

République Tunisienne  
Ministère de l'Éducation

# SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

3ème année de l'enseignement secondaire  
Section Mathématiques

## Les auteurs

**Rachid ABROUG**  
Inspecteur principal

**Melika BELGUITH**  
Inspectrice

**Samir BEN REJEB**  
Professeur

**Fériida ZID-FERJANI**  
Inspectrice

**Dhafer SALLAMI**  
Inspecteur

**Mohamed TOUNSI**  
Professeur principal

## Les évaluateurs

**Hédi BOUZID**  
Inspecteur Général

**Abderrazak BACCOUCHE**  
Inspecteur Général

**Mongi ABID**  
Inspecteur Général

## Révision et mise à jour par

**Rachid ABROUG**  
Inspecteur principal

**Fériida ZID-FERJANI**  
Inspectrice

## Relecture et contrôle de qualité

**Fériida ZID-FERJANI**  
Inspectrice

Centre National Pédagogique

## Remerciements

*Les auteurs adressent tous leurs remerciements à :*

- *Monsieur le ministre de l'Éducation et de la Formation*
- *La Direction Générale des Programmes, pour nous avoir donné la responsabilité et l'honneur d'élaborer ce manuel.*
- *Les évaluateurs, pour leur coopération constructive.*
- *Les inspecteurs, les professeurs et les scientifiques, qui voudront bien nous faire part de leur remarques en vue d'apporter une amélioration à la deuxième édition.*
- *L'équipe technique de la Direction de l'Édition du CNP, pour leur contribution dans la mise en œuvre de ce manuel et dans l'amélioration de la qualité des images et des graphiques.*

# PRÉFACE

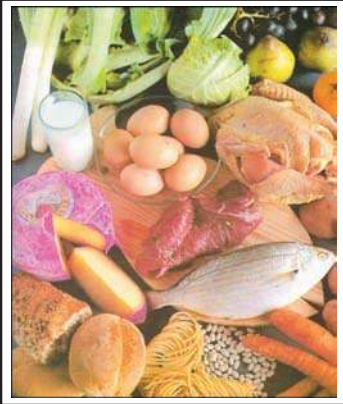
Ce manuel est conforme au programme de 3<sup>ème</sup> année sciences expérimentales. Il est destiné aux élèves et il constitue un **outil didactique** que le professeur peut utiliser pour faire travailler ses élèves, en classe et chez eux.

Chaque chapitre comprend des **rubriques différenciées** :

- ◆ Une page de **présentation du thème**
- ◆ Une page de présentation du chapitre à étudier se terminant par les **objectifs visés**.
- ◆ La rubrique intitulée **situation problème** propose une situation significative et un problème scientifique à résoudre permettant le démarrage de l'apprentissage.
- ◆ Une page intitulée **préacquis**, mobilise par des rappels et des questions des notions qui représentent des prérequis pour le nouvel apprentissage.
- ◆ La rubrique intitulée **activités**, propose des manipulations et des exercices de réflexions variés : observation, saisie d'informations, analyse de documents, interprétation de résultats expérimentaux. De telles activités plus ou moins guidées et se succédant dans un ordre bien étudié sont de véritables outils d'apprentissage ; elles permettent aux élèves :
  - de **travailler de façon autonome**, individuellement et par groupe.
  - de **progresser** dans l'élaboration de **réponses** au **problème posé**.
  - de **produire** des **connaissances** et de **développer** des **capacités** en rapport avec les objectifs visés.
- ◆ La rubrique intitulée **synthèse** :
  - fait le point sur les savoirs essentiels exigés.
  - intègre les productions attendues des différentes activités.
- ◆ La rubrique intitulée **exercices** permet aux élèves de tester leurs capacités à la restitution organisée et à l'utilisation des savoirs et savoirs-faire acquis dans la résolution de problèmes.
- ◆ La rubrique intitulée **recherche** placée à la fin de chaque partie d'un thème du programme propose des projets de recherches sur des sujets bien choisis en rapport avec les contenus scientifiques étudiés dans cette partie. Ces projets que les élèves peuvent réaliser, en groupe et en dehors de la classe, constituent des occasions privilégiées pour :
  - développer **l'autonomie** de l'élève.
  - consolider la pratique du **socio constructivisme**.
  - élargir et approfondir le **champ conceptuel** des élèves.
- ◆ La rubrique **glossaire** placée à la fin de chaque partie d'un thème présente les définitions des mots et des expressions clés.

Les auteurs

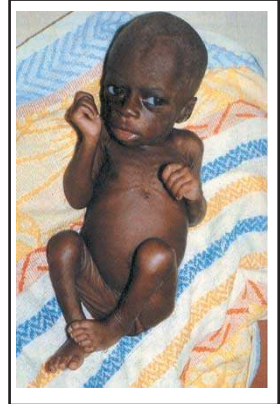
### Chapitre 1 : LA CONSTANCE DU MILIEU INTÉRIEUR



Aliments variés



Petit déjeuner pour enfant



Enfant atteint de Kashiorkor

La nutrition est une fonction vitale pour l'Homme, comme pour tous les êtres vivants. Elle assure 3 rôles fondamentaux :

- approvisionnement des cellules de l'organisme, en oxygène et en nutriments.
- utilisation des nutriments par les cellules pour récupérer l'énergie et pour synthétiser de nouvelles molécules.
- excrétion des déchets cellulaires résultant de l'utilisation des nutriments. Ces déchets sont le  $\text{CO}_2$ , la sueur et l'urine.

Pour se nourrir et excréter des déchets, les cellules de l'organisme établissent des échanges avec le milieu extracellulaire appelé liquide interstitiel. Ce liquide est en relation avec le sang et la lymphe. L'ensemble de ces 3 milieux liquidiens constitue le milieu intérieur de l'organisme.

Notre santé dépend de notre alimentation. Elle dépend, également, de la composition et des propriétés physico-chimiques de notre milieu intérieur. La malnutrition et la perturbation de la constance du milieu intérieur menacent la santé de l'organisme.

- 1- Quelles sont les conséquences d'une malnutrition sur la santé ?
- 2- Quelle alimentation choisir pour assurer une bonne santé ?
- 3- Quelle relation y-a-t-il entre le milieu intérieur et la santé de l'organisme ?

**Le thème nutrition et santé comporte les chapitres suivants :**

<b>Chapitre 1</b>	La malnutrition.....	<b>6</b>
<b>Chapitre 2</b>	Les besoins nutritionnels.....	<b>20</b>
<b>Chapitre 3</b>	La ration alimentaire équilibrée.....	<b>50</b>
<b>Chapitre 4</b>	L'alimentation et le développement durable : l'agriculture biologique..	<b>63</b>
<b>Chapitre 5</b>	La régulation de la glycémie.....	<b>76</b>

**Chapitre 1 :****LA MALNUTRITION**

**1. Distribution de nourriture dans un village africain ( en Somalie ) atteint de sous-alimentation**



**2. Aliments riches et variés**

Notre alimentation est la source de notre plaisir et de notre bonne santé. Mais des millions de personnes dans le monde ne mangent pas à leur faim ; ils sont **dénutris** ou **sous-alimentés**. Au contraire, d'autres personnes ont une alimentation abondante et ils sont **suralimentés**. Les uns comme les autres se nourrissent de manière anarchique et sont victimes de la **malnutrition** qui est à l'origine de **maladies** parfois mortelles. Ainsi «**trop manger**» ou «**peu manger**» ou **ne pas varier son alimentation** sont à l'origine de différentes perturbations de la santé. Une enquête sur 146 élèves tunisiens d'âge moyen 16 ans montre que 50 % d'entre eux seulement font la relation entre la malnutrition et certaines maladies : anémie, diabète, maladies cardiovasculaires...

#### Enquête en Tunisie (2000) sur 4172 élèves

- La majorité des adolescents mange avec plaisir et appétit.
- $\approx 20\%$  des filles et  $\approx 14\%$  des garçons n'éprouvent pas de plaisir à manger.

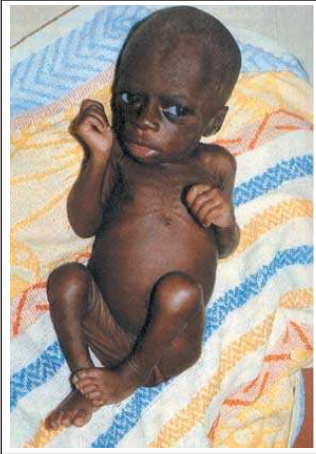
Vieux proverbe égyptien : «La plupart de ce que nous mangeons est superflu. Le quart de ce que nous avalons nous sert pour vivre ; les 3/4 font vivre les médecins ».

### OBJECTIFS

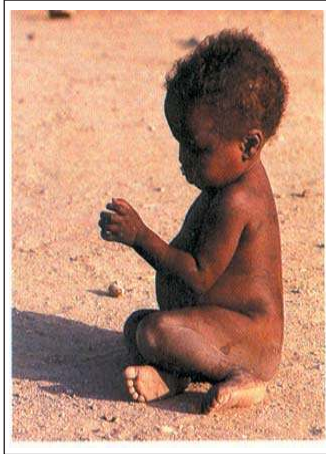
*L'élève sera capable :*

- ❖ **de faire** la relation entre la malnutrition et des troubles de la santé.
- ❖ **d'identifier** des maladies résultant de la malnutrition.

# SITUATION PROBLÈME



3. Enfant atteint de kwashiorkor



4. Enfant atteint de Marasme



5. L'obésité : une conséquence de la suralimentation

La **malnutrition** englobe aussi bien la **sous-alimentation** que la **suralimentation**.

– Dans certains pays du monde atteints de sécheresse et de catastrophes naturelles, la raréfaction des produits alimentaires est à l'origine d'un état de **famine** et d'**insuffisance alimentaire** chez des milliers de personnes de conditions modestes et surtout chez les enfants de bas âge.

Ainsi au Niger on estime que 2.5 millions d'enfants sont menacés par la mort à cause d'une sous-alimentation sévère.

D'après l'organisation mondiale de la santé : 6 millions d'enfants meurent chaque année, à cause de la faim.

