnels.
- **Analyser** des résultats expérimentaux.
- **Analyser** des documents.

### Pré-requis :

- Composition du sang
- Rôle des constituants du sang
- Anatomie du cœur
- La circulation sanguine (grande et petite circulation)
- Les différents vaisseaux de l'appareil circulatoire et leur fonction.
- L'hypertension artérielle



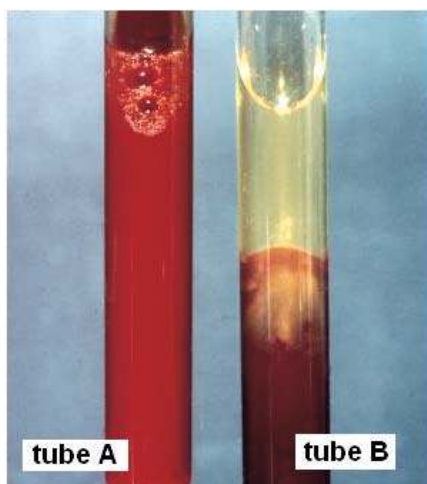
Lors d'une journée de l'éducation à la santé de l'appareil circulatoire, un élève apprend qu'un garrot pouvait provoquer la mort d'un membre. Il sait qu'en comprimant le membre, le sang n'y circule plus. Il émet les hypothèses que le sang contiendrait des éléments nécessaires pour le membre et qu'il faudrait absolument renouveler le sang autour de lui.

- **Quelle est la composition du sang ? et quelles sont les fonctions de ses différents constituants ?**

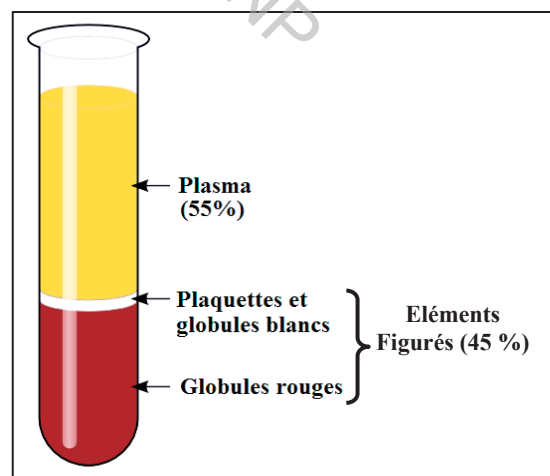
### 1- Composition du sang

#### Activité 1

La centrifugation du sang oxalaté de mouton ou de cheval permet de séparer les constituants de celui-ci pour mieux les voir. Le document 1 présente le résultat obtenu. Le document 2 est une représentation schématique de ce résultat.



1- Photographie de sang frais (tube A) et de sang centrifugé (tube B)



2- Représentation schématique de sang centrifugé (sédimenté)

## Tâche 1

- 1- **Décrire** le contenu du tube A. Quelle information se dégage quant à l'aspect et la couleur du sang dans ce tube ?
- 2- **Décrire** le contenu du tube B présenté dans les documents 1 et 2. Quelle nouvelle information se dégage quant à l'aspect et la couleur du sang ?
- 3- **Préciser** l'origine de la couleur rouge attribuée au sang.
- 4- **Dégager** alors la composition du sang.

### 1-1- Composition et rôle du plasma sanguin

#### Activité 2 :

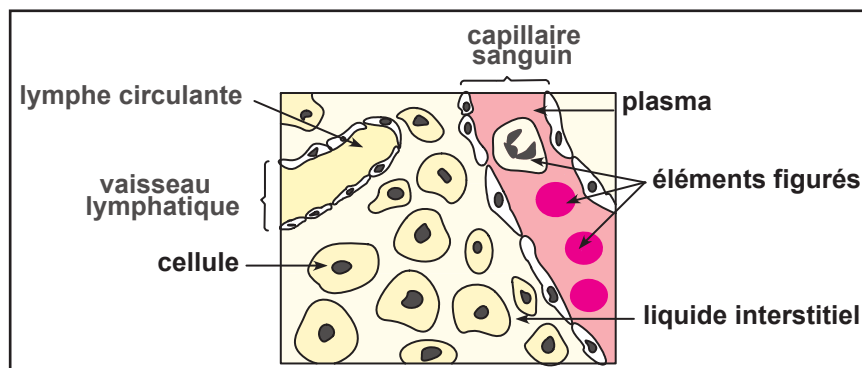
L'analyse de la composition moyenne du liquide interstitiel et du plasma a donné les résultats résumés dans le document 3.

CONSTITUANTS	PLASMA (en g.L <sup>-1</sup> )	LIQUIDE INTERSTITIEL (en g.L <sup>-1</sup> )
EAU	900	980
PROTÉINES (Fibrinogènes, Albumines, anticorps)	69	0,5 à 2
AUTRES SUBSTANCES ORGANIQUES (glucose, urée,...)	2	2
Ions minéraux	9	9

Le plasma et le liquide interstitiel, comportent aussi des gaz respiratoires, à savoir Le dioxygène et le dioxyde de carbone.

### 3- Composition moyenne du plasma et du liquide interstitiel

Le liquide interstitiel remplit l'espace entre les capillaires sanguins et les cellules comme le montre le document 4.



### 4- Emplacement du liquide interstitiel

## Tâche 2

- 1- **Comparer** la composition du plasma et du liquide interstitiel du document 3, en vue de **rappeler** la fonction du plasma.
- 2- **Exploiter** le document 4 et vos connaissances antérieures en vue de **proposer** une hypothèse sur la relation entre ces deux milieux.

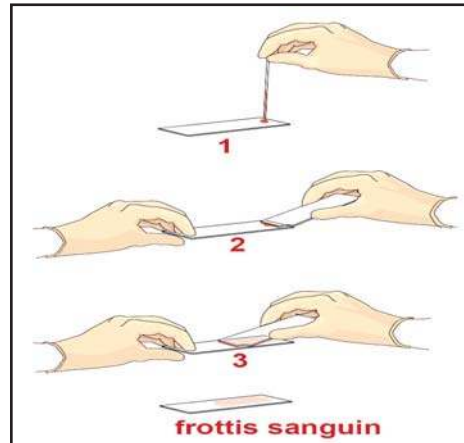
### 1-2- Les éléments figurés du sang

#### Activité 3

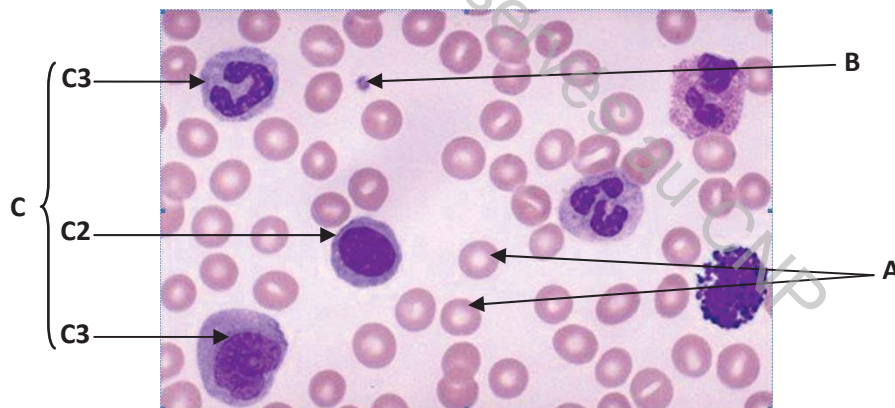
Pour observer les éléments figurés du sang, on réalise un frottis sanguin. Le document 5 présente le protocole expérimental de préparation d'un frottis sanguin. Le document 6 montre une observation microscopique de cette préparation.

#### Protocole expérimental

- 1- Déposer une goutte de sang sur une lame de verre (lame porte-objet).
  - 2- Placer le bord d'une deuxième lame de verre sur la goutte de sang.
  - 3- Etaler cette goutte sur la lame porte-objet.  
On forme un "frottis de sang" comme le montre l'étape 3 du document 5.
- Ajouter une goutte de bleu de méthylène.
  - Laisser sécher la préparation.
  - Observer au microscope



#### 5- Réalisation d'un frottis sanguin



#### 6- Frottis sanguin coloré et observé au microscope (x 2000)

## Tâche 3

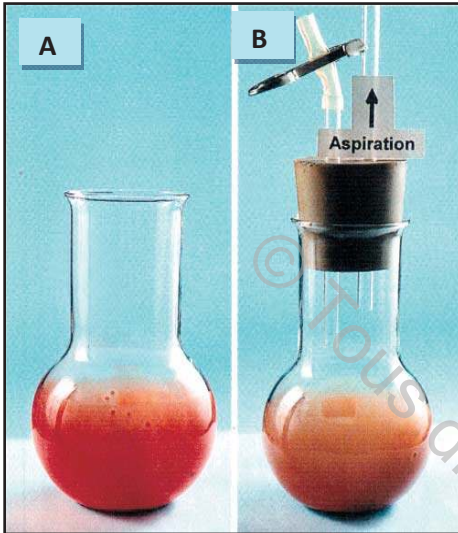
- 1- **Réaliser** un frottis sanguin.
- 2- **Réaliser** un schéma d'observation du frottis sanguin.
- 3- **Utiliser les termes suivants** : globules rouges (érythrocytes) – globules blancs (leucocytes) – plaquette sanguine pour **annoter** les éléments A, B et C du document 6 :
- 3- **Dégager** les différences entre des éléments figurés A, B et C.
- 4- **Préciser** les critères qui différencient entre les cellules C1, C2 et C3

## 1.2.1- Fonctions des globules rouges

### 1.2.1.1- Transport du dioxygène

#### Activité 4

Dans deux ballons A et B, on met du sang frais d'un Mammifère mélangé avec un anticoagulant (citrate de sodium). On étale ensuite le mélange sur les parois des ballons comme indiqué dans le document 7. Le ballon A est au contact de l'air. On aspire de l'air du ballon B à l'aide d'une trompe à eau. On observe enfin le changement de la couleur du sang dans chaque ballon.



L'**hémoglobine** humaine est une protéine qui se trouve essentiellement à l'intérieur des globules rouges du sang. Elle est constituée de quatre chaînes polypeptidiques identiques deux à deux appelées **globines**.

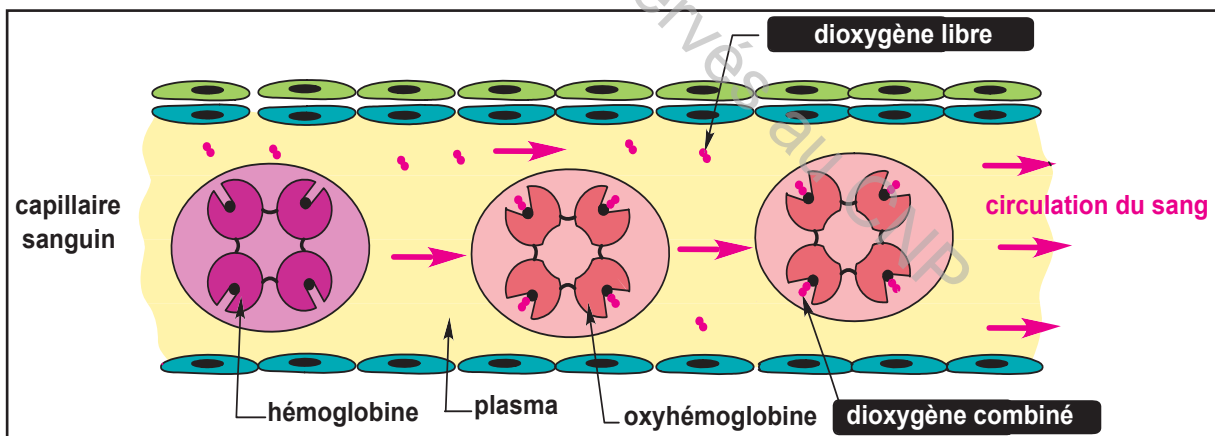
L'hémoglobine peut fixer le dioxygène de l'air. Il se forme alors de l'oxyhémoglobine donnant une couleur rouge vif.

Quand la teneur en dioxygène du milieu devient trop faible, l'oxyhémoglobine se décompose en dioxygène et hémoglobine.

#### 7- Effet du dioxygène sur le sang

#### 8- Réactions hémoglobine dioxygène

Le document 9, présente le transport du dioxygène par le sang.



#### 9- Transport du dioxygène par le sang

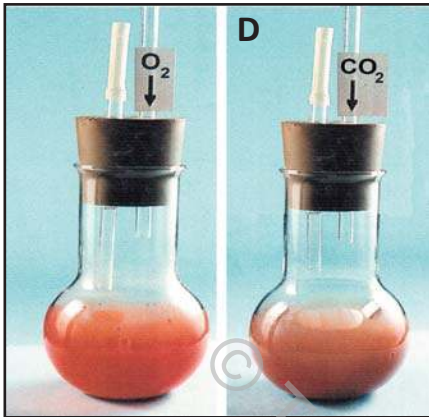
#### Tâche 4

- 1- **Réaliser** l'expérience du document 7.
- 2- **Exploiter** les résultats du document 7 et les données du document 8 en vue d'écrire les réactions qui se produisent entre l'hémoglobine et le dioxygène.
- 3- **Exploiter** le document 9 en vue de préciser comment le dioxygène est transporté par le sang.

### 1.2.1.2- Transport du dioxyde de carbone

#### Activité 5

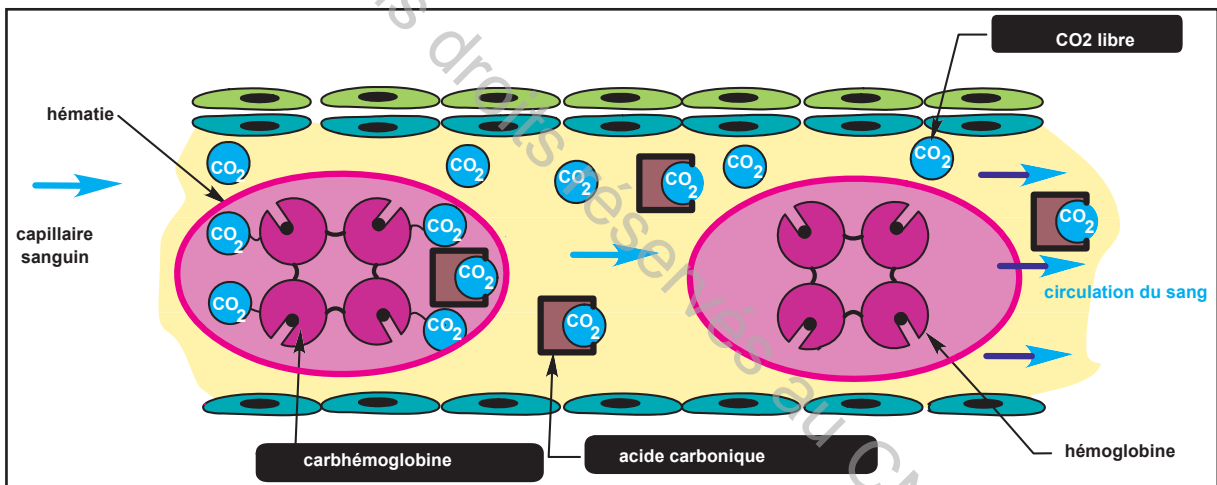
On souffle de l'air dans le ballon D. Le document 10 montre le changement de la couleur du sang dans chaque ballon. Le document 11 présente l'effet du dioxyde de carbone sur le sang. Le document 12 illustre son transport par le sang.



10- Effet du CO<sub>2</sub> sur le sang

L'hémoglobine peut fixer le dioxyde de carbone. Il se forme alors la carhémoglobine donnant une couleur rouge violacée.

11- Réaction hémoglobine dioxyde de carbone



12- Transport du CO<sub>2</sub> par le sang

#### Tâche 5

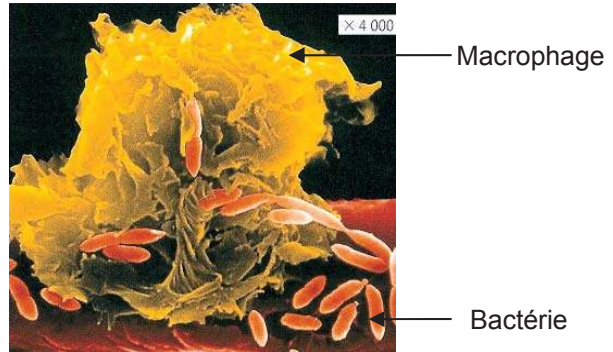
- 1- **Réaliser** l'expérience du document 10.
- 2- **Exploiter** les résultats du document 10 et les données du document 11 en vue d'**écrire** les réactions qui se produisent entre l'hémoglobine et le CO<sub>2</sub>.
- 3- **Exploiter** le document 12 en vue de **préciser** comment le CO<sub>2</sub> est transporté par le sang.

## 1.2.2- Fonctions des globules blancs

### Activité 6

Le document 13 présente une image en microscopie électronique du comportement d'une catégorie de leucocytes, un macrophage, face à une bactérie.

Arrivés dans la zone infectée, certains leucocytes, les macrophages, attaquent systématiquement les microbes présents et les « mangent ». Ce phénomène s'appelle la phagocytose. C'est ainsi que certains microbes sont éliminés de l'organisme suite à une infection microbienne lors d'une blessure par exemple.



13- Macrophage en phase de phagocytose

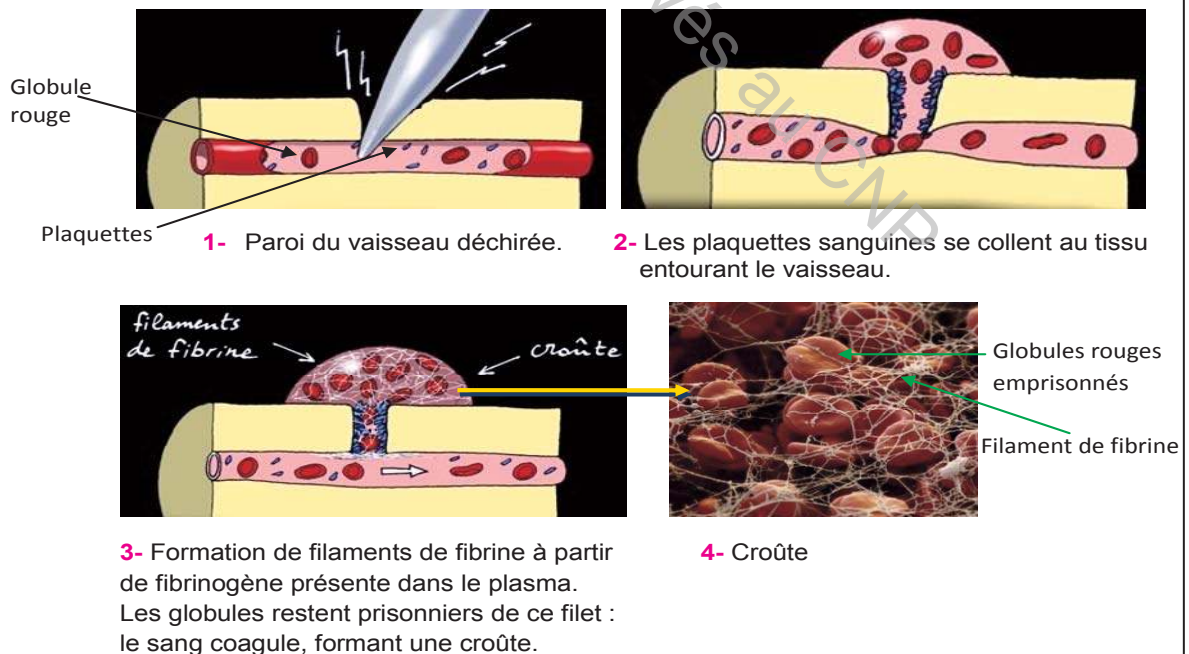
### Tâche 6

**Exploiter** les informations présentées dans le document 12 et vos connaissances, afin de **rappeler** la fonction assurée par les leucocytes.

## 1.2.3- Fonctions des plaquettes sanguines

### Activité 7

Chez un individu sain, et suite à une blessure de la peau, on observe une hémorragie locale qui ne tarde pas à s'arrêter. Le document 14 présente le mécanisme mis en jeu pour arrêter l'hémorragie.



14- Hémostase (ou arrêt de l'hémorragie)

## Tâche 7

**Exploiter** les données fournies par le document 14 dans le but de **préciser** la fonction assurée par les plaquettes sanguines.

## 2- Groupes sanguins et transfusion sanguine

C'est en 1900 à Vienne, qu'un médecin autrichien, Karl Landsteiner, a découvert qu'il existe plusieurs sortes de sang.

### Activité 8

Malgré la composition cellulaire identique du sang chez les humains, il existe une variabilité des éléments du sang entre les individus.

Ces différences rendent impossible le don de sang entre certains groupes de personnes.

Le document 15 montre que sur la poche de sang destinée à une transfusion sanguine, est inscrite la lettre O<sup>+</sup>.



15- Poche de sang

### Tâche 8

A partir de vos connaissances, **préciser** la signification de cette lettre et ce signe.

### Activité 9

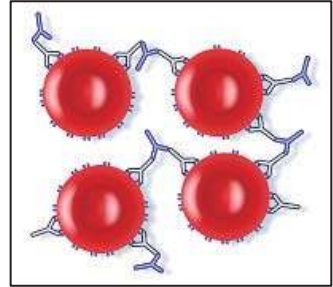
Le document 16 présente schématiquement, les quatre types de groupes sanguins du système ABO.

- à la surface des globules rouges, il existe des antigènes nommés A et B.
- dans le plasma sanguin, il y a des anticorps A (anti-A) et/ou anticorps-B (anti-B) ou ni l'un ni l'autre. Ces derniers agglutinent les globules rouges ayant un antigène spécifique.

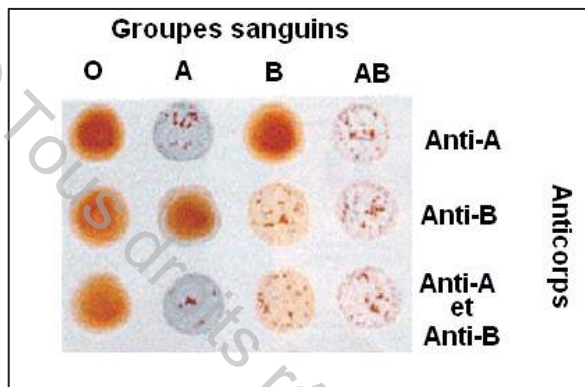
	Groupe A	Groupe B	Groupe AB	Groupe O
Globule Rouge				
Anticorps			Aucun	

16- Groupes sanguins

L'**agglutination** est le processus au cours duquel les globules rouges forment des petits amas par association des antigènes qui se trouvent à la surface de leurs membranes cytoplasmiques et les anticorps spécifiques à ces antigènes qui se trouvent dans le plasma comme le montre le document 17. L'agglutination des hématies du **donneur** par les anticorps spécifiques présents dans le plasma du **receveur** provoque immédiatement chez ce dernier l'obstruction des petits vaisseaux sanguins. Tardivement, la libération de l'hémoglobine suite à la destruction des hématies du donneur obture les tubules des reins du receveur d'où une insuffisance rénale chez ce dernier qui pourrait être parfois mortelle.



17- Agglutination



18- Test de détermination des groupes sanguins

### Tâche 9

1- **Préciser**, à partir de l'exploitation des données du document 16, les caractéristiques de chaque groupe sanguin.

2- **Exploiter** les données des documents 16, 17 et 18, en vue de :

- **justifier** pourquoi un individu de groupe sanguin A ne doit-il pas avoir dans son plasma des anticorps anti-A ? **Représenter** vos propos par un schéma simplifié.

- **compléter** le tableau suivant par ce qui convient :

Donneur	receveur	justification
Groupe sanguin A		
Groupe sanguin B		
Groupe sanguin AB		
Groupe sanguin O		

3- **Dégager** une caractéristique des individus porteurs des groupes sanguins O et AB.

### Activité 10

Les hématies peuvent également présenter à leur surface des marqueurs du système rhésus. Lorsque ceux-ci sont présents, l'individu concerné est rhésus positif (noté Rh+ ou +). Lorsqu'ils ne sont pas présents, l'individu est rhésus négatif (noté Rh- ou -).

### 19- Système Rhésus

## Tâche 10

En se basant sur les données précédentes :

- **présenter** une explication à l'expression sur le flacon de sang du document 15 : « O + »
- **compléter** le tableau ci dessous par des schémas simples montrant les caractéristiques de chaque groupe sanguin.

Groupe sanguin	Représentation schématique d'une hématie	Représentation schématique des anticorps contenus dans le plasma
[A+]		
[A-]		
[B+]		
[B-]		
[AB+]		
[AB-]		
[O+]		
[O-]		

## PARTIE 2 Cœur et circulation sanguine



Les grands sportifs accordent une attention particulière à la **mesure du rythme cardiaque** pendant et après un entraînement.

Ce rythme est facilement perceptible en appuyant l'index et le majeur sur l'artère de la carotide (au niveau du cou) ou sur l'artère radiale (au niveau du poignet) ou à l'aide du stéthoscope. L'appareil circulatoire assure cette rythmicité.

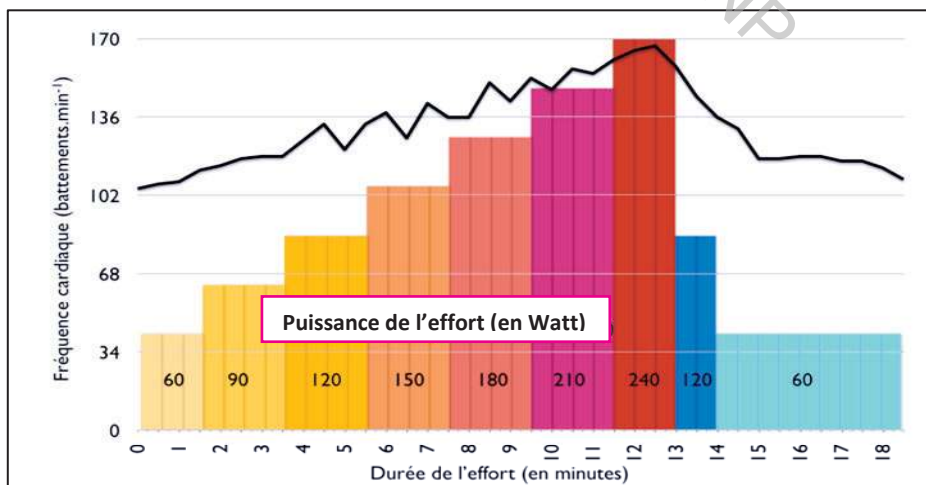
**Quels sont les organes de l'appareil circulatoire et quels sont leurs rôles en rapport avec les bruits rythmés perçus à travers le stéthoscope ?**

### 1- Rythme cardiaque et caractère adaptatif du cœur

#### Activité 1

**La fréquence cardiaque** ou rythme cardiaque est le nombre de battements pendant une minute.

La mesure du rythme cardiaque en fonction de l'intensité et de la durée de l'effort permet d'avoir les résultats résumés dans le document 1.



1- Evolution de la fréquence cardiaque en fonction de l'intensité de l'effort.

## Tâche 1

- 1- **Analyser** l'histogramme présenté dans le document 1 en vue de **dégager** une propriété du cœur.
- 2- Pendant 10 secondes, assis sur le tabouret, **prendre** son pouls au niveau du cou. **Noter** le résultat dans le tableau.
- 3- **Faire** 10 flexions de l'avant bras puis **prendre** à nouveau son pouls et **noter** le résultat dans le tableau. **Prendre** de nouveau le pouls après un retour au repos.

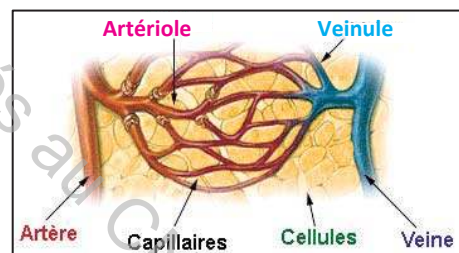
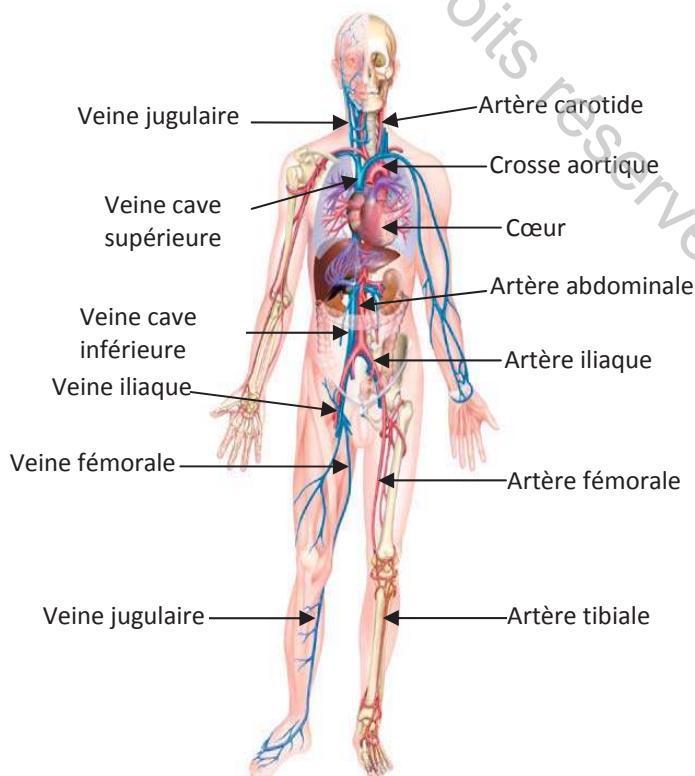
	Au repos	Après 10 flexions	Retour au repos
Nombre de pulsations en 10s			
Fréquence cardiaque (nombre de pulsations/min)			

- 4- **Préciser** la ou (les) cause(s) de la variation du rythme cardiaque.

## 2- Appareil circulatoire de l'Homme

### Activité 2

Le document 2 présente une vue d'ensemble de l'appareil circulatoire humain. Le document 3 précise la vascularisation des tissus observée au microscope.



### 3- Vue microscopique de la vascularisation des tissus

## 2- Vue d'ensemble de l'appareil circulatoire humain

### Tâche 2

**Exploiter** les données des documents 2 et 3 en vue de **préciser** les composantes de l'appareil circulatoire humain.

## 2.1.- Cœur de l'Homme

### 2.1.1- Anatomie du cœur

#### 2.1.1.1- Anatomie externe du cœur

#### Activité 3 :

##### Protocole expérimental

Sur un cœur isolé de mouton que vous placez dans une cuvette, repérez la face ventrale du cœur. Il s'agit de la face convexe = bombée.

Retourner le cœur de façon à observer sa face dorsale. Repérer et identifier les quatre cavités cardiaques et les divers vaisseaux sanguins qui leur sont associés.

L'observation du cœur en vue externe, permet de repérer divers sillons qui séparent le cœur en 4 parties inégales :

- ◆ un **sillon transversal** qui scinde le cœur en :
    - une partie supérieure, composée de deux entités flasques, aplaties : ce sont les **oreillettes**.
    - une partie inférieure, composée de deux entités charnues, très volumineuses : ce sont les **ventricules**.
  - ◆ un **sillon vertical** qui scinde le cœur en :
    - un **hémicœur droit** composé d'une **oreillette droite** et d'un **ventricule droit**.
    - un **hémicœur gauche** composé d'une **oreillette gauche** et d'un **ventricule gauche**.
- Ce sillon est surtout visible dans la partie inférieure du cœur, entre les deux ventricules. On parle alors de **sillon interventriculaire**.

#### 4- Identification des quatre cavités cardiaque

#### Tâche 3

A partir de l'observation du cœur du mouton et de l'exploitation des informations présentées dans le document 4, **identifier** les différentes cavités du cœur.

#### 2.1.1.2- Vaisseaux sanguins reliés au cœur de mouton

#### Activité 4

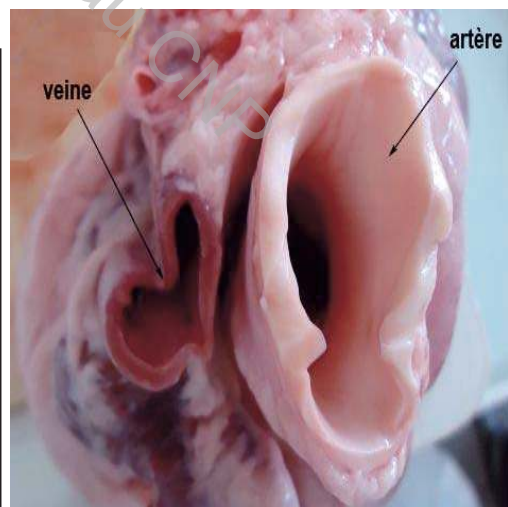
Les **artères** sont des vaisseaux élastiques et béants à paroi assez épaisse.

Les **veines** sont des vaisseaux mous à paroi mince.

Pour identifier les artères, placer le cœur face dorsale sur la paillasse et enfoncer la sonde cannelée dans l'artère :

- si elle atteint la pointe du cœur : elle est dans l'**artère aorte**.
- si elle arrive à gauche (donc dans la partie droite du cœur) : elle est dans l'**artère pulmonaire**.

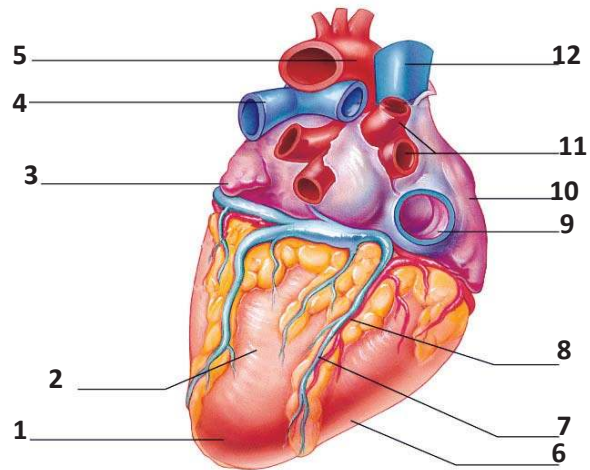
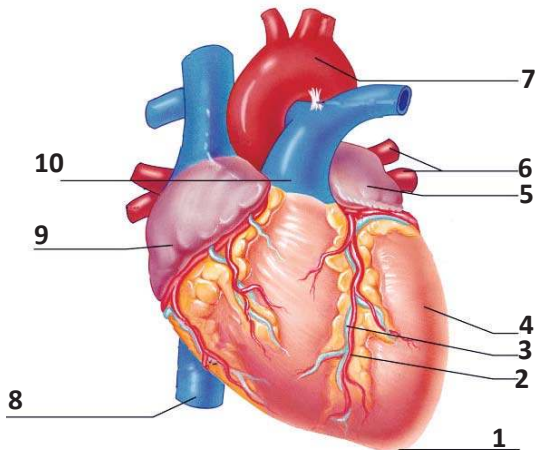
Les **veines caves** arrivent dans l'oreillette droite, Les **veines pulmonaires** arrivent dans l'oreillette gauche.



6- Veine et artère vues en coupe

#### 5- Identification des vaisseaux sanguins du cœur

Les documents 7 et 8 représentent des modèles de la face ventrale (antérieure) et de la dorsale (postérieure) du cœur de mouton.



7- Modèle de cœur de mouton face ventrale  
Tâche 4

8- Modèle de cœur de mouton face dorsale

- 1- **Exploiter** les informations avancées par les documents 5 et 6 afin de **reconnaître** les différentes veines et artères en rapport avec le cœur.
- 2- **Exploiter** les informations avancées par les documents 4, 5 et 6 afin d'**annoter** les documents 7 et 8.

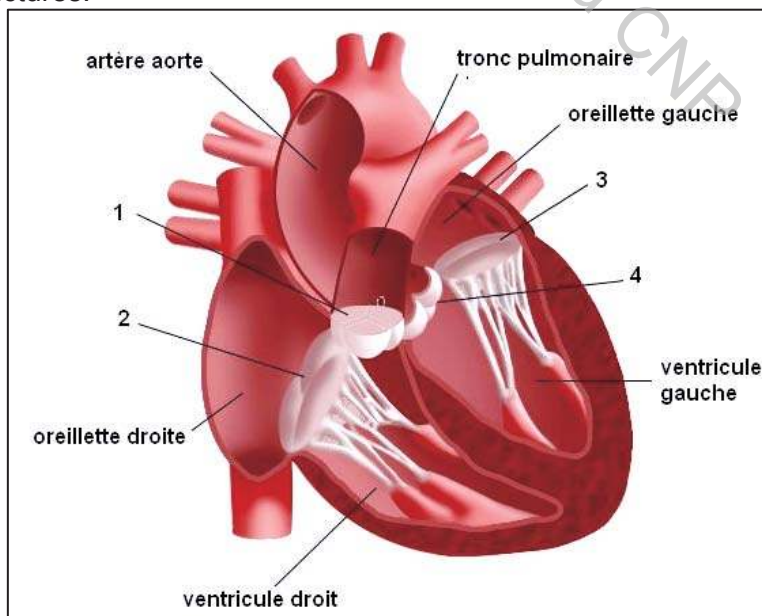
### 2.1.1.3- Anatomie interne du cœur

#### 2.1.1.3.1- Relation cavités cardiaques et valvules

##### Activité 5

Lors de la dissection d'un cœur de Mammifères, on observe des structures particulières appelées « **valvules** ».

Le document 9 représente un modèle simplifié d'une coupe longitudinale du cœur montrant ces structures.



9- Modèle simplifié d'une coupe longitudinale du cœur

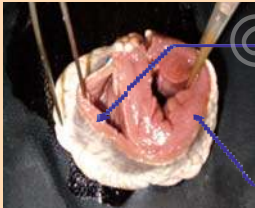
## Tâche 5

- 1- **Réaliser** la dissection d'un cœur de mammifère.
- 2- **Exploiter** les informations fournies par le document 9 en vue d'**identifier** les différentes valvules.

### 2.1.1.3.2- Myocarde

#### Activité 6

On voudrait faire mesurer l'épaisseur du myocarde. On réalise une section transversale du cœur, à mi-hauteur des ventricules.

Observation	Epaisseur du myocarde
Myocarde auriculaire:	Epaisseur approximative.....
	Myocarde du ventricule droit : Epaisseur = .... mm
	Myocarde du ventricule gauche : Epaisseur: .... mm

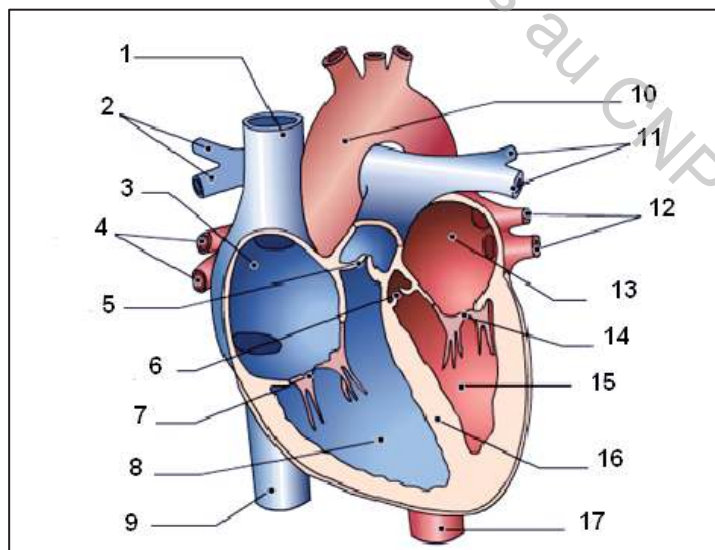
#### 10- Comparaison des myocards des ventricules

#### Tâche 6

- 1- **Compléter** le tableau du document 10 en **notant** les différentes mesures approximatives effectuées sur le myocarde.
- 2- **Proposer** une hypothèse expliquant la différence de l'épaisseur des ventricules en rapport avec la circulation du sang dans l'organisme.

#### Activité 7

Le document 11 présente une coupe longitudinale du cœur de Mammifère en vue de face.



#### 11- Cœur en coupe longitudinale (vue de face)

#### Tâche 7

A partir des informations précédentes, **compléter** la légende du document 11.

## 2.1.2- Sens de circulation du sang dans les vaisseaux du cœur

Dans le but de reconnaître le sens de la circulation du sang à l'intérieur du cœur, on réalise les expériences réunies dans le tableau du document 12.

### Activité 8

Expériences	Observations	Conclusions
<b>Mise en évidence du sens de circulation du sang dans l'hémicœur droit</b>		
Injection d'eau par une veine cave		
Injection d'eau par le tronc artériel pulmonaire		
<b>Mise en évidence du sens de circulation du sang dans l'hémicœur gauche</b>		
Injection d'eau par une veine pulmonaire		
Injection d'eau par l'artère aorte		

### 12- Mise en évidence du sens de circulation du sang à l'intérieur du cœur

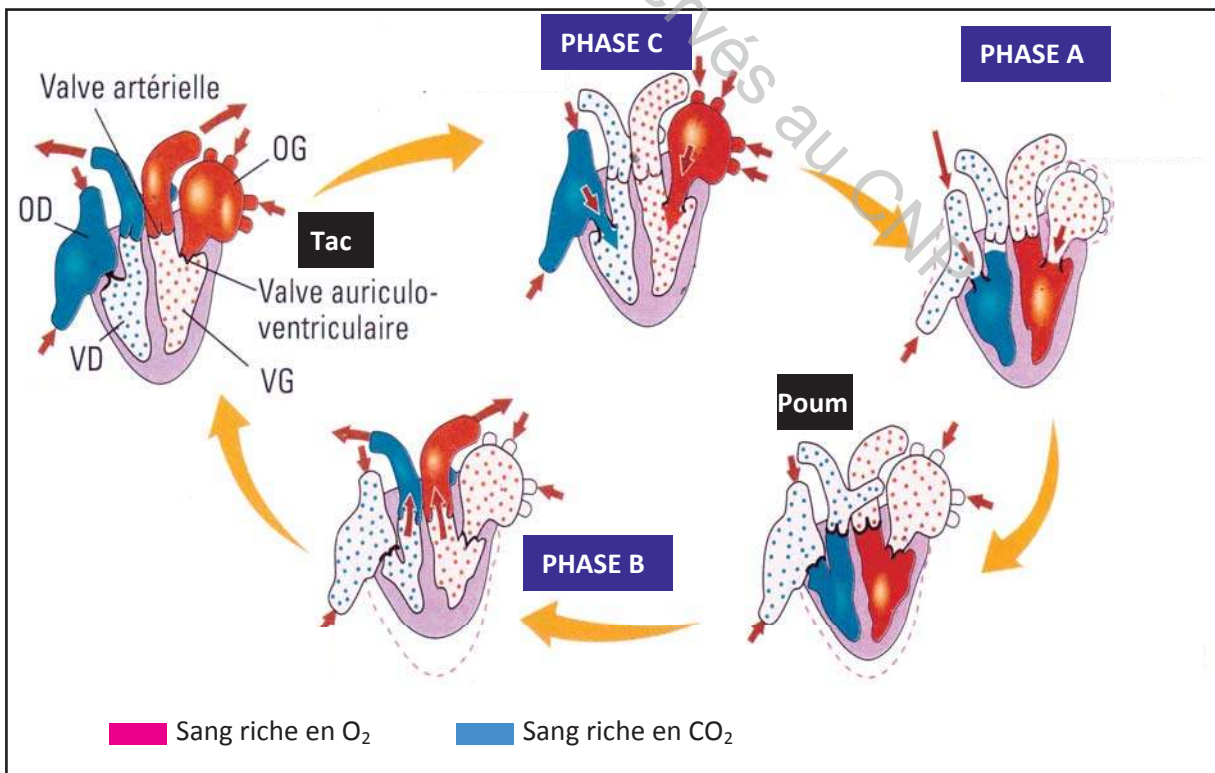
#### Tâche 8

- 1- **Réaliser** les expériences figurant dans le document 12 et **compléter** le tableau par ce qui convient.
- 2- **Préciser** alors le sens de déplacement du sang entre les veines, le cœur et les artères.
- 3- **Proposer** une hypothèse quant au sens unique de déplacement du sang à l'intérieur du cœur.

## 2.1.2- Cycle cardiaque

### Activité 9

On se propose d'établir le rapport entre les bruits du cœur perçus à l'aide du stéthoscope et le fonctionnement du cœur. Le document 13 permet d'expliquer ce lien.



### 13- Cycle cardiaque

## Tâche 9

- 1- **Décrire** les phases A, B et C du document 13.
- 2- **identifier** les valvules ouvertes dans les phases A et B.
- 3- **Etablir le lien** entre les bruits perçus par le stéthoscope (Poum et Tac) et le fonctionnement du cœur.
- 4- **Emettre** des hypothèses permettant de trouver un rapport entre l'épaisseur du myocarde et son rôle dans la circulation du sang.

## 2.2- Vaisseaux sanguins

### Activité 10

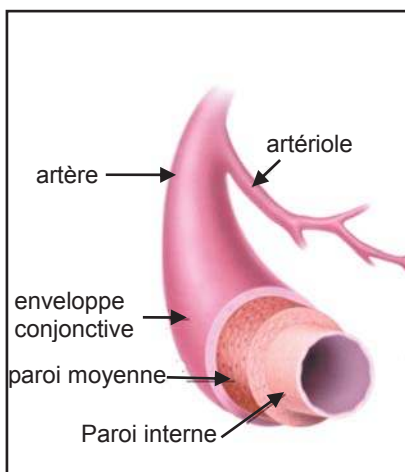
Selon le rôle des vaisseaux sanguins, on distingue trois types : artères, veines et capillaires.

Les artères sont qualifiées de vaisseaux **efférents**, les veines sont au contraire des vaisseaux **afférents** au cœur et les capillaires qui sont des vaisseaux tissulaires qui conduisent le sang des artérioles vers les veinules.

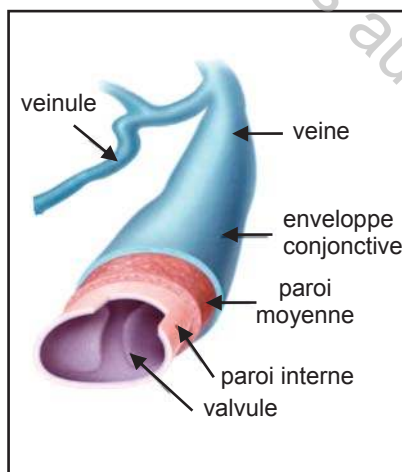
Le sang provenant des organes autres que les poumons rejoint l'oreillette droite par les veines caves supérieure et inférieure puis le ventricule droit où il est éjecté dans l'artère pulmonaire en direction des poumons.

Le sang retourne des poumons au cœur par les quatre veines pulmonaires qui s'abouchent dans l'oreillette gauche puis rejoint le ventricule gauche. Le sang est éjecté du ventricule gauche dans l'artère aorte en direction des organes.

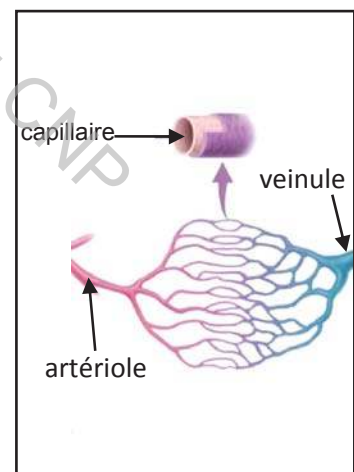
### 14- Caractéristiques des artères et des veines



15- Structure d'une artère



16- structure d'une veine



17- structure d'un capillaire

## Tâche 10

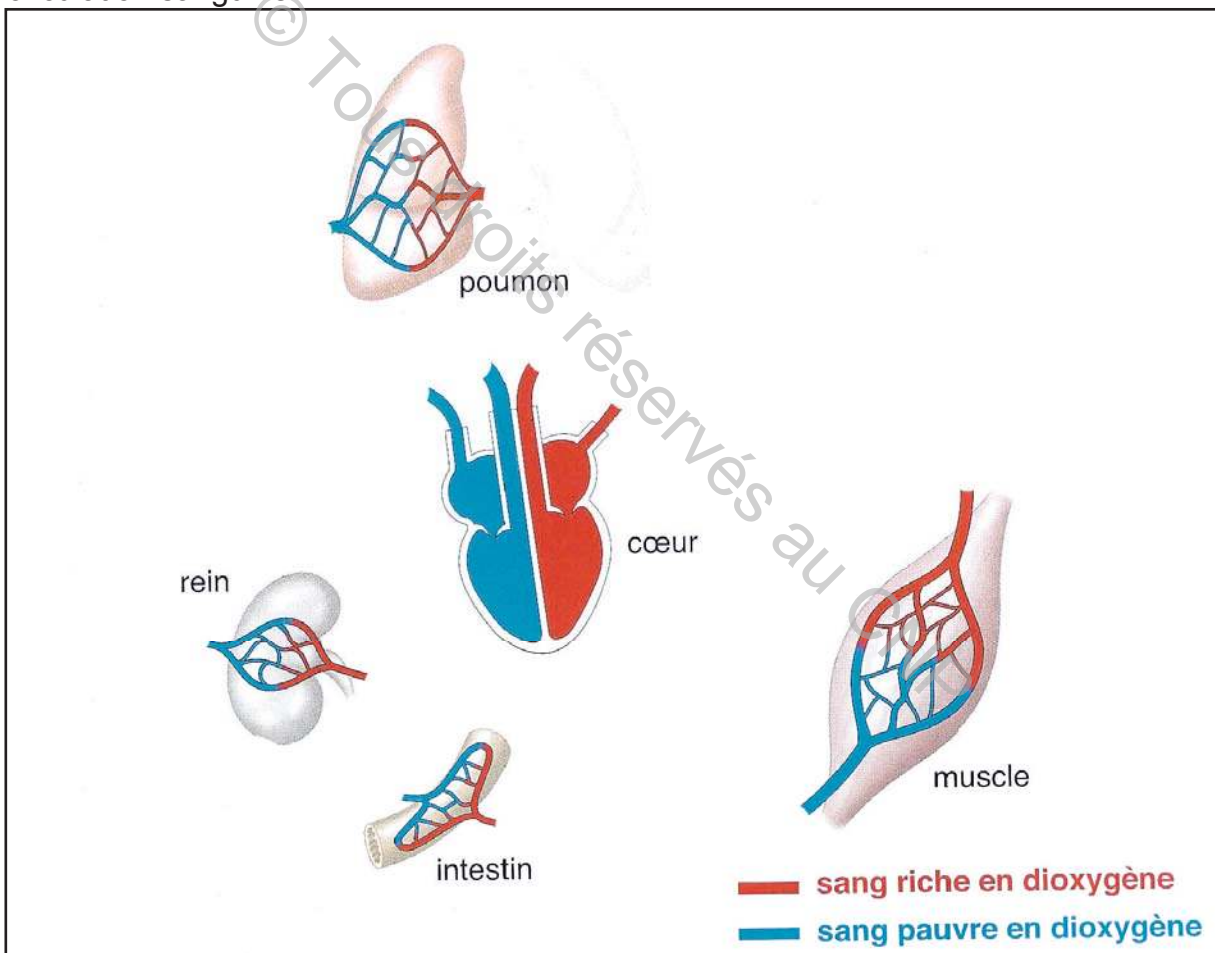
**Exploiter** les informations fournies par les documents 14, 15, 16 et 17 en vue de compléter le tableau suivant.

	Caractéristiques	Rôle
Artères		
Veines		

### 3- Circulation du sang : petite et grande circulation

#### Activité 11

Le document 18 présente schématiquement les organes mis en jeu dans la circulation sanguine.



18- Trajet du sang : grande et petite circulation

#### Tâche 11

1- **Exploiter** les connaissances précédentes, puis **compléter** le document 18 en vue de construire un schéma fonctionnel légendé, fléché et coloré montrant le trajet du sang.  
2- Sachant que la grande circulation est celle qui s'établit entre le cœur et les différents organes et la petite circulation est celle établie entre le cœur et les poumons, **compléter** la légende du document 18 en vue de **préciser** la grande et la petite circulation.

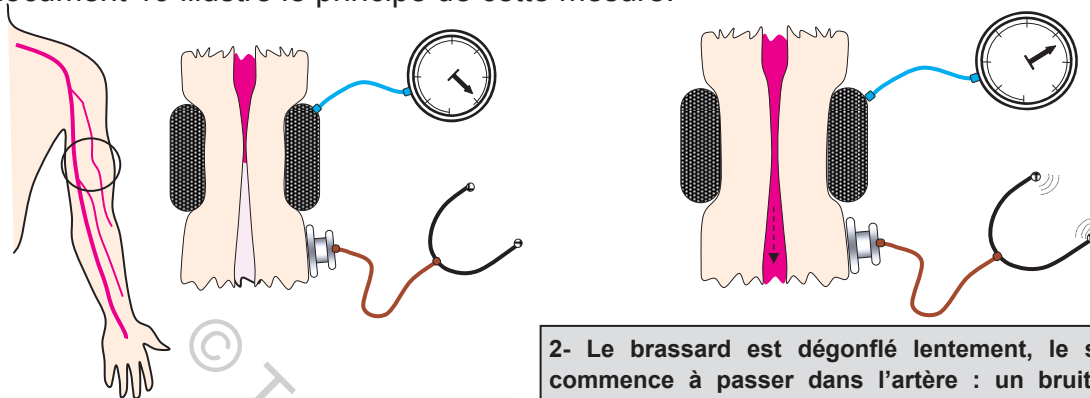
## 4- Pression artérielle et débit sanguin

### 4-1- Pression artérielle

#### Activité 12

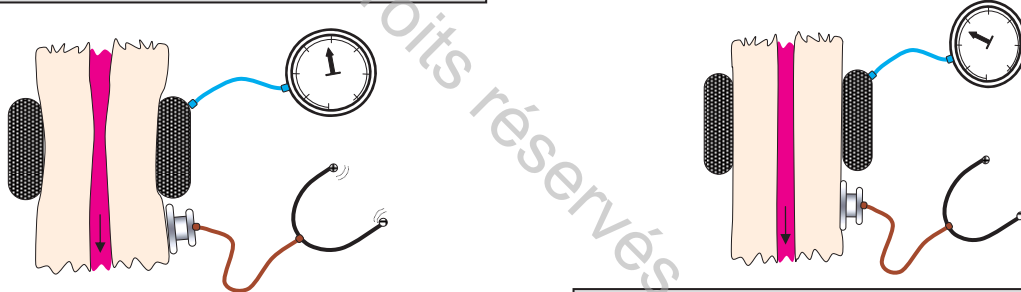
On se demande le plus souvent à quoi correspondent les deux chiffres indiqués lors de la prise de la tension artérielle.

Le document 19 illustre le principe de cette mesure.



1- Le brassard comprime l'artère du bras, le sang ne passe plus (pression dans le brassard supérieure à la pression artérielle) : aucun bruit n'est perçu dans le stéthoscope.

2- Le brassard est dégonflé lentement, le sang commence à passer dans l'artère : un bruit est perçu par le stéthoscope et la valeur de la pression artérielle doit être lue au même moment sur le cadran. La pression artérielle mesurée à cet instant est la pression artérielle maximale, dite systolique.

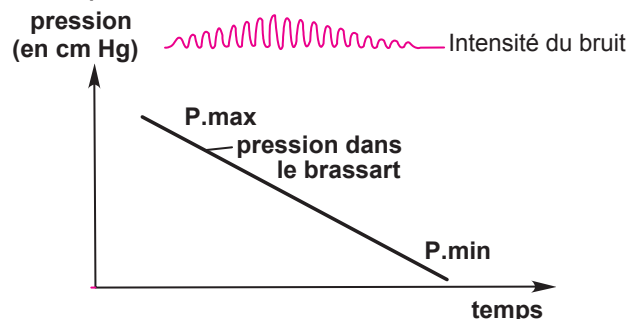


3- Le brassard continue de se dégonfler. Le sang passe de mieux en mieux et un bruit est toujours perçu par le stéthoscope.

4- Plus le brassard se dégonfle, moins le bruit est audible par le stéthoscope, jusqu'au moment où il disparaît : la pression artérielle est alors lue sur le cadran et définit la minima, c'est-à-dire la pression artérielle diastolique.

### 19- Principe de mesure de la pression artérielle

Le document 20 présente la variation de la pression artérielle et l'intensité du bruit entendu à l'aide du stéthoscope.



### 20- Courbe de variation de la pression artérielle au cours du temps

## Tâche 12

**Exploiter** les informations avancées par les documents 19 et 20 en vue de **définir** ce qu'est la pression artérielle.

### 4-2- Débit sanguin

#### Activité 13

Débit sanguin : quantité de sang passant par un organe en une minute

Le débit sanguin est mesuré au niveau de différents organes au cours d'une activité physique et au repos. Les résultats sont reportés dans le tableau du document 21.

Organes	muscle	cœur	Autres organes sauf le cerveau
Débit sanguin au repos (mL/min)	1200	250	2000
Débit sanguin lors de l'activité (mL/min)	12500	750	1000

#### 21- Débit sanguin dans différents organes

#### Tâche 13

**Exploiter** les données du document 21 en vue de :

- **comparer** le débit sanguin au niveau des organes indiqués au repos et en activité.
- **expliquer** l'intérêt de l'augmentation du débit sanguin pendant l'effort au niveau du cœur et des muscles ?

## PARTIE 3 Accidents cardiovasculaires chez le sportif



Les maladies cardio-vasculaires sont la première cause de mortalité dans le monde: il meurt chaque année plus de personnes en raison de maladies cardio-vasculaires que de toute autre cause. On estime à 17,3 millions le nombre de décès imputables aux maladies cardio-vasculaires, soit 30% de la mortalité mondiale totale.

D'ici, et jusqu'à 2030, près de 23,6 millions de personnes mourront d'une maladie cardio-vasculaire. D'après les projections, ces maladies devraient rester les premières causes de décès.

Source: OMS septembre 2011

Le ministère de la jeunesse et des sports, conscient du risque vital en cas de pathologie cardiovasculaire, impose un bilan cardiovasculaire aux jeunes sportifs et le préconise lors de la réalisation de la visite médicale d'aptitude au sport.

*« L'obtention ou le renouvellement d'une licence sportive permettant la participation aux compétitions organisées par la fédération sportive qui la délivre est subordonnée à la présentation d'un certificat médical datant de moins d'un an et attestant l'absence de contre-indication à la pratique en compétition de la discipline ou activité sportive pour laquelle elle est sollicitée. »*

### **Les contre-indications à la pratique d'un sport sont :**

- permanentes et absolues en cas de pathologies cardiaques, pulmonaires, etc.
- permanentes mais relatives au type de sport si :
  - \* le risque traumatique est élevé (sports de combat, rugby...)
  - \* les sollicitations cardio-vasculaire et respiratoire sont importantes.
  - \* il présente des risques (plongée sous-marine, boxe, escalade, haltérophilie, etc.)

Pour les contre-indications relatives, ces restrictions à la pratique d'un sport doivent être indiquées en toutes lettres sur le certificat médical.

- **Quels sont les accidents cardiovasculaires qui peuvent survenir à un sportif lui interdisant la pratique du sport momentanément ou totalement ?**

## 1- Arythmie (dysrythmie) cardiaque

### Activité 1

L'arythmie cardiaque est un trouble cardiaque très fréquent. Elle se produit lorsque le cœur bat irrégulièrement au repos :

- s'il bat à moins de 50 pulsations (battements)/minutes, on parle de bradycardie ;
- s'il bat à plus de 100 pulsations/minutes, on parle de tachycardie.

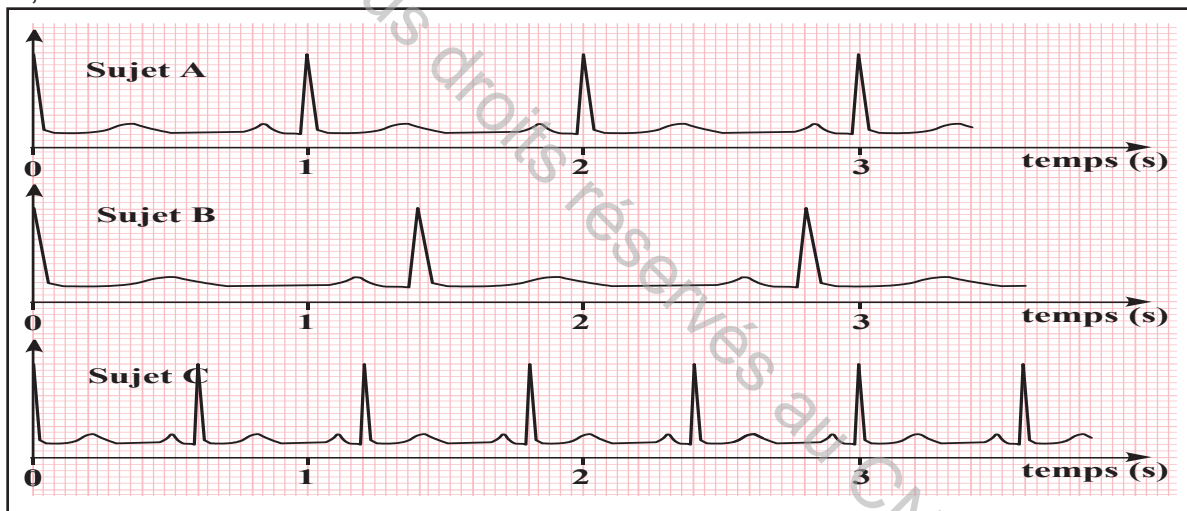
### 1- Arythmie

L'électrocardiogramme (ECG) est un enregistrement de l'activité électrique du cœur. Chaque signal correspond à une révolution cardiaque.

L'ECG permet la mise en évidence de diverses anomalies cardiaques et en particulier l'arythmie cardiaque.

### 2- ECG

Le document 3 représente trois ECG enregistrés au repos auprès de 3 sujets adultes A, B et C :



### 3- ECG des sujets A, B et C

### Tâche 1

Sachant que chez un sujet normal, le rythme cardiaque est de 60 à 80 battements par minute en moyenne, **exploiter** les données des documents 1, 2 et 3 afin d'**identifier** : le sujet normal, le sujet atteint d'une bradycardie et le sujet atteint d'une tachycardie.

### Activité 2

Dans le cas d'une bradycardie, le sang ne circule plus adéquatement. Si le sang stagne dans l'oreillette, un caillot sanguin peut se former, migrer au cerveau et risquer de provoquer un accident vasculaire cérébral.

Dans le cas d'une tachycardie, les contractions des ventricules sont rapides et désorganisées. Le cœur n'arrive plus à pomper le sang qui circule difficilement dans l'organisme.

### 4- Effets de l'arythmie cardiaque chez le sportif

## Tâche 2

A partir de vos connaissances et de l'exploitation du document 4, **expliquer** comment l'arythmie cardiaque réduit la performance physique du sportif.

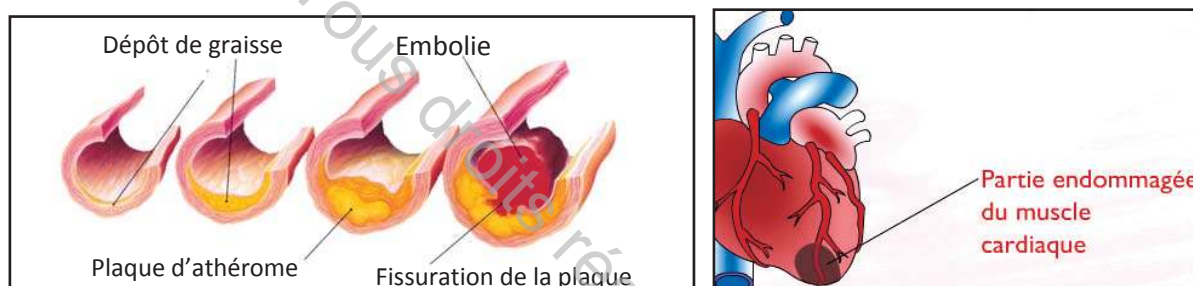
### 2- Athérosclérose

#### Activité 3

L'**athérosclérose** associe l'épaississement de la paroi des grosses artères (aorte abdominale, coronaires, artères cérébrales, artères de jambes) et leur obstruction par des plaques d'athéromes (dépôts lipidiques sur la paroi interne des artères). L'athérome au niveau des coronaires (vaisseaux sanguins irrigants le cœur), provoque des douleurs aiguës à la poitrine. Il peut évoluer entraînant l'occlusion coronarienne totale à l'origine de l'infarctus du myocarde.

### 5- Athérosclérose

Le document 6 est une représentation simplifiée de la formation de plaques d'athéromes au niveau des vaisseaux coronaires.



6- Artère coronaire montrant la formation d'une plaque d'athérome

## Tâche 3

- 1- **Citer** quelques causes possibles à l'origine de l'athérosclérose.
- 2- **Préciser** les conséquences possibles de l'athérosclérose sur la santé du sportif.

### 3- Hypertension et l'hypotension artérielle

#### Activité 4

Le document 7 présente les différentes valeurs de pression artérielle relevées chez des sujets de plus de 18 ans.

Tension artérielle	Niveaux de la pression systolique (en cm Hg)
Hypotension	Inférieure à 10,5
Tension normale	Entre 10,5 et 14
Hypertension	Supérieure à 14

7- Niveaux de tension artérielle

Le document 8 présente les conséquences de l'hypotension et de l'hypertension.

Effets de l'hypertension	Effets de l'hypotension
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Palpitations cardiaques</li> <li>- Difficultés respiratoires</li> <li>- Insuffisance cardiaque</li> <li>- Angine de poitrine</li> <li>- Infarctus du myocarde</li> <li>- Complications rénales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Altération du fonctionnement des organes due à la diminution du débit sanguin</li> <li>- Faiblesse</li> <li>- Etourdissement</li> <li>- Vertiges</li> <li>- Évanouissement</li> </ul>

### 8- Effets de l'hypotension et de l'hypertension artérielle sur la santé

#### Tâche 4

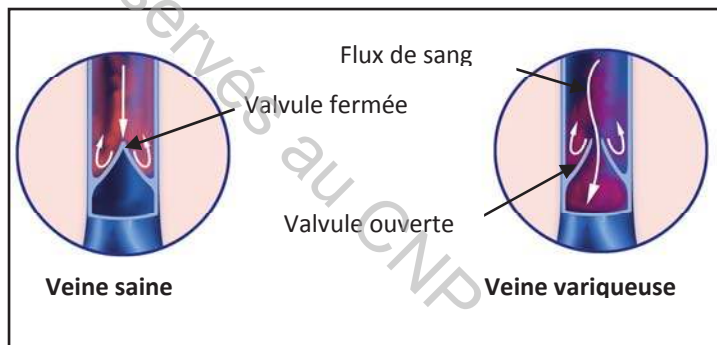
- 1- **Analyser** les données du document 7 en vue de **définir** ce qu'est l'hypertension artérielle et l'hypotension artérielle.
- 2- A partir de l'**exploitation** du document 8, **expliquer** les dangers de l'hypotension et de l'hypertension chez le sportif.

#### 4- Varices

##### Activité 5

Le document 9 montre des varices localisées au niveau du creux poplité (situé derrière le genou).

Le document 10 est une illustration schématique comparée d'une veine saine et d'une veine variqueuse.

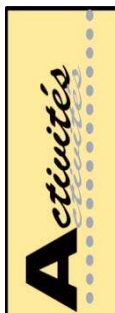


9- Paquet variqueux du creux poplité 10- Illustration d'une veine saine et une veine variqueuse

#### Tâche 5

- 1- **Comparer** la veine normale et la veine variqueuse représentées dans le document 10.
- 2- **Proposer** une explication à l'apparition des varices.
- 3- A partir de vos connaissances, **Préciser** les dangers des varices chez le sportif.

## PARTIE 4 Hygiène de l'appareil circulatoire



Selon les chiffres de l'organisation mondiale de la santé (OMS), le nombre de cas de personnes qui seront atteintes de maladies cardiovasculaires en Afrique connaîtra une augmentation de 160% à l'horizon 2030. Les pays africains auront à affronter dans les prochaines années un véritable "tsunami" sanitaire qui fera de nombreuses victimes, si des mesures ne sont pas prises pour lutter contre les maladies cardiovasculaires. C'est ce qu'a déclaré le professeur Krempf, chef de service endocrinologie au CHU de Nantes, lors de la conférence régionale sur les maladies cardiovasculaires, en novembre 2008 à Tunis

Quelles sont les principales règles d'hygiène de l'appareil circulatoire en rapport avec la préservation de notre santé ?

### 1- Effets de l'activité physique, de l'alimentation et du tabagisme sur l'appareil circulatoire

#### Activité 1

Le document 1 présente une étude statistique, des cas d'infarctus, réalisée sur un échantillon de 1000 personnes.

Fréquence des nouveaux cas d'infarctus	Activité physique
6,2%	faible
2,3%	élevée

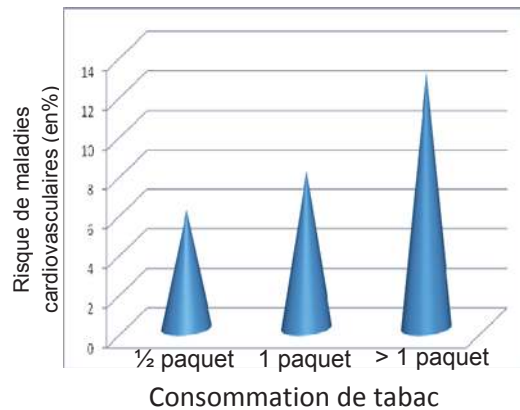
#### 1- Relation activité et risque d'infarctus

Le document 2 présente une étude statistique du nombre de décès par accidents cardiaques. Cette étude a été réalisée sur 100000 habitants dans deux pays ayant des traditions alimentaires différentes, la France et la Crète.