– Dans les pays riches, par contre, comme les USA, la suralimentation touche une tranche non négligeable de la population. Elle est la cause de l'obésité qui est à l'origine de **maladies graves (maladies cardiovasculaires...)**.

– En Tunisie, on devient sujets à des maladies « de la civilisation » comme l'**obésité**, le **diabète**, l'**hypertension artérielle**. L'insuffisance alimentaire touche une certaine tranche de la population (document ci-contre)

## 6. Enquête nationale sur la santé en Tunisie (2000)

D'après cette enquête :

### – l'insuffisance pondérale

\* **modérée** et **sévère** est de **4%** (10,4% en 1988).

\* **sévère** est de **0,6%** (1,8% en 1988).

### – le retard de croissance

\* **modéré** et **sévère** est de **12,3%** (18,2% en 1988)

\* **sévère** est de **3,4%** (5,6% en 1988)

### – l'émaciation (amaigrissement important)

\* **modérée** et **sévère** est de **2,2%** (3,1% en 1988)

\* **grave** est de **0,5%** (0,6% en 1988)

\* Une tunisienne sur deux est obèse après l'âge de 30 ans.

1- Quels sont les risques sur la santé liés à l'obésité ?

2- Quels sont les différents types de carences alimentaires chez l'Homme ?

3- Quelles sont les conséquences des carences alimentaires sur la santé ?

# P

## RÉACQUIS

1

– Les aliments que nous consommons : pain, lait, poisson... sont des aliments composés constitués :

- \* d'aliments simples : protides, lipides et glucides.
- \* de nutriments : eau, sels minéraux, vitamines et glucose.

2

- Les nutriments protidiques, lipidiques et glucidiques nous apportent de l'énergie.
- L'eau, les sels minéraux et les vitamines ne sont pas énergétiques mais sont nécessaires pour la santé et le fonctionnement de l'organisme.

3

Une alimentation journalière (ration) peut apporter une quantité d'énergie :	Résultat
– égale à celle dépensée par l'organisme →	Poids constant
– supérieure à celle dépensée par l'organisme →	Le poids augmente
– inférieure à celle dépensée par l'organisme →	Le poids diminue

4

Lorsque l'alimentation n'apporte pas un nutriment en quantité suffisante, on parle de carence alimentaire. Les carences alimentaires sont la cause de maladies par exemple :

Carence	en fer	en vitamine C	en vitamine D
Maladie	anémie	scorbut	rachitisme

### 1 La suralimentation, source de maladies !

« L'essor économique que connaît notre pays ces dernières années, a entraîné l'amélioration de l'état nutritionnel de la population. Parallèlement et à l'instar des pays développés, toute une gamme de **maladies chroniques non infectieuses** telle que **l'obésité**, le **diabète sucré**, **l'hypertension artérielle**, sont apparues et paraissent en relation étroite avec une **alimentation hautement énergétique** et riche en graisses et en sucres simples. Ces maladies chroniques surgissent le plus souvent au milieu et à la fin de l'âge adulte et annulent les gains en matière d'espérance de vie liés à un meilleur approvisionnement alimentaire ».

7. Maladies chroniques liées à l'alimentation ( d'après une enquête nationale faite par l'institut de nutrition en 1996 – 1997)

- 1- Quelles conclusions pouvez-vous tirer de la lecture de ce document ?
- 2- Quelles questions pouvez-vous poser ?

### 2 L'obésité : un sujet de préoccupation esthétique ou médicale ?

#### A - L'obésité, c'est quoi ?

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.

<b>Femme</b>	$P_i = T - 100 - \frac{T - 150}{2}$
<b>Homme</b>	$P_i = T - 100 - \frac{T - 150}{4}$

$P_i$  : poids idéal ; T : taille ; poids normal =  $p_i \pm 8\%$   
**Obésité** :  $P > P_i + 15\%$ .

8. Poids idéal, poids normal et obésité

#### B - Comment savoir si on est obèse ou non ?

Les nutritionnistes utilisent aujourd'hui plusieurs méthodes pour répondre à cette question. L'une d'elles consiste à calculer l'indice de masse corporelle I M C.

En exploitant les informations fournies dans le document ci-contre (9) :

- 1- Calculez votre I M C.
- 2- Situez-vous par rapport à la classification de l'OMS.

$I M C = P / T^2$	P : Poids du corps en kg T : taille en mètre.
L'OMS (organisation mondiale de la santé) donne la classification suivante :	
	<b>IMC (kg / m<sup>2</sup>)</b>
Poids idéal	18,5 à 24,9
Surpoids	25 à 29,9
Obésité modérée (classe I)	30 à 34,9
Obésité sévère (classe II)	35 à 39,9
Obésité très sévère (classe III)	40

9. Indice de masse corporelle : I M C

**C - L'obésité en Tunisie et dans le monde.**

L'obésité chez les jeunes tunisiens	L'obésité chez la population adulte
<ul style="list-style-type: none"> <li>– La prévalence de l'obésité chez les jeunes est de 5%.</li> <li>– L'alimentation spontanée et en dehors du foyer est présente chez les obèses.</li> <li>– L'alimentation des jeunes obèses est hypercalorique avec prédominance des lipides et des glucides.</li> <li>– L'habitude du grignotage entre les repas et le soir existe chez les jeunes obèses.</li> <li>– Les jeunes enquêtés semblent être touchés par différents troubles du comportement alimentaire : essentiellement par le perfectionnisme et la recherche de la minceur.</li> <li>– Il y a plus de mères qui considèrent leurs enfants en excès pondéral, alors qu'ils sont de poids normal, que de mères qui considèrent leurs enfants obèses comme normaux.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* En Tunisie, on compte en pourcentage d'obésité et de surpoids :                         <ul style="list-style-type: none"> <li>– chez l'adulte : 28,3 % en 1980 et 42 % en 1997.</li> <li>– une tunisienne sur deux est obèse après 30 ans en milieu urbain.</li> </ul> </li> <li>* L'organisation mondiale de la santé (OMS) parle d'«épidémie du siècle». En effet, il a été répertorié environ 300 millions d'obèses dans le monde ( et 1 milliard de personnes en surcharge pondérale ).</li> <li>L'obésité peut atteindre 1 individu sur 3 dans les pays les plus industrialisés ( les Etats-Unis notamment, où, au total, 2 personnes sur 3 souffrent d'un excès de poids ). Dans certains pays du tiers monde 3 personnes sur 4 présentent un excès pondéral.</li> </ul>
<p><b>10a.</b> Résultats d'enquête (1999-2005) chez des jeunes de 5 à 23 ans</p>	<p><b>10b.</b> Résultats d'enquête sur la population adulte</p>

**10. Resultatats d'enquêtes sur l'obésité**

- La suralimentation est la cause principale de l'obésité :**
- 1- Nommer les aliments simples dont la consommation excessive entraine l'obésité.**
  - 2- Existe-t-il d'autres facteurs qui favorisent l'obésité ?**

**D - L'obésité : un terrain favorable aux maladies !**

**a) Obésité, hypertension et cancer.**

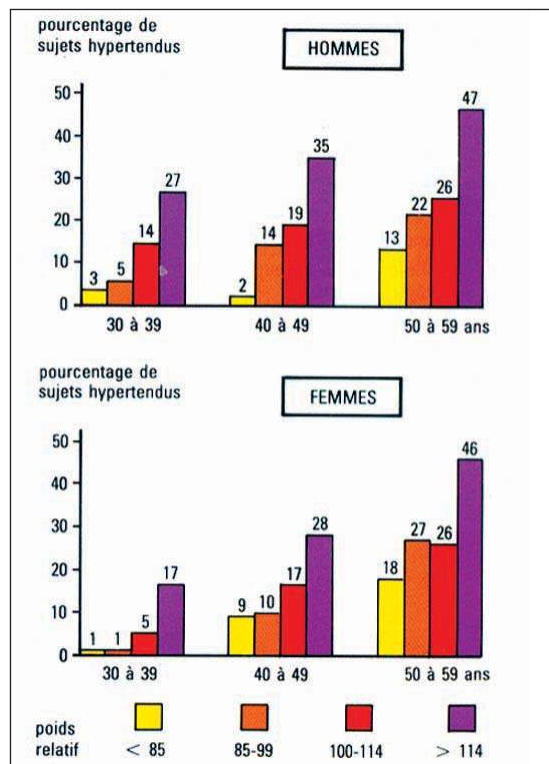
Les statistiques montrent que les personnes dont l'IMC dépasse 30 présentent des risques supérieurs de développer des affections métaboliques (diabète), cardio-vasculaires (insuffisance coronaire, infarctus du myocarde, hypertension artérielle), respiratoires (insuffisance respiratoire) et rhumatologiques (arthrose). Chez l'homme, l'obésité accroît les risques de cancers de la prostate et du côlon (gros intestin). Chez la femme, les cancers du sein, du col de l'utérus et des ovaires sont nettement plus fréquents en cas d'obésité. Outre les complications d'ordre physique et physiologique, il faut également signaler le retentissement psychologique sur le patient, ainsi que les conséquences sociales, en particulier la discrimination.

D'après Microsoft © Encarta © 2006

**11.**

**A partir de l'analyse des documents 11 et 12 :**

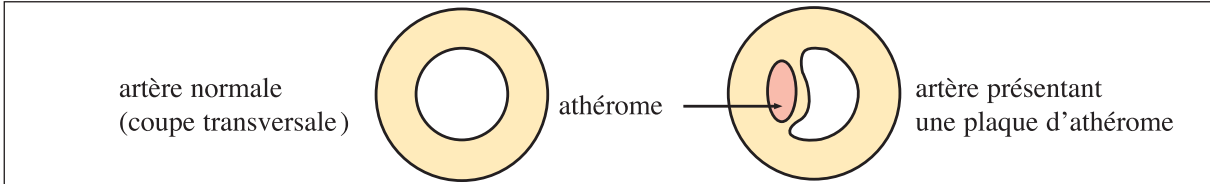
- 1- Montrer la relation entre l'obésité et certaines maladies.**
- 2- Dites si toutes les personnes obèses ont le même risque d'hypertension.**



**12. Relation : hypertension et poids-âge-sexe**

**b) Obésité et athérosclérose.**

Cette maladie se caractérise par des dépôts gras (cholestérol notamment) sous forme de plaques ou **athérome** sur les parois des artères. Ces plaques diminuent progressivement le diamètre intérieur des artères. De plus au niveau des plaques, la paroi de l'artère perd de son élasticité et se durcit ( document 13 ). Les principaux facteurs à l'origine de cette maladie ainsi que ses conséquences sont indiqués dans le document 14.