	France	Crète
Nombre de décès par accident cardiaque	78	9
Consommation de légumes et de fruits (en Kg/an/ habitant)	180	340
Consommation de viandes rouges et graisses	élevée	faible

#### 2- Relation alimentation et risque d'accidents cardiaques

Le document 3 présente une étude statistique du nombre de personnes atteintes de maladies cardiovasculaires en rapport avec le nombre de cigarettes consommées par jour.



### 3- Relation tabagisme et risque de maladies cardiovasculaires

#### Tâche 1

En faisant appel à vos connaissances et à partir de l'**exploitation** des informations fournies par les documents 1, 2 et 3, **proposer** des conseils d'hygiène de vie pour éviter l'infarctus.

### 2- Effet des infections microbiennes sur le système cardiovasculaire

#### Activité 2

Lors d'une angine avec amygdalite cryptique, mal traitée par des antibiotiques adéquats, les bactéries streptocoque du groupe A responsable de la maladie se logent dans les anfractuosités des amygdales.

Chez l'adulte, cette bactérie non traitée convenablement pendant l'enfance, peut infecter les articulations et le cœur entraînant respectivement le rhumatisme articulaire aigu et l'inflammation des valvules cardiaques.



4- *Streptococcus pneumoniae* vue sous microscopie électronique à balayage

5- Examen visuel d'une angine

#### Tâche 2

**Exploiter** les informations fournies précédemment pour :

- **dégager** les effets de l'infection microbienne sur le système cardiovasculaire.
- **proposer** quelques règles d'hygiène pour éviter les complications cardiaques.

### 3- Drogues et accidents cardiovasculaires

#### Activité 3

L'étude des effets de la cocaïne et de l'héroïne sur le système cardiovasculaire a donné les résultats résumés dans le tableau du document 6.

Drogues	Cocaïne	Héroïne
Effets	Tachycardie Vasoconstriction des artères Hypertension	Bradycardie Hypotension

#### 6- Effets de la cocaïne et de l'héroïne sur le système cardiovasculaire

##### Tâche 3

**Effectuer** une recherche **expliquant** les effets des drogues sur la variation anormale du rythme cardiaque et de la pression artérielle.

### 4- Stress et accidents cardiovasculaires

#### Activité 4

**Constatation 1** : Se disputer avec son partenaire peut élever votre pression artérielle, autant qu'un jogging. Mais selon une récente découverte, le stress occasionné par le conflit est plus nocif pour votre tension. Même son souvenir suffirait à vous faire augmenter votre pression.

**Constatation 2** : Le stress, s'il est fréquent ou trop intense, soumet les artères à des contractions répétées qui finissent par les épuiser et entraîner des lésions de leurs parois internes, facilitant la constitution de plaques d'athérome.

#### 7- Effets du stress sur le système cardiovasculaire

##### Tâche 4

A partir de l'exploitation des informations présentées par le document 7 et de vos connaissances sur le fonctionnement du système cardiovasculaire :

- **expliquer** comment le stress peut être à l'origine d'accidents cardiovasculaires.
- **proposer** quelques règles d'hygiène pour éviter les complications cardiaques.

# Bilan

## 1- LE SANG

### I- Composition du sang et rôle de ses différents constituants

Le sang est un tissu fluide composé de plasma (55%) et d'éléments figurés (45%).

(Activité 1)

**A- Plasma :** il est constitué essentiellement d'eau (91,5%) de protéines (7%) (albumine, globulines, fibrinogène et autres), de nutriments (glucose, vitamines...), d'hormones, de gaz dissouts (dioxygène, dioxyde de carbone,...), d'électrolytes (minéraux : sodium, potassium,...) (1,5%).

(Activité 2)

**B- Eléments figurés du sang :** représentés par les globules rouges ou hématies ou érythrocytes, les globules blancs ou leucocytes qui se distinguent par leur taille et la forme de leurs noyaux (les monocytes à noyau arrondi, les granulocytes à noyaux plurilobés et les lymphocytes à noyaux en forme de rein) et les plaquettes.

(Activité 3)

**1- Globules rouges :** sont des cellules de petite taille en forme de disque aplati et biconcaves. Les hématies n'ont pas de noyau ni d'organites cellulaires. Elles renferment un pigment rouge, l'hémoglobine, molécule responsable de la capture et du transport des gaz respiratoires : le dioxygène et le dioxyde de carbone

(Activités 4 et 5)

#### 1.1-Transport du dioxygène :

- La majeure partie du dioxygène est transportée à l'état combiné par l'hémoglobine sous forme d'oxyhémoglobine.

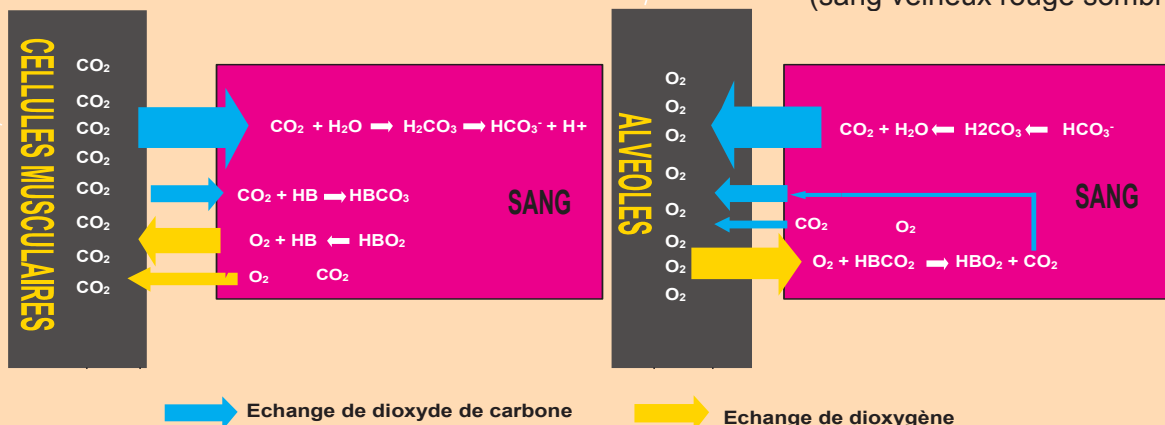
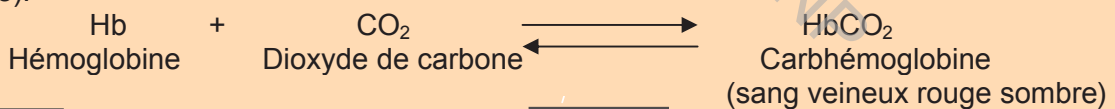


- L'autre partie du dioxygène est transportée par le plasma à l'état libre.

#### 1.2-Transport du dioxyde de carbone :

Le CO<sub>2</sub> est transporté par le sang sous trois formes différentes :

- Une très faible quantité sous forme libre dans le plasma.
- Une grande partie du CO<sub>2</sub> est prise en charge par le plasma sous forme de bicarbonates (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>).
- Une autre partie est transportée par les hématies sous forme de carbhémoglobine (état combiné).



### Transport des gaz respiratoires

**2- Globules blancs :** cellules incolores qui sont 700 moins nombreuses que les hématies. Les globules blancs protègent le corps contre l'invasion des microorganismes en déclenchant contre eux des réponses immunitaires. (Activité 6)

**3- Plaquettes sanguines :** ou thrombocytes sont des débris cellulaires. Elles interviennent dans la coagulation sanguine ou hémostasie. En effet, elles assurent la transformation du fibrinogène (protéine du plasma sanguin fabriquée par les cellules du foie) en fibrine qui, à leur tour, enserrant les autres cellules sanguines comme un filet, formant ainsi une croûte rouge sombre, qui bouche la plaie, et qui finira par se décrocher à la fin de la cicatrisation. (Activité 7)

## II- Groupes sanguins et transfusion sanguine

(Activités 8, 9 et 10)

### A- Groupes sanguins

#### 1- Le système ABO

Le système ABO permet de classer les différents groupes sanguins selon :

- La présence ou non d'antigènes A ou B à la surface des globules rouges. Ainsi les hématies du groupe sanguin A possèdent des antigènes A, celles du groupe B des antigènes B, celles du groupe AB des antigènes A et B alors que celles du groupe O ne contiennent ni l'antigène de type A ni celui de type B.
- La présence ou non d'anticorps anti-A ou anti-B dans le plasma.

#### 2- Système Rhésus

Le système Rhésus permet de classer les groupes sanguins selon la présence ou non d'antigène D à la surface des hématies.

On distingue les individus Rh- qui ne portent pas l'antigène D à la surface de leurs hématies et les individus Rh+, qui présentent l'antigène D. En règle générale, les sujets Rh- et RH+ n'ont pas d'anticorps anti-D dans leur plasma.

### B- Transfusion sanguine

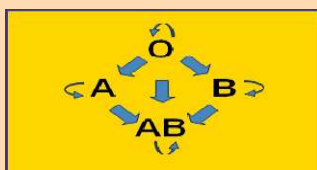
Une transfusion sanguine est une thérapie qui consiste à injecter, par perfusion intraveineuse, du sang ou des dérivés sanguins d'une personne saine appelée « donneur » à un patient appelé « receveur ».

Le respect de la compatibilité ABO et du système Rhésus est donc obligatoire pour prévenir un accident transfusionnel immédiat provoquant la formation d'un complexe anticorps- hématies entre les hématies du donneur et les anticorps du receveur : c'est l'agglutination

Cette agglutination entraîne l'obstruction des petits vaisseaux sanguins et une insuffisance rénale chez le receveur qui pourraient être mortelles.

Les transfusions sanguines compatibles sont résumées comme suit :

- Dans le cas où le donneur est Rhésus + et le receveur est Rhésus-. L'entrée des hématies du donneur provoque chez le receveur la production d'anticorps anti-D qui entraînent l'agglutination des hématies du donneur.



→ et ← peut donner à



Transfusion dans le système ABO

Transfusion dans le système Rhésus

Remarque : Les individus de groupe sanguin [O<sup>-</sup>] sont des donneurs universels. Les individus de groupe sanguin [AB<sup>+</sup>] sont des receveurs universels.

## 2- CŒUR ET CIRCULATION SANGUINE

### I- Rythme cardiaque et caractère adaptatif du cœur

(Activité 1)

Le rythme cardiaque ou fréquence cardiaque est le nombre de battements cardiaques ou pulsations par unité de temps (généralement par minute).

Chez l'adulte en bonne santé, au repos, le rythme cardiaque se situe entre 50 pulsations/minute (sportif pratiquant l'endurance) et 80 pulsations/par minute (personne sédentaire).

Pendant un effort, la fréquence cardiaque maximale théorique est de 220 moins l'âge. (exemple : pour une personne de 40 ans, elle est égale à :  $220 - 40 = 180$ ).

Le rythme cardiaque dépend de l'âge, du sexe, de l'activité physique, du stress, ...).

### II- Appareil circulatoire de l'Homme

(Activité 2)

L'appareil circulatoire est composé d'une pompe : le cœur, et d'un ensemble de conduits : les vaisseaux (artères, artérioles, veines, veinules et capillaires).

#### A- Cœur humain

##### 1- Anatomie externe du cœur

(Activité 3)

Le cœur est situé entre les deux poumons et au milieu du thorax. Le côté gauche est plus volumineux que le côté droit. Le bout du cœur pointe vers la gauche. Le cœur est un muscle formé de quatre cavités : deux oreillettes et deux ventricules, reliés à des vaisseaux sanguins.

Le cœur est irrigué par des artères coronaires.

##### 2- Identification des vaisseaux sanguins reliés au cœur

(Activité 4)

Les vaisseaux sanguins reliés au cœur sont de types : des veines et des artères.

- quatre veines pulmonaires communiquant avec l'oreillette gauche et deux veines caves communiquant avec l'oreillette droite.

- une artère aorte communiquant avec le ventricule gauche et une artère pulmonaire communiquant avec le ventricule droit.

##### 3- Anatomie interne du cœur

(Activités 5 et 6)

L'hémicœur droit et l'hémicœur gauche sont séparés par une cloison interventriculaire.

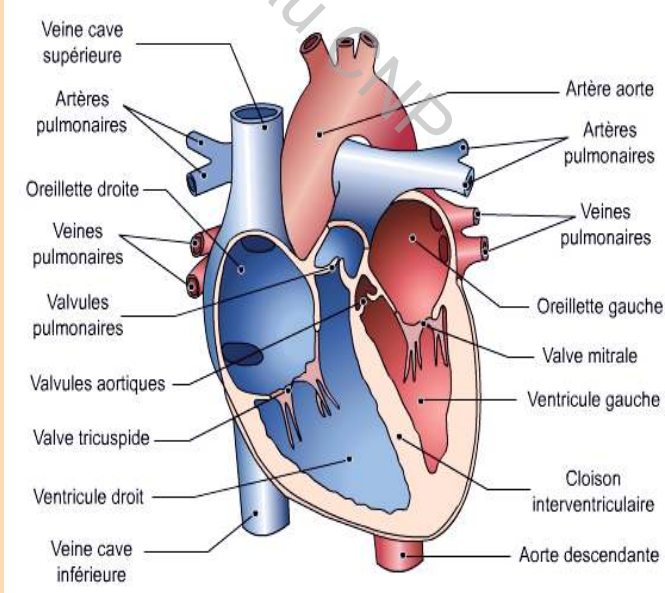
Le muscle cardiaque ou myocarde du ventricule gauche est plus épais que celui du ventricule droit.

L'oreillette droite communique avec le ventricule droit par des valvules tricuspides.

L'oreillette gauche communique avec le ventricule gauche par des valvules mitrales.

Le ventricule droit communique avec l'artère pulmonaire par des valvules pulmonaire.

Le ventricule gauche communique avec l'artère aorte par des valvules aortiques.



Anatomie du cœur

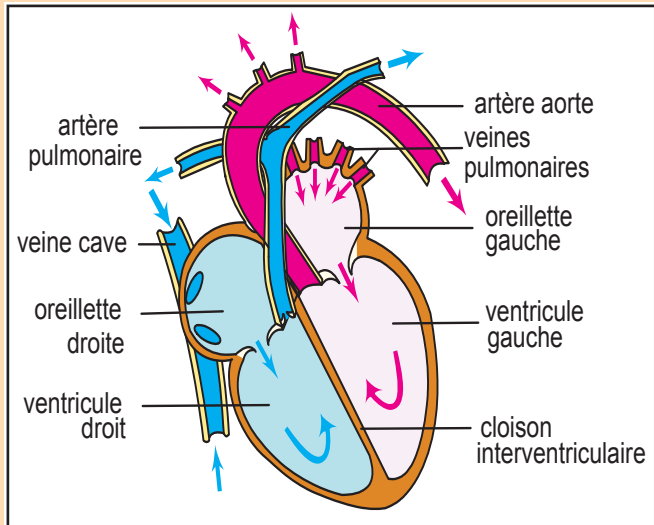
#### 4- Sens de circulation du sang à l'intérieur du cœur

(Activité 8)

Le sens unique de la circulation du sang à l'intérieur du cœur est assuré par les valvules :

Dans l'hémicœur droit : le sang provenant par les veines caves pénètre dans l'oreillette droite puis passe à travers les valvules tricuspides dans le ventricule droit et ressort de celui-ci par les artères pulmonaires à travers les valvules.

Dans l'hémicœur gauche : le sang provenant par les veines pulmonaires pénètre dans l'oreillette gauche puis passe à travers les valvules mitrales dans le ventricule gauche et ressort de celui-ci par l'artère aorte à travers les valvules aortiques.



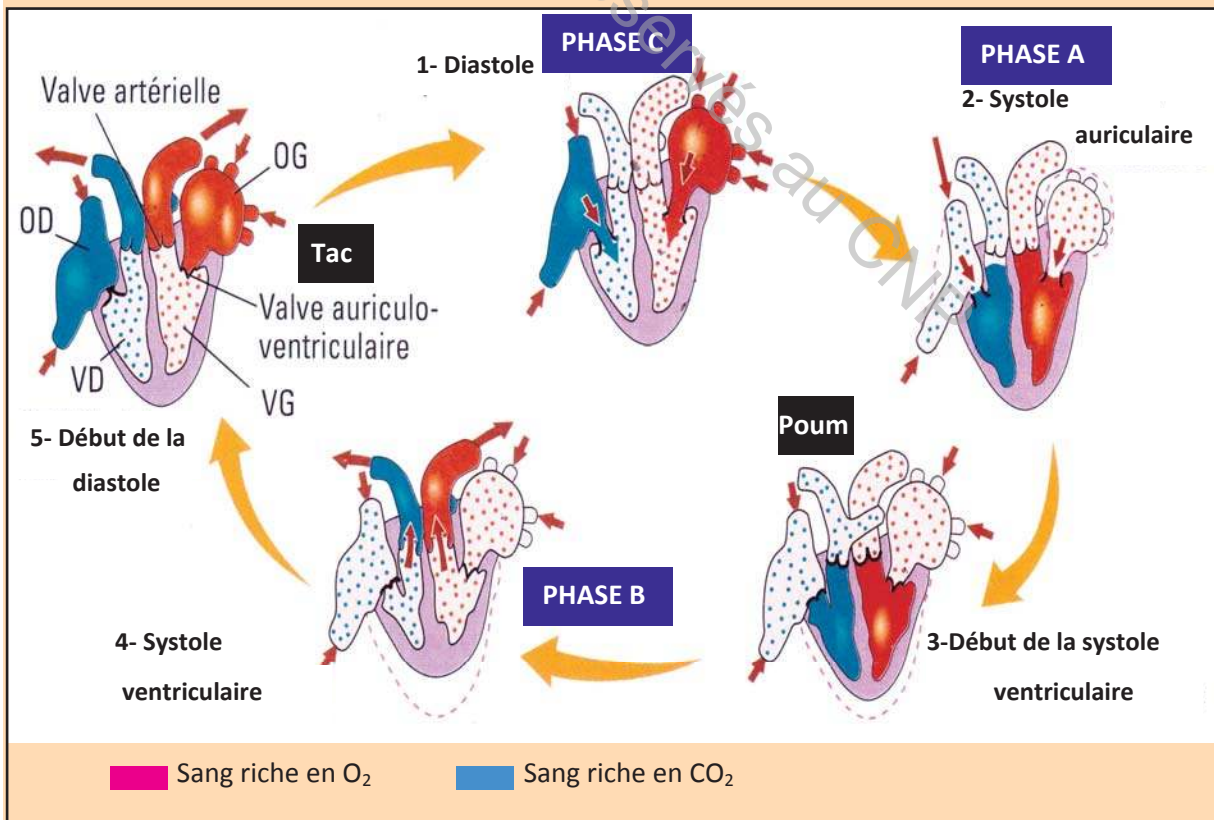
Circulation du sang dans le cœur

#### 5- Cycle cardiaque

(Activité 9)

Un cycle cardiaque correspond à un battement du cœur. Lors d'un cycle, les deux parties droite et gauche du cœur fonctionnent de façon synchronisée.

Le sang arrivant par les veines caves et par les veines pulmonaires remplissent les cavités des oreillettes. La contraction de ces dernières (systole auriculaire), propulse le sang dans les ventricules. La contraction des ventricules (systole ventriculaire) éjecte le sang dans les artères pulmonaires et l'artère aortique.



Cycle cardiaque

## B- Vaisseaux sanguins

(Activité 10)

	Caractéristiques	Rôle
<b>Artères</b>	- Parois musclées, épaisses et élastiques.	Transporter le sang du cœur aux organes.
<b>Veines</b>	- Parois minces, - Munies de valvules. - Plus nombreuses que les artères.	Ramener le sang des organes au cœur.
<b>Capillaires</b>	Parois très minces.	Permettre la liaison entre veinules et artérioles

## III- Circulation du sang : petite et grande circulation

(Activité 11)

Le sang suit un double trajet dans l'organisme :

**A- Petite circulation** ou circulation pulmonaire, issue du cœur droit, elle permet les échanges respiratoires avec les poumons. Le sang quitte le cœur par l'artère pulmonaire, passe dans les réseaux des capillaires pulmonaires, où il y a des échanges de gaz avec l'air contenu dans les alvéoles pulmonaires puis retourne au cœur gauche par les veines pulmonaires.

**B- Grande circulation** ou circulation générale, issue du cœur gauche, elle permet les échanges avec tous les autres organes. Le sang quitte le cœur par l'artère aorte. Il est conduit dans les capillaires de tous les organes du corps, où il y a échange de gaz et de nutriments avec les cellules, puis le sang retourne au cœur droit par les veines caves.

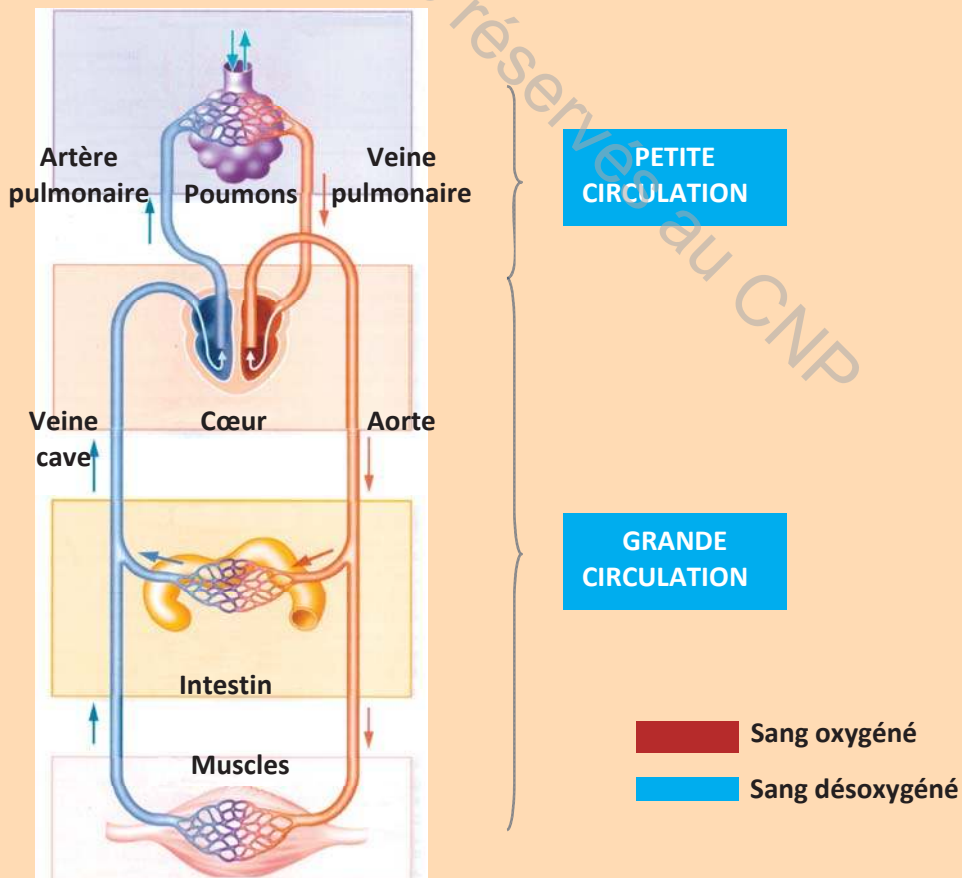


Schéma de l'organisation de la circulation sanguine

## II- Pression artérielle et débit sanguin

### A- Pression artérielle :

(Activité 11)

La pression artérielle (Pa) : C'est la force exercée par le sang sur les parois des artères. On distingue :

- **Pression artérielle systolique (PaS)** : pression dans les artères au moment de la contraction des ventricules.
- **Pression artérielle diastolique (PaD)** : pression dans les artères pendant le relâchement du ventricule.

Ainsi, lorsqu'on parle d'une tension de 12/8 (cm Hg), 12 cm Hg correspond à la pression systolique, et 8 cm Hg à la pression diastolique.

De nombreux facteurs influencent la pression artérielle, notamment, le volume sanguin, l'élasticité des vaisseaux et le rythme cardiaque.

La pression artérielle dépend du type d'activité physique du sujet : plus l'activité physique augmente plus le rythme cardiaque augmente et plus la pression artérielle augmente. C'est le caractère adaptatif du cœur.

### B- Débit Sanguin

(Activité 13)

Le débit sanguin est le volume de sang qui circule dans un vaisseau par unité de temps (mL/min).

Le débit sanguin est modulé en fonction des besoins. Ainsi, lors d'un effort musculaire, le débit sanguin est dirigé prioritairement vers les muscles et la peau ; après un repas, ce sont les organes de l'appareil digestif qui voient leur débit sanguin augmenter, ce qui peut d'ailleurs faire diminuer les performances physiques en pleine digestion. Le cerveau est le seul organe qui reçoit toujours le même débit de sang, car un apport irrégulier en glucose et en dioxygène pourrait léser de manière irréversible les cellules nerveuses.

## 3- ACCIDENTS CARDIOVASCULAIRES CHEZ LE SPORTIF

### I- Arythmie cardiaque

(Activités 1 et 2)

C'est une perturbation du rythme cardiaque touchant sa fréquence, sa régularité et l'intensité de ses contractions.

**Il existe différentes variétés d'arythmie :**

- **Bradycardie** : diminution brutale et passagère du rythme cardiaque.
- **Tachycardie** : accélération du rythme cardiaque.

Chez le sportif de haut niveau, la bradycardie est le plus souvent une adaptation du cœur à l'effort d'endurance. Cependant si cette anomalie est associée à un trouble de rythmicité entre les oreillettes et les ventricules, la bradycardie réduit l'adaptation du cœur à l'effort. En absence du traitement, une bradycardie extrême peut aboutir à un arrêt du cœur.

Dans le cas d'une tachycardie, le ventricule n'ayant plus le temps de se remplir. L'accélération de la fréquence cardiaque va augmenter les besoins en oxygène du myocarde. Si l'apport sanguin en oxygène est insuffisant, cela peut entraîner une insuffisance cardiaque ou d'une douleur thoracique du type angine de poitrine.

## II- Athérosclérose

(Activité 3)

C'est un processus pathologique qui survient souvent sur des artères modifiées par le vieillissement. Il ne concerne que les grosses et les moyennes artères. La lésion est appelée

la plaque d'athérome caractérisée par la prolifération de la cellule musculaire lisse, l'hyperproduction de fibres de collagène et un dépôt de lipides (surtout du cholestérol). Lorsque les artères coronaires irrigant le myocarde se bouchent, cela provoque la mort d'une partie du muscle cardiaque, les cellules n'étant alors plus oxygénées, meurent. Le cœur ne peut plus fonctionner, c'est l'infarctus.

## II- Hypertension et Hypotension artérielle

(Activité 4)

**A- Hypertension artérielle :** C'est une élévation de la pression sanguine dans les vaisseaux par rapport à une valeur « normale ». Un patient est hypertendu lorsque sa tension au repos est supérieure à 14/9.

**B- Hypotension artérielle :** C'est une baisse de la pression artérielle du sang. Cette pression peut être soutenue ou occasionnelle. Ce n'est pas une maladie à proprement parler mais plutôt un symptôme qu'il convient de surveiller s'il se révèle chronique.

Contrairement à l'hypertension artérielle, il n'existe pas de valeur limite pour l'hypotension. L'hypotension correspond à la baisse de la tension artérielle à moins de 90 mm Hg pour la maxima.

## IV- Varices

(Activité 5)

C'est une maladie veineuse ou insuffisance veineuse caractérisée par une altération des valvules veineuses. Celles-ci ne sont plus étanches, la circulation sanguine se ralentit, on parle de stase veineuse. Le sang reflue vers le bas et notamment dans les petites veines qui finissent par se dilater et former des varices. A terme, l'insuffisance veineuse peut favoriser la survenue de phlébite et de troubles cutanés grave comme des ulcères variqueux.

## 4- HYGIENE DE L'APPAREIL CIRCULATOIRE

### I- Effets de l'activité physique, de l'alimentation et du tabac sur l'appareil circulatoire

(Activité 1)

#### A- Activité physique

Comme tous les muscles, le cœur doit travailler. L'exercice physique est donc très profitable. Le manque d'activité physique diminue la résistance des artères. L'exercice physique augmente le taux du "bon cholestérol". La marche, la natation et le jogging semblent être les sports les plus efficaces pour prévenir ou ralentir l'évolution de l'athérosclérose.

#### B- Alimentation

Une alimentation équilibrée, évitant tous les excès (graisses et sucres) est nécessaire pour une bonne hygiène de vie. Si l'excès de poids ne semble pas jouer un rôle direct sur l'apparition d'une athérosclérose, il est très souvent associé au diabète et/ou à l'augmentation du cholestérol qui sont autant de facteurs de risque d'accidents cardiovasculaires.

#### C- Tabagisme

Il est extrêmement nocif. La nicotine augmente la tension artérielle et l'oxyde de carbone empêche une bonne oxygénation du cœur.

Au-dessus de 10 cigarettes/jour, le tabagisme est un facteur de risque très important. L'intoxication tabagique multiplie par 3 le risque d'infarctus du myocarde. Au-dessus de 20 cigarettes/jour, le risque d'infarctus du myocarde est multiplié par 5 et celui de mort subite par 6.

La suppression du tabac permet de diminuer de 50 % la mortalité d'origine vasculaire. La nicotine favorise le rétrécissement brusque des artères (spasmes). La fumée diminue l'apport d'oxygène aux tissus et maintient un taux excessif d'oxyde de carbone dans le sang.

## **II- Effet des infections microbiennes sur le système cardiovasculaire** (Activité 2)

Bon nombre des sujets atteints de rhumatisme articulaire aigu ont des lésions au niveau des valvules cardiaques (endocardite), du muscle cardiaque (myocardite), de l'enveloppe qui recouvre le cœur (péricardite) ou des trois à la fois. Ceci perturbe le fonctionnement du système cardiovasculaire et par conséquent un fonctionnement anormal des différents organes de l'organisme.

## **III- Drogues et accidents cardiovasculaires** (Activité 3)

L'intensité des effets des drogues varie selon la personne, le contexte dans lequel elle est consommée, la quantité et la qualité de produit consommé.

Les conséquences cardiovasculaires sont aiguës : infarctus du myocarde, troubles du rythme, myocardite, mort subite, dissection ou anévrisme aortique ou coronaire, thromboses vasculaires, et à long terme : une hypertrophie ventriculaire, une dilatation cavitaire.

## **IV- Stress et accidents cardiovasculaires** (Activité 4)

Si le stress occasionnel peut provoquer des élévations de la tension, celles-ci ne sont que passagères. Une fois le stress passé, l'élévation de la tension disparaît et la pression artérielle redescendra à la normale. Le phénomène est identique chez les personnes hypertendues ou non.

Le stress permet la libération de l'adrénaline (hormone hypertensive sécrétée par les médullosurrénales) qui provoque des spasmes (contraction musculaire brusque, violente et involontaire) sur les artères. Lorsque le stress se répète trop souvent, il peut induire une hypertension artérielle (HTA) et des spasmes artériels répétés qui "usent" le système artériel et favorisent l'athérosclérose.

Activité Physique et Sportive = excellent antidote du « stress » : Vive la course à pied...

## Questions à choix multiple

Chacun des items comporte une ou plusieurs réponses correctes. Repérez pour chaque item la (ou les) bonne(s) réponse(s).

- 1- **Les globules rouges :**
  - a- sont des cellules nucléées.
  - b- sont des cellules anucléées.
  - c- sont responsables du transport des gaz.
  - d- contiennent à leur surface des antigènes A et (ou) B.
- 2- **Les cellules sanguines sont :**
  - a- les globules rouges, les hématies et les plaquettes
  - b- les globules rouges, les globules blancs et les plaquettes
  - c- les globules rouges, les lymphocytes et les monocytes
  - d- les hématies, les leucocytes et les plaquettes
- 3- **L'hémostase est une réaction d'arrêt d'une hémorragie assurée par :**
  - a- les plaquettes
  - b- les anticorps
  - c- les enzymes
  - d- les macrophages
- 4- **La transfusion du sang d'un donneur A+ entraîne une agglutination chez un receveur du groupe :**
  - a- A+.
  - b- AB+.
  - c- B+.
  - d- O-.
- 5- **Les valves auriculo-ventriculaires sont ouvertes au moment où :**
  - a- les oreillettes sont en systole
  - b- les ventricules sont en diastole
  - c- les ventricules sont en systole
  - d- les valves de l'aorte et du tronc pulmonaire sont fermées
- 6- **L'artère pulmonaire transporte le sang à partir :**
  - a- de l'oreillette gauche
  - b- du ventricule gauche
  - c- du ventricule droit
  - d- de l'oreillette droite
- 7- **Le myocarde est approvisionné en dioxygène et en nutriments par :**
  - a- l'artère aorte
  - b- les veines coronaires
  - c- les artères coronaires
  - d- le sang contenu dans le ventricule gauche
- 8- **Le sang pauvre en dioxygène passe dans :**
  - a- les veines pulmonaires
  - b- les artères pulmonaires
  - c- la veine cave inférieure
  - d- la veine cave supérieure

- 9- La grande circulation est celle qui s'établit entre :**
- a- les veines et les artères du corps humain
  - b- les vaisseaux sanguins reliant le cœur aux poumons
  - c- les vaisseaux sanguins reliant les organes au cœur
  - d- l'artère aorte et les deux artères pulmonaires
- 10- L'arythmie cardiaque :**
- a- est une élévation du rythme cardiaque
  - b- peut engendrer un accident vasculaire cérébral
  - c- est une diminution du Bradycardie
  - d- est une modification de la fréquence des battements cardiaques
- 11- La plaque d'athérome :**
- a- est à l'origine du rétrécissement de la lumière des coronaires
  - b- se forme dans le système veineux
  - c- provoque une athérosclérose
  - d- aboutit à un infarctus du myocarde
- 12- Un accident vasculaire cérébral est dû à :**
- a- une hypertension artérielle
  - b- l'athérosclérose
  - c- une tachycardie
  - d- des varices
- 13- Les drogues et le tabac :**
- a- sont à l'origine d'une arythmie cardiaque
  - b- augmentent le risque d'infarctus
  - c- entraînent des problèmes cardiovasculaires superficiels
  - d- entraînent des effets nocifs sur l'appareil circulatoire
- 14- L'activité physique :**
- a- diminue le risque d'infarctus du myocarde
  - b- est déconseillée chez les sujets hypertendus
  - c- peut provoquer une hypotension
  - d- est une arme efficace contre le stress
- 15- Le rhumatisme articulaire aigu est une anomalie cardiaque qui :**
- a- atteint les valvules cardiaques
  - b- est le résultat d'une infection parasitaire
  - c- commence par une angine
  - d- réduit les performances chez le sportif.

### Questions à réponses ouvertes et courtes

#### Exercice 1 :

Comme toutes les cellules de l'organisme, les hématies présentent des marqueurs transmembranaires :

**1- Nommer** les marqueurs caractéristiques des hématies.

**2-** Quatre élèves veulent connaître leurs groupes sanguins; le tableau suivant montre les résultats des tests obtenus :

	Sérum anti A	Sérum anti B	Sérum anti A et anti B
Ali	+	-	+
Salah	-	-	-
Rania	-	+	+
Asma	+	+	+

+ : agglutination      - : absence d'agglutination

2.1- Préciser en le justifiant le groupe sanguin possible de Salah et celui d'Ali

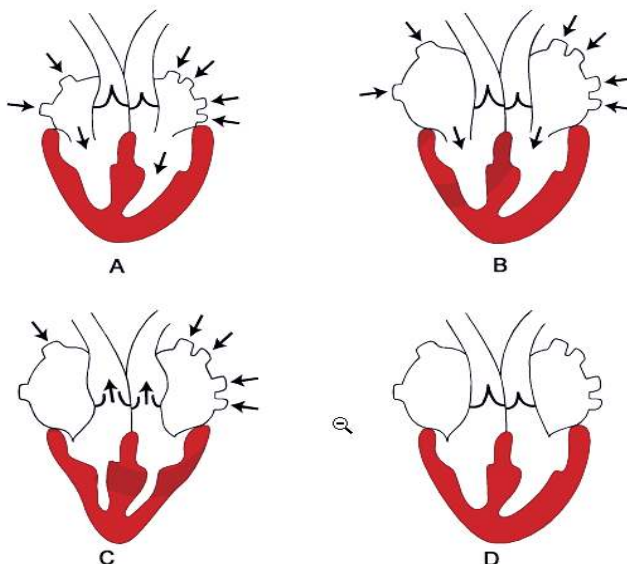
2.2- Sachant qu'Ali est Rh+ et que Salah est Rh-, expliquer schéma à l'appui, le résultat d'une transfusion sanguine d'Ali vers Salah.

### Exercice 2 :

Le document 1 représente, dans le désordre, quatre phases caractéristiques du cycle cardiaque humain.

1/ Identifier et ordonner chacune de ces phases.

2/ Citer et schématiser la phase manquante du cycle cardiaque.



Document 1

### Exercice 3 :

Adel est un sportif de haut niveau spécialiste en plongée sous-marine. Souffrant de douleurs aiguës à la poitrine, il décide de consulter un médecin. Reconnaisant le stress des compétitions, le sportif avoue qu'il fume depuis plus de 5 ans. Comme première démarche, le médecin opte pour la mesure de la tension artérielle. Le résultat fut de 18 cm Hg.

1- En vous basant sur les constatations du médecin, citer une conséquence du tabagisme et proposer une hypothèse quant à l'état du sportif.

Dans un deuxième temps, le médecin procède à un test d'effort. Résultats : fatigue prématurée et difficultés respiratoires.

Il décide de procéder par échographie. Le résultat est présenté dans le document 1.

2- Décrire l'image observée dans le document 2 et définir le phénomène observé

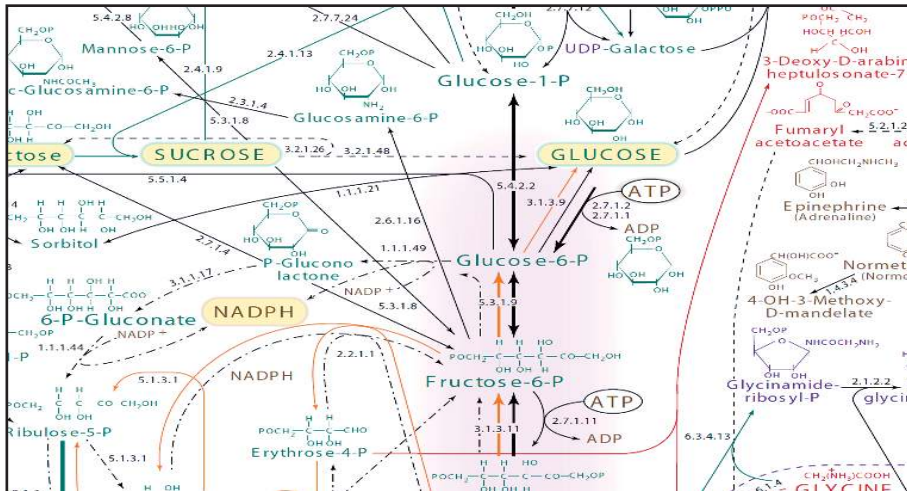
3- Dégager une conséquence néfaste du tabagisme sur les sportifs et rectifier (si nécessaire) l'hypothèse émise au début

4- Proposer des conseils d'hygiène pour Adel afin qu'il puisse éviter des complications plus graves.



Document 1

# METABOLISME CELLULAIRE



Carte métabolique de la cellule

Imaginez une machine de fabrication de meubles. Si elle tourne à plein régime, elle reçoit la matière première (le bois), le transforme, et produit des tables, des chaises, des armoires et entre autre des déchets.

Par analogie, la machine est l'ensemble des réactions qui se déroulent dans les cellules, le bois représente les nutriments qui s'échangent entre le sang, la lymphe et les cellules.

Plus votre machine a un bon rendement, plus la production d'énergie et la synthèse de nouveaux produits sont élevées. sinon, le surplus de nutriments et de produits de synthèse vont être stockés. Ils sont à l'origine du surpoids.

Nous avons donc intérêt à maintenir un bon fonctionnement de notre usine pour éviter le surpoids.

Cette analogie nous amène à se demander :

- Comment expliquer les échanges de nutriments entre sang, lymphe et cellule ?
- Comment expliquer la production d'énergie à partir des nutriments ?
- Comment les déchets de la respiration cellulaire sont-ils éliminés par l'organisme ?
- Comment les nutriments contribuent-ils à la synthèse de nouvelles molécules ?

### Objectifs :

- Expliquer les échanges de nutriments entre sang, lymphe et cellule.
- Expliquer la production d'énergie à partir des nutriments.
- Expliquer le mode d'élimination des déchets de la respiration.
- Expliquer la biosynthèse à l'intérieur des cellules à partir des nutriments.
- Analyser des documents.

### Pré-requis :

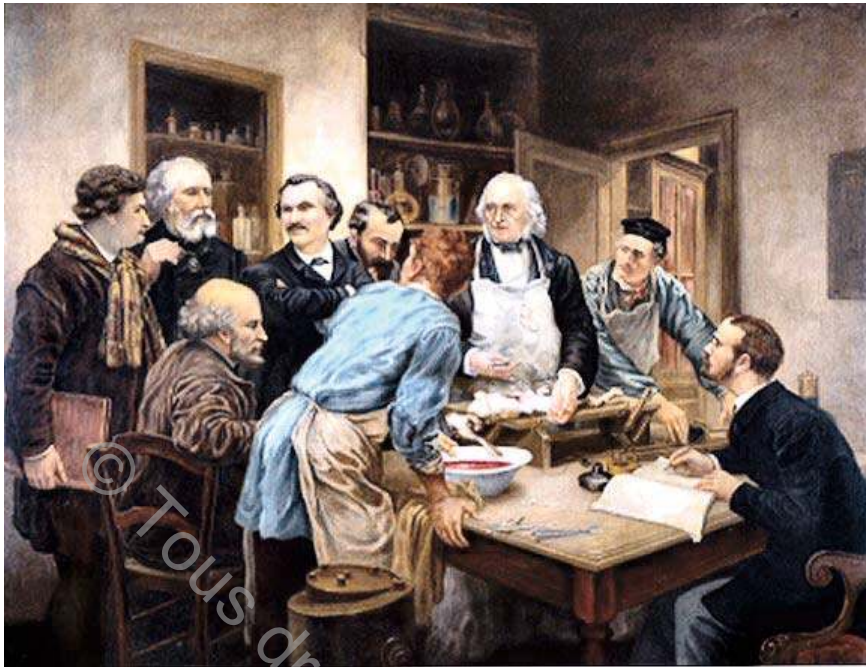
- La respiration et le rejet des déchets respiratoires.
- L'excrétion rénale.
- La réaction d'oxydation et production d'énergie

# CHAPITRE



## SOMMAIRE

Partie 1 : Echanges des nutriments dans les compartiments liquidiens .....	P 151
Partie 2 : Respiration cellulaire.....	P 154
Partie 3 : Excrétion des déchets métaboliques .....	P 157
Partie 4 : Biosynthèse .....	P 159
Bilan .....	P 162
Exercices .....	P 164



Claude Bernard donnant une leçon de physiologie

Selon Claude Bernard, l'un des pères de la physiologie et de la méthode expérimentale en biologie, l'organisme des pluricellulaires est constitué de milliards de cellules. La plupart d'entre elles, sont trop profondes pour échanger des substances directement avec l'environnement. Les échanges se font grâce à un liquide intermédiaire : le milieu intérieur. Ce dernier est un liquide extracellulaire qui est séparé du liquide intracellulaire par la membrane cellulaire. Il comprend les liquides dits circulants comme le sang et la lymphe et le liquide interstitiel. Tous ces liquides sont des solutions aqueuses de solutés dont les-uns sont solubles (ions sodium, potassium, chlorure...) et les autres insolubles. Dans tous les cas, des échanges d'eau et de solutés entre le milieu intracellulaire et le milieu extracellulaire sont le garant de la vie cellulaire et, chez les métazoaires, de la vie de l'organisme.

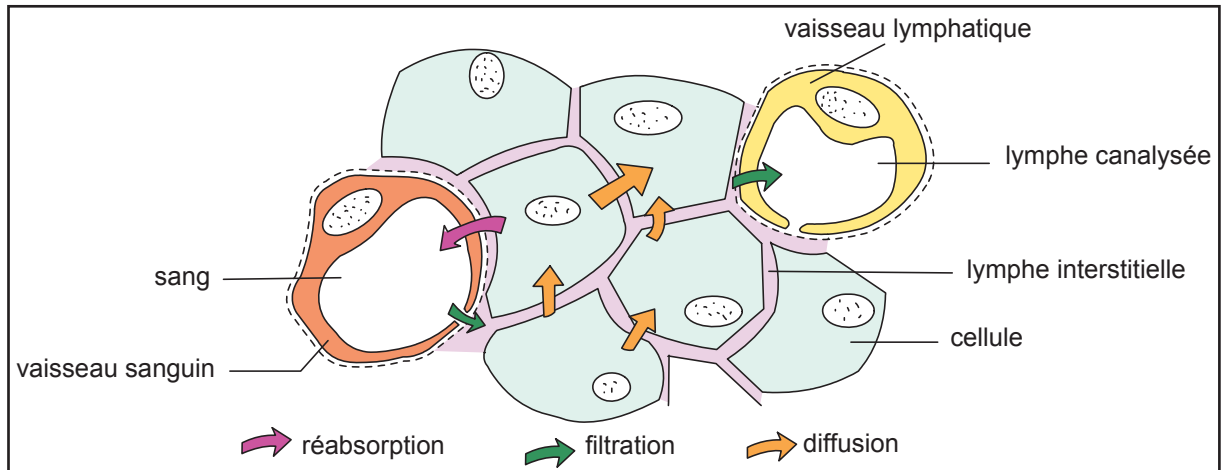
**Comment mettre en évidence ces échanges entre ces compartiments liquidiens ?**

### 1- Echanges de nutriments entre le sang, la lymphe et les cellules

#### 1.1- Relation anatomique entre sang, lymphe et cellule

##### Activité 1

Le document 1 présente la relation anatomique entre les cellules de l'organisme, les capillaires sanguins et les capillaires lymphatiques.



### 1- Relation sang, lymphe et cellules

Le document 2 présente la composition de la lymphe et du sang.

	Sang g/L	Lymphe g/L	Milieu intracellulaire g/L
Eau	900	970	
Na <sup>+</sup>	3.3	3.2	0.25
K <sup>+</sup>	0.18	0.16	5.6
Ca <sup>++</sup>	0.1	0.1	0.02
Mg <sup>++</sup>	0.02	0.02	0.3
Protéines	75	2	150-300
Lipides (triglycérides)	6 à 9	6 à 9	
Déchets Urée et acide urique	0.4	0.4	

### 2- Composition sang, lymphe et milieu intracellulaire

#### Tâche 1

A partir de l'exploitation des documents 1 et 2 :

- 1- **préciser** l'origine de différents compartiments liquidiens de l'organisme.
- 2- **comparer** la composition du milieu intracellulaire à celle du sang et de la lymphe.
- 3- **proposer** une explication quant à la ressemblance de composition de ces compartiments.

### 1.2- Mise en évidence des échanges de nutriments entre le sang, la lymphe et les cellules

#### Activité 2

Pour mettre en évidence les échanges de nutriments entre le compartiment intracellulaire et les compartiments extracellulaires, on réalise les expériences suivantes :

**Expérience 1 :** On mesure les taux des oses, des lipides, des acides aminés et des sels minéraux dans le sang entrant dans un organe au niveau d'une artériole et dans le sang sortant du même organe au niveau d'une veinule. Les dosages sont présentés dans le document 3.

	Sang entrant dans l'organe	Sang sortant de l'organe
<b>Oses</b>	1000	650 à 720
<b>Acides aminés</b>	450	225
<b>Lipides</b>	4000 à 6000	2500 à 3500
<b>Sels minéraux</b>	9000	9000

### 3- Echange de nutriments de part et d'autre d'un organe

**Expérience 2 :** On fait ingérer à un sujet A une protéine radioactive et on injecte de l'eau radioactive dans la lymphe interstitielle d'un tissu en culture. On suit, dans les deux cas la radioactivité. Les résultats sont présentés dans le document 4.

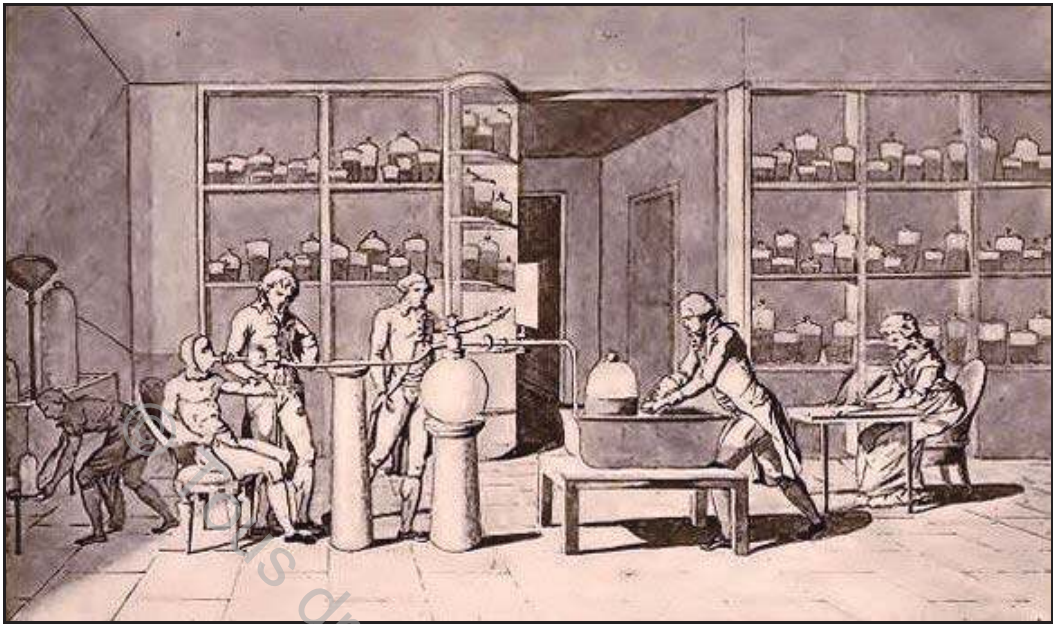
Expériences		Résultats
1	Ingestion d'une protéine radioactive	La radioactivité apparaît dans le sang, dans la lymphe interstitielle et dans les cellules
2	Injection d'eau radioactive dans la lymphe interstitielle	La radioactivité apparaît dans les capillaires sanguins et lymphatiques

### 4- Echange des nutriments entre les compartiments de l'organisme

#### Tâche 2

**Exploiter** les données des documents 3 et 4, en vue de valider l'explication proposée quant aux échanges des nutriments entre les compartiments liquidiens de l'organisme.

## PARTIE 2 Respiration cellulaire



### Expériences de Lavoisier sur la respiration humaine.

(Homme au repos et, ci-dessous, homme exécutant un travail).

Une des plus importantes recherches de Lavoisier a été de déterminer la nature du phénomène de combustion (oxydation rapide). Ses expériences lui permirent de démontrer que la combustion est un processus qui implique la combinaison d'une substance avec l'oxygène. Il démontre également le rôle de l'oxygène dans la respiration végétale et animale.

En **1783** A. Lavoisier (1743-1794) a comparé la respiration d'un cobaye à la combustion d'une bougie. Il a conclu que la chaleur animale résulte de la combustion combinant l'oxygène de l'air avec les aliments carbonés transportés par le sang. Comme la matière carbonneuse de la bougie, les aliments, en brûlant dans les poumons, donnent le gaz carbonique exhalé par la respiration.

### Comment et où se déroule la respiration cellulaire ?

#### 2- Mise en évidence de la respiration

##### Activité 1

Afin de comprendre le phénomène de la respiration cellulaire, on réalise des expériences de marquage :

Dans un milieu de culture oxygéné, on cultive des cellules de la rate en présence de glucose et d'oxygène. Les éléments radioactifs serviront comme traceurs permettant de suivre leur devenir dans la cellule. Les résultats obtenus sont rassemblés dans le document 1.

	Expériences	Résultats
1	On cultive des cellules de la rate dans un milieu riche en dioxygène contenant du glucose au carbone radioactif " <sup>14</sup> C " carbone radioactif.	le CO <sub>2</sub> dégagé est radioactif..
2	On cultive des cellules de la rate dans un milieu riche en dioxygène contenant du glucose dont l'oxygène est radioactif.	- L'oxygène radioactif se retrouve dans le CO <sub>2</sub> dégagé. - L'eau dégagée est normale.
3	On cultive des cellules de la rate dans un milieu riche en dioxygène contenant du glucose dont l'hydrogène est radioactif.	L'eau dégagée est radioactive
4	On cultive des cellules de la rate dans un milieu contenant du glucose en présence de dioxygène radioactif.	- L'eau dégagée est radioactive - Le CO <sub>2</sub> dégagé n'est pas radioactif.

### 1- Expériences du devenir du glucose

#### Tâche 1 :

A partir de l'**analyse** des résultats des expériences du document 1 :

- **déduire** le devenir du glucose ainsi que celui de l'oxygène absorbé.
- **préciser** l'origine des éléments C, H et O constituant les produits de dégradation du glucose.
- **écrire** la réaction globale de l'utilisation du glucose par la cellule.

### 2- Lieu de la respiration cellulaire

#### Activité 2

Afin de préciser l'organite cellulaire responsable de la respiration, on mesure par des techniques appropriées, le dégagement du CO<sub>2</sub> dans trois extraits de pomme de terre : A, B et C contenant respectivement :

- Extrait A : des noyaux de cellules de pomme de terre.
- Extrait B : des amyloplastes
- Extrait C : des mitochondries

Le document 6 présente les résultats obtenus :

Extraits	A	B	C
Dégagement de CO <sub>2</sub>	-	-	+

Signe (+) : dégagement de CO<sub>2</sub> ; Signe (-) : absence de dégagement de CO<sub>2</sub>

### 6- Recherche de l'organite cellulaire impliqué dans le dégagement du CO<sub>2</sub>

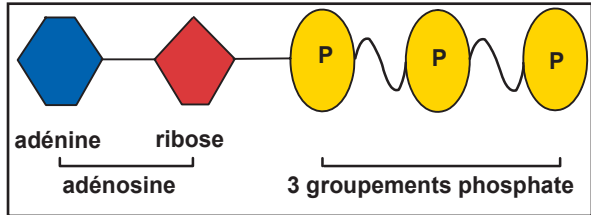
#### Tâche 2

A partir de l'**analyse** des résultats de l'expérience 6, **préciser** l'organite, lieu dans la respiration cellulaire.

## 4- Devenir de l'énergie libérée par l'oxydation d'un nutriment :

### Activité 3

La molécule d'ATP présente dans toutes les cellules (animales, végétales et bactériennes). C'est une molécule universelle formée : d'adénosine, de ribose et de trois groupements phosphates. Cette molécule est la molécule énergétique stockée dans la cellule.



7- Molécule d'ATP

Afin de comprendre le rôle de l'ATP, on a mesuré les quantités de glucose utilisé et les quantités d'énergie stockée sous forme d'ATP par des levures placées en aérobiose. Le document 8 présente les mesures obtenues.

Millimoles de glucose utilisé par gramme de levures et par heure	Millimoles d'ATP produit par gramme de levures et par heure
1.1	40

## 8- Quantité d'énergie stockée

### Tâche 3

Sachant que l'énergie chimique potentielle d'une mole de glucose est égale à 2860 kJ et que la valeur énergétique d'une mole d'énergie stockée est égale à 31 kJ à 25° :

- **calculer** les rendements énergétiques de la respiration.
- **proposer** une explication quant à l'énergie restante.

### Activité 4

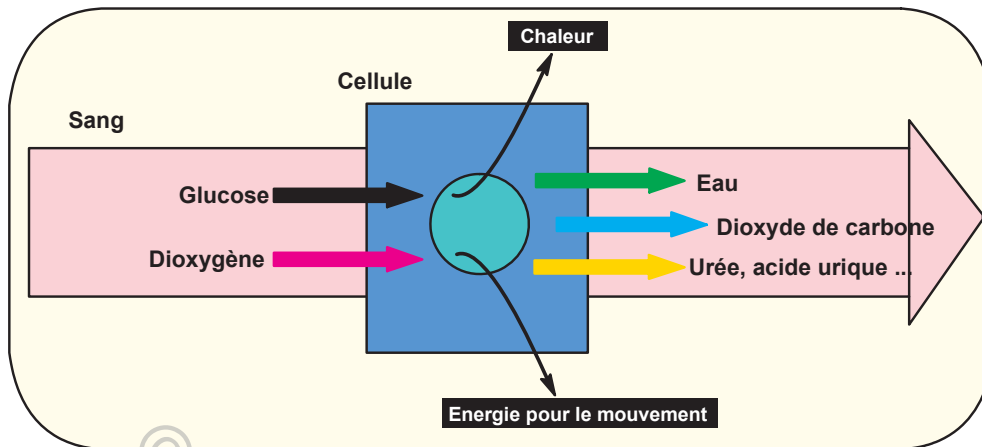
Une enzyme ATPase permet l'hydrolyse de la liaison phosphate ce qui libère de l'énergie.



### Tâche 4

Sachant que l'oxydation d'une molécule de glucose aboutit à la formation de 38 molécules d'ATP, **calculer** alors son apport énergétique.

## PARTIE 3 Excrétion des déchets métaboliques



L'urée, déchet de la respiration cellulaire, est un produit toxique. Injectée à un lapin, elle entraîne sa mort. Chez l'Homme, l'urémie (présence d'urée dans le sang) peut entraîner un coma.

Présent en excès dans le sang, l'acide urique, une autre forme de déchets résultant du métabolisme cellulaire, se transforme en cristaux qui peuvent s'accumuler dans les articulations. Elle est à l'origine de crises de goutte très douloureuse. Son élimination de l'organisme est donc obligatoire.

Certaines maladies neuromusculaires réduisent la force des muscles respiratoires : l'amplitude des mouvements respiratoires et la ventilation diminuent. La faible ventilation empêche l'évacuation du  $\text{CO}_2$  par l'expiration. Le  $\text{CO}_2$  s'élimine moins bien du sang où il devient en excès dans le sang : c'est l'hypercapnie qui peut engendrer la mort par asphyxie.

### Comment sont éliminés les produits de la respiration cellulaires ?

#### 1- Elimination des déchets azotés

##### Activité 1

L'étude comparée de la composition chimique du plasma et de l'urine a révélé la présence de certains déchets azotés (urée, acide urique et créatinine) dont les caractéristiques sont présentées dans le document 1. Le document 2 présente un tableau comparatif des composés chimiques du plasma et de l'urine.

**L'acide urique** est formé à partir de la dégradation de certains acides aminés. A un taux élevé dans le sang, il est responsable de la goutte qui se manifeste par des articulations douloureuses. Si ce taux reste élevé longtemps, la maladie devient chronique et entraîne des douleurs articulaires invalidantes et une diminution du fonctionnement des reins. Les calculs rénaux peuvent être aussi le résultat d'acide urique dans le sang.

**L'urée** est formée dans le foie à partir de l'ammoniac qui provient de la dégradation totale d'acides aminés. L'urée naturelle est éliminée par l'urine.

**La créatinine** est produite dans le foie et le pancréas à partir de la créatine (molécule formée à partir d'acides aminés, indispensable pour la production d'énergie dans les muscles).

### 1- Déchets azotés de la respiration cellulaire

Le document 2 présente un tableau comparatif des composés chimiques du plasma et de l'urine.

	Plasma	Urine
chlorures	100 mmol	80 à 140 mmol
calcium	2.5 mmol	3 à 4 mmol
sodium	140 mmol	100 à 260 mmol
phosphates	1.1 mmol	15.3 mmol
glucose	4 mmol	0
lipide	4.8 mmol	0
protéines	55 à 80g/L	0
urée	4.2 mmol	170 à 420 mmol
créatine	0.08 mmol	5 à 10 mmol
Acide urique	0.25 mmol	3 à 7 mmol

## 2- Composition du plasma et de l'urine

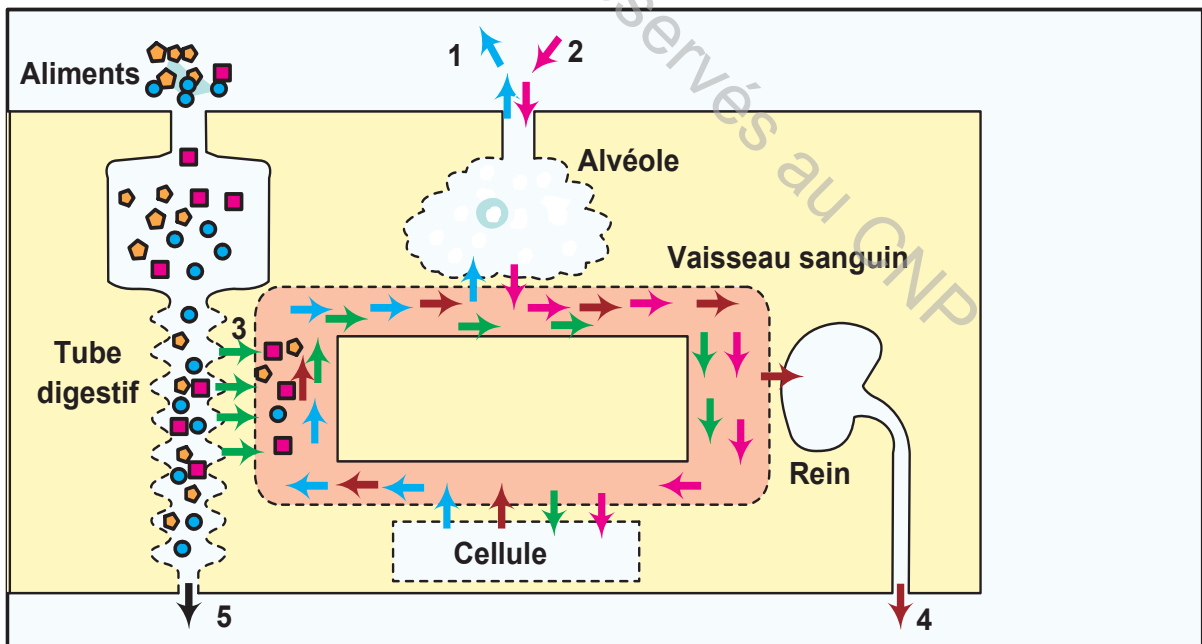
### Tâche 1

A partir de la comparaison de la composition du plasma et de l'urine, **dégager** le rôle de l'appareil urinaire.

## 2- Bilan d'élimination des produits de la respiration cellulaire

### Activité 2

Le document 3, présente un modèle simplifié de l'élimination des produits de la respiration cellulaire.



## 3- Voies d'élimination des produits de la respiration cellulaire

### Tâche 2

- 1- **Annoter** le document 3 par ce qui convient.
- 2- **Réaliser** un schéma de synthèse annoté montrant le rôle de l'appareil circulatoire, respiratoire et urinaire dans l'élimination des déchets du métabolisme cellulaire.



Malgré la composition universelle du sang en nutriments (oses, acides aminés, acides gras, etc), Certaines cellules de l'organisme se spécialisent dans la synthèse de substances organiques :

- Les acini mammaires produisent des substances nutritives contenues dans le lait, initialement inexistantes, dans le sang comme le lactose, la caséine, etc.
- Les cellules  $\alpha$  du pancréas sécrètent une hormone protéique : le glucagon.
- Lors d'un effort physique, le glycogène hépatique est une source d'énergie qui est constamment renouvelée.

**Comment les nutriments interviennent dans la biosynthèse de diverses molécules organiques ?**

### 1- Biosynthèse du glycogène

#### Activité 1

Pour comprendre le devenir du glucose dans l'organisme, on réalise les deux d'expériences suivantes :

#### Première expérience :

Un individu sain ingère 100 grammes de glucose marqué au  $^{14}\text{C}$ . On dose le glucose dans le foie, dans le liquide extracellulaire, dans les muscles et dans les tissus adipeux. Le document 1, présente les résultats obtenus.

Glucose marqué retenu dans le foie	Présent dans les liquides extracellulaires	Retenu dans les muscles	Retenu dans le tissu adipeux
55g	5g	18g	11g

1- Répartition du glucose alimentaire dans l'organisme

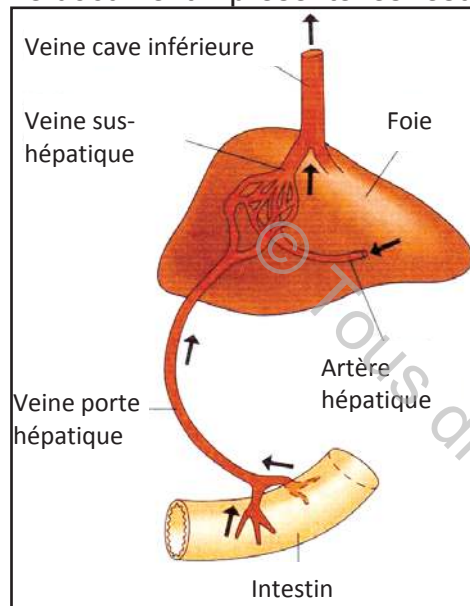
## Deuxième expérience :

Afin de comprendre l'origine du glycogène hépatique, on réalise l'expérience suivante au niveau du foie et des vaisseaux qui l'irriguent (voir document 2)

On dose, trente minutes après l'ingestion de glucose, chez un sujet sain :

- le taux plasmatique de glucose au niveau de la veine porte hépatique et de la veine sus-hépatique. Le document 3 présente les résultats obtenus.
- le taux plasmatique du glycogène hépatique avant et après l'ingestion du glucose. Le document 4 présente les résultats de ce dosage.

Le document 4 présente les résultats de ce dosage.



Veine porte hépatique	Veine sus-hépatique
2.85 g/L	1.25 g/L

### 3- Taux du glucose de part et d'autre du foie

Taux du glycogène hépatique avant ingestion du glucose	Taux du glycogène hépatique après ingestion du glucose
200 g	220 g

### 4- Taux du glycogène hépatique

## 2- Vascularisation du foie

### Tâche 1

A partir de l'exploitation des documents 1, 2, 3 et 4, **préciser** le devenir du glucose.

## 2- Biosynthèse des protéines et des lipides

### Activité 2

Pour comprendre le rôle de certains nutriments dans la biosynthèse des protéines et des lipides, on réalise dans deux milieux de culture 1 et 2 les expériences suivantes :

Dans un milieu de culture riche en acides aminés entre autres, la leucine est radioactive, on cultive des cellules pancréatiques  $\alpha$ .

Dans un milieu de culture, on cultive des cellules adipeuses en présence de glycérol radioactif.

On suit après certain temps le devenir de ces nutriments. Les résultats sont rassemblés dans le document 5.

	Expérience 1	Expérience 2
Cultures	Cellules pancréatiques $\alpha$ en présence de leucine radioactive	Cellules adipeuses en présence de glycérol radioactif
Résultats	Synthèse d'une hormone radioactive de nature protéique appelée insuline.	Synthèse d'un triglycéride radioactif.

### 5- Biosynthèse de l'insuline et d'un triglycéride

#### Tâche 2

- 1- A partir de l'**analyse** du document 5, **préciser** le devenir des acides aminés et du glycérol.
- 2- A partir des exemples étudiés, **définir** la biosynthèse cellulaire.

© Tous droits réservés au CNP

## 1- ECHANGES DE NUTRIMENTS ENTRE SANG, LYMPHE ET CELLULES

(Activités 1+2)

Le milieu extracellulaire constitue le milieu intérieur qui comprend deux parties :

- Le compartiment vasculaire : constitué en partie par le sang véhiculé par les vaisseaux sanguins et par la lymphe véhiculée par les vaisseaux lymphatiques.
- Le compartiment interstitiel stagnant : constitué du liquide interstitiel ou lymphe interstitielle dans laquelle baignent les cellules.

La lymphe interstitielle provient de la filtration du plasma. Cependant la lymphe vasculaire provient de la filtration de la lymphe interstitielle.

L'eau et les nutriments traversent la paroi des vaisseaux sanguins et passent dans l'espace interstitiel formant ainsi la lymphe interstitielle avant de franchir la membrane plasmique des cellules.

La composition du sang, celle de la lymphe et du milieu intracellulaire sont qualitativement identiques sauf pour les triglycérides, l'urée et l'acide urique qui sont absents dans la cellule.

Le milieu intracellulaire est séparé du milieu extracellulaire par une membrane plasmique.

## 2- RESPIRATION CELLULAIRE

(Activités 1+2+3+4)

La respiration cellulaire est caractérisée par une succession de réactions entretenues par la présence d'oxygène. Les nutriments organiques : glucose, acides aminés, acides gras, etc. subissent des décarboxylations (arrachement d'atomes de carbone) et des déshydrogénations (arrachement d'ions H).

Les atomes d'hydrogène se fixent sur l'oxygène absorbé formant ainsi l'eau métabolique.

Les atomes de carbone des nutriments décarboxylés se retrouvent dans le dioxyde de carbone produit par les cellules.