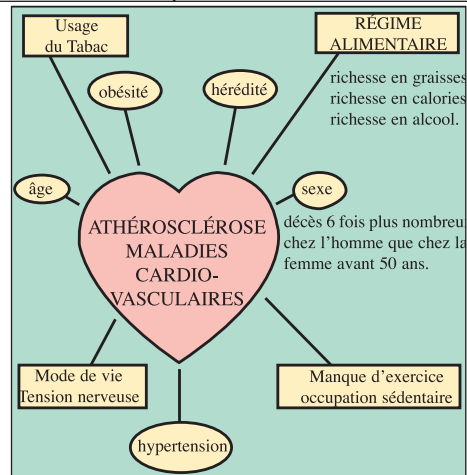
**13. Coupes transversales d'une artère normale et d'une artère présentant une plaque d'athérome**

**L'athérome peut avoir trois conséquences sur les artères de moyen ou petit calibre.**

<p>athérome</p> <p>La plaque d'athérome, très développée, bouche, partiellement, le vaisseau. Les organes correspondants reçoivent donc moins de sang. Si la plaque d'athérome est localisée :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– dans les vaisseaux coronaires, c'est l'<b>angine de poitrine</b> qui se manifeste à chaque effort, par des crises douloureuses au niveau du cœur.</li> <li>– dans les artères des membres inférieurs, c'est l'<b>artérite</b> : des douleurs dans les membres apparaissent à la marche.</li> </ul>	<p>athérome caillot</p> <p>La plaque d'athérome déclenche la formation d'un caillot à l'intérieur du vaisseau. L'interruption brutale de l'apport sanguin dans un organe ou une partie d'organe entraîne « la mort » de la zone qui n'est plus irriguée.</p> <p>Si le caillot se forme :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– dans une artère coronaire, c'est l'<b>infarctus du myocarde</b> ; suivant la localisation du caillot, la zone détruite est plus ou moins étendue. Dans 30% des cas, la mort se produit dans les quelques heures qui suivent.</li> <li>– dans les artères du cerveau, selon la région cérébrale détruite, des troubles plus ou moins graves peuvent apparaître : <b>paralysie, troubles sensitifs...</b></li> </ul>	<p>anévrisme</p> <p>Si la plaque d'athérome provoque une dilatation de l'artère, il se forme un <b>anévrisme</b>. Parfois celui-ci se rompt entraînant une <b>hémorragie interne</b>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Si la rupture se fait au niveau de l'aorte, c'est la mort brutale.</li> <li>– Si la rupture se fait au niveau des artères cérébrales, des paralysies apparaissent selon la zone affectée.</li> </ul>
--	--	---

**14. L'athérosclérose et ses conséquences**

- 1- Relevez, à partir du document 14, les différentes conséquences de la formation d'athérome sur la santé.
- 2- Parmi les facteurs de risque, distinguez ceux qui échappent à notre contrôle et ceux qu'on peut maîtriser.
- 3- Quelles règles d'hygiène pouvez vous tirer de la connaissance des facteurs favorisant l'athérosclérose ?
- 4- Montrez que de même que les effets nocifs se combinent, les effets bénéfiques se combinent aussi.



**15. Facteurs favorisant L'athérosclérose**

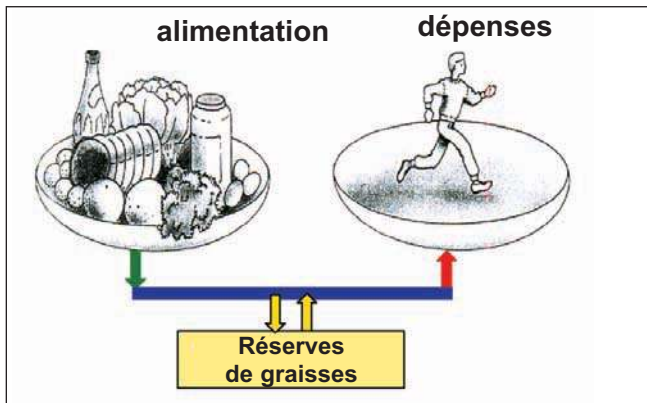
**E - Comment lutter contre l'obésité ?**

**a) Ajuster sa consommation énergétique !**

**16a. Ajuster l'apport à la dépense énergétique pour contrôler le poids**

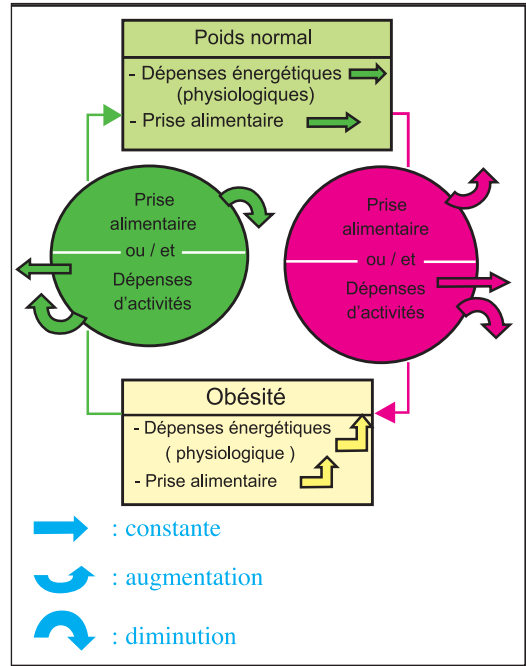
Tout, ce qui n'est pas dépensé par l'organisme est stocké sous forme de réserves et de graisses. Mais ces réserves excessives sont néfastes pour la santé de l'organisme.

La surcharge pondérale et l'obésité ainsi que les maladies chroniques qui leur sont liées sont en grande partie évitables **par l'éducation physique** (une demi heure de marche par jour est conseillée), et en suivant des règles très simples pour une bonne alimentation (réduction des apports alimentaires glucidiques et lipidiques et suppression du grignotage).



**16b. Balance énergétique**

Les documents 16a, 16b et 16c montrent comment se fait l'acquisition et la perte de l'obésité.



**16c. L'obésité : un état réversible !**

**16. Rapports entre alimentation dépenses énergétiques et poids**

- 1- Expliquez la relation entre consommation éner-gétique, dépense énergétique et réserve de graisse.
- 2- Dites pourquoi, chez l'obèse, la prise alimentaire et la dépense énergétique ( normale ) sont plus importantes que chez la personne normale.

**b) Choisir ses aliments !**

**17. Manger moins gras, notamment, moins de graisses animales**

Les lipides sont 2 fois plus caloriques (9 kcal/g) que les glucides et les protides. Réduire l'apport lipidique permet donc de réduire l'apport énergétique. Ce qui permet d'éviter l'obésité et de réduire le risque de diverses maladies : diabète, cancer, hypertension...

**18. Bienfaits de la nutrition méditerranéenne**

L'obésité est une conséquence d'une dérive vers les habitudes alimentaires des pays riches au détriment d'une **cuisine méditerranéenne**, qui, **d'après S. Renaud, INSERM Lyon**, est une «**cuisine savoureuse** qui redécouvre à la lumière du savoir contemporain certaines traditions anciennes, et qui, loin d'accumuler des contraintes, respecte simplement quelques principes élémentaires mais fondamentaux, **préserve de façon spectaculaire la santé**».

Les documents 16, 17 et 18 proposent des moyens de lutte contre l'obésité :

- 1- Indiquez les caractéristiques de l'alimentation méditerranéenne traditionnelle.
- 2- Enumérez les moyens de lutte contre l'obésité.
- 3- Expliquez les effets bénéfiques de ces moyens.

### 3 Les maladies de carences alimentaires

Selon la **FAO** ( Food and Agriculture Organisation) et l'**UNICEF** (l'Organisation des Nations Unies pour l'Enfance), **1 habitant de la Terre sur 3** (2 milliards de personnes) ne mange pas à sa faim. La sous-alimentation est particulièrement présente dans les **pays en développement**, et ses conséquences sont particulièrement graves chez les **enfants**. Les premières manifestations de la famine sont un amaigrissement progressif : tout d'abord avec perte des réserves adipeuses, puis diminution de la masse musculaire et l'installation des **maladies de carences alimentaires**.

D'après Microsoft © Encarta © 2006

#### A - Le kwashiorkor

Il survient, fréquemment, dans les mois qui suivent le sevrage. L'amaigrissement est de degré variable masqué par des oedèmes. Les lésions cutanées (peau sèche, craquelée, zones de dépigmentation et d'hyperpigmentation) sont fréquentes. Les cheveux peuvent être dépigmentés de façon régulière ou par bandes. Ils peuvent devenir fins et cassants. L'enfant est craintif, replié sur lui-même. Tous les types d'infections peuvent se rencontrer dans la mal nutrition sévère.



19. Lésions cutanées dues au kwashiorkor

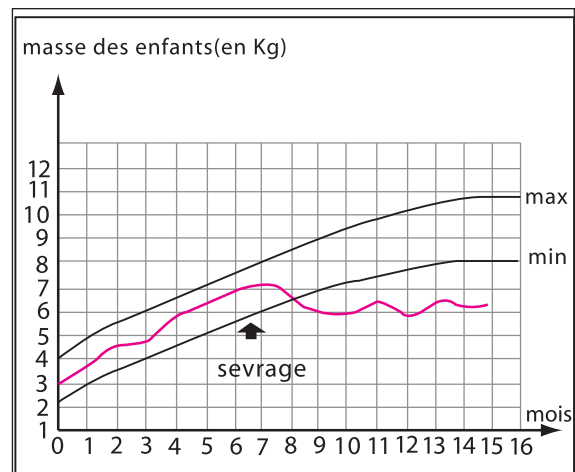
Dans certains pays d'Afrique les enfants sevrés ne reçoivent plus qu'une bouillie à base de **manioc**. Le document 21 montre la courbe de croissance d'un enfant atteint de kwashiorkor et les courbes de croissance maximale et minimale chez un enfant normal. Le document 20 donne la composition de certains aliments consommés dans certains pays d'Afrique.