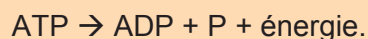
Cette minéralisation complète ou totale se déroule dans les mitochondries pour libérer une certaine quantité d'énergie. On parle de la respiration cellulaire. La réaction globale de la respiration cellulaire est la suivante :



La dégradation d'une molécule de glucose permet la synthèse de 38 molécules d'ATP.

Une partie de l'énergie libérée est dissipée sous forme de chaleur et une partie est stockée sous forme de molécule chimique : l'adénosine triphosphate (l'ATP).

La molécule ATP est la source immédiate d'énergie de la cellule. Son hydrolyse fournit à la cellule l'énergie indispensable à ses fonctions par la réaction suivante :



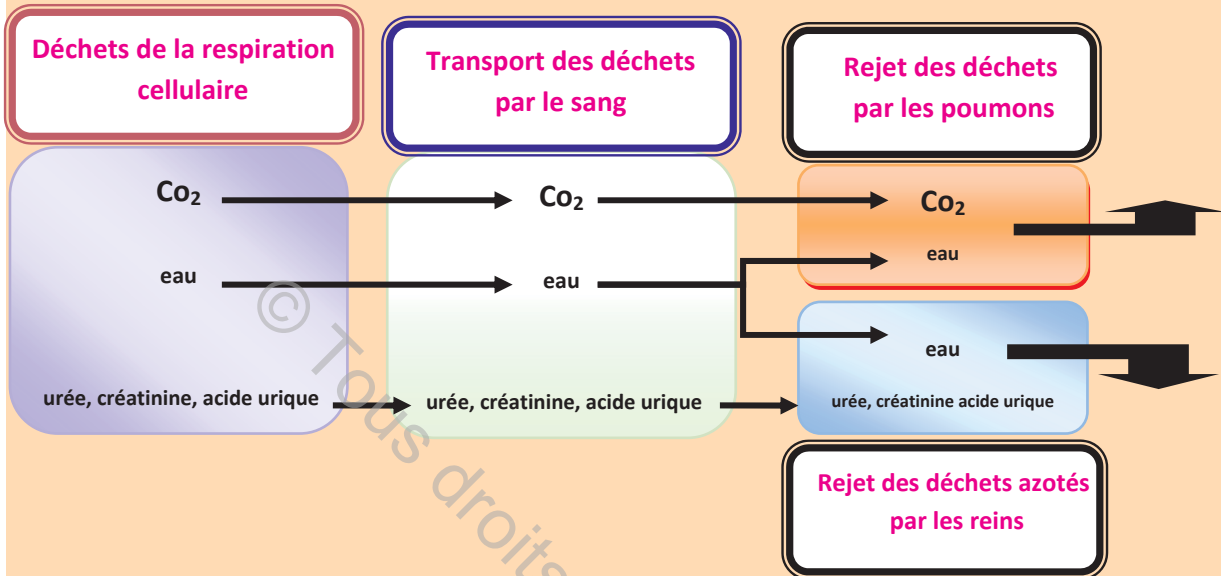
L'ATP utilisé par la cellule est continuellement renouvelée principalement par la respiration cellulaire.

### 3- EXCRETION DES DECHETS METABOLIQUES

(Activités 1+2)

L'appareil excréteur, filtre au niveau des reins le sang pour rejeter certains ions (le calcium, le sodium, les chlorures, etc.) et surtout les déchets métaboliques toxiques pour l'organisme comme les déchets azotés (l'urée, l'acide urique et la créatinine).

En revanche, le dioxyde de carbone produit lors de la respiration cellulaire est éliminé sous forme gazeuse au niveau des alvéoles pulmonaires.



### 4- BIOSYNTHESE

(Activités 1+2)

La cellule synthétise ses divers constituants lors des réactions de biosynthèse en utilisant l'énergie stockée lors du métabolisme énergétique.

La biosynthèse est donc un mécanisme qui permet la formation de substances nécessaires au fonctionnement optimal de l'organisme par le passage des molécules simples aux molécules complexes.

- le glycogène : substance de réserve des cellules animales se forme à partir du glucose dans le foie et les muscles.
- les triglycérides, lipides formés à partir des acides gras et du glycérol, constituent une réserve importante des cellules adipeuses.
- les substances protéiques comme le glucagon et les enzymes, se forment dans des cellules spécialisées à partir des acides aminés.

## Questions à choix multiple

Chacun des items comporte une ou plusieurs réponses correctes. Repérez pour chaque item la (ou les) bonne(s) réponse(s).

- 1- **Le métabolite directement utilisé dans la respiration est :**
  - a- le glycogène
  - b- un ose
  - c- le pyruvate
  - d- le glucose
- 2- **La Glycolyse :**
  - a- a pour bilan énergétique 36 molécules d'ATP
  - b- a pour bilan énergétique 38 molécules d'ATP
  - c- se déroule dans le cytoplasme
  - d- est une dégradation complète du glucose
- 3- **Le milieu intérieur:**
  - a- comprend deux compartiments liquidiens.
  - b- comprend trois compartiments liquidiens.
  - c- correspond à l'ensemble des paramètres physico-chimiques de l'organisme.
  - d- est caractérisé par des variations continuellement corrigées de la valeur de ses paramètres
- 4- **La lymphe interstitielle :**
  - a- est un liquide stagnant du milieu extracellulaire
  - b- ne contient ni glucose ni dioxygène.
  - c- est contenue dans les vaisseaux lymphatiques.
  - d- est le milieu qui baigne l'immense majorité des cellules de l'organisme
- 5- **Les déchets métaboliques :**
  - a- ce sont par exemple : le CO<sub>2</sub>, l'urée, l'acide urique, la bilirubine, la créatinine.
  - b- peuvent notamment être produits par les cellules du foie.
  - c- sont filtrés très sélectivement par les reins puis excrétés par l'appareil urinaire.
  - d- sont excrétés par les poumons
- 6- **Le glucose ingéré :**
  - a- est en totalité utilisé par la cellule
  - b- est stocké dans les cellules sous formes de Glycogène
  - c- est éliminé par les urines s'il est en excès
  - d- est utilisé seulement pour la respiration
- 7- **La biosynthèse :**
  - a- est la formation de protéines par le vivant
  - b- permet la formation de substances énergétiques de réserves
  - c- permet la régulation du système interne
  - d- se déroule dans le foie

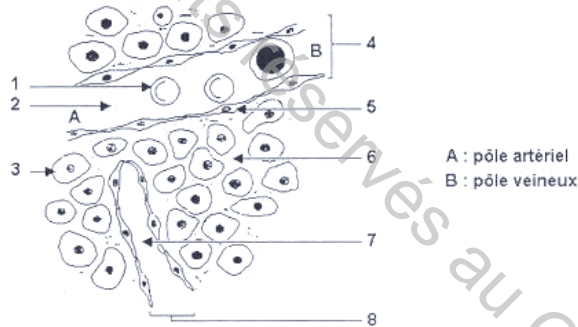
## Questions à réponses ouvertes et courtes

### Exercice 1 :

Ions	Liquide extracellulaire (mmol/dm <sup>3</sup> )	Liquide intracellulaire (mmol/dm <sup>3</sup> )
Na <sup>+</sup>	134-146	10
K <sup>+</sup>	3.6-4,8	141
Ca <sup>2+</sup>	2,2-2.6	10-3
Mg <sup>2+</sup>	0.8-1.2	30
Cl <sup>-</sup>	98-106	4
Autres		
Glucose (à jeun)	4.2-6.4	0-1
Protéines	Plasma : 55 a 80g/dm <sup>3</sup> Lymphé : 2.5g/dm <sup>3</sup>	Variables( jusqu'a 250 g/dm <sup>3</sup> )

Le document ci-dessus représente la composition du milieu intracellulaire et extracellulaire :

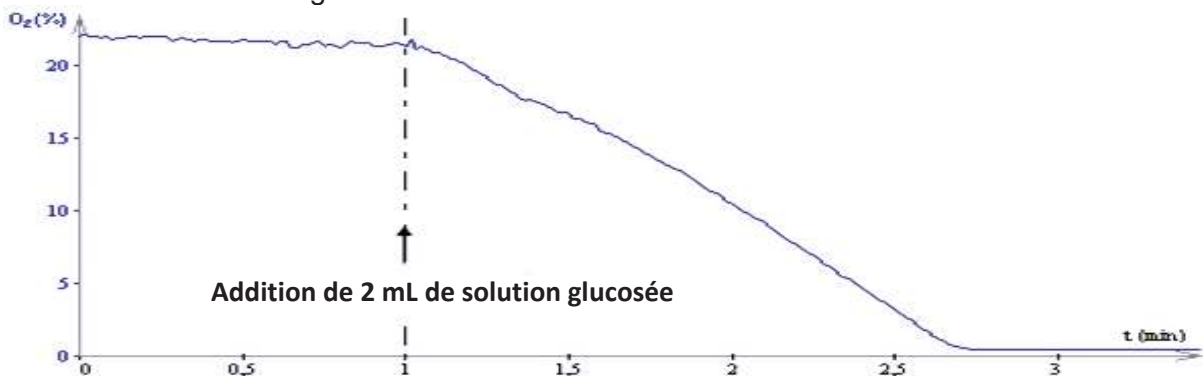
- 1- **Comparer** la composition des deux compartiments.
- 2- **Expliquer** la relation qui existe entre les différents compartiments.
- 3- **Légénder** le document ci-dessous.
- 4- En vous basant sur les données précédentes et sur vos connaissances, **complétez** le schéma ci-dessous **en indiquant** par des flèches le sens de déplacement des liquides entre les différents compartiments :



### Exercice 2 :

Des levures sont isolées et placées dans un milieu fortement oxygéné et riche en ions phosphates. Grâce à une sonde à O<sub>2</sub> appropriée, on mesure la quantité d'O<sub>2</sub> présente dans ce milieu avant et après une injection de glucose.

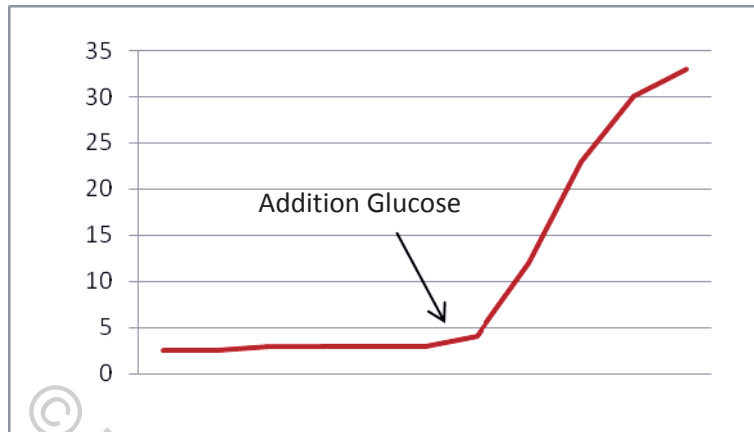
Les résultats sont consignés dans le document 1.



Document 1

2- A partir de l'**analyse** du document 1, **indiquer** une condition nécessaire à la respiration cellulaire.

La même expérience est réalisée mais avec une sonde à CO<sub>2</sub> qui permet de suivre le taux de CO<sub>2</sub> présent dans la culture.



Document 2

Grace à un dispositif précis on a pu détecter une légère variation du volume de la solution dans laquelle la culture est réalisée. (Sans considérer les 2 ml de la solution glucosée).

3- A partir de l'**analyse** du document 2 et la dernière constatation, **établir** l'équation bilan de la respiration cellulaire.

Une autre expérience été réalisée avec une culture qui contient cette fois-ci des mitochondries placées dans deux milieux différents : Un premier milieu M1 avec du Glucose, un deuxième milieu M2 avec du pyruvate (un dérivé du glucose).

	Milieu M1 : Avec Glucose	Milieu M2 : Avec pyruvate
Chaleur dégagée	-	+

4- Quelles précisions vous apporte cette dernière expérience ?

5- En rassemblant les résultats de ces expériences et à l'aide de vos connaissances, **proposer** un schéma qui résume la respiration.

# CROISSANCE CHEZ L'HOMME



**Sultan Kösen**, né le 10 décembre 1982 à Mardin en Turquie, est selon le livre Guinness des records, l'homme vivant le plus grand du monde avec 2,51 m. Sa croissance a résulté d'une tumeur affectant son hypophyse. Sa stature est telle qu'il doit utiliser des béquilles pour marcher.

L'homme le plus petit du monde, le Chinois **He Pingping**, qui ne mesurait que 74,6 centimètres, est mort samedi 13 mars 2010 à l'âge de 21 ans. Il avait été admis à l'hôpital de Rome, où il participait à une émission de télévision, après s'être plaint de douleurs à la poitrine. He Pingping n'était pas plus grand que la paume de son père à la naissance. Il souffrait d'une maladie des os qui avait nettement réduit sa croissance.

Ce thème comporte :	Page
■ <b>Chapitre 1</b> : Principales périodes de la croissance chez l'Homme	168
■ <b>Chapitre 2</b> : Mécanisme biologique de la croissance : la mitose	176
■ <b>Chapitre 3</b> : Contrôle hormonal de la croissance	184
■ <b>Chapitre 4</b> : Hygiène de la croissance	200

# LES PRINCIPALES PERIODES DE LA CROISSANCE CHEZ L'HOMME

## CHAPITRE

# 1



«...Nous étions en famille entrain de regarder l'album des photos familiales. J'ai trouvé du mal à reconnaître mes proches et mes amis. Les changements physiques étaient trop importants que je n'ai pas reconnu moi-même dans certaines photos quand j'étais petit. Dans une photo prise à la maternelle, j'étais assis avec un cousin de même âge que moi...il était plus long que moi, ma tête arrivait à peine au niveau de ses épaules. Dans les photos de l'école primaire prises chaque année, lui et moi prenions toujours le même emplacement debout à droite... il était toujours plus grand que moi...je semblais être son petit frère. Mais dans une photo prise à la 9<sup>ème</sup> année, j'ai constaté que cette différence de taille à diminué petit à petit... ..actuellement, j'ai une taille plus grande que lui...et ça m'a conforté un peu... »

- Quelles sont les différentes périodes de la croissance chez l'Homme ?
- Quelle est la modalité de la croissance chez l'Homme ?

### Objectif :

- **Identifier** les différentes périodes de la croissance chez l'Homme
- **Reconnaître** les modalités de la croissance chez l'Homme
- **Analyser** des documents

### Pré-requis :

- La croissance continue chez les mammifères

## SOMMAIRE

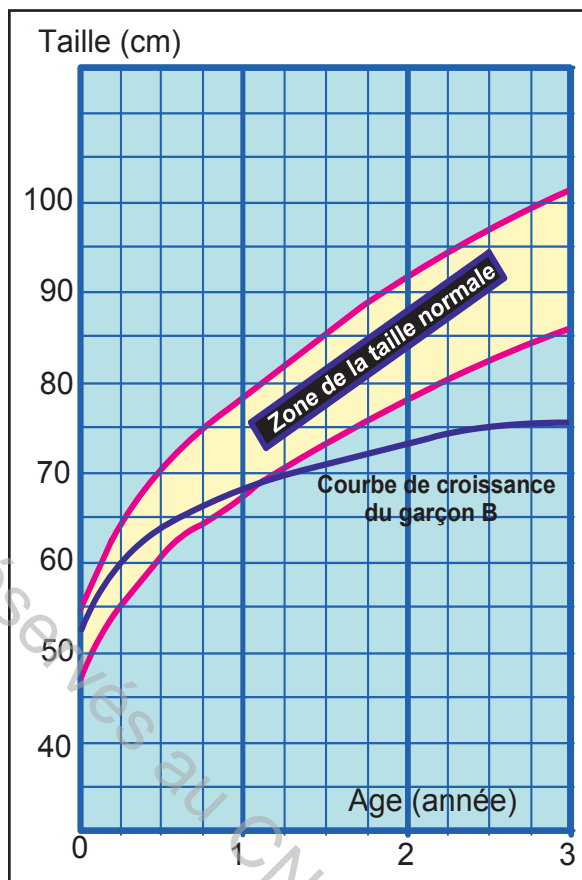
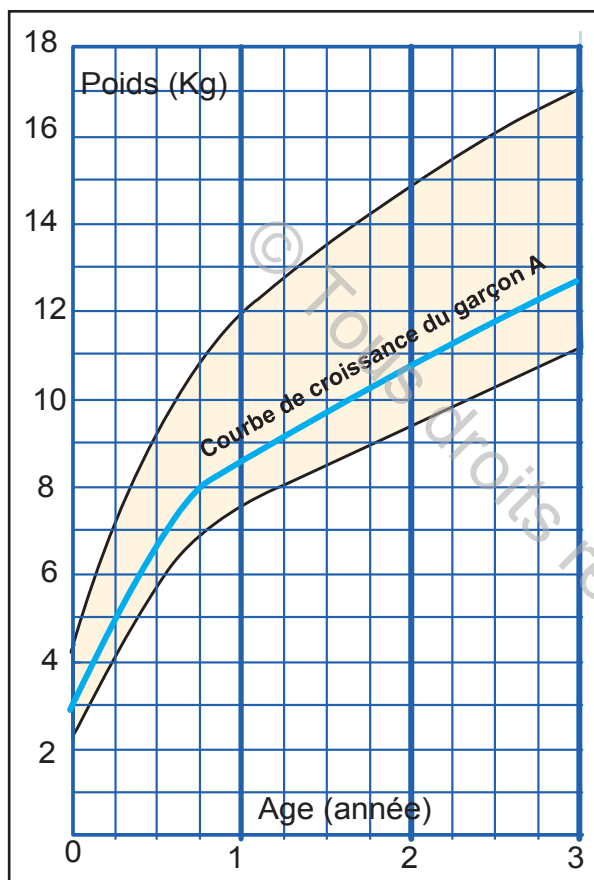
Bilan .....	P 173
Exercices .....	P 174

## 1- Croissance pendant la première enfance

### Activité 1

Chez le nourrisson des mesures de la taille et du poids sont prises régulièrement à chaque visite mensuelle chez le pédiatre.

Les documents 1 et 2 présentent la croissance en taille et en poids mesurée respectivement chez un garçon A et un garçon B, tous les deux nouvellement nés et suivis par leurs familles pendant les trois premières années.



1- Croissance en poids chez le garçon A

2- Croissance en taille chez le garçon B

### Tâche 1

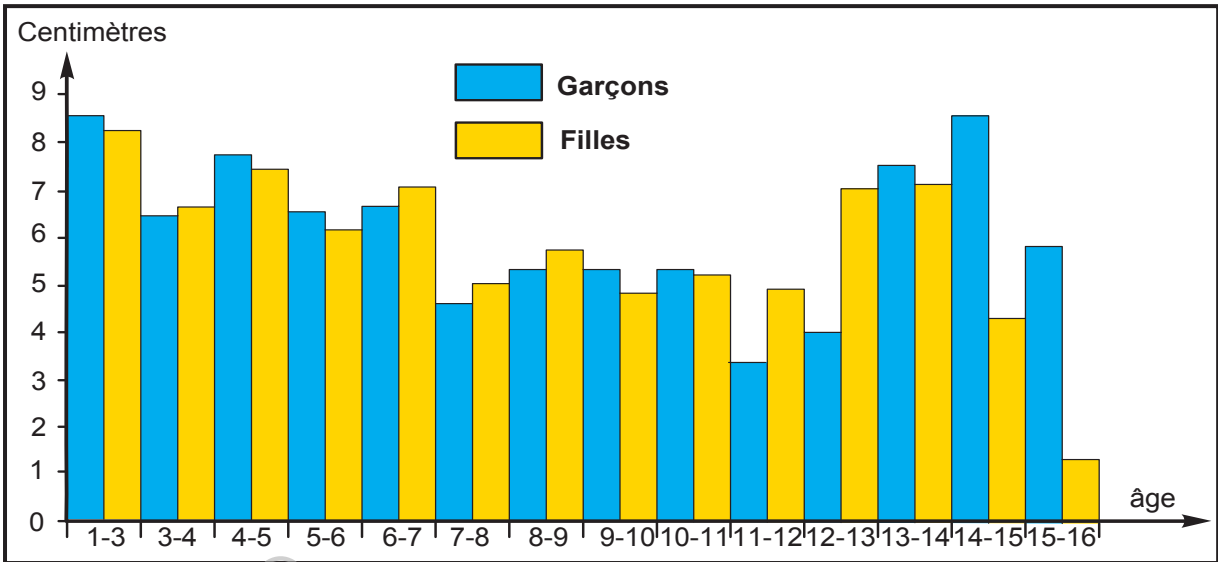
Analys $\text{\u00e9}$ er les documents 1 et 2 en vue de :

- **d\u00e9duire** la modalit\u00e9 de la croissance chez le nouveau-n\u00e9.
- **pr\u00e9ciser** lequel des deux gar\u00e7ons pr\u00e9sente des troubles de croissance. **Justifier** votre r\u00e9ponse.

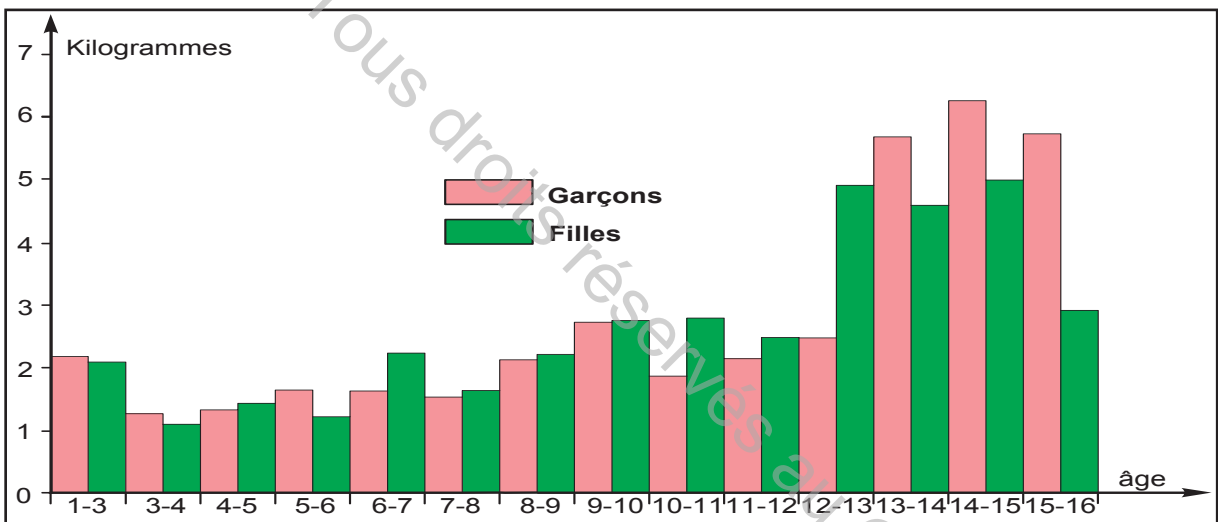
## 2- Croissance pendant les p\u00e9riodes pr\u00e9pubertaire et pubertaire

### Activit\u00e9 2

Sur une centaine de filles et de gar\u00e7ons \u00e2g\u00e9s de 2 \u00e0 18 ans, des mesures de la taille et du poids sont pr\u00e9lev\u00e9es. Les histogrammes des documents 3 et 4 pr\u00e9sentent respectivement l'accroissement annuel de la taille et l'accroissement annuel du poids.



3- Croissance annuelle de la taille



4- Croissance annuelle du poids

## Tâche 2

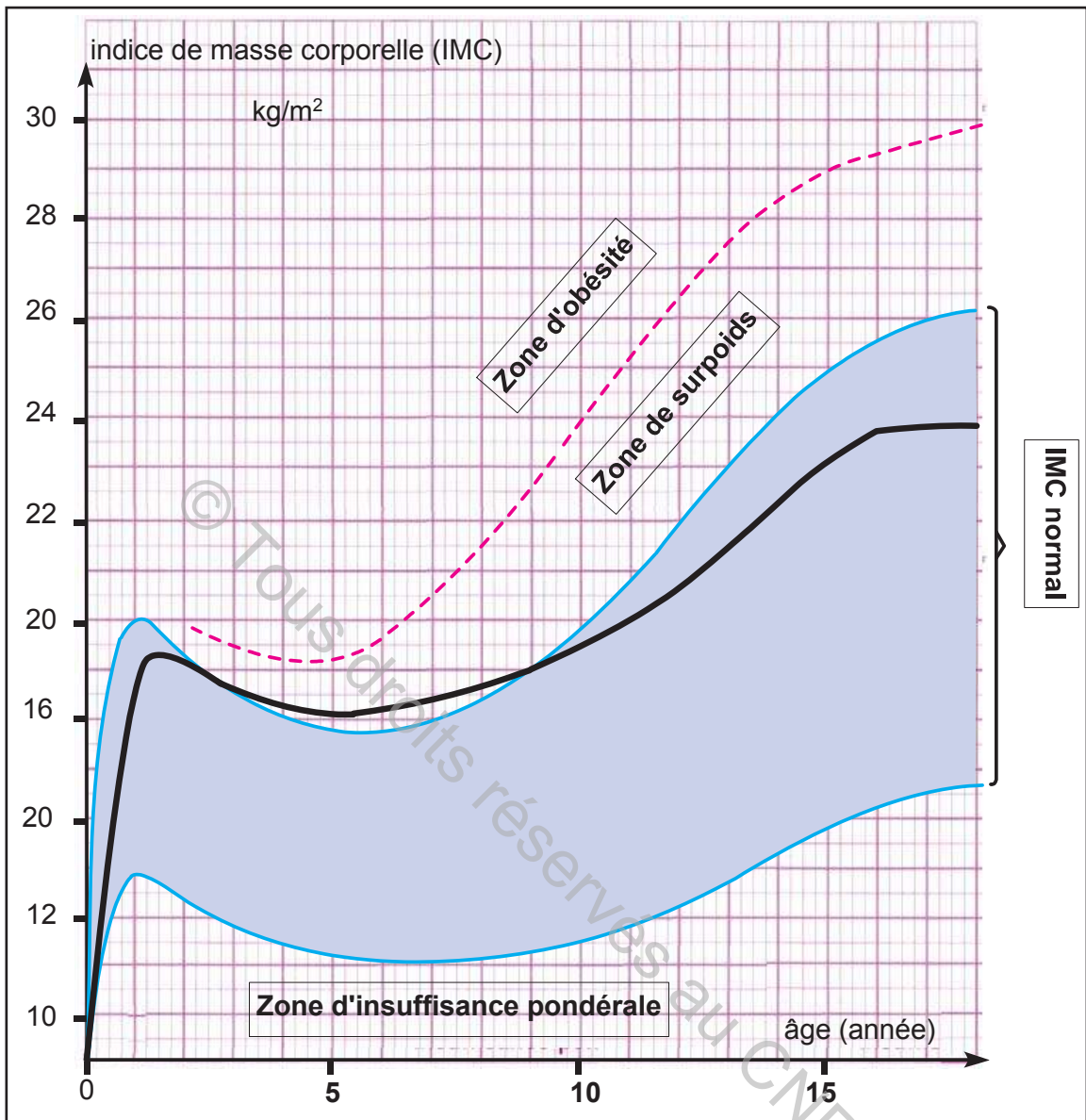
**Analyser** les documents 3 et 4 en vue de :

- **déduire** la modalité de la croissance chez l'enfant et chez l'adolescent.
- **proposer** des hypothèses quand aux différences de croissance observées.

## 3- Croissance de la puberté jusqu'à l'âge adulte

### Activité 3

On dispose actuellement d'une table d'indice de masse corporelle (IMC) qui met en relation le poids d'un individu en rapport avec sa taille au cours de sa croissance. Le suivi de l'IMC d'une fille dès sa naissance jusqu'à l'âge de 18 ans a été réalisé. Il est présenté dans le document 5.



5- Indice de masse corporelle chez une fille (IMC)

### Tâche 3

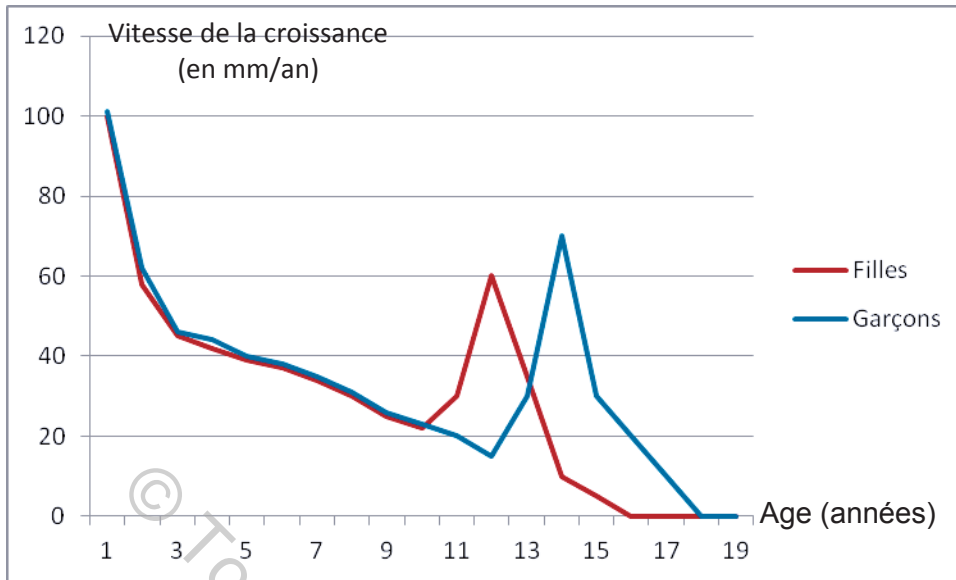
En **exploitant** les données du document 5 :

- **préciser** si la croissance de cette fille est normale. **Justifier** la réponse.
- **préciser** la période d'arrêt de croissance chez la fille.

### 3- Vitesse de la croissance chez l'Homme

#### Activité 4

On se propose d'étudier l'évolution de la vitesse de croissance d'une personne au cours de sa vie. Les courbes du document 6 montrent cette évolution chez les filles et les garçons depuis leur naissance jusqu'à l'âge de 19 ans.



6- Courbe de la vitesse de croissance en fonction de l'âge

Tâche 4

**Analyser** les courbes de la vitesse de croissance chez les filles et chez les garçons en vue de **dégager** les principales périodes qui marquent leur croissance.

La croissance de l'enfant consiste en une augmentation de la taille, du poids, de la surface et du volume des diverses régions du corps (des organes, des tissus).

La croissance normale s'effectue en quatre étapes :

## **1- Croissance de la première enfance** (de la naissance à 3 ans) : (Activités 1, 3 et 4)

La vitesse de la croissance staturale (gain de taille en centimètres, par année) est très rapide chez le nourrisson : plus de 20 centimètres la première année, près de 10 cm la deuxième. Ainsi, la taille, qui est d'environ 50 centimètres à la naissance, a doublé à l'âge de 3 ans.

## **2- Croissance de la seconde enfance** (de 4 à 11 ans) : (Activité 2, 3 et 4)

La vitesse de la croissance diminue pendant cette période de la vie. Elle est en effet réduite à 5 ou 6 centimètres chez les deux sexes.

## **3- Croissance à la puberté** (Activité 2, 3 et 4)

La vitesse de la croissance subit une forte augmentation à la puberté. Elle se manifeste par un accroissement de taille qui peut atteindre 10 à 15 centimètres, voire plus, en quelques mois seulement. Le pic de croissance pubertaire est différent chez les filles et les garçons.

### **A- Chez les filles :**

L'âge moyen de la puberté chez les filles est situé entre 11 et 13 ans. La phase d'accélération importante de vitesse de croissance dure 18 mois en moyenne. La croissance se ralentit ensuite et s'arrête le plus souvent entre 18 mois et 2 ans, soit vers 16 ans en moyenne.

Le gain de taille est à peu près de 8 cm/an chez la fille entre 12 et 16 ans (elle passe d'environ 140 cm à 165 cm).

### **B- Chez les garçons :**

Contrairement aux filles, la phase pubertaire chez les garçons est un peu plus tardive (commence à 13 ans) : le pic de croissance ne survient qu'à 15 ans sauf que cette période est plus prolongée dans le temps (de 13 à 17 ans).

Le gain de taille est à peu près de 10 cm/an chez le garçon entre 13 et 17 ans (passe d'environ 150 cm à 175 cm). La croissance ralentit ensuite pour s'arrêter vers les 18 ans.

## **4- Croissance post-pubertaire :** (Activité 3 et 4)

La vitesse de croissance diminue ramenant cette dernière à environ 1 centimètre par an pendant 3 ans. La croissance s'arrête ensuite.

La croissance chez l'Homme, de la naissance et jusqu'à l'âge adulte, est continue. La vitesse de croissance chez l'Homme est variable selon la période de la vie.

## Questions à choix multiples

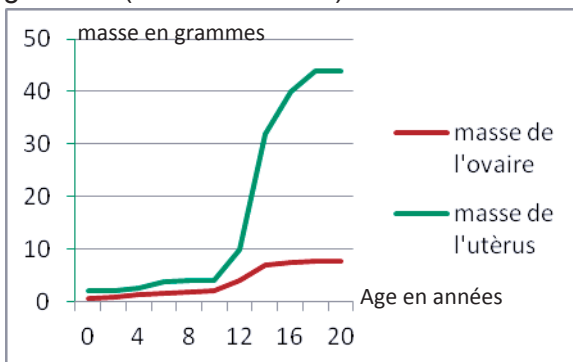
Chacun des items comporte une ou plusieurs réponses correctes. Repérez pour chaque item la (ou les) bonne(s) réponse(s).

- 1- **La croissance chez l'Homme :**
  - a- est continue de la naissance à l'âge adulte
  - b- est discontinue de la naissance à l'âge adulte
  - c- se poursuit chez l'adulte
  - d- s'arrête chez l'adulte
- 2- **La vitesse de croissance chez l'Homme :**
  - a- est constante durant toutes les périodes de la vie
  - b- est variable selon la période
  - c- est la même chez les deux sexes
  - d- dépend du sexe
- 3- **La croissance pendant la période pubertaire :**
  - a- est précoce chez les garçons
  - b- est précoce chez les filles
  - c- s'arrête brusquement
  - d- s'accélère brusquement

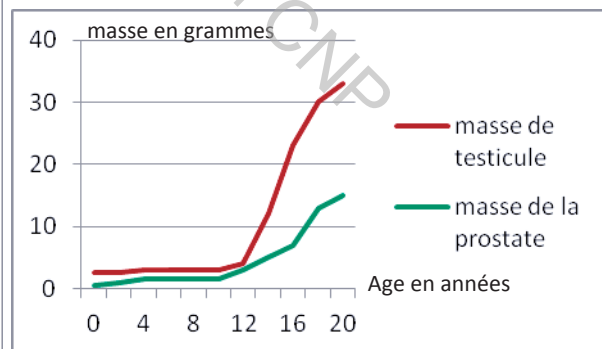
## Questions à réponses ouvertes et courtes

### Exercice 1

Les documents 1 et 2 présentent les tracés montrant la croissance en masse des organes génitaux (ovaire et utérus) chez la femme et (testicule et prostate) chez l'homme.



Document 1

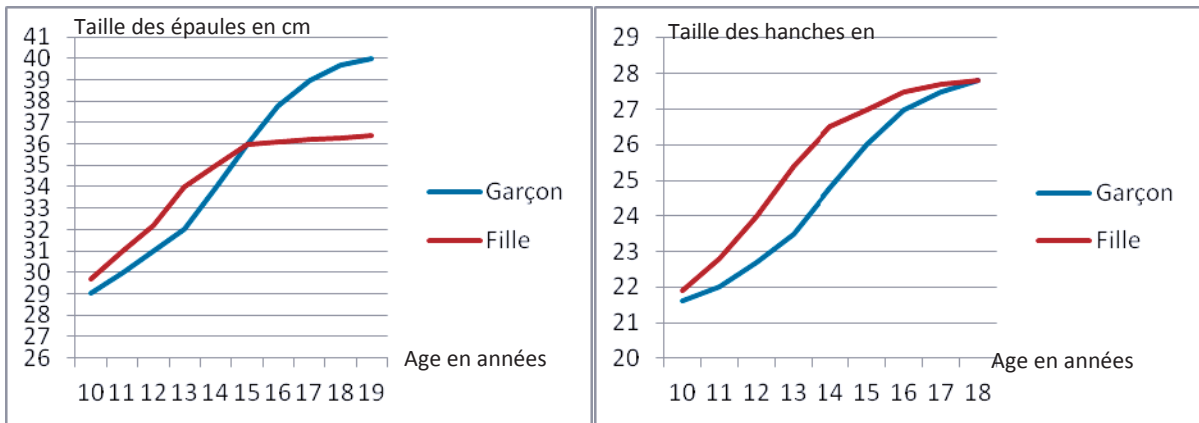


Document 2

En analysant les tracés des documents 1 et 2 établir la relation entre l'évolution de la masse des organes génitaux et la puberté.

### Exercice 2

Les documents 1 et 2 présentent des tracés qui illustrent l'évolution de la taille des épaules hanches (document 1) et des organes génitaux (document 2) chez des individus de tranche d'âge allant de 10 à 19 ans.



Document 1

Document 2

**Analyser** les courbes des documents 1 et 2 en vue de **montrer** les changements survenant au cours de la puberté et leur relation avec la morphologie différente entre homme et femme adultes.

Tous droits réservés au CNP

# CONTROLE HORMONAL DE LA CROISSANCE

## CHAPITRE



Janet raconte son histoire de croissance « Quand je suis née je faisais 50 cm, le médecin me prédisait une taille minimum de 1m80, pourtant mes parents ne sont pas très grands, ma mère 1m53 et mon père 1m70...

A 3 ans, la nature m'a joué de vilains tours, des problèmes de santé (un reflux de reins, péritonite) ont stoppé nettement ma croissance.

A l'âge de 9 ans, voyant ma courbe de croissance stagner, une pédiatre a essayé de faire accepter à mes parents le traitement par des hormones de croissances, mais mes parents ayant lus un article dans un journal scientifique que ces hormones pouvaient être dangereux pour les patients... Quelques années plus tard, au collège toutes les insultes y sont passées, "sale naine" "la maternelle n'est pas ici c'est de l'autre côté". Je pleurais des heures dans mon lit....Mes parents ont décidé alors de recontacter la pédiatre qui leur a proposé un traitement à base d'hormones dite de synthèse.... En 5<sup>ème</sup> je ne faisais que 1m27, mais comme tout traitement plus on est jeune plus ca marche, j'ai finalement atteint la taille de 1m48.

- Qu'est ce qu'une hormone ?
- Quelles sont les hormones qui interviennent dans la croissance et quelle est leur origine ?
- Comment ses hormones interviennent-elles dans la croissance ?

### SOMMAIRE

Bilan .....	P 180
Exercices .....	P 182

### **Objectifs :**

- **Dégager** la notion d'hormone.
- **Reconnaître** l'origine de certaines hormones qui interviennent dans la croissance.
- **Identifier** le rôle de certaines hormones dans la croissance.
- **Expliquer** le rôle de certaines hormones dans la croissance.
- **Analyser** des documents.

### **Pré-requis :**

- La croissance continue chez les Mammifères
- Etude de l'action de certains facteurs (la nutrition et la santé) sur la croissance
- Notion de cellule
- Notion de ration alimentaire équilibrée
- Notion d'hormone
- Notion de ration alimentaire équilibrée chez le sportif
- Fonctions des aliments simples (glucides, lipides et protéines, sels minéraux et vitamines)
- Appareil squelettique et composition de l'os
- IMC
- Structure du muscle squelettique strié

© Tous droits réservés au CNP

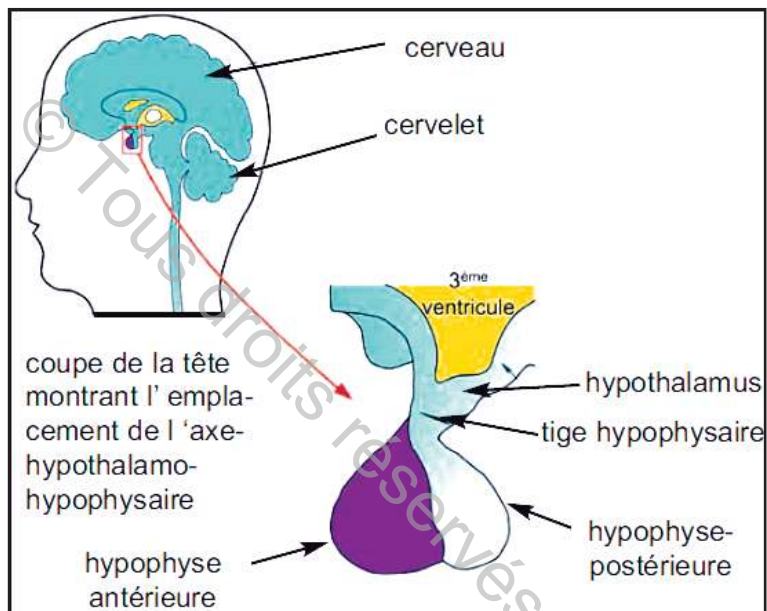
## 1- Rôle de l'hypophyse

### 1.1- Constatation clinique

Chez des jeunes individus nains, on a constaté des troubles du fonctionnement hypophysaire.

#### Activité 1

L'hypophyse est une petite glande reliée à la face inférieure de l'encéphale et sécrète plusieurs hormones importantes. L'hypophyse, comprend deux régions : l'hypophyse antérieure et l'hypophyse postérieure. Ces deux lobes sont étroitement liés à l'hypothalamus, une région au-dessus de l'hypophyse.



### 1- Axe hypothalamo-hypophysaire

#### Tâche 1

**Proposer** une hypothèse sur la relation entre l'hypophyse et la croissance chez l'Homme.

### 1.2- Expériences

#### Activité 2

Dans le but de montrer le rôle de l'hypophyse dans la croissance, des expériences d'ablation de cet organe et d'injection de ses extraits à des rats, ont donné les résultats résumés dans le document 2.

Expériences	Résultats
Ablation de l'hypophyse (hypophysectomie) chez des rats jeunes	Arrêt de la croissance chez les jeunes rats
Injection d'extraits hypophysaires aux mêmes rats hypophysectomisés	Reprise de la croissance

### 2- Expériences de mise en évidence du rôle de l'hypophyse dans la croissance

## Tâche 2

**Analyser** les résultats des expériences du document 2 en vue de **dégager** :

- le rôle de l'hypophyse dans la croissance.
- Le mode d'action l'hypophyse sur la croissance.

### 1.3- Rôle des hormones hypophysaires

L'hypophyse antérieure sécrète plusieurs hormones parmi lesquelles on cite l'hormone de croissance humaine ou GH (Growth Hormone) et la TSH (Somatotropine Hormone).

#### Activité 3

Pour connaître le rôle de la GH sur la croissance, on réalise les trois expériences suivantes :

##### Expérience 1 :

On injecte quotidiennement et pendant quatre jours, chez des jeunes rates, des doses décroissantes de GH. Les résultats de mesures du poids et de la longueur de la queue sont présentés dans le document 3.

Traitement à la GH (mg/jour)	Accroissement moyen	
	Poids du corps (g/jour)	Longueur de la queue (mm/jour)
1	7,20	2,20
0,20	4,90	1,60
0,04	3,30	1,00
0,00	0,10	0,15

#### 3- Effets de la GH chez des rates hypophysectomisées

**Expérience 2 :** On détruit sélectivement les cellules hypophysaires sécrétrices de GH chez des jeunes rats. Les effets de cette destruction sont présentés dans le document 4.

Effets sur la croissance des os	Effets sur le métabolisme des protéides	Effets sur le métabolisme des lipides
Arrêt de la croissance des cartilages et des os (nanisme harmonieux)	Arrêt de la croissance de la masse musculaire	Augmentation de la masse des graisses

#### 4- Effets de l'absence de GH

**Expérience 3 :** On injecte la GH à des jeunes rats ayant subi la destruction des cellules hépatiques sécrétrices d'une hormone appelée : IGF (insulin-like growth factor) entraîne les mêmes effets.

#### Tâche 3

**Exploiter** les données des expériences 1, 2 et 3 en vue de **préciser** le rôle de la GH sur la croissance de l'Homme.

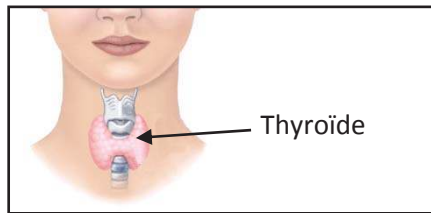
## 2- Rôle de la thyroïde

### 2.1- Constatation clinique

Chez certains individus nains, on a constaté des troubles du fonctionnement de la glande thyroïdienne.

#### Activité 4

La thyroïde est la plus volumineuse des glandes endocrines. Elle est située dans le cou, en arrière de la pomme d'Adam. Soumise à l'effet de TSH hypophysaire, la thyroïde sécrète plusieurs hormones.



### 5- Localisation et rôle de la thyroïde

#### Tâche 4

**Proposer** une hypothèse sur la relation entre la thyroïde et la croissance chez l'Homme.

### 2.2- Expériences

Dans le but de montrer le rôle de la thyroïde dans la croissance, des expériences d'ablation de cet organe et d'injection de ses extraits à des rats, ont donné les résultats résumés dans le document 6.

#### Activité 5

Expériences	Résultats
Ablation de la thyroïde chez des rats jeunes	Arrêt de la croissance chez les jeunes rats : nanisme
Injection d'extraits thyroïdiens aux mêmes rats	Reprise de la croissance

### 6- Expériences de mise en évidence du rôle de la thyroïde

#### Tâche 5

**Analyser** les résultats des expériences du document 6 en vue de **dégager** :

- le rôle de la thyroïde dans la croissance.
- Le mode d'action de la thyroïde sur la croissance.

### 2.3- Rôle des hormones thyroïdiennes

#### Activité 6

Pour comprendre le rôle des hormones thyroïdiennes dans la croissance chez l'Homme, on injecte à des jeunes souris ayant une insuffisance thyroïdienne, des doses quotidiennes d'extraits thyroïdiens. Les résultats sont présentés dans le document 7.

Effets sur la croissance des os	Effets sur le métabolisme des protéines	Effets sur le métabolisme des lipides
Stimule la croissance des cartilages et des os.	Synthèse des protéines et croissance	Mobilisation des lipides et augmentation du taux plasmatiques en acides gras et leur oxydation

### 7- Effet des hormones thyroïdiennes

#### Tâche 6

**1- Exploiter** les données du document 7 en vue de **préciser** le rôle des hormones thyroïdiennes sur la croissance de l'Homme.

**2- A** partir des données précédentes, **représenter** à l'aide d'un schéma de synthèse la commande hormonale hypophysaire de la croissance.

La croissance est assurée principalement par deux hormones hypophysaires : la GH (Growth-Hormone) et la TSH (Thyroid-Stimulating-Hormone).

## I- Rôle de l'hormone de croissance humaine ou GH

(Activités 1, 2 et 3)

L'hormone de croissance ou GH est une hormone polypeptidique sécrétée par la partie antérieure de l'hypophyse, sous l'effet de la GH-RH hypothalamique. Les effets de la GH sont :

### 1- Effets directs

**1- Métabolisme protéique** : elle favorise la synthèse des protéines en diminution de la quantité d'acides aminés libres dans le plasma.

**2- Métabolisme lipidique** : elle favorise la mobilisation des réserves lipidiques (hydrolyse des lipides) en augmentant la quantité d'acides gras libres dans le plasma utilisés à des fins énergétiques.

### 2- Effets indirects

L'hormone de croissance GH n'agit pas directement sur les cartilages des os. Elle est en fait transportée par voie sanguine jusqu'aux cellules du foie (cellules hépatiques), où elle vient se fixer sur un récepteur spécifique. Cela stimule la formation de l'IGF1 hormone polypeptidique. Cette dernière, stimule la formation du cartilage et la croissance squelettique.

Une déficience en GH entraîne une diminution de la masse maigre, une augmentation de la masse grasse, un arrêt de la croissance des cartilages et des os qui entraîne à un nanisme harmonieux.

## II- Rôle de la TSH dans la croissance

(Activité 4, 5 et 6)

La TSH est une hormone polypeptidique sécrétée la partie antérieure de l'hypophyse, sous l'effet d'une hormone hypothalamique appelée Thyroïlibérine (TRH). La TSH agit sur la thyroïde favorisant ainsi la sécrétion d'hormones thyroïdiennes principalement T3 et T4 dont les effets sont :

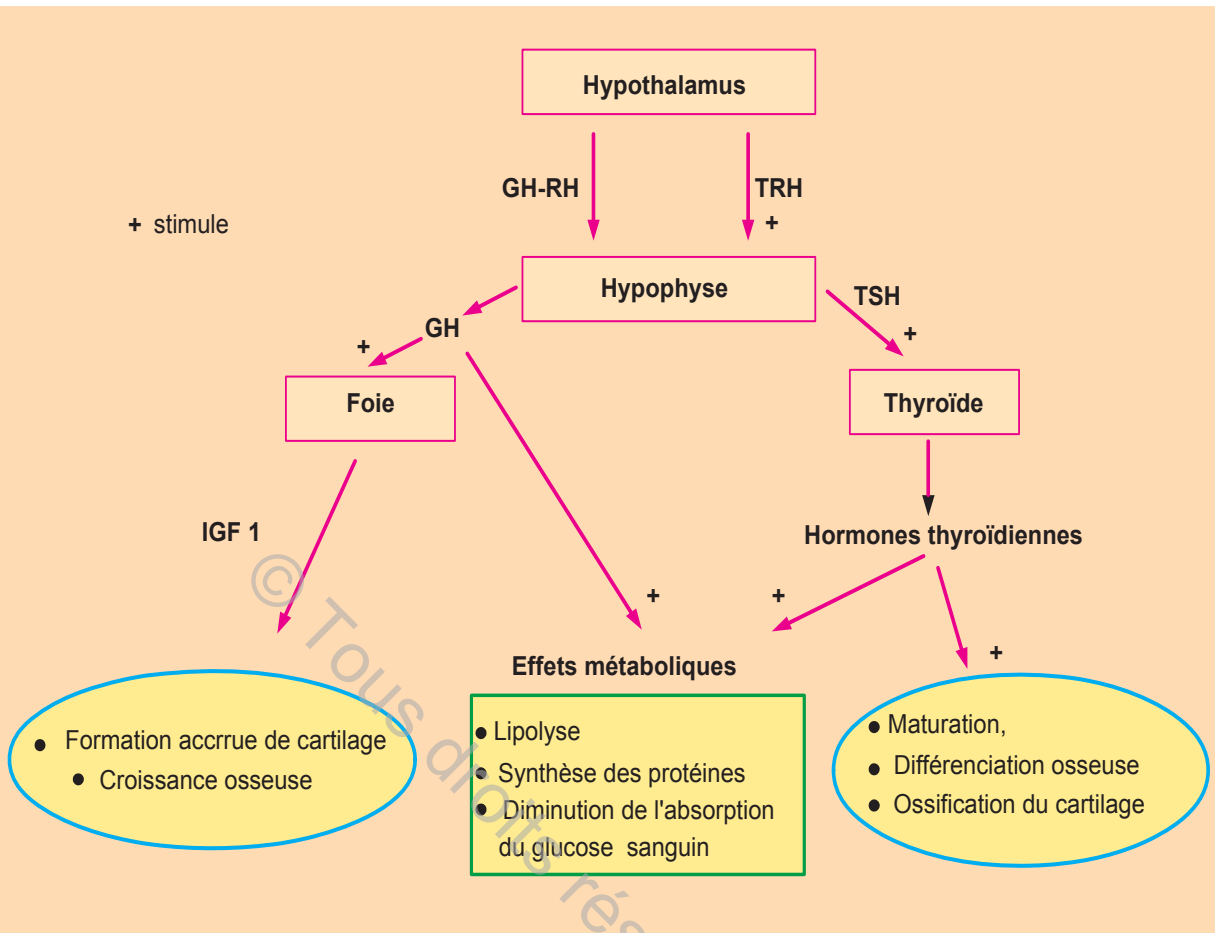
### 1- Effets métaboliques

Les hormones thyroïdiennes agissent sur l'organisme pour augmenter le métabolisme de base, agir sur la synthèse des protéines et l'hydrolyse des lipides pour augmenter le taux d'acides gras dans le sang (lipolyse). Par conséquent, elles accroissent la consommation de l'organisme en énergie et en oxygène.

### 2- Effets sur les os

Durant la période postnatale, les hormones thyroïdiennes deviennent indispensables à la croissance et continuent à contrôler la maturation et la différenciation osseuses ainsi que l'ossification du cartilage.

Une déficience en HT durant l'enfance, entraîne une hypothyroïdie qui aboutit à un nanisme dysharmonieux.



**Schéma de synthèse du contrôle hormonal de la croissance chez l'Homme**

## Questions à choix multiples

Chacun des items comporte une ou plusieurs réponses correctes. Repérez pour chaque item la (ou les) bonne(s) réponse(s).

- 1- **La GH :**
  - a- est sécrétée par la posthypophyse
  - b- est un précurseur des IGF
  - c- est sécrétée à des taux constants durant la vie
  - d- agit sur plusieurs cellules cibles
  
- 2- **la TSH :**
  - a- est directement responsable de la croissance
  - b- a des effets complémentaires à ceux des Hormones Thyroïdiennes
  - c- agit en synergie avec la GH
  - d- stimule les cellules hépatiques
  
- 3- **Durant la phase Pré- pubertaire :**
  - a- un déficit en IGF entraîne un nanisme harmonieux
  - b- les hormones de croissance augmentent progressivement
  - c- un excès de GH induit une augmentation de la masse grasse
  - d- une hypothyroïdie peut être causée par la déficience des hormones thyroïdiennes
  
- 4- **les HT et la GH :**
  - a- ont des effets sur l'os et le cartilage seulement
  - b- présentent des effets directs et indirects
  - c- stimulent la lipolyse et la synthèse protidique
  - d- sont commandés par l'hypothalamus

## Questions à réponses ouvertes et courtes

### Exercice

On réalise des prélèvements chez 3 sujets présentant des troubles de croissance. Ces prélèvements visent à démontrer la présence ou l'absence des hormones GH et TSH. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

Sujet	GH	TSH	Symptômes
Sujet1 (normal)	+	+	croissance normale
Sujet2	-	-	- déficit statural sévère -taille inférieure à la moyenne -métabolisme réduit
Sujet 3	+	Taux faible	- un retard de croissance - faiblesse/fatigue
Sujet 4	+	+	-métabolisme normal - taille réduite (croissance limitée des os)

(+) : présence de l'hormone

(-) : absence de l'hormone

1/ **Analyser** les résultats de chaque prélèvement en vue de :

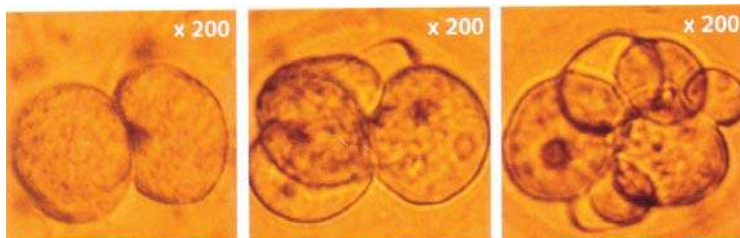
- **proposer** une hypothèse expliquant les symptômes des sujet 2/ 3 et 4.
- **proposer** un traitement (si possible) pour les individus 2/3 et 4.

2/ **Expliquer** les symptômes du sujet 3.

3/ A partir de ces données et de vos connaissances **proposer** un schéma de synthèse qui résume les relations hormonales assurant une croissance et un métabolisme optimaux.

© Tous droits réservés au CNP

# MECANISME BIOLOGIQUE DE LA CROISSANCE : LA MITOSE



Multiplication de la cellule embryonnaire

La plupart de nos cellules ont une durée de vie limitée : trois mois pour les globules rouges, trois à cinq jours pour les cellules de l'intestin grêle, trente jours pour les cellules de la peau. Le remplacement des cellules mortes est possible. La croissance en taille et en poids de nos organes est assurée par une augmentation en nombre de leurs cellules.

La cellule œuf résultant de l'union d'un gamète femelle et d'un gamète mâle constitue la première cellule de l'individu. Après la fécondation, la cellule œuf se divise pour donner un individu formé de  $10^{17}$  cellules.

Les cellules nouvellement obtenues ont un aspect comparable à celui de la cellule initiale. Les caractéristiques semblent être conservées au cours des générations cellulaires.

**Quels sont les principaux constituants de la cellule et leurs fonctions ?**

**Quel est le mécanisme biologique de la croissance chez l'homme ?**

**Qu'est ce qu'un chromosome et quelles sont ses particularités ?**

**Qu'est ce qu'un caryotype et quelles sont ses particularités ?**

### Objectifs :

- **Rappeler** les constituants de la cellule animale et leurs fonctions.
- **Identifier** les étapes de la mitose.
- **Dégager** la notion de reproduction conforme.
- **Identifier** les différents types de chromosomes.
- **Identifier** le caryotype de la cellule animale.
- **Analyser** des documents.
- **Réaliser** des expériences.
- **Réaliser** des schémas d'observation microscopique.

### Pré-requis :

- Notion de cellule
- Notion d'hormone

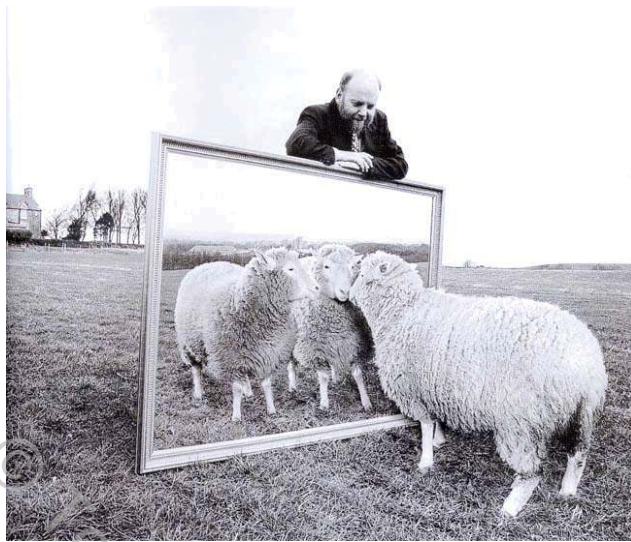
## CHAPITRE



## SOMMAIRE

Partie 1 : Mécanisme de la reproduction conforme : la mitose .....	P 185
Partie 2 : Chromosomes : nombre, forme, structure et composition chimique.	P 190
Bilan .....	P 194
Exercices .....	P 197

## PARTIE 1 Mécanisme de la reproduction conforme : la mitose



Dolly est une brebis célèbre qui, depuis sa naissance, a beaucoup fait parler d'elle... Elle fut obtenue à partir d'une cellule de glande mammaire d'une brebis adulte âgée de 6 ans dont elle est la copie conforme. Ce fut le 2 avril 1996, qu'une équipe de chercheurs écossais (Ian Wilmut et Keith Campbell) a réussi cette manipulation.

C'est en hommage à Dolly Parton, chanteuse américaine que cette brebis a eu ce nom.

**Quel est le mécanisme qui est à l'origine de cette conformité ?**

### 1- Rappel de la notion de cellule

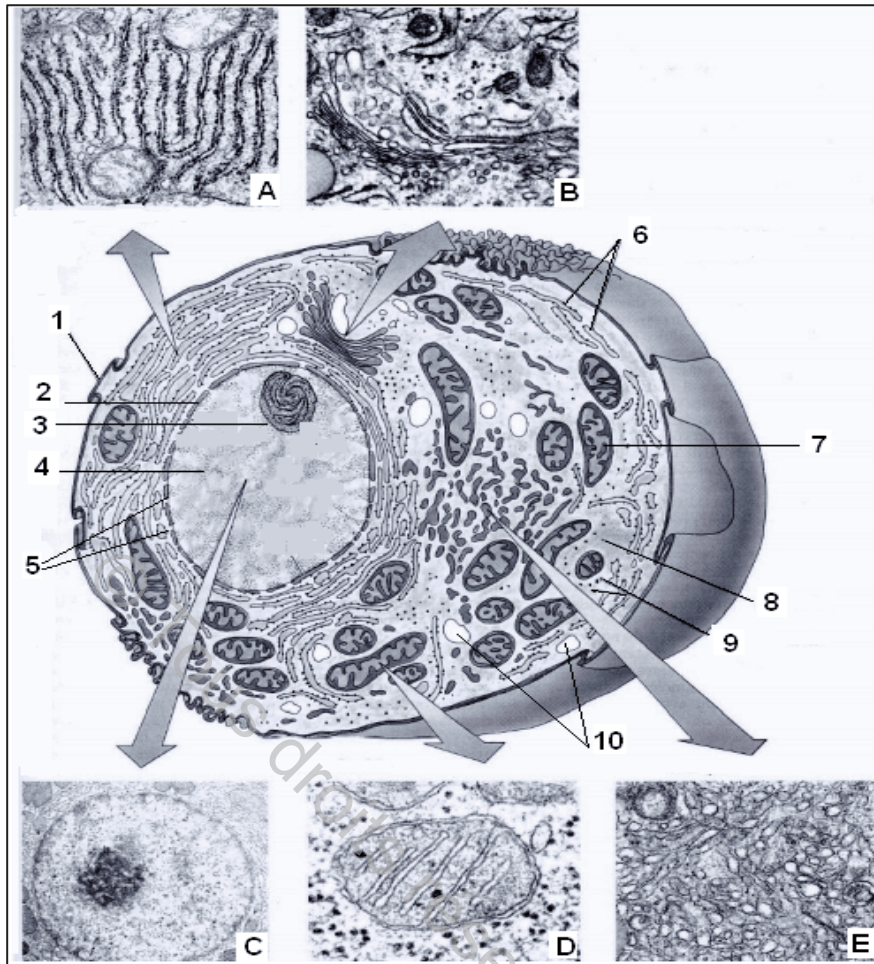
De la bactérie à l'Homme, on est tous issus d'une unité structurale nommée « **Cellule** » qui, par augmentation de son nombre, assure la croissance et le renouvellement des tissus.

Malgré leur étonnante diversité de forme, de taille et de fonction, les cellules animales, végétales et bactériennes partagent des caractères communs.

### Activité 1

Le microscope électronique a révélé l'ultrastructure de la cellule. On observe une grande variété d'organites : éléments caractérisés par une forme et une fonction précise à l'intérieur d'une cellule.

Le document 1 représente l'ultrastructure vue en trois dimensions d'une cellule animale.



## 1- Ultrastructure de la cellule animale

### Tâche 1

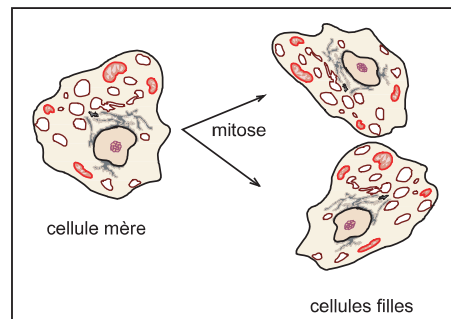
- 1- **Annoter** le document 1 (flèches de 1 à 10).
- 2- **Identifier** les éléments A, B, C, D et E du document 1.
- 3- **Faire correspondre** les éléments A, B, C, D et E aux chiffres 1, 2....jusqu'à 10.
- 4- **Représenter**, par des schémas d'interprétation légendés, les structures désignées par les lettres allant de A à E.
- 5- **Rappeler** leurs fonctions respectives.

## 2- Mitose

### 2-1- Mitose et maintien des caractéristiques des cellules

#### Activité 2

On cultive dans un milieu approprié une cellule animale pendant plusieurs heures. Le résultat obtenu est présenté dans le document 2.



### 2- Cellules filles issues d'une cellule mère

## Tâche 2

**1- Comparer** la forme et les constituants des deux cellules filles à ceux de la cellule mère représentée dans le document 2.

**2- Proposer** une hypothèse **expliquant** l'obtention des deux cellules filles à partir d'une cellule mère et la conservation de ses caractères.

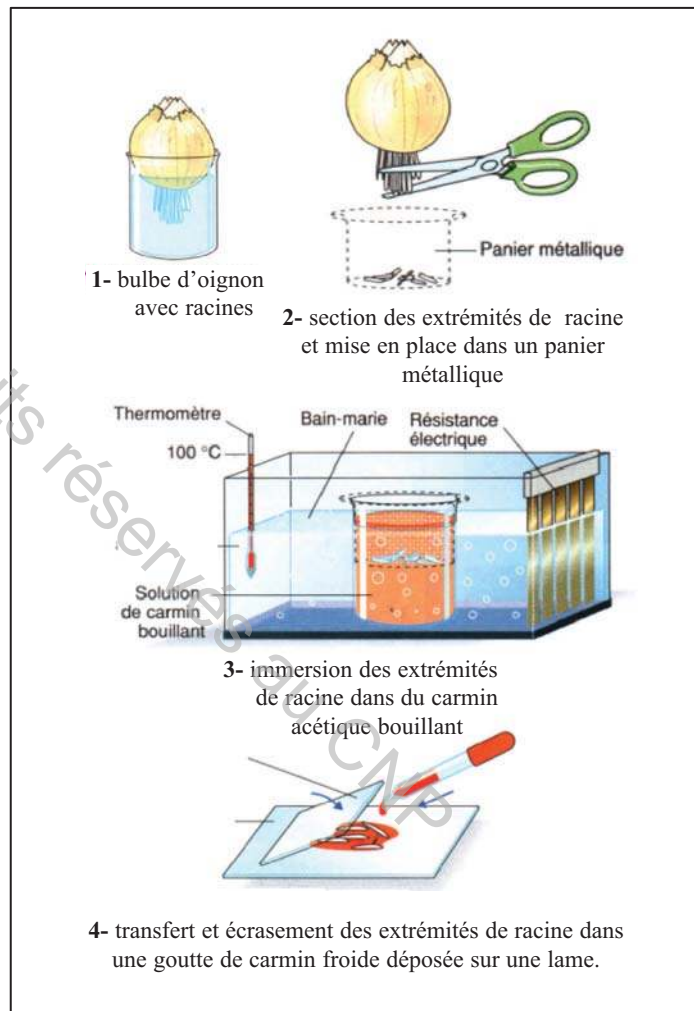
### 2.2- Observation des cellules en division

Il est plus facile d'observer des cellules végétales en division. Des zones spécialisées localisées à l'extrémité des tiges ou des racines, appelées méristèmes, assurent la production de nouvelles cellules et par conséquent la croissance en longueur de ces organes.

### Activité 3

#### Protocole expérimental

- Faire germer des bulbes d'oignon ou d'ail sur un flacon rempli d'eau. Dès que les racines mesurent 1 à 3cm, placer le flacon au réfrigérateur pendant 2 jours.
- Prélever, avec une paire de ciseaux, 1cm de l'extrémité des racines de bulbe d'oignon ou d'ail.
- Faire bouillir, en aérant la salle, une solution de carmin acétique (colorant spécifique des noyaux).
- Plonger les pointes des racines dans la solution de carmin acétique bouillant durant une minute.
- Retirer et transférer les pointes des racines, à l'aide d'une pince fine, sur une lame de verre puis ajouter une à deux gouttes de carmin acétique froid.
- Placer une lamelle sur les fragments, la recouvrir d'un carré de papier filtre et écraser délicatement afin de bien dissocier les cellules.
- Jeter le papier et observer la préparation au microscope optique à divers grossissements.



### 3- Réalisation de la préparation

## Tâche 3

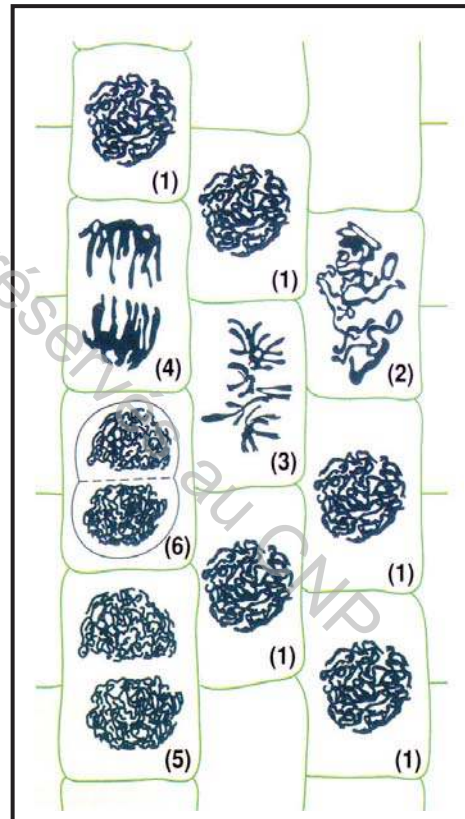
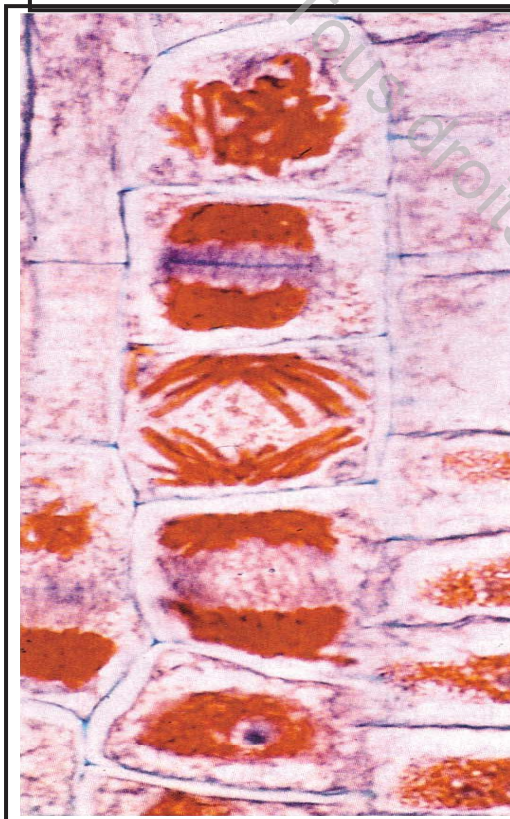
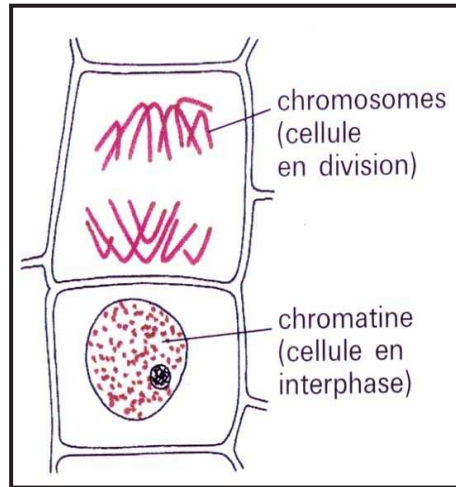
**1- Réaliser** la manipulation comme indiqué dans le protocole expérimental du document 3.