**Le manioc est un aliment extrait de racine de plante appelée Manioc.**

Valeur pour 100g	Protides	Glucides	Lipides
Lait maternel	11	55	30
Manioc	2	86	0,2
Poisson maigre	15	0	0,5

20. La composition de certains aliments consommés

- 1- Quelles informations pouvez vous tirer à partir de la comparaison des courbes ?
- 2- En utilisant les données du document 20, expliquez l'origine de la maladie.
- 3- Comment expliquez-vous l'absence de cette maladie chez les populations qui fournissent à leurs enfants en plus du bouillie de manioc de la viande ou du poisson même en faible quantité ?



21. Courbes de croissance normale (max et min) et courbe de croissance d'enfants atteints de kwashiorkor

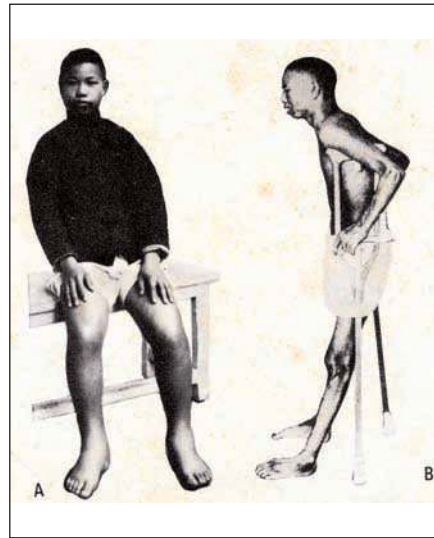
**B - La découverte d'une avitaminose : le béribéri.**

**Le Béribéri, c'est quoi ?**

Au XIXe siècle, le **béribéri** avait fait des ravages parmi les populations d'extrême orient. Cette maladie se caractérise, au début, par une faiblesse des membres inférieurs et un essoufflement ; puis, elle prend soit la forme oedémateuse(A), soit la forme paralytique (B).

La **forme oedémateuse** se caractérise par une accumulation d'eau dans les tissus surtout des membres inférieurs. Le malade souffre de troubles cardiaques et respiratoires et **il risque la mort subite**.

La **forme paralytique** se caractérise par une paralysie de certains muscles, surtout ceux des membres inférieurs. Cette paralysie est due à une lésion de certains nerfs d'où le nom de **polynévrite** attribué à cette maladie. Cette forme est **mortelle**.



22. Personnes béribériques

**Le Béribéri, à quoi est-il du ?**

**Constatation :**

En 1880, un médecin japonais, constata que les marins nippons étaient affectés de béribéri alors que les marins européens en étaient indemnes. Il voulait chercher une explication. Il eu l'idée de comparer leurs régimes alimentaires et il constata que les marins nippons se nourrissaient exclusivement de riz poli alors que les Européens n'en consommaient que très peu. Il posa alors une hypothèse quant à la cause de cette maladie.

**Quelle (s) hypothèse (s) proposez-vous sur l'origine de la maladie ?**

**1ère Expérience :**

Il faisait alors une tentative qui est de remplacer dans la ration des marins japonais, une partie du riz par de la viande et le résultat était que le béribéri régressait.

**Proposez une hypothèse expliquant la régression du béribéri dans ce cas.**

**2ème Expérience :**

Vers 1890, un médecin hollandais chargé de soigner des prisonniers béribériques à l'hôpital de Java, remarqua que des poules qui se nourrissaient des reliquats ( restes ) des repas de ces malades constitués de riz décortiqué, présentaient des troubles nerveux identiques à ceux des béribériques. Il eut alors l'idée d'expérimenter sur ces poules.

Il formait deux lots et il nourrissait le premier de riz poli, décortiqué et le second de riz entier. Seules les poules du premier lot présentaient des signes de béribéri.

**Déduisez alors la cause du béribéri.**

### C - Le rachitisme

Le rachitisme est un trouble de calcification et de développement des os. Cette anomalie entraîne, essentiellement, une déformation de la partie inférieure du fémur (os de la cuisse) et du tibia (os de la jambe) qui deviennent incurvés en dedans.

Le rachitisme est dû au fait que l'enfant manque de vitamine D et qu'il a marché trop longtemps sur des os fragiles.

Les documents suivants présentent des données relatives aux os normaux et aux os rachitiques.



25. Enfant atteint de rachitisme



24. Radiographie du squelette des jambes d'un enfant rachitique



23. Radiographie du squelette des jambes d'un enfant sain

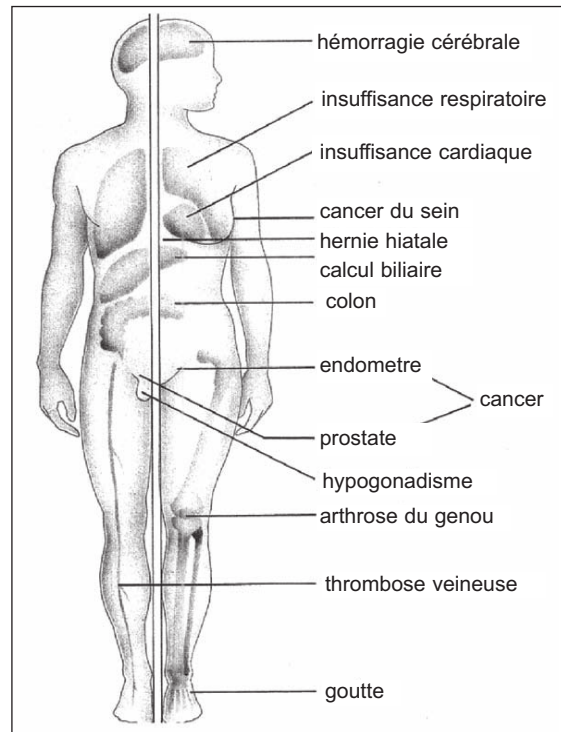
- 1- Cherchez dans la table les documents pages 30 et 47 des aliments riches en vitamines D.
- 2- Proposer une hypothèse sur le rôle de la vitamine D dans le développement des os.

### 1 La suralimentation

Elle correspond à une alimentation dont les apports énergétiques dépassent les besoins de l'organisme. La suralimentation associée à la sédentarité (manque d'exercices physiques) conduit à l'obésité. Selon l'OMS, l'obésité constitue **l'épidémie du siècle**.

Les complications de santé liées à l'obésité sont très variables et des études ont montré que les personnes dont le IMC dépasse 30 présentent des risques élevés de développer certaines maladies comme : le diabète, l'infarctus du myocarde, l'hypertension artérielle et l'artériosclérose.

En plus, on a montré que l'obésité accroît, chez l'homme, le risque de cancer de la prostate et du colon et, chez la femme, le risque de cancer de sein et du col de l'utérus.



**26.** Les complications liées à l'obésité sont nombreuses. Toutes ces complications n'existent pas chez tous les obèses, et beaucoup d'obèses supportent leur surpoids sans avoir de complications

### 2 Les carences alimentaires

Les carences alimentaires sont soit des carences énergétiques (la quantité d'énergie apportée par les aliments n'est pas suffisante pour couvrir les besoins de l'individu) soit des carences qualitatives (absence ou présence ; mais en quantité insuffisante, d'un aliment indispensable). Il existe diverses formes de carences alimentaires.

#### **A - L'anorexie mentale :**

**Forme de carence volontaire** qui affecte un nombre non négligeable de jeunes filles qui par souci de rester mince, s'abstiennent de manger normalement. Des maladies de carences diverses peuvent affecter les anorexiques et entraîner leur mort.

#### **B - La kwashiorkor :**

C'est le fléau des pays pauvres. Cette maladie des enfants est la conséquence d'un régime alimentaire carencé en protéides.

#### **C - Marasme :**

Il s'observe essentiellement lors de la première année de la vie.

L'amaigrissement est très important, poids de moins de 60% par rapport à un enfant normal de même âge et de même sexe.

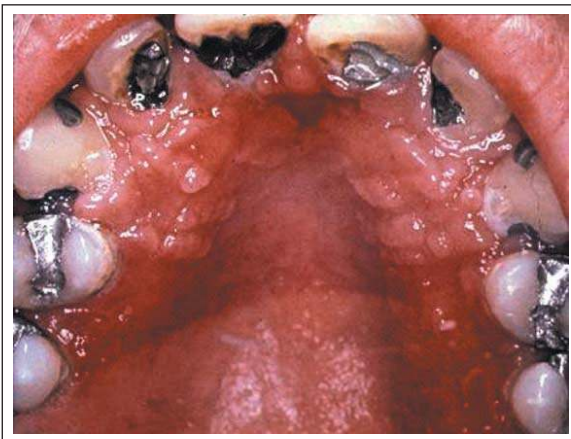
L'enfant présente une fonte du tissu adipeux et une fonte musculaire. Il présente un visage empreint d'une grande anxiété.

#### **D - Les avitaminoses :**

Ce sont les maladies liées à une carence en vitamines. Les carences vitaminiques sont responsables de nombreux dysfonctionnements métaboliques et organiques. Des femmes enceintes ou allaitantes, des personnes qui suivent des régimes ou qui souffrent de maladies intestinales ont parfois besoin d'un apport vitaminique supplémentaire.

VITAMINES	PRINCIPAUX EFFETS DES CARENCES
A (rétinol)	Cécité nocturne, cécité permanente, extrême sécheresse de la peau
D (calciférol)	Rachitisme
E	Anémies, atteintes des muscles de la rétine et du système nerveux central
K	Hémorragie
B1 (thiamine)	Béribéri
B2 (riboflavine ou lactoflavine ou ovalbumine)	Irritation des yeux, atteintes cutanées (inflammation et détérioration des cellules de la peau)
B3 (vitamine PP ou niacine)	Pellagre
B5 (acide panthoténique)	Fatigue, nausées, diarrhées, chute des cheveux ou encore troubles neurologiques (maux de tête notamment)
B6 (pyroxidine)	Irritabilité, perte de poids, sécheresse de la peau
B8 (biotine ou vitamine H)	Fatigue, nausées, convulsions, inflammation de la peau
B9 (acide folique)	Anémie mégaloblastique (caractérisée par une augmentation de volume des globules rouges)
B12 (cobalamine)	Asthénie (fatigue généralisée), anémie mégaloblastique, désordres neurologiques
C (Acide ascorbique)	Scorbut.

### E - Les carences en éléments minéraux :



27. Carie dentaire



28. Goitre causé par une carence alimentaire en iode

– **La carence en fer** : La carence en fer se traduit surtout par l'anémie dont les symptômes sont : une réduction de la capacité physique et intellectuelle et une diminution de la résistance aux infections. Chez la femme enceinte, l'anémie, augmente le risque de mortalité du fœtus et de diminution du poids du nouveau-né. Elle est essentiellement due à un déficit en protéines animales, source de fer.

– **La carence en magnésium** : Le magnésium est un anti-stressant naturel. Sa carence entraîne une fatigue persistante, des sensations de tension et de stress. Parfois, des symptômes plus importants apparaissent comme des insomnies, des crampes ou même des palpitations cardiaques. L'organisme n'a pas de réserves en magnésium, il lui faut donc un apport quotidien et régulier pour répondre à ses besoins. La plupart des végétaux contiennent du magnésium, notamment les graines de type amandes, noisettes.... Les céréales peu raffinées, les légumes et fruits secs en concentrent aussi des teneurs très élevées. Certaines eaux minérales, contiennent plus de 50 mg de magnésium par litre.

– **Les carences en calcium** : La carence en calcium favorise la décalcification de l'os et donc le rachitisme, la carie dentaire, des troubles de la transmission nerveuse et du fonctionnement des muscles cardiaque et squelettique etc...

– **La carence en iode** : L'iode est utilisé par une glande hormonale appelée thyroïde ( localisée au niveau du larynx ) pour fabriquer une hormone : la thyroxine.

La carence en iode entraîne l'insuffisance de cette hormone et par conséquent les troubles caractéristiques. Parmi ces troubles, on cite :

- l'apparition de goitre qui est une hypertrophie de la glande thyroïde.
- l'arrêt de la croissance des os en longueur ( nanisme ).
- des troubles de la reproduction : avortements fréquents.
- l'arrêt du développement mental.

La carence en iode était assez fréquente dans certaines régions ( Nord et centre ouest ).

Pour remédier à ce problème, on a enrichi le sel de cuisine en iode ( depuis 1984 ).

– **Les carences en fibres** : Les fibres alimentaires sont des constituants des aliments végétaux. elles ne sont pas digérées par les sécrétions de l'appareil digestif chez l'homme. Pourtant leur carence augmente les risques de certaines maladies tel que les cancers ( surtout celui du colon ), les maladies cardiovasculaires, l'obésité, le diabète, la constipation, etc..

### 3 Conclusion

La malnutrition désigne à la fois, une alimentation excessivement abondante ou **suralimentation** et une alimentation insuffisante ou **sous-alimentation**.

La suralimentation conduit à **l'obésité** qui est une source de **maladies graves**. La sous-alimentation comporte diverses formes de carences caractérisées, chacune, par des troubles spécifiques de la santé appelés **maladies de carence**.

L'étude des conséquences de la malnutrition met en évidence **la nécessité d'une alimentation équilibrée adaptée aux besoins de l'organisme**.

### EXERCICE 1/Q.C.M

Chaque série d'affirmations peut comporter une ou plusieurs réponse ( s ) exacte ( s ).  
Repérer les affirmations correctes :

- 1- Une personne est dite mal nourrie, lorsqu'elle :**
- a- est suralimentée.
  - b- est sous alimentée.
  - c- n'a pas un poids idéal.
- 2- L'obésité :**
- a- est une maladie grave.
  - b- est une surcharge pondérale.
  - c- correspond à un poids supérieur au poids idéal.
- 3- Le marasme :**
- a- est une sous-alimentation générale.
  - b- résulte d'une alimentation insuffisante en protides.
  - c- entraîne un amaigrissement important.
- 4- Le kwashiorkor :**
- a- est une maladie de carence en fer.
  - b- est une maladie de carence en protides.
  - c- affecte seulement les jeunes enfants.
- 5- Le rachitisme :**
- a- est une maladie des os.
  - b- résulte d'une carence en vitamine D.
  - c- résulte d'une carence en calcium.
- 6- Le béri-béri**
- a- est une maladie de carence en protides
  - b- est une maladie de carence en Fer.
  - c- est une avitaminose guérissable.

### EXERCICE 2

M<sup>me</sup> X qui est une femme au foyer ne comprend pas pourquoi elle prend du poids pourtant elle prend les mêmes aliments que sa fille avec les mêmes quantités. La fille est une élève en 3<sup>ème</sup> année secondaire et possède une taille et un poids normaux. Comment expliquer à M<sup>me</sup> X qu'elle est en situation de malnutrition contrairement à sa fille ?

### EXERCICE 3

Mademoiselle X est une fille obèse qui a un emploi de secrétaire. Pour réduire son poids, elle a décidé de ne plus manger tout ce qui est gras et même de sauter le dîner, mais elle constate à la longue que son poids ne diminue pas.

- 1- Proposer une hypothèse pour expliquer ce constat.
- 2- Proposer un comportement alimentaire et un mode de vie permettant de lutter contre l'obésité.

### EXERCICE 4

**Le sucre et les adolescents :**

Un adolescent boit, comme est lui 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.

- a) Sachant que ces boissons contiennent environ 120g de sucre par litre, calculez la quantité de sucre que cet adolescent aura consommé en un jour, en une semaine, en une année.
- b) Calculez l'équivalent journalier, en morceaux de sucre, de sa consommation (1 morceau de sucre pèse 5 g)
- c) Sachant qu'un morceau de sucre de 5 g fournit 85 kJ, calculez l'énergie fournie quotidiennement par ces boissons sucrées.

**Chapitre 2 : BESOINS NUTRITIONNELS DE L'HOMME****1. Légumes****2. Fruits****3. Viandes**

La santé de chacun de nous dépend du choix qu'il fait de ses aliments.

Les aliments consommés nous apportent de **l'énergie** nécessaire à **notre activité**, ainsi que les **matériaux** indispensables à la **construction et au fonctionnement de nos cellules**.

**La science de la nutrition** née au **xx<sup>ème</sup>** siècle est, actuellement, en plein développement. Cette science permet de déterminer **la composition** et la **valeur nutritive des aliments**.

Ainsi certains **aliments** sont dits **bâtisseurs** d'autres **fonctionnels** alors que d'autres sont dits **énergétiques**.

Une **alimentation équilibrée** doit couvrir les besoins qualitatifs et quantitatifs de l'organisme.

**OBJECTIFS**

**L'élève sera capable :**

- ❖ **de distinguer** les différents aliments simples.
- ❖ **de reconnaître** les propriétés physico-chimiques de ces aliments
- ❖ **de déterminer** les besoins en énergie et en nutriments de personnes de conditions différentes.

# SITUATION PROBLÈME

Les aliments naturels que nous consommons sont très variés, mais, si divers qu'ils soient, ils sont tous constitués, par un mélange d'aliments simples et de nutriments : protides, glucides, lipides, vitamines, sels minéraux et eau.



4. Pâtes, riz, pomme de terre sucre...  
Aliments très riches en glucides



5. Fruits et légumes sources de fibres, de  
vitamines et des sels minéraux



6. Poissons, viandes, œufs, fromages, lait, haricot... sont des aliments riches en  
protides



7. Huiles, beurre, viande rouge, œufs.... Sont des aliments riches en lipides

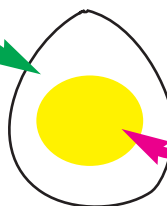
- 1- Quels sont les différents aliments simples qui entrent dans la composition de notre alimentation et quelles sont leurs propriétés physico-chimiques ?
- 2- Quels sont nos besoins qualitatifs et quantitatifs en aliments simples ?
- 3- Ces besoins sont-ils les mêmes pour tous ?

# P RÉACQUIS

## 1 Le document 8 donne la composition chimique d'un œuf de poule

**Composition chimique d'un œuf de poule**

glucides	: 0,8%
protides	: 10,9%
lipides	: 0,2%
eau	: 87,3%
sels minéraux	: 0,8%



glucides	: 0,6%
protides	: 16,1%
lipides	: 33,5%
eau	: 48,9%
sels minéraux	: 0,9%

D'après Grande encyclopédie Larousse.

*Un œuf est un véritable cocktail de vitamines.*

- Un œuf contient de très nombreuses vitamines :
  - des vitamines solubles dans les lipides : A, D, E et K ;
  - des vitamines du groupe B (B<sub>2</sub>, B<sub>5</sub>, B<sub>8</sub>, B<sub>9</sub>, B<sub>12</sub>).
- Un œuf apporte de nombreux éléments minéraux : phosphore, fer ...

(Docteur J.-M. Bourre)

### 8. La composition chimique d'un œuf de poule

- 1- Classifier les constituants de l'œuf en aliments minéraux et aliments organiques.
- 2- Partant de l'exemple de l'œuf de poule, définir un aliment simple et un aliment composé.