**2- Schématiser** quelques cellules en division.

**3- Décrire** l'aspect des cellules en division (limites du noyau, position des chromosomes dans la cellule,...).

## Activité 4

Le document 4 montre des photographies d'observations microscopiques de cellules de la racine d'oignon en division et leurs schémas d'interprétation.



4a- Observations microscopiques

4b- Schémas d'interprétation

### 4-Observation microscopique de cellules végétales en division

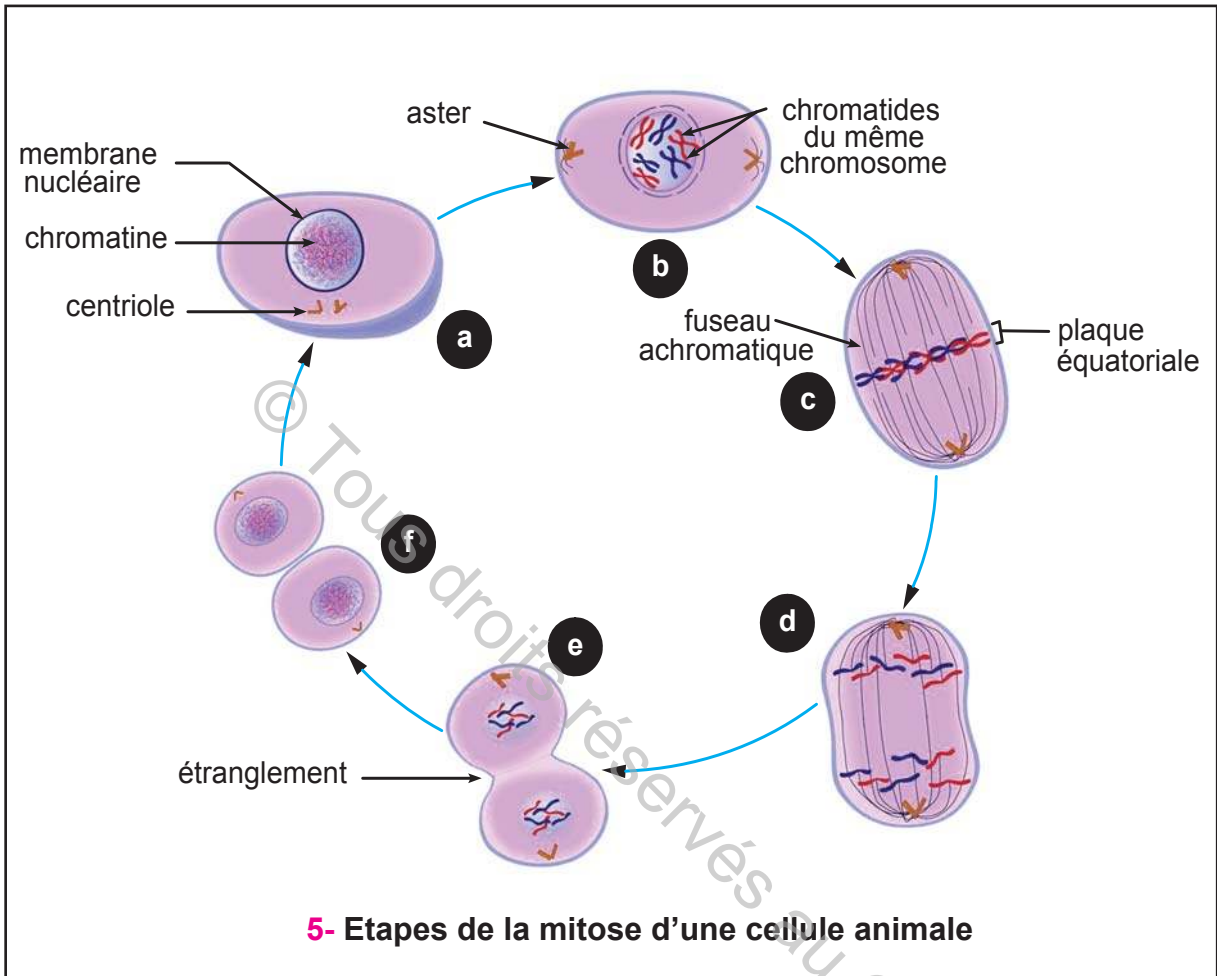
## Tâche 4

- 1- **Repérer**, dans le document 4, laquelle (ou lesquelles) des cellules que vous avez schématisé et (sont) décrite(s).
- 3- **Proposer** une chronologie des évènements des cellules du document 4b.

## 2.3- Etapes de la mitose de la cellule animale

### Activité 5

Le document 5 résume les étapes de la division d'une cellule animale.



a : cellule en interphase ; b : prophase ; c : métaphase ; d : anaphase ;  
e : télophase (début) ; f : deux cellules filles (fin télophase)

### Tâche 5

- 1- **Décrire** les étapes de la mitose du document 5
- 2- **Représenter** la métaphase et l'anaphase d'une cellule animale à six chromosomes.
- 3- **Comparer** le nombre de chromosomes de la cellule mère à celui des deux cellules filles.
- 4- **Dégager** l'importance de la mitose.

## PARTIE 2 Chromosomes : nombre, forme, structure et composition chimique

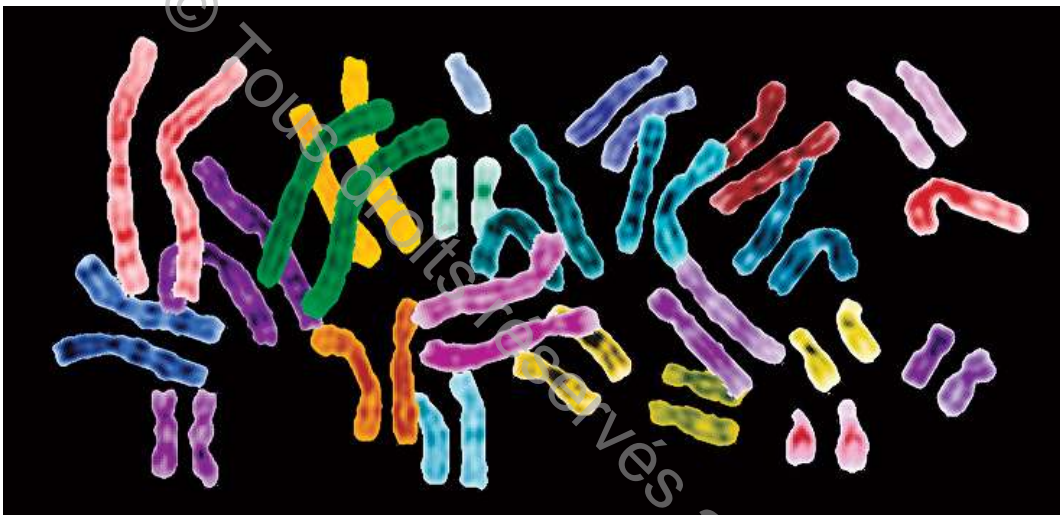
Les premières observations des chromosomes remontent à la fin du XIXe siècle. Il a fallu attendre les années 60 pour que les techniques de préparation permettent de les analyser en détail individuellement.

**Quelles sont les principales particularités des chromosomes (nombre, forme, structure, et composition chimique) ?**

### 1- Forme et nombre des chromosomes

#### Activité 1

Dans le but de décrire les chromosomes, des techniques de coloration ont été réalisées. Le document 1 montre des chromosomes colorés et observés au microscope.



1- Chromosomes colorés et observés au microscope

#### Tâche 1

- 1- **Comparer** la forme et la taille des chromosomes présentés dans le document 1.
- 2- **Représenter** de manière simplifiée, un chromosome parmi ceux figurants dans le document 1.

### 2- Composition chimique et structure des chromosomes

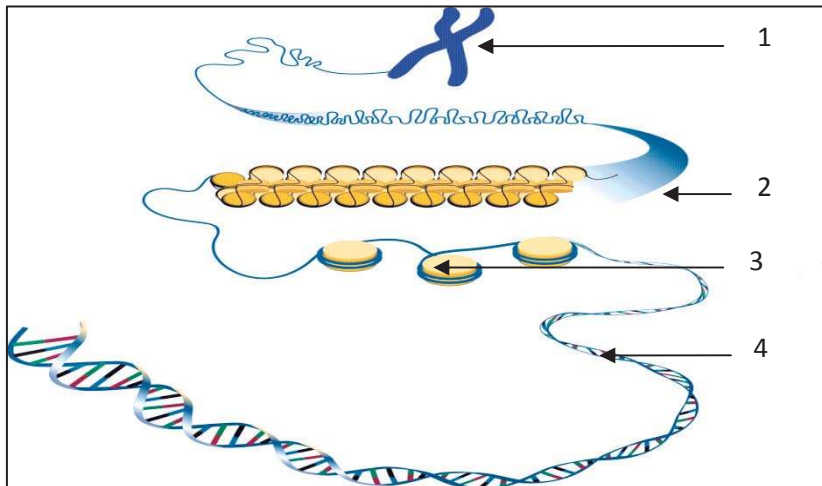
#### Activité 2

Le chromosome métaphasique est formé de deux chromatides. Observée au microscope électronique, chaque chromatide est formée d'une molécule d'ADN enroulée autour de protéines particulières appelées histones donnant ainsi l'aspect de "collier de perles". Chacune de ces perles est un nucléosome.

L'ADN (acide désoxyribonucléique) est constitué de deux chaînes (ou brins), enroulées l'une autour de l'autre en une double hélice. Chaque brin est constitué d'un assemblage de nucléotides (base azotée-désoxyribose-acide phosphorique)

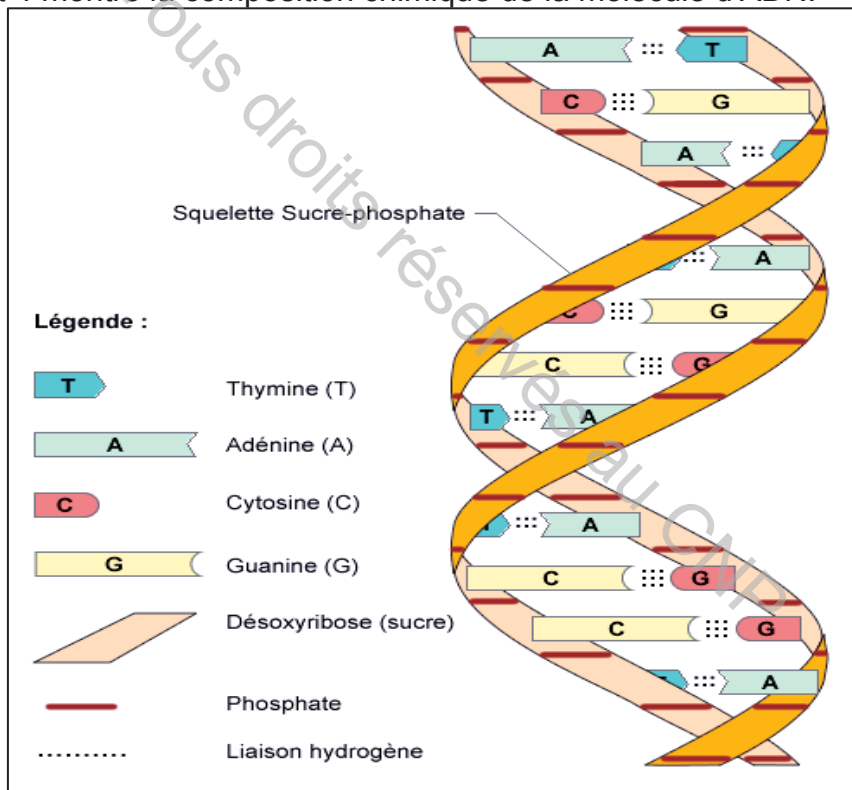
#### 2- Composition chimique du chromosome

Le document 3 montre la structure et l'ultrastructure du chromosome humain.



3- Ultrastructure du chromosome

Le document 4 montre la composition chimique de la molécule d'ADN.



4- Composition chimique de l'ADN

## Tâche 2

- 1- **Exploiter** les données du document 2 en vue d'annoter le document 3.
- 2- A, T, C et G sont les premières lettres correspondant aux noms des quatre bases azotées entrant dans la composition de l'ADN.
  - a- **préciser**, à partir des données du document 4, comment se fait l'agencement de ces bases azotées au niveau de la molécule d'ADN.
  - b- **donner** la composition de la molécule d'ADN.

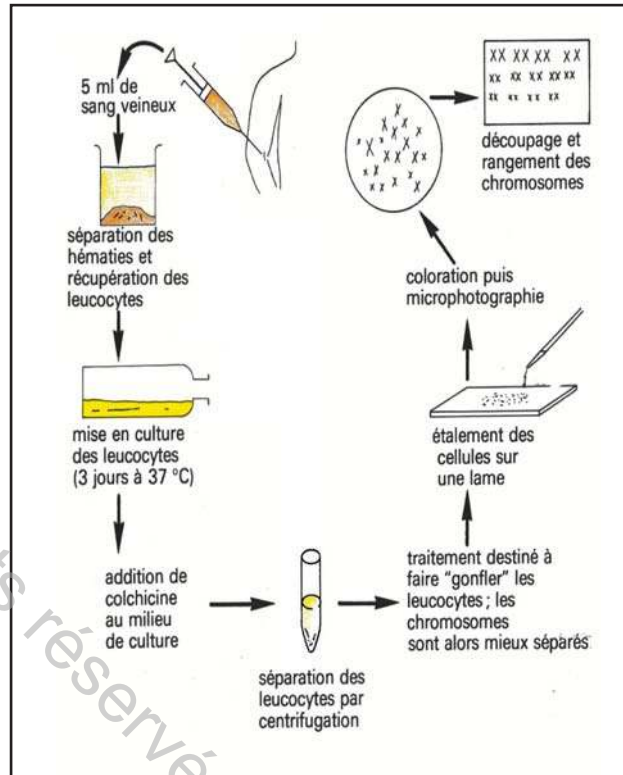
### 3- Caryotype

#### 3.1- Technique de réalisation d'un caryotype

##### Activité 3

Le document 5 précise la technique de réalisation d'un caryotype.

La colchicine, est une substance chimique qui a la particularité de bloquer la division cellulaire en métaphase.

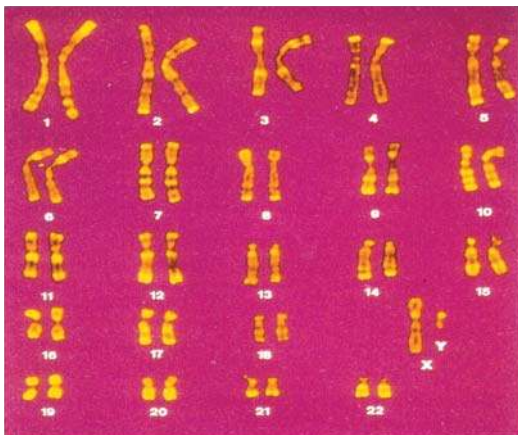


##### 5a- Réalisation d'un caryotype

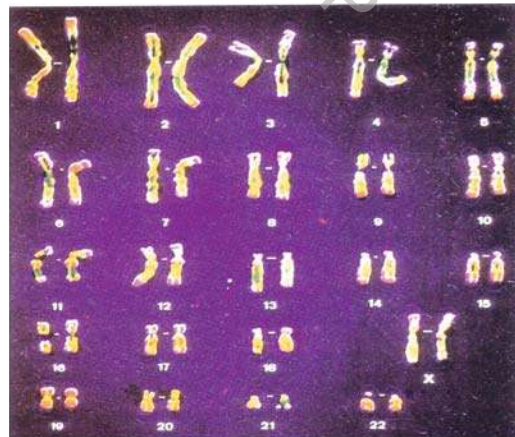
##### 5b- Les étapes de réalisation d'un caryotype

##### 5-Technique de réalisation d'un caryotype

Le document 6 présente les caryotypes de l'homme et de la femme.



6a- Caryotype de l'homme



6b- Caryotype de la femme

##### 6-Caryotype humain

### Tâche 3 :

- 1- **Reproduire** les principales étapes de réalisation d'un caryotype.
- 2- **Exploiter** les données fournies par les documents 5 et 6 pour **définir** le caryotype.
- 3- **Compléter** le tableau comparatif suivant à partir des données du document 6.

	homme	femme
Nombre de paires de chromosomes		
Chromosomes identiques chez les deux sexes		
Chromosomes propres à chaque sexe		

4- Sachant que les chromosomes identiques chez les deux sexes sont appelés des **autosomes** et que les chromosomes différents chez les deux sexes sont dits **chromosomes sexuels** ou **hétérochromosomes**, **écrire** la formule chromosomique des deux sexes de la manière suivante : nombre de paires d'autosomes+nombre de paires de chromosomes sexuels puis sous la forme de  $2n$ =nombre de paires de chromosomes avec « n » représentant le nombre de chromosomes différents.

5- **Préciser** l'origine des chromosomes constituant chaque paire de chromosomes représentée dans un caryotype.

### 3.2- Le caryotype est caractéristique de l'espèce

#### Activité 4 :

Le document 7 est un tableau qui précise le nombre de chromosomes chez d'autres espèces de Mammifères.

espèce	Nombre de chromosomes
Chimpanzé	48
Vache	60
Chat	38
Cheval	64
Souris	40
Ane	66
Rat	42
Chien	78
lapin	44

#### 7- Nombre de chromosomes de certaines espèces de Mammifères

#### Tâche 4 :

**Exploiter** les données fournies par le document 7 afin de **déduire** une caractéristique qui définit l'espèce.

## 1- MECANISME DE LA REPRODUCTION CONFORME : LA MITOSE

### I- Rappel de la notion de cellule

(Activité 1)

La cellule est une entité structurale constituée d' :

- un cytoplasme entouré d'une membrane cytoplasmique.
- un noyau entouré d'une membrane nucléaire.

Le microscope électronique permet d'observer dans le détail, les organites présents dans la cellule :

\* **Le noyau** est délimité par une enveloppe nucléaire percée de pores. Le **nucléoplasme** contient des amas colorés : **la chromatine**, et un (ou des) **nucléole(s)**.

\* **les mitochondries** : organites cylindriques délimités par une double membrane. La membrane interne présente des replis ou crêtes. **Les mitochondries** dégradent les substances organiques en présence d'oxygène pour fournir l'énergie nécessaire au fonctionnement de la cellule. Elles sont le siège de la respiration cellulaire.

\* **l'appareil de golgi** : petits sacs aplatis émettant des vésicules permettant le stockage et l'émission de substances à l'extérieur par exocytose.

\* **le réticulum endoplasmique** (lisse et rugueux) : forme un réseau de membranes internes en continuité avec la membrane nucléaire. Des petits grains appelés ribosomes sont accolés au réticulum endoplasmique. Le réticulum endoplasmique assure le transport des protéines synthétisées au niveau des ribosomes.

\* **les ribosomes** : organites formés par deux sous unités : la grande et la petite sous-unité, lieux de synthèse protéique. Certains sont libres dans le cytoplasme et d'autres sont accolés au réticulum endoplasmique rugueux.

\* **le centrosome** : formé de deux centrioles, organites spécifiques des cellules animales intervenant dans les divisions des cellules.

### II- Mitose

(Activités 2, 3, 4 et 5)

Une cellule qui se divise par mitose donne naissance à deux cellules filles identiques entre elles et à la cellule initiale ou cellule mère qui leur a donné naissance (même aspect, mêmes organites, même nombre de chromosomes). La conservation des caractéristiques des cellules implique la transmission d'informations de la cellule mère aux deux cellules filles lors de mitose. Ce phénomène est à l'origine de la croissance.

La mitose est un phénomène continu qui dure une à trois heures. La disposition des chromosomes permet de distinguer quatre phases : la **prophase**, la **métaphase**, l'**anaphase** et la **télophase**.

### \*La prophase :

C'est la phase la plus longue (15 à 60 minutes). Elle est caractérisée par :

- la condensation de la chromatine sous forme de filaments, les chromosomes. Chaque chromosome est formé de 2 chromatides reliés par un centromère.
- la disparition de l'enveloppe nucléaire et du nucléole.
- le centrosome se dédouble en deux centrosomes fils. Chaque centrosome s'entoure de fibres formant un aster. Chaque aster migre vers un pôle de la cellule.
- l'apparition entre les deux pôles de la cellule, d'un fuseau de division ou **fuseau achromatique** constitué de fibres.

En fin de prophase, les chromosomes sont rattachés par leurs **centromères** aux fibres du fuseau permettant leur mouvement.

\***La métaphase** : (quelques minutes). Elle est caractérisée par la condensation maximale des chromosomes. Leurs centromères sont disposés à l'équateur du fuseau de division. L'ensemble des chromosomes forme une figure appelée **plaque équatoriale**.

\***L'anaphase** : (2 à 3 minutes). Elle est caractérisée par la séparation des chromatides de chaque chromosome après clivage du centromère. Deux lots identiques de chromosomes à une chromatide migrent en sens opposé vers chaque pôle de la cellule.

\***La télophase** (30 à 60 minutes). Elle est caractérisée par :

la décondensation des chromosomes en chromatine.

la formation d'une enveloppe nucléaire autour de chaque lot de chromosomes.

la disparition du fuseau de division.

l'obtention de deux cellules filles par le partage du cytoplasme.

Ainsi, chaque cellule fille issue de la mitose hérite le même nombre de chromosomes et les mêmes organelles que la cellule initiale ou cellule mère.

## 2- CHROMOSOMES : NOMBRE, FORME, STRUCTURE ET COMPOSITION CHIMIQUE

### I- Nombre et forme des chromosomes

(Activité 1)

Dans le noyau d'une cellule qui a entamé son processus de division, on peut observer, au microscope, des structures denses et épaisses, les **chromosomes**.

Le chromosome est formé de 2 "bras" ou **chromatides** réunies par une constriction appelée centromère, assurant sa fixation sur les fibres du fuseau de division.

La forme des chromosomes est variable : en bâtonnet, en V.

## II- Structure et composition chimique du chromosome

(Activité 2)

Les chromosomes représentent la forme compactée de la molécule d'ADN, associée à des protéines particulières : les **histones**.

Les histones forment, avec la double hélice d'ADN un "collier de perles" dont chacune de ces perles est un nucléosome.

L'ADN est constitué de deux chaînes (ou brins), comme une échelle, enroulées l'une autour de l'autre en une double hélice. L'ADN est un assemblage de nucléotides dont chacun est formé par l'association d'une base azotée (A, T, C et G), un sucre (le désoxyribose) et un acide phosphorique.

## III- Caryotype

(Activité 3 et 4)

La réalisation d'un caryotype nécessite les étapes suivantes :

- Séparation des hématies et récupération des leucocytes.
- Mise en culture des leucocytes pendant trois jours à 37°C.
- Addition de colchicine au milieu de culture bloquant les cellules au stade de métaphase.
- Séparation des leucocytes par centrifugation.
- Traitement destiné à faire « gonfler » les cellules séparant ainsi les chromosomes.
- Eclatement des cellules sur lame.
- Coloration puis microphotographie des chromosomes.
- Découpage et réarrangement des chromosomes.

Le caryotype est la représentation photographique de l'ensemble des chromosomes présents dans les cellules d'une espèce donnée. Les chromosomes sont classés selon leur taille et la position de leurs centromères.

Les cellules somatiques humaines comprennent  $2n$  chromosomes, ( $n$  étant le nombre de paires de chromosomes)

La formule chromosomique de l'Homme est  $2n = 46$  chromosomes.

- Chez la femme,  $2n = 44$  autosomes + XX (chromosomes sexuels ou hétérosomes)
- Chez l'homme,  $2n = 44$  autosomes + XY (chromosomes sexuels)

Le caryotype est une caractéristique qui définit l'espèce.

## Questions à choix multiple

Chacun des items comporte une ou plusieurs réponses correctes. Repérez pour chaque item la (ou les) bonne(s) réponse(s).

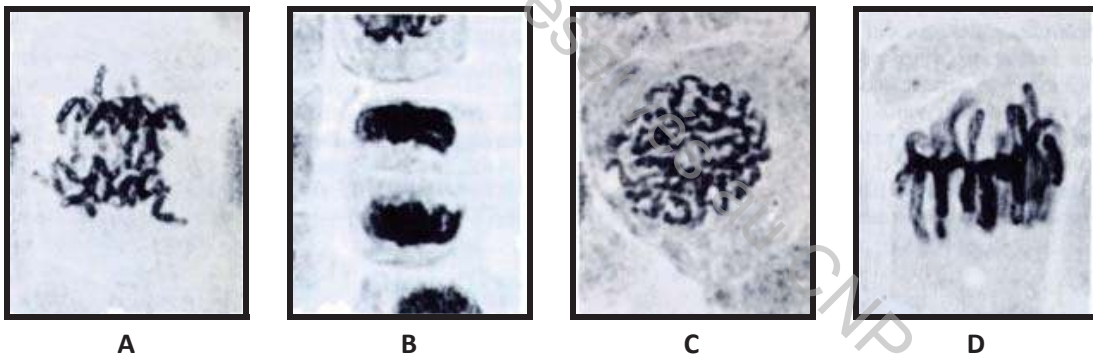
- 1- **La mitose est un mécanisme cellulaire qui :**
  - a- assure la croissance des organes.
  - b- permet la diversité des individus.
  - c- est caractérisé par sa discontinuité.
  - d- intervient dans le renouvellement des cellules de l'organisme.
- 2- **L'anaphase est la phase de la mitose au cours de laquelle :**
  - a- se forment les asters.
  - b- se séparent les cellules filles.
  - c- les chromosomes ont deux chromatides.
  - d- les chromatides migrent vers les deux pôles de la cellule.
- 3- **Le caryotype comporte l'ensemble des chromosomes qui :**
  - a- définissent l'espèce.
  - b- varient en nombre selon l'espèce.
  - c- sont obtenus par blocage à la colchicine des cellules en anaphase.
  - d- sont obtenus par blocage à la colchicine des cellules en métaphase.
- 4- **Une cellule en anaphase montre au niveau de chaque pôle :**
  - a-  $n$  chromosomes.
  - b-  $2n$  chromosomes.
  - c-  $n$  chromosomes à deux chromatides.
  - d-  $n$  chromosomes à une seule chromatide.
- 5- **Au cours de l'interphase :**
  - a- les chromosomes sont visibles.
  - b- les chromosomes se dédoublent.
  - c- les chromosomes sont condensés.
  - d- le fuseau achromatique commence à se former.
- 6- **Les bases azotées constitutives de la molécule d'ADN sont :**
  - a- l'adénosine, la guanine, l'uridine et la cytosine.
  - b- l'adénine, la guanine, la thymine et la cytosine.
  - c- l'adénosine, la guanine, la thymine et la cytosine.
  - d- la cytosine, la méthionine, la thymine et la cytosine.
- 7- **Le chromosome :**
  - a- est formé d'une molécule d'ADN.
  - b- est formé d'un ensemble de nucléosomes.
  - c- atteint une condensation maximale lors de la prophase.
  - d- atteint une condensation maximale lors de la métaphase.

- 8- Chez l'espèce humaine,  $2n=46$  signifie que :
- a- 23 est le nombre des chromosomes des cellules sexuelles.
  - b- 46 est le nombre total des chromosomes de l'organisme.
  - c- 46 est le nombre des chromosomes par cellule.
  - d- 23 est le nombre de paires d'autosomes.
- 9- La cellule humaine en métaphase comporte :
- a- 23 chromosomes
  - b- 46 chromatides
  - c- 46 chromosomes
  - d- 92 chromatides
- 10- Le caryotype de l'homme se distingue de celui de la femme par :
- a- le nombre des chromosomes sexuels
  - b- le nombre des autosomes
  - c- la forme des autosomes
  - d- la forme des chromosomes sexuels.
- 11- L'ADN est un polymère :
- a- de nucléotides.
  - b- d'acides phosphoriques.
  - c- de bases azotées.
  - d- de désoxyriboses

### Questions à réponses ouvertes et courtes

#### Exercice 1 :

Le document 1 présente quelques étapes de la mitose observées sur des cellules animales.



Document 1

1- Reproduisez le tableau suivant sur votre copie que vous complétez par ce qui convient.

Cellules	Phases de la mitose	Justification
A		
B		
C		
D		

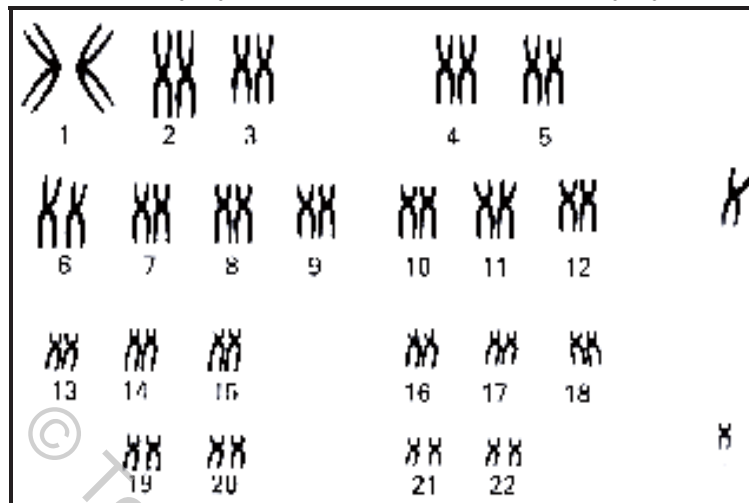
2- Classez ces cellules selon un ordre chronologique logique de déroulement de la mitose.

3- En partant d'une cellule mère  $2n=6$ , réaliser un schéma annoté de la phase A.

4- Rappeler l'intérêt de la mitose.

## Exercice 2 :

L'amniocentèse est une technique qui permet au médecin de prélever des cellules de l'embryon afin d'établir son caryotype. Le document 1 est un caryotype d'un embryon.



Document 1

1. **Décrivez** le caryotype présenté dans le document 1.
2. Précisez s'il correspond u caryotype d'un garçon ou d'une fille. Justifiez votre réponse.
3. Précisez le stade de la division cellulaire qui nous permis d'obtenir un tel document. Justifiez votre réponse.
4. Rappeler la technique d'obtention d'un tel document.

## Exercice 3

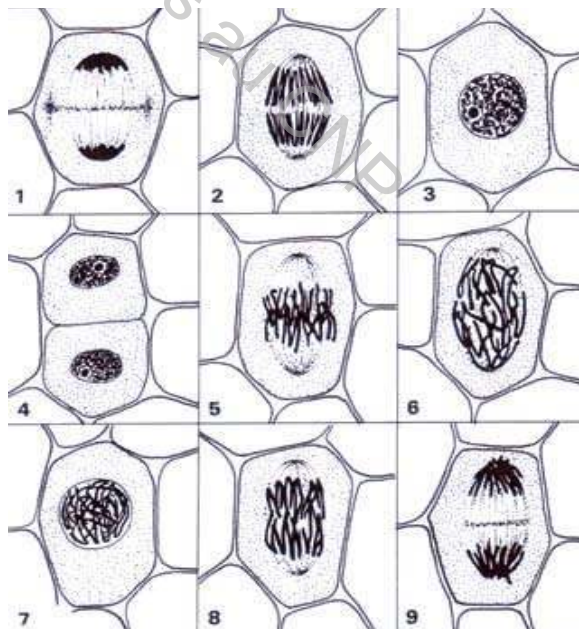
On étudie des cellules en division dans l'extrémité d'une racine d'Ail. On observe divers aspects que l'on schématise au fur et à mesure de leur découverte.

On obtient ainsi une série de croquis numérotés de 1 à 9 placés en désordre dans le document1.

1) **Classer**, dans l'ordre, ces différentes figures.

2) **Préciser**, pour chaque figure, la phase correspondante du cycle cellulaire tout **en justifiant** la réponse

3) **Représenter**, à l'aide d'un schéma annoté, les stades des figures 5 et 8 (prendre  $2n=4$ ).



Document 1



Une étude récente, montre qu'au fil des générations, les enfants sont plus grands que leurs parents et grandissent surtout des jambes. En 20 ans, affirme un chercheur de l'Université de Maastricht, les enfants japonais auraient gagné 10 cm de gambettes sur leurs aînés !

- L'alimentation influence-t-elle la croissance ?
- Quelles sont les effets des exercices physiques sur la croissance ?
- Quels sont les méfaits des produits dopants sur la santé ?

### Objectifs :

- **Adopter** un comportement qui favorise une bonne croissance du corps (alimentation saine, exercices physiques...)
- **Etre** conscient des méfaits des produits dopants sur la croissance.
- **Réaliser** des enquêtes.
- **Analyser** des documents.