## 2 Associer chaque élément de la liste " a " à un élément de la liste " b " et à un élément de la liste " c ", en écrivant les 3 lettres

Aliment simple recherché		Réactif utilisé		Résultat attendu	
Amidon	a <sub>1</sub>	Liquueur de Fehling	b <sub>1</sub>	Précipité rouge brique	c <sub>1</sub>
Glucose	a <sub>2</sub>	Eau iodée	b <sub>2</sub>	Coloration jaune	c <sub>2</sub>
Maltose	a <sub>3</sub>	Ion oxalate	b <sub>3</sub>	Coloration bleue	c <sub>3</sub>
Ovalbumine	a <sub>4</sub>			Précipité blanc (oxalate de Ca)	c <sub>4</sub>
Lipide	a <sub>5</sub>	Ion argent ( Ag <sup>+</sup> )	b <sub>4</sub>	Précipité blanc ( Ba SO <sub>4</sub> )	c <sub>5</sub>
Ion chlorure	a <sub>6</sub>	Ion baryum ( Ba <sup>++</sup> )	b <sub>5</sub>	Précipité blanc ( Ag Cl )	c <sub>6</sub>
Ion calcium	a <sub>7</sub>	Acide nitrique ( HNO <sub>3</sub> )	b <sub>6</sub>	Tache translucide	c <sub>7</sub>
Ion sulfate	a <sub>8</sub>				

## 3 Recopier les deux listes puis reliez par une flèche chaque aliment organique au nutriment correspondant

Liste 1	Liste 2
Protides Lipides Glucides	Glucose ou autres sucres simples (oses) Acides aminés Acides gras

## 4 Comment connaît-on la valeur énergétique d'un aliment ?

Calculez l'équivalent énergétique de 1 Kcal en KJ.

Aliments simples	Valeur énergétique	
	en kJ/g	en kcal/g
Glucides	16,7	4
Protides	16,7	4
Lipides	37,7	9

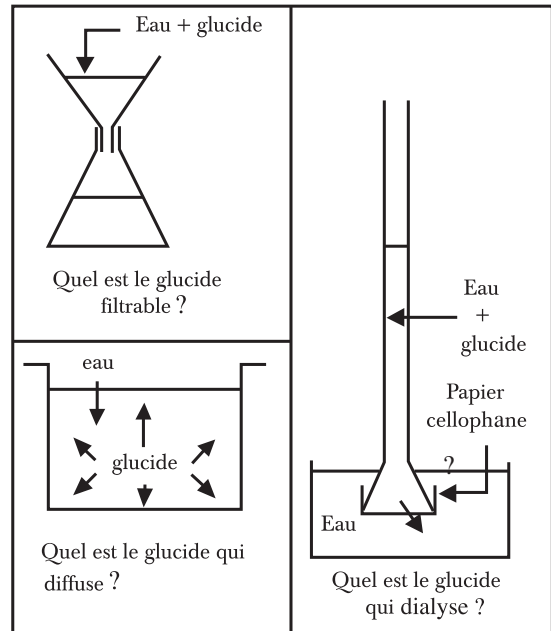
### I - LES ALIMENTS SIMPLES

#### 1 Les glucides

Comment classer les glucides ?

A - Selon les Propriétés physico-chimiques de certains glucides :

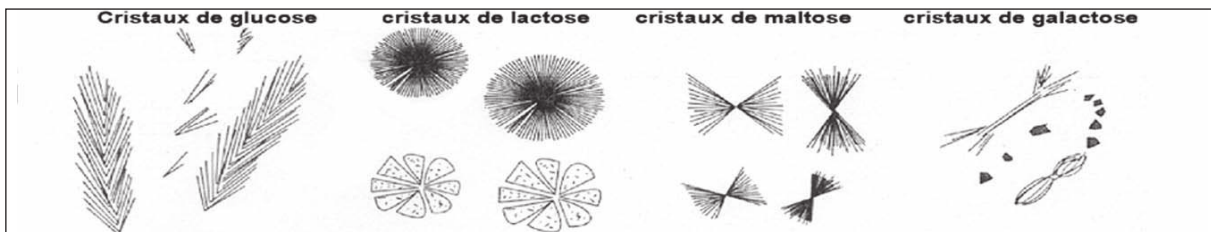
- Faites les expériences consignées dans le tableau ci-dessous.
- Observer la forme des cristaux de certains glucides.
- Poser une hypothèse de classement de ces glucides suivant la taille de leur molécule.



9. Schéma des expériences

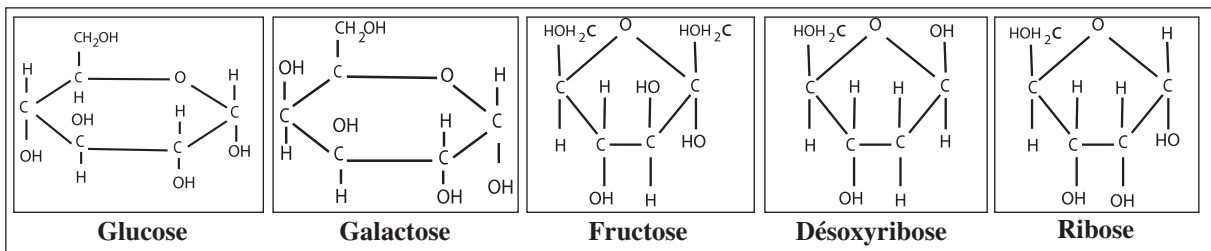
	Solubilité dans l'eau	Filtration	Diffusion	Dialyse	Action de la chaleur sur le mélange glucide + eau	Action de la liqueur de Fehling à chaud
Glucose						
Saccharose						
Amidon						

B - Selon la forme des cristaux que donnent certains sucres en présence de phényl-hydrazine



9. Forme de cristaux de divers sucres en présence de phényl-hydrazine, observés au microscope

C - Selon le nombre d'atomes de carbone :

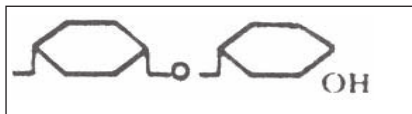
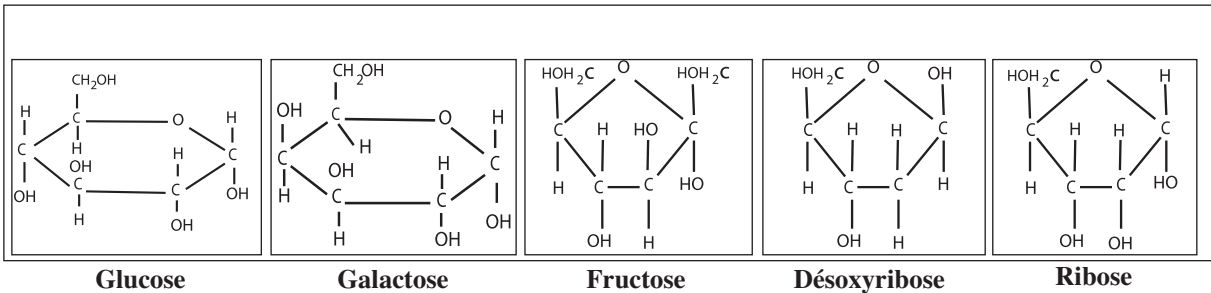


10. Formules développées de quelques sucres

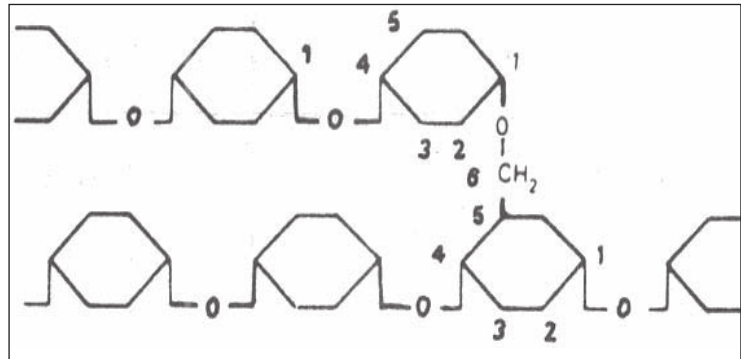
- Pour chacune des molécules, nommez les atomes constitutifs.
- Classez ces molécules en vous basant sur le nombre d'atomes de carbone.

C- Selon le nombre d'atomes de carbone :

On donne les formules développées de certains glucides :



11. Une molécule de maltose



12. Un fragment d'une molécule d'amidon

- 1- Pour chacune des molécules, nommez les atomes constitutifs.
- 2- Classez ces molécules en vous basant sur le nombre d'atomes de carbone.
- 3- Y-a-t- il une relation entre l'aspect des cristaux et la formule chimique?
- 4- Etablissez une relation entre les 3 types de glucides.
- 5- Sachant que la formule chimique brute du glucose est  $C_6H_{12}O_6$ , écrivez :
  - la réaction qui permet de trouver la formule chimique du maltose.
  - la réaction qui permet de trouver la formule chimique de l'amidon.

Le saccharose ( sucre de commerce ), le lactose ( sucre du lait ) et le maltose ( sucre de malt ou orge germé ) sont des sucres d'origine différente. Mais leur molécule donne par hydrolyse ( dissociation par l'eau ) du glucose :

Saccharose +  $H_2O \longrightarrow$  glucose + fructose.

Maltose +  $H_2O \longrightarrow$  glucose + glucose.

Lactose +  $H_2O \longrightarrow$  glucose + galactose.

## 2 Les protéides

### A - Mise en évidence de protéides dans certains aliments

Reproduisez et compléter le tableau ci-dessous en mentionnant les résultats obtenus et les conclusions dans les cases correspondantes.

aliments \ Expériences	Réaction Xanthoprotéique (+ HNO <sub>3</sub> )	Conclusions
Ovalbumine		
Lait		
Pois chiche broyé		

### B - De quoi est constituée une protéine ?

#### Cas de l'ovalbumine

On prépare une solution d'ovalbumine à laquelle on ajoute quelques gouttes d'un acide fort. On met ensuite la solution dans un bain-marie bouillant. Au temps  $t_0$  on prélève 5ml dans la solution qu'on met dans un tube numéroté 1, après une heure on prélève 5ml dans la solution qu'on met dans un tube numéroté 2, après 2 heures on prélève 5ml qu'on met dans un tube numéroté 3.

On réalise sur les trois tubes les expériences du tableau suivant :

Expériences \ Tubes	Réaction de coagulation ( action de la chaleur )	Réaction de Biuret ( NaOH + CuSO <sub>4</sub> )	Réaction xanthoprotéique ( HNO <sub>3</sub> )
Tube n° 1			
Tube n° 2			
Tube n° 3			

– la **réaction de Biuret** est une réaction qui met en évidence les peptides composés de plus de 3 acides aminés : en présence des réactifs spécifiques NaOH + CuSO<sub>4</sub> les protéides donnent une **coloration bleu violacée**.

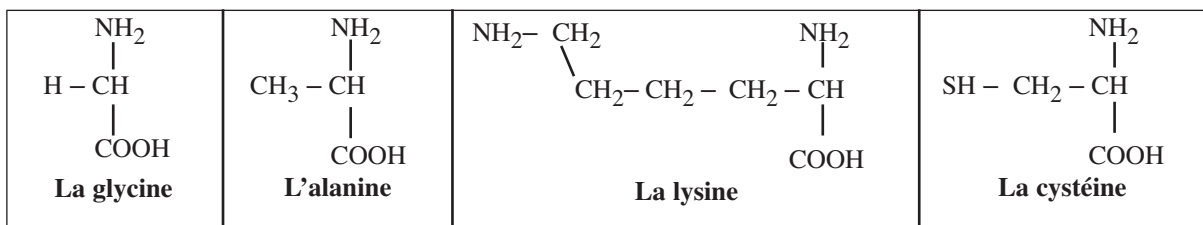
– la **réaction xanthoprotéique** met en évidence les protéides : en présence du réactif spécifique HNO<sub>3</sub>, les protéides donnent une **coloration jaune**.

1- Réalisez les expériences, reproduisez et complétez le tableau ci-dessus.

2- Quelle hypothèse pouvez vous émettre pour expliquer ces résultats ?

**C - Composition chimique d'un acide aminé**

Le document 13 donne les formules de quatre acides aminés : la glycine, l'alanine, la lysine et la cystéine.



13. Formules développées de quelques acides aminés

- 1- Observez ces formules et déduisez ce qu'elles ont en commun et ce qu'elles ont de différent..
- 2- La formule brute d'un acide aminé s'écrit :  $C_wH_xO_yN_z$ . Écrivez les formules brutes des acides aminés du document 13.
- 3- Sachant que la fonction acide (COOH) d'un premier acide aminé réagit avec la fonction amine (NH<sub>2</sub>) d'un deuxième acide aminé en libérant une molécule d'eau et en formant un dipeptide, écrivez cette réaction en utilisant la glycine et l'alanine.

**D - Séquence d'acides aminés**

On considère trois acides aminés différents nommés AA<sub>1</sub>, AA<sub>2</sub> et AA<sub>3</sub> et représentés respectivement par : ● ▲ ■

- 1- Trouvez le nombre des différents tripeptides possibles.
- 2- Déduisez deux différences entre les diverses protéines, sachant que le nombre d'acides aminés dans la nature est égal à 20.



14. Modèle de séquence d'AA

**3 Les Lipides**

**A - Propriétés**

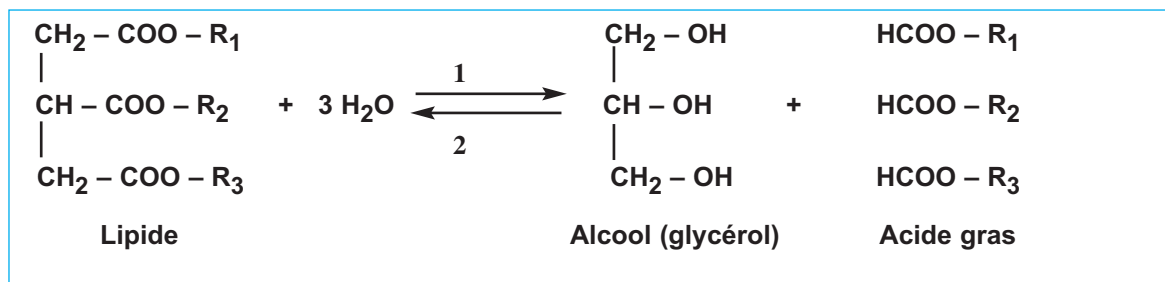
- Frottez de l'huile d'olive sur un papier puis chauffez-le.  
**Que constatez-vous ?**
  - Mettez dans un tube à essai 5ml d'huile végétale et 5ml d'eau. Agitez énergiquement.
- Observez et concluez.**
- Laissez reposer le mélange ; **que constatez-vous ?**
  - Placez l'huile d'olive à une température de 5°C. **Observez le résultat.**  
**Que pouvez-vous en déduire.**



15. Etat de l'huile à 5°C

**B - Composition chimique des lipides**

On donne la réaction d'hydrolyse (1) et d'estérification (2) d'un glycéride qui est un lipide :



En considérant la réaction d'hydrolyse (1), donnez la composition chimique de ce lipide.

**C - Composition chimique d'un acide gras**

On donne ci-après les formules semi-développées de certains acides gras.

Acide palmitique	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{14} - \text{COOH}$
Acide stéarique	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{16} - \text{COOH}$
Acide oléique	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_7 - \text{CH} = \text{CH} - (\text{CH}_2)_7 - \text{COOH}$
Acide linoléique	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_4 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}(\text{CH}_2)_7 - \text{COOH}$

- 1- Quelles différences pouvez-vous relever entre ces différents acides gras ?
- 2- Sachant que si la chaîne d'acide gras comprend des doubles ou des triples liaisons, l'acide gras est dit insaturé. Dans le cas contraire, il est dit saturé. Classez les acides gras ci dessus en acides gras saturés et en acides gras insaturés.
- 3- Déduisez la formule générale d'un acide gras.

## II - LES BESOINS NUTRITIONNELS QUALITATIFS

Pour être équilibrée, notre alimentation doit apporter les éléments nutritifs nécessaires à la constitution et au fonctionnement de l'organisme.

**Comment identifier les éléments nutritifs nécessaires à la santé et à l'activité de l'organisme ?**

### 1 Evaluation des pertes

– Les cellules nerveuses de l'organisme ne se renouvellent pas. Leur perte est définitive.

Pour les autres cellules, la durée de vie de chaque cellule est limitée et chaque cellule morte est remplacée grâce à la division de cellules existantes.

(Durée de vie d'hématie ≈ 120 jours).

Les documents ci-contre présentent les pertes quotidiennes de certains aliments simples et nutriments par l'organisme.

Les pertes signalées sont inévitables.

Aliments	Contenu total du corps		Pertes journalières moyennes possibles	Temps de survie en jour
		%		
- Lipides (g)	9000		150	40 à 50
- Protides (g)	11000		60	40 à 50
- Glucides (g)	500		–	≈1
- Eau (g)	40000		3000	4
- K (meq)	3500		260	1 à 2
- Fe (mg)	4000		23	120 à 150

16. Réserves normales de l'organisme humain ( 64 Kg )

1- Précisez l'origine de ces pertes.

2- Les pertes signalées sont variables pour chaque élément.

Indiquez les conditions qui sont responsables de ces variations.

3- Comment expliquer que l'organisme ne peut pas survivre après un temps de privation d'un élément donné ?

4- Quels rôles jouent ces éléments dans l'organisme ?

Sueur + H <sub>2</sub> O vapeur			Fèces
Eau l / j	0,4 à 4	0,1 à 4	0,2
NaCl (g / l)	2,5 à 5,5		NaCl
K (g / l)	1,5 à 4,5		K
P (g / l)	0,3 à 0,6		P
Ca (g / l)	0,01 à 0,015		Ca
URINE			Air expiré
Eau (g / l)	1 à 1,5		0,5
Na (g / l)	2,75 à 5		CO <sub>2</sub> : 600 l / jour
Ca (g / l)	0,1 à 0,4		
K (g / l)	1,5 à 4		
Cl (g / l)	4 à 9		
P (g / l)	1,1		

17. Pertes hydro minérales par jour

## 2 Identifier les besoins hydro-minéraux

### A - Besoin en eau

L'eau est le constituant le plus abondant de l'organisme : en moyenne 70 % de la masse corporelle. Le besoin en eau est vital : 4 jours de privation en eau entraîne, généralement, la mort. Le document ci-contre présente le bilan en eau. Certaines conditions: température du milieu extérieur, activité physique influencent les pertes et les apports en eau de l'organisme.

#### 18. Bilan de l'eau dans l'organisme en 24H

Pertes en l	Apports en l
- Urine 1 à 1,5	- Boissons 1 à 1,5
- Vapeur d'eau 0,9	- Aliments 1,3
- Fèces 0,2	- Eau métabolique 0,3
- Sueur 0,5	

- 1- Précisez l'influence des ces facteurs sur les pertes, les apports et le bilan en eau.
- 2- Ecrivez la réaction d'hydrolyse et de synthèse d'un dipeptide.
- 3- Que pouvez-vous déduire sur le rôle et la formation d'eau dans le métabolisme.

### B - Besoin en sels minéraux

Les sels minéraux ne représentent que  $\approx 5\%$  de la masse totale de l'organisme mais jouent des rôles essentiels dans sa constitution et son fonctionnement. Exemples :

- Plasma ( document ci-contre )
- Contraction musculaire : fait intervenir les ions  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{PO}_4^{--}$
- Conduction nerveuse : fait intervenir  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$
- Transport de l' $\text{O}_2$  et du  $\text{CO}_2$  par l'hémoglobine (  $\text{Fe}^{++}$  ) des globules rouges.
- Os et dents riches, en phosphate de Ca.

#### 19. Plasma g / l

19. Plasma g / l	1000g de pain
- Na 3,1 à 3,4	493 mg $\text{Cl}^-$
- K 0,14 à 0,25	22 mg $\text{Ca}^{++}$
- Ca 0,09 à 0,11	108 mg $\text{PO}_4^{--}$
- Mg 0,015 à 0,027	108 mg $\text{K}^+$
- P 0,025 à 0,05	

Précisez :

- Les voies de pertes de sels minéraux.
- Les différentes sources d'approvisionnement de l'organisme en sels minéraux.
- Consulter la table de composition alimentaire (pages 46 et 47) et choisissez les aliments les plus riches en sels minéraux.

### 3 Identifier les besoins en vitamines

#### Qu'est-ce qu'une vitamine ?

C'est une molécule organique non énergétique nécessaire à faible dose, pour le fonctionnement des cellules. Le document 20 ci-dessous présente des informations sur nos besoins en vitamines.