### Pré-requis :

- Notion de ration alimentaire équilibrée chez le sportif
- Fonctions des aliments simples (glucides, lipides et protéines, sels minéraux et vitamines)
- Appareil squelettique et composition de l'os
- IMC
- Structure du muscle squelettique strié

## SOMMAIRE

Bilan .....	P 204
Exercices .....	P 205

## 1- Alimentation et croissance

Un témoignage réalisé auprès de deux jeunes enfants :

**Karim** : « Moi, je crois ce qui est bon pour la santé, c'est la viande, le poisson, les légumes, les pâtes....et voilà »

**Selma** : « Le chocolat a bon goût, mais il n'est pas très bon pour la santé. Et on ne peut pas dire que les fruits sont aussi bons que le chocolat, mais il faut quand même en manger»

**Est ce qu'il y a dans l'alimentation des éléments plus importants que d'autres pour la croissance ?**

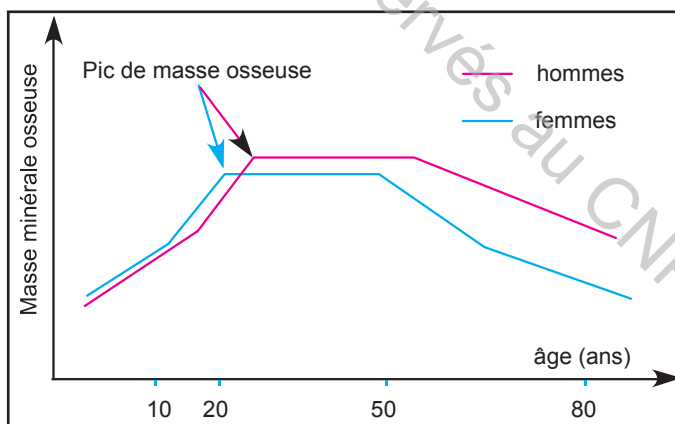
### Activité 1

Le document1 présente les apports nutritionnels conseillés en ions calcium et en vitamine D pendant la croissance.

	0-6	6-12	1-3	4-6	7-9	10-12	13-19
<b>Calcium (mg/jour)</b>	400	500	500	700	900	1200	1200
<b>Vitamine D (µg/jour)</b>	20-25	20-25	10	5	5	5	5

### 1- Apports nutritionnels conseillés en ions calcium et en vitamine D

Le document 2 montre l'évolution de la masse minérale osseuse en fonction de l'âge.



### 2- l'évolution de la masse minérale osseuse en fonction de l'âge

#### Tâche 1

**Exploiter** les données du document 1 en vue de **montrer** la variation de l'apport conseillé en calcium et en vitamine D en fonction de l'âge.

- **Préciser**, à partir d'enquêtes, de supports multimédias et autres, la relation entre le calcium et la vitamine D sur la croissance de l'os chez les jeunes.
- **Analyser** les tracés du document 2 en vue de **préciser** l'évolution de la masse osseuse en fonction de l'âge.

## Activité 2

Une expérience de mise en évidence de l'importance des protéines sur la croissance des fibres musculaires a été menée chez 5 jeunes sportifs.

Le 1<sup>er</sup> sportif reçoit une boisson non protéinée.

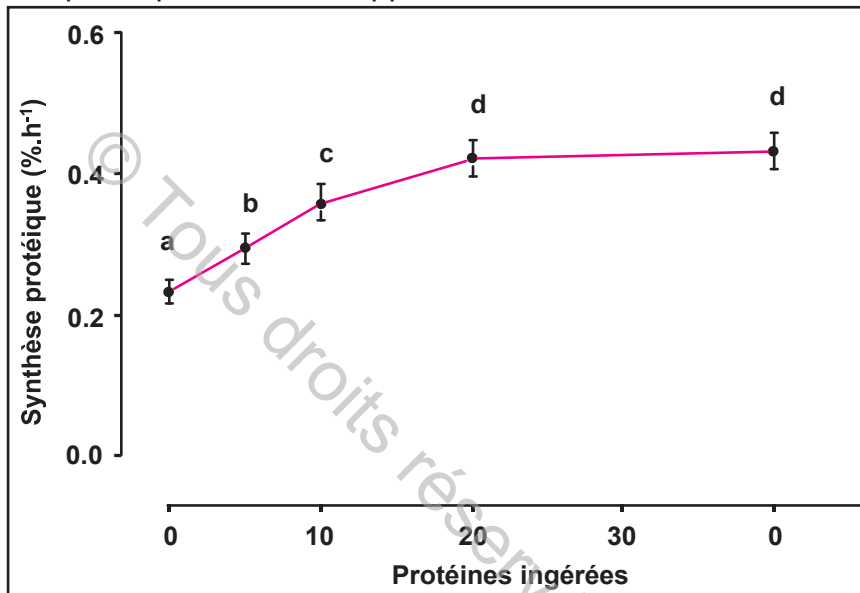
Le 2<sup>ème</sup> sportif reçoit une boisson contenant 5 grammes de protéines.

Le 3<sup>ème</sup> sportif reçoit une boisson contenant 10 grammes de protéines.

Le 4<sup>ème</sup> sportif reçoit une boisson contenant 20 grammes de protéines.

Le 5<sup>ème</sup> sportif reçoit une boisson contenant 40 grammes de protéines.

Le graphique du document 3 montre l'effet des protéines contenues dans la boisson sur la synthèse protéique et le développement musculaire.



### 3- Evolution de la synthèse protéique musculaire en fonction de la quantité de protéines ingérées.

## Tâche 2

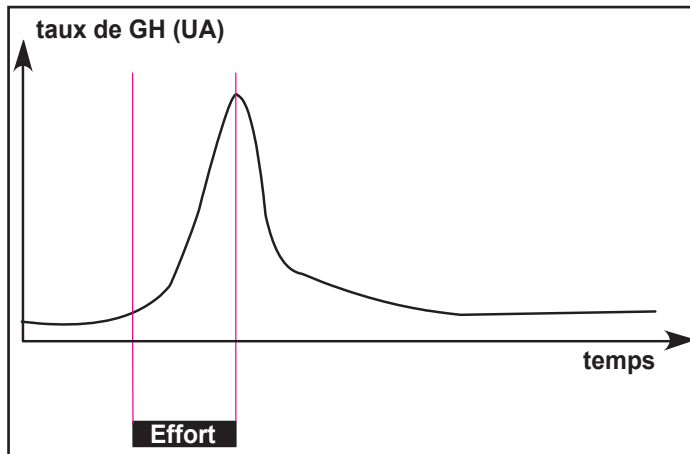
**Exploiter** les données du document 3 en vue de **montrer** le rôle des protéines dans la croissance.

## 2- Activité physique et croissance

### Activité 3

On suit l'évolution de la concentration plasmatique en GH, avant, pendant et après un exercice physique chez un jeune sportif.

Les résultats sont résumés dans le graphe du document 4.



#### 4- Evolution du taux de GH au cours de l'exercice physique

##### Tâche 3

A partir de l'**exploitation** de vos connaissances et de l'**analyse** de la courbe du document 4, **montrer** l'importance de l'exercice physique sur la croissance.

#### 3- Méfaits des produits dopants sur la croissance

##### Activité 4

On suit la croissance chez deux groupes de jeunes sportifs :

- le premier groupe ne consommant pas de produits dopants.
- Le deuxième groupe en consomme particulièrement la GH de synthèse.
- Les conséquences sur la croissance des deux groupes sont présentées dans le tableau du document 5.

	Conséquences sur la croissance
Jeunes sportifs non dopés	Croissance normale
Jeunes sportifs dopés	Troubles de croissance

#### 5- Effet des produits dopants sur la croissance

##### Tâche 4

A partir de documents variés (enquêtes, supports multimédias,...) et des données du document 5, signaler les méfaits des produits dopants sur la croissance.

## 1- Alimentation et croissance

(Activités 1 et 2)

La croissance est un allongement de l'os qui doit être par ailleurs solide. Or, l'os est constitué de protéines formant une trame sur laquelle se fixe du calcium qui lui donne sa solidité, tout ceci avec l'aide de la vitamine D qui stimule l'absorption intestinale du calcium et sa fixation sur le tissu pré-osseux. La source fondamentale de la vitamine D consiste à faire exposer l'enfant au soleil le plus possible (tout en le prévenant des coups de soleil).

Le secret de la croissance réside donc dans un apport suffisant de protéines, de calcium et de vitamine D.

## 2- Activité physique et croissance

(Activités 3)

Une séance d'exercice stimule la sécrétion de GH. Cette réponse est bénéfique pour les tissus musculaires, osseux et conjonctifs. En effet, elle assure un développement harmonieux des muscles et des os.

## 3- Méfaits des produits dopants sur la croissance

(Activités 4)

En milieu sportif, le dopage est la pratique consistant à absorber des substances ou à utiliser des actes médicaux afin d'augmenter ses capacités physiques ou mentales. Les effets secondaires communément rapportés de l'abus d'hormone de croissance consistent en une croissance anormale de certains organes.

En raison du rôle joué par l'hormone de croissance dans la stimulation de la sécrétion d'IGF1, l'usage excessif de cette hormone peut aussi provoquer des dysfonctions métaboliques

## Questions à choix multiple

Chacun des items comporte une ou plusieurs réponses correctes. Repérez pour chaque item la (ou les) bonne(s) réponse(s).

- 1- **La croissance chez le jeune nécessite :**
  - a- un apport alimentaire en calcium
  - b- un apport en calcium et en vitamine D.
  - c- une élongation des os
  - d- un développement musculaire
  
- 2- **La vitamine D**
  - a- agit directement sur la croissance des os.
  - b- facilite l'absorption intestinale du calcium.
  - c- agit indirectement sur la croissance des os.
  - d- favorise le développement musculaire.
  
- 3- **L'activité physique :**
  - a- simule la sécrétion de GH.
  - b- inhibe la sécrétion de GH.
  - c- favorise le développement musculaire.
  - d- favorise la dégradation des lipides (lipolyse).
  
- 4- **Les produits dopants :**
  - a- entraînent des troubles de croissance.
  - b- assurent une croissance optimale.
  - c- sont conseillés d'être consommés par les sportifs.
  - d- sont interdits par la loi quel que soit leurs doses.

# GLOSSAIRE

<b>ADN</b>	Molécule constitutive des chromosomes.
<b>Absorption intestinale</b>	Passage des nutriments de la lumière de l'intestin grêle dans le sang ou dans la lymphe.
<b>AAE</b>	Acide aminé essentiel que l'organisme ne peut pas synthétiser.
<b>AGE</b>	Acide gras essentiel que l'organisme ne peut pas synthétiser.
<b>Air</b>	Mélange de plusieurs gaz, essentiellement de l'azote (79 %) et de l'oxygène (21 %).
<b>Alcoolisme</b>	Est une maladie dû à la consommation de l'alcool éthylique (éthanol) contenu dans les boissons alcoolisées.
<b>Alvéole pulmonaire</b>	Petit sac situé à l'extrémité des bronchioles dans les poumons.
<b>Amylase salivaire</b>	Enzyme contenue dans la salive et qui assure l'hydrolyse de l'amidon.
<b>Anémie</b>	Faiblesse du corps liée à une difficulté respiratoire à cause d'une carence en fer ou en hémoglobine.
<b>Apport nutritionnel</b>	Quantité de matière nécessaire à la construction de l'organisme et au renouvellement cellulaire, apportée par les aliments consommés.
<b>Artère</b>	Vaisseau sanguin dans le quel le sang circule du cœur aux organes.
<b>Artériole</b>	Petite artère se divisant en très nombreux capillaires sanguins.
<b>Biosynthèse</b>	Production biologique d'un composé.
<b>Capillaire</b>	Vaisseau sanguin de petit diamètre situé dans les organes, entre artériole et veinule.
<b>Carence alimentaire</b>	insuffisance ou absence dans un organisme de nutriments indispensables à son métabolisme
<b>Carence alimentaire</b>	Manque ou insuffisance d'un élément nutritif.
<b>Cellule</b>	Unité de structure des êtres vivants.
<b>Centromère</b>	Point de jonction des deux chromatides d'un chromosome.
<b>Cholestérol</b>	Substance grasse indispensable à notre organisme. En excès, il forme des plaques qui se déposent dans la paroi des artères et peuvent les boucher.
<b>Chromosome</b>	Structure cellulaire formée d'un assemblage d'ADN et de protéines (histones)
<b>Circulation sanguine</b>	Déplacement permanent du sang à l'intérieur du cœur et des vaisseaux sanguins à travers l'ensemble du corps.
<b>Cœur</b>	Organe central de l'appareil respiratoire.
<b>Débit cardiaque</b>	Produit de la fréquence cardiaque et du volume d'éjection systolique.
<b>débit cardiaque</b>	Produit de la fréquence cardiaque et du volume d'éjection systolique.
<b>débit sanguin</b>	Volume de sang qui traverse un organe pendant une unité de temps (une minute par exemple).
<b>Débit ventilatoire</b>	Volume d'air ventilé par unité de temps;
<b>Diaphragme</b>	Muscle qui sépare la cage thoracique de l'abdomen.
<b>Diastole ventriculaire</b>	Relâchement du ventricule du cœur

<b>Diffusion</b>	Déplacement libre de molécules ou d'ions d'une zone de forte concentration vers une zone de faible concentration. La diffusion est un phénomène spontané, qui ne demande pas d'apport d'énergie
<b>Digestion</b>	Ensemble des transformations mécaniques (broyage) et chimiques subies par les aliments dans le tube digestif. Elle correspond à la simplification moléculaire des grosses molécules alimentaires en molécules simples (les nutriments) sous l'action des enzymes
<b>Division cellulaire</b>	Ensemble de phénomènes qui conduisent, à partir d'une cellule, à deux cellules identiques possédant la même information génétique que la cellule initiale. Ce mécanisme aboutit à la prolifération des cellules.
<b>Drogue</b>	Toute substance qui peut modifier la conscience ou le comportement de l'utilisateur.
<b>Eau de chaux</b>	Solution incolore et limpide qui se trouble en présence de dioxyde de carbone et permet donc d'identifier ce gaz.
<b>Eau iodée</b>	Réactif de couleur jaune-orangé qui vire au bleu-violet en présence d'amidon.
<b>Enzyme</b>	Catalyseur biologique, qui agit dans des conditions de température et de pH bien déterminées. L'enzyme agit sur un substrat spécifique.
<b>Excrétion</b>	Élimination des déchets du métabolisme.
<b>Expiration</b>	Action de chasser l'air des poumons.
<b>Fréquence cardiaque</b>	Nombre de battements du cœur en une minute.
<b>fréquence respiratoire</b>	Nombre de mouvements respiratoires (inspiration ou expiration) en une minute.
<b>Glande</b>	Organe ou tissu produisant des substances ayant des rôles variés.
<b>glande digestive</b>	Glande située dans la paroi du tube digestif ou à proximité (glandes salivaires, ...) et qui produisent le suc digestif (salive, suc gastrique,...).
<b>Glucides</b>	Groupe de substances chimiques comprenant les sucres et l'amidon et caractéristique de la matière vivante.
<b>Glucose</b>	Molécule simple de sucre, nutriment utilisable par le muscle et les organes.
<b>Hémoglobine</b>	Hétéroprotéine contenue dans les hématies, assure le transport de CO <sub>2</sub> et de l'O <sub>2</sub>
<b>Hormone</b>	Substance sécrétée par une glande et qui agit, après transport par le sang, sur des tissus situés à distance.
<b>Hygiène</b>	Ensemble des mesures, des procédés et des techniques mis en œuvre pour préserver et pour améliorer la santé.
<b>Hypophyse</b>	Glande endocrine située sous le cerveau et remplissant de nombreuses fonctions dont la régularisation de l'activité des gonades. On la qualifie parfois de "chef d'orchestre" du système endocrinien.
<b>Hypothalamus</b>	Zone du cerveau située juste au dessus de l'hypophyse; elle contient des amas de neurones sécréteurs d'hormones.
<b>Infarctus</b>	Mort d'une partie d'un organe par obstruction d'une artère assurant son irrigation.
<b>Infection</b>	Prolifération des microbes dans l'organisme et ensemble des troubles qui peuvent en résulter.
<b>Inspiration</b>	Action de faire pénétrer de l'air dans les poumons.
<b>lipides</b>	Corps gras contenant des molécules d'acides gras.
<b>Lymph</b>	Liquide incolore, naît du sang et remplit les espaces intercellulaires, mais n'y stagne pas, une partie regagne les capillaires sanguins, l'autre partie est

	drainée par les vaisseaux lymphatiques.
<b>Maladies cardio-vasculaires</b>	Maladies concernant le fonctionnement du cœur et l'état des vaisseaux dans lesquels le sang circule.
<b>Manioc</b>	Plante tropicale aux racines comestibles dont on extrait le topiaca.
<b>Matière organique</b>	Constituants chimiques caractéristiques des êtres vivants. C'est la "matière" des organes, d'où son nom. Compte tenu de sa richesse en carbone, la matière organique est appelée matière carbonée
<b>Métabolisme</b>	Ensemble des réactions chimiques de dégradation et de synthèse des molécules, qui se déroulent dans une cellule ou un organisme.
<b>Métabolite</b>	Petite molécule intracellulaire pouvant participer à de nombreuses réactions métaboliques.
<b>Milieu intérieur</b>	Lymphes canalisées + lymphes interstitielles + plasma.
<b>Mitose</b>	Division d'une cellule en deux cellules filles qui possèdent le même patrimoine génétique que la cellule-mère.
<b>Mouvement respiratoire</b>	Mouvement permettant le renouvellement de l'air dans les poumons (il comprend une inspiration et une expiration).
<b>Myocarde</b>	Muscle du cœur
<b>Myocarde</b>	Muscle épais formant les parois du cœur et qui se contracte régulièrement de façon automatique.
<b>Nucléotide</b>	Élément constitutif de la molécule d'ADN, formé de l'assemblage d'un sucre, d'un groupement phosphate et d'une base azotée. L'enchaînement des nucléotides au sein de la molécule d'ADN détermine un message.
<b>Nutriment</b>	Substance contenue dans les aliments qui est
<b>Nutriment</b>	Aliment simple assimilée directement par l'organisme (eau, vitamine, minéraux, acides aminés, oses, acides gras)
<b>Obésité</b>	Surcharge pondérale importante IMC > 30
<b>Oligoélément</b>	Élément chimique nécessaire en quantité infime dans l'alimentation.
<b>Organite</b>	Élément d'une cellule eucaryote limité par une ou des membranes.
<b>Pepsine</b>	Enzyme gastrique, elle assure l'hydrolyse des protéines en polypeptides
<b>Petite circulation</b>	Circulation sanguine entre le cœur et les poumons
<b>Plasma</b>	Partie liquide du sang contenant des substances dissoutes (nutriments.).
<b>Pollution atmosphérique</b>	Présence dans l'air de particules en suspension, liquides ou solides, ou même de certains gaz constituant, qui nuisent la santé.
<b>Rachitisme</b>	Maladie des os qui se déforment à cause d'une carence en vitamine D.
<b>Ration alimentaire</b>	Quantité et qualité d'aliments consommés pendant une journée (24 h ).
<b>Révolution cardiaque</b>	Contraction du cœur constituée d'une phase de contraction ou systole et d'une phase de relâchement ou diastole.
<b>Sang artériel</b>	Sang circulant dans les artères
<b>Sang veineux</b>	Sang circulant dans les veines
<b>Secourisme</b>	Assistance, consistant en soins d'urgence, portée aux victimes d'un accident, aux personnes dont la vie est en danger; ensemble des moyens pratiques et thérapeutiques qu'une telle assistance exige.
<b>Sérum</b>	Liquide qui se sépare du caillot après coagulation du sang (= plasma dépourvu des plaquettes).

<b>Sous-alimentation</b>	Alimentation insuffisante par rapport aux besoins.
<b>Substrat</b>	Molécule sur laquelle agit une enzyme, transformée en produit au cours de la réaction.
<b>Suc digestif</b>	Solution élaborée par une glande exocrine et facilitant la digestion. Cette solution est riche en ions et en enzymes.
<b>Suc intestinal</b>	Suc digestif libéré par l'estomac et qui contient une protéase : la pepsine.
<b>Suc pancréatique</b>	Suc digestif libéré par les acini pancréatiques, qui contient les lipases, les amylases et les protéases.
<b>Sur-alimentation</b>	Alimentation sur abondante par rapport aux besoins.
<b>Systole ventriculaire</b>	Contraction du ventricule du cœur
<b>Tabagisme</b>	Est une toxicomanie résultant de l'accoutumance à l'un ou l'autre des produits fabriqués à partir des feuilles de tabac.
<b>Urée</b>	Déchet azoté provenant de la dégradation des protéines.
<b>Vaisseaux coronaires</b>	Vaisseaux sanguin irrigant le myocarde
<b>Valvule cardiaque</b>	Repli membraneux qui, dans les vaisseaux et le cœur, dirige le sang dans un sens donné, et les empêche de refluer en amont`
<b>Veine</b>	Vaisseau sanguin conduisant le sang des organes au cœur
<b>Ventilation pulmonaire</b>	Ensembles des mouvements respiratoires qui assurent le renouvellement de l'air passant par les poumons;
<b>Ventricule</b>	Cavité du cœur de la quelle partent les grosses artères.
<b>Vitamine</b>	Nutriment organique non énergétique nécessaire à faible dose pour la santé.
<b>Volume courant</b>	Volume d'air inspiré puis expiré au cours de chaque cycle ventilatoire.

# SOMMAIRE

<b>THEME 1 :</b>	<b>NUTRITION ET SANTE</b>	<b>Page</b>
■	<b>Chapitre 1 : Besoins nutritionnels de l'Homme</b>	<b>5</b>
■	<b>Chapitre 2 : Digestion et absorption</b>	<b>59</b>
■	<b>Chapitre 3 : Respiration</b>	<b>83</b>
■	<b>Chapitre 4 : Circulation sanguine</b>	<b>111</b>
■	<b>Chapitre 5 : Métabolisme cellulaire</b>	<b>150</b>

<b>THEME 2 :</b>	<b>CROISSANCE CHEZ L'HOMME</b>	<b>Page</b>
■	<b>Chapitre 1 : Principales périodes de la croissance chez l'Homme</b>	<b>168</b>
■	<b>Chapitre 2 : Mécanisme biologique de la croissance : la mitose</b>	<b>176</b>
■	<b>Chapitre 3 : Contrôle hormonal de la croissance</b>	<b>184</b>
■	<b>Chapitre 4 : Hygiène de la croissance</b>	<b>200</b>

<b>Glossaire</b>	<b>206</b>
------------------	------------

## Références bibliographiques et sitographies

Manuel scolaire : Sciences de la vie et de la terre « 2<sup>ème</sup> année Sciences » CNP.  
Manuel scolaire : Sciences de la vie et de la terre « 3<sup>ème</sup> Sciences expérimentales » CNP.  
Manuel scolaire : Eveil à la vie 4<sup>ème</sup> 1979 ; édition Hatier.  
Manuel scolaire : SVT 2<sup>ème</sup> collection André DUCO2004 ; édition Belin.  
Manuel scolaire : Sciences de la vie et de la terre 5<sup>ème</sup> Tavernier/ Lizeaux 1999 ; édition Bordas.

<http://svt.ghediri.com/bac-sciences/10/neurophysiologie/21/regulation-pression-arterielle.html>  
<http://www.clg-rimbaud-aubergenville.ac-versailles.fr/spip.php?article413>  
<http://www.visembryo.com/story1322.html>  
[http://georges.dolisi.free.fr/Les%20prions/acide\\_desoxyribonucleique.htm](http://georges.dolisi.free.fr/Les%20prions/acide_desoxyribonucleique.htm)  
<http://amazingseaweed.wordpress.com/>  
[http://www.adepts.be/pdf/CG1\\_Th%C3%A9ma3\\_Mod1\\_Machine%20humaine\\_%2020120727.pdf](http://www.adepts.be/pdf/CG1_Th%C3%A9ma3_Mod1_Machine%20humaine_%2020120727.pdf)  
<http://78.47.139.14/gofit/index.php/fr/s-informer/manger-mieux/466-minceur/conseils/274-metabolisme-de-base-regimes-et-effet-gyo-yoq>  
<http://maitres.snv.jussieu.fr/agreginterne/89/coeur.pdf>  
[http://plongee27.free.fr/plongee27/divers/CTD\\_Circ\\_MF1.pdf](http://plongee27.free.fr/plongee27/divers/CTD_Circ_MF1.pdf)  
<http://pernmetalises.pagesperso-orange.fr/Cours2/S.V.T/Dossier2-Ch1-TP1.pdf?#zoom=81&statusbar=0&navpanes=0&messages=0>  
<http://www.extpdf.com/frottis-sanguin-fiche-technique-pdf.html#pdf>  
<http://www.annemarienhoul.be/sitecc/sang.htm>  
[http://www.ordiecole.com/biol/8f\\_sang\\_circulation.pdf](http://www.ordiecole.com/biol/8f_sang_circulation.pdf)  
<http://bv.alloprof.qc.ca/s1271a.aspx>  
[http://www.futura-sciences.com/fr/news/t/medecine/d/une-alimentation-saine-peut-contrer-le-gene-de-la-maladie-cardiaque\\_34064/](http://www.futura-sciences.com/fr/news/t/medecine/d/une-alimentation-saine-peut-contrer-le-gene-de-la-maladie-cardiaque_34064/)  
<http://www.doctissimo.fr>  
<http://www.pfizer.ca/local/files/fr/yourhealth/Atherosclerosis.pdf>  
<http://www.larousse.fr>  
[http://www.passeportsante.net/fr/Maux/Problemes/Fiche.aspx?doc=hypertension\\_pm](http://www.passeportsante.net/fr/Maux/Problemes/Fiche.aspx?doc=hypertension_pm)  
<http://sante-medecine.commentcamarche.net/faq/5334-chute-de-tension-hypotension>  
[http://www.sciences-animations.fr/media/media\\_seul.php?media=44](http://www.sciences-animations.fr/media/media_seul.php?media=44)  
<http://ddcds.e-monsite.com/pages/historique-des-connaissances-en-la-matiere.html>  
<http://xxenola.over-blog.com/article-4278803.html>  
<http://www.toutsurlatransfusion.com/transfusion-sanguine/medecine-transfusionnelle/groupe-sanguin-et-transfusion-du-sang.php>  
<http://www.medicalorama.com/encyclopedie/17282>  
<http://www.poly-prepas.com/images/files/6-L'appareil%20circulatoire.pdf>  
[http://jeanvilarsciences.free.fr/?page\\_id=639](http://jeanvilarsciences.free.fr/?page_id=639)  
<http://www.e-cardiologie.com/livres/extraithta200.shtml>  
[http://soins-infirmiers.com/pression\\_arterielle\\_non\\_invasive.php](http://soins-infirmiers.com/pression_arterielle_non_invasive.php)  
[http://www.passeportsante.net/fr/Maux/Problemes/Fiche.aspx?doc=hypertension\\_pm](http://www.passeportsante.net/fr/Maux/Problemes/Fiche.aspx?doc=hypertension_pm)  
<http://www.indexsante.ca/articles/article-138.html>  
[http://www.lyceedadultes.fr/sitepedagogique/documents/SVT/SVT2B/Chapitre\\_6\\_Des\\_modifications\\_physiologiques\\_a\\_l\\_effort.pdf](http://www.lyceedadultes.fr/sitepedagogique/documents/SVT/SVT2B/Chapitre_6_Des_modifications_physiologiques_a_l_effort.pdf)  
<http://blog.crdp-versailles.fr>  
<http://www.paramed-prepa.com/appareil-circulatoire-ta19.html>  
[http://bv.alloprof.qc.ca/science-et-technologie/l'univers-vivant/le-maintien-de-la-vie/les-tissus\\_-les-organes-et-les-systemes-biologiques/les-systemes-biologiques/le-systeme-circulatoire/les-constituants-du-sang.aspx](http://bv.alloprof.qc.ca/science-et-technologie/l'univers-vivant/le-maintien-de-la-vie/les-tissus_-les-organes-et-les-systemes-biologiques/les-systemes-biologiques/le-systeme-circulatoire/les-constituants-du-sang.aspx)  
<http://www.monanneeaucollege.com/5.svt.chap6.htm>

[http://www.staps.univ-avignon.fr/S2/UE2/Physiologie\\_humaine/Tanguy/L1\\_pressions\\_artérielles.pdf](http://www.staps.univ-avignon.fr/S2/UE2/Physiologie_humaine/Tanguy/L1_pressions_artérielles.pdf)  
<http://www.doping-prevention.de/fr/substances-and-methods/stimulants/mode-of-action/cardiovascular-system.html>  
<http://www.droques-info-service.fr/?Cocaine>  
<http://www.medicalorama.com/html/sport-hygiene/dangers-dopage>  
<http://www.edimark.fr/publications/articles/dopage/11179>  
[http://www.santecheznous.com/condition\\_info\\_details.asp?disease\\_id=112](http://www.santecheznous.com/condition_info_details.asp?disease_id=112)  
<http://colleges.ac-rouen.fr>  
<http://www.bmlweb.org>  
<http://www.medarus.org/Medecins/MedecinsTextes/ibnalnafis.html>  
<http://www.ints.fr/SangTransfHitoric.aspx>  
<http://www.intellego.fr/index.php?PageID=print-document&document=51237>  
<http://svt4vr.e-monsite.com/pages/3eme/immunologie-protection-de-l-organisme/les-leucocytes.html>  
[http://www.svttaucollege.fr/index.php?option=com\\_content&task=view&id=107&Itemid=34](http://www.svttaucollege.fr/index.php?option=com_content&task=view&id=107&Itemid=34)  
[http://www.fontainepicard.com/pdf/extraits/ext\\_300.pdf](http://www.fontainepicard.com/pdf/extraits/ext_300.pdf)  
<http://www.thomasta.com/soutien%20scolaire/sante/Les%20carences%20alimentaires.html>  
<http://sante.lefigaro.fr/mieux-etre/nutrition-nutriments/glucides/carence-surconsommation>  
[http://srvweb.sante.gov.ma/Publications/Guides-Manuels/Documents/Lutte%20contre%20les%20troubles\[1\].pdf](http://srvweb.sante.gov.ma/Publications/Guides-Manuels/Documents/Lutte%20contre%20les%20troubles[1].pdf)  
<http://balade-en-dietetique.wifeo.com/les-maladies-nutritionnelles-.php>  
[http://www.cegep-ste-foy.qc.ca/profs/gbourbonnais/pascal/fya/chimcell/notesmolecules/proteines\\_3.htm](http://www.cegep-ste-foy.qc.ca/profs/gbourbonnais/pascal/fya/chimcell/notesmolecules/proteines_3.htm)  
<http://www.anses.fr/index.htm>  
<http://www.e-sante.fr/besoins-nutritionnels-sportifs/guide/387#paragraphe2>  
[http://www.coach-gym.com/besoins\\_caloriques.html](http://www.coach-gym.com/besoins_caloriques.html)  
<http://runtrail.unblog.fr/2012/01/21/l'alimentation-du-sportif-dendurance/>  
<http://www.regimesmaigrir.com/actualites/article.php?id=311>  
<http://www.nutrition-sportive.eu>  
<http://svt.ac-dijon.fr>  
<http://www.physioperf.com/index.php/programmes-energetiques/sport-de-force>  
[http://www.dietcentersgroup.be/fr/sportvoeding\\_fr.asp](http://www.dietcentersgroup.be/fr/sportvoeding_fr.asp)  
[http://www.nutri-site.com/dossier-nutrition--equilibre-alimentaire\\_sportif--1--233.html](http://www.nutri-site.com/dossier-nutrition--equilibre-alimentaire_sportif--1--233.html)  
<http://www2.cndp.fr/themadoc/besoins/Matiere.htm>  
<http://anorexia.e-monsite.com/pages/alimentation/les-aliments-que-nous-avons-besoin-au-quotidien.html>  
<http://muscul.az.free.fr/dietetique/besoins.htm>  
[http://www.jedessine.com/c\\_11351/lecture/reportages-pour-enfant/divers/dossier-sur-la-nutrition/l-importance-d-une-bonne-alimentation](http://www.jedessine.com/c_11351/lecture/reportages-pour-enfant/divers/dossier-sur-la-nutrition/l-importance-d-une-bonne-alimentation)  
<http://www.reseaux.edunet.tn/foad/mod/resource/view.php?id=86>  
[http://col.gueb.free.fr/aliment/nutri.htm#nbes\\_quant](http://col.gueb.free.fr/aliment/nutri.htm#nbes_quant)  
<http://anorexia.e-monsite.com/pages/presentation/premiere-approche.html>  
<http://www.svt.edunet.tn/Nabeul/svtna06/lobsit.html>  
<http://s1.e-monsite.com/2009/09/16/16807170les-besoins-nutritionnels-de-l-homme-pdf.pdf>  
<https://docs.google.com/document/d/1QHNGoxO5crBehnuRZQ3xegTPQUoaC0tPjPNNhSHJdew/edit?hl=en&pli=1>  
<http://www.espaces.ca/categorie/conseils/nutrition/article/541-la-formule-parfaite-pour-calculer-ses-besoins-energetiques>  
<http://www.enseignons.be/secondaire/preparations/lappareil-digestif-humain>  
[http://www.discip.crdp.ac-caen.fr/svt/pages/college/socle\\_commun/docs/digestion\\_in\\_vitro.pdf](http://www.discip.crdp.ac-caen.fr/svt/pages/college/socle_commun/docs/digestion_in_vitro.pdf)  
<http://svt.ac-reunion.fr>

<http://www.discip.crdp.ac-caen.fr>  
[http://svtaucollege.fr/index.php?option=com\\_content&task=view&id=83&Itemid=34](http://svtaucollege.fr/index.php?option=com_content&task=view&id=83&Itemid=34)  
<http://savoir.fr/comment-prevenir-le- vieillissement-cerebral>  
<http://savoir.fr/nutrition-besoins-nutritionnels>  
<http://savoir.fr/les-glucides-le-carburant-de-notre-corps>  
<http://www.filsantejeunes.com>  
[http://www.naturoenergeticien.fr/fichiers/Alain\\_Huot\\_Sucre\\_et\\_sante\\_.pdf](http://www.naturoenergeticien.fr/fichiers/Alain_Huot_Sucre_et_sante_.pdf)  
<http://www.nutrition-et-sante.org/tag/glucides>  
<http://www.eufic.org/article/fr/expid/basics-glucides/>  
<http://www.sante-et-nutrition.com/les-produits-energetiques-episode-1-generalites.html>  
<http://www.trantiendiet.com/site/spip.php?article127>  
<http://www.nutrition-et-sante.org/tag/nutrition>  
<http://savoir.fr/comment-prevenir-le- vieillissement-cerebral>  
<http://www.nutrixreal.fr/PBSCProduct.asp?itmID=3644388&AccID=29015&PGFLngID=0>  
[http://www.papiergeschiedenis.nl/images/techniek/tech\\_stof\\_cellulose\\_01.gif](http://www.papiergeschiedenis.nl/images/techniek/tech_stof_cellulose_01.gif)  
<http://www.chezledecoeur.com/le-choix-des-aliments-pour-une-bonne-sante/>  
<http://www.courseapied.site-fr.fr/page/15423>  
<http://www.musculation-relax.com/s-proteines-et-le-muscle-p122.html>  
<http://fr.wikipedia.org>  
<http://sante-az.aufeminin.com/w/sante/s102/nutrition/lipide/4.html>  
<http://gfev.univ-tln.fr/AcAmin/ACIDAMINES.htm>  
<http://www.pratique.fr/sels-mineraux-role.html>  
<http://www.assistancescolaire.com>