- 1- Précisez pourquoi les vitamines sont indispensables pour la santé de l'Homme.
- 2- Indiquez comment doit être composée l'alimentation pour assurer un apport en différentes vitamines.

VITAMINES	PRINCIPALES SOURCES ALIMENTAIRES	RÔLE BIOLOGIQUE
<b>Vitamines liposolubles</b>		
A (rétinol) 0,5 – 1,2 mg	Légumes verts, produits laitiers, foie.	Intervient dans la synthèse des pigments photosensibles de l'œil et dans l'entretien des tissus épithéliaux.
D (calciférol) 1 à 2 mg (enfant)	Produits laitiers, œufs, poisson, huile de foie de morue.	Stimule l'absorption du calcium au niveau de l'intestin, favorise la croissance osseuse en permettant la fixation du calcium.
E 10 à 20 mg	Margarine, céréales, légumes verts.	Protège les membranes cellulaires et les globules rouges des phénomènes oxydatifs.
K quelques mg	Légumes verts	Intervient dans la coagulation du sang et la fixation du calcium.
<b>Vitamines hydrosolubles</b>		
B1 (thiamine) 1 à 2 mg	Céréales, légumes	Intervient dans le métabolisme des glucides, et le fonctionnement des nerfs et du cœur.
B2 (riboflavine) 1 - 2 mg	Produits laitiers, foie, œufs, céréales, légumes.	Intervient dans le métabolisme énergétique.
B3 (vitamine PP ou niacine) 1 à 20 mg		Réactions d'oxydoréduction de la respiration cellulaire.
B5 (acide pantothénique) 7 à 12 mg	Produits laitiers, foie, œufs, céréales, légumes.	Intervient dans le métabolisme énergétique.
B6 (pyroxidine) 0,1 mg	Céréales complètes, légumes, viande.	Joue un rôle dans le métabolisme de nombreuses molécules : acides aminés, glycogène, hémoglobine, etc.
vitamine C 10 à 70 mg	Végétaux frais, fruits.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formation des tissus conjonctifs, capillaires, os dents.</li> <li>• Facteur anti-infectieux.</li> </ul>

## 4 Besoins en protides

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

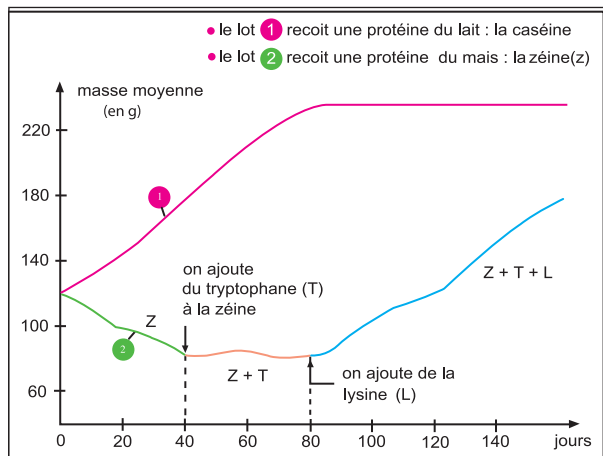
Un homme adulte reçoit une ration alimentaire convenable en glucides, lipides, matières minérales et vitamines, mais complètement dépourvue de protides. Ses pertes en azote qui se font principalement par les urines, ne sont pas nulles et sont évaluées à 2,5 g d'azote par 24 heures.

- 1- Proposez une origine à l'azote éliminé
- 2- Calculez la masse de protide transformée en azote par 24 heures sachant qu'un protide contient 16% d'azote.

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

Deux lots de jeunes rats reçoivent une alimentation quantitativement suffisante en protides, mais ces protides ont des compositions en acides aminés différentes. Les résultats de cette expérience sont donnés par le document ci-contre. Le tableau ci-dessous 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	caséine	zéine
Arginine	3.2	605
Leucine	9.5	24
Lysine	7.5	0
Phénylalanine	4.4	5
Tryptophane	1.5	0
tyrosine	4.5	0



21. Variation de la masse moyenne corporelle de rats sous l'effet de la variation de la composition des protides

- 1- En vous appuyant sur la composition de la caséine et de la zéine, expliquez la différence de croissance entre les rats du lot 1 et les rats du lot 2.
- 2- Quelle conclusion pouvez-vous tirer concernant le rôle de chacun des trois acides aminés : lysine, tryptophane et tyrosine ?

**C- La valeur biologique d'une protéine dépend de sa teneur en acides aminés essentiels (AAE).**

**AAE :** Ce 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 tableau 1 donne les pourcentages des acides aminés essentiels dans les protéines de l'œuf, de la viande et du blé. Le tableau 2 donne les rapports nécessaires pour la croissance chez l'enfant et pour l'entretien chez l'adulte.

Tableau 1

Acide aminés essentiels	% 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

Tableau 2

Acide aminés	Besoin de croissance	Besoin d'entretien
Tryptophane	1 partie	1
Lysine	5parties	3
méthionine	2,5 parties	4

- 1- Nommez la protéine la plus riche en acides aminés essentiels ?
- 2- Calculez les rapports tryptophane/lysine et tryptophane/méthionine pour les protéines de l'œuf, de la viande et du blé.
- 3- Déduisez la protéine qui convient le mieux aux besoins de l'enfant et celle qui convient le mieux au besoin de l'adulte ?

**5 Besoins en lipides**

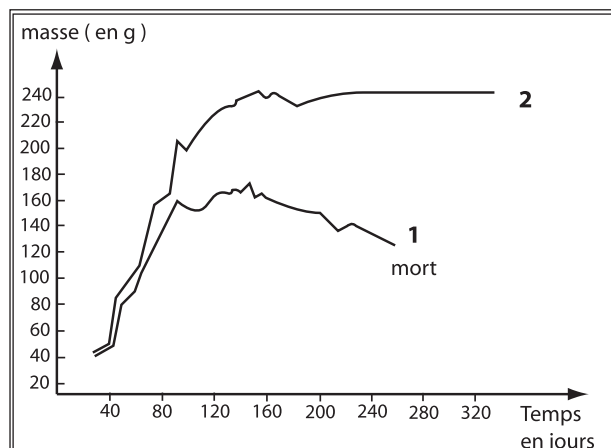
Sur trois lots de rats A, B et C, on réalise les expériences suivantes :

- 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 de la fonction reproductrice.

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

- au lot C, on fournit en plus des aliments cités ci- dessus 10 gouttes de graisse animale par jour. La courbe 2 traduit l'évolution de la 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.**



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

Analysez les résultats obtenus pour les lots A, B et C en vue de déduire des conclusions sur les rôles biologiques des lipides.

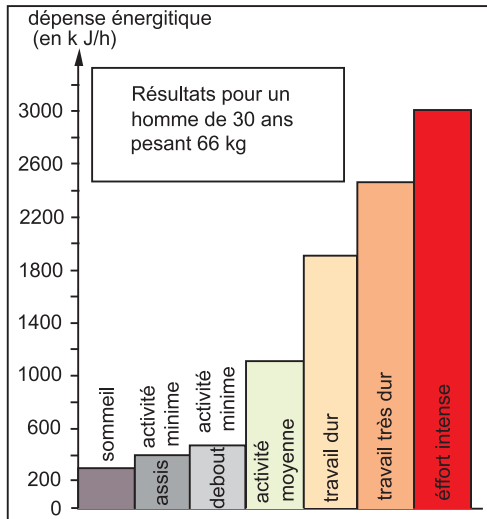
### III - LES BESOINS NUTRITIONNELS QUANTITATIFS

Pour assurer les besoins de l'organisme, notre alimentation doit comporter les différents aliments simples et nutriments en quantités et en proportions bien déterminées.

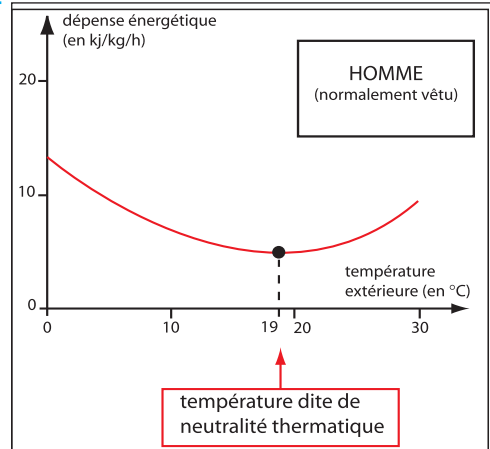
Comment déterminer nos besoins quantitatifs en aliments simples et en nutriments ?

#### 1 Connaître ses dépenses énergétiques.

Les documents suivants représentent les dépenses énergétiques de différentes personnes dans différentes situations.



23.



24a.

#### Variation du métabolisme de base avec l'âge en Kcal / h / m<sup>2</sup> ( Talbot 1927 )

Nouveau né	35
- 2,5 ans	50
- 6 ans	45
- Homme :	
+ 20 - 50	40
+ > 50	35,2
- Femme	
+ 20 à 50 ans	36,9
+ > 50 ans	32,7
+ enceinte ou allaitante	42 à 45

24b.

Les valeurs consignées dans le tableau ci-dessous sont des dépenses énergétiques fournies pour un homme et une femme de 25 ans pesant respectivement 65 et 55 kg et vivant sous un climat tempéré. Valeurs moyennes communiquées par le Comité FAO/OMS

Activité	Homme (kJ/24h)	Femme (kJ/24h)
légère	11 300	8 400
modérée	12 500	9 200
forte	14 600	10 900
exceptionnelle	16 700	12 300

25.

	Masse (Kg)	kJ/24 h
enfants		
0 - 1 an	7,3	3 380
1 - 4 ans	13,5	5 650
4 - 7 ans	20	7 650
7 - 10 ans	28	9 150
filles		
10 - 13 ans	38	9 800
13 - 16 ans	50	10 400
16 - 20 ans	54	9 650
garçons		
10 - 13 ans	37	10 850
13 - 16 ans	51	12 100
16 - 20 ans	63	12 850

26.

1- Analysez ces documents.

2- A partir de l'analyse des documents 24a et 24b,

- définissez le métabolisme de base (MB).

- comparez le métabolisme de base des enfants et des adultes.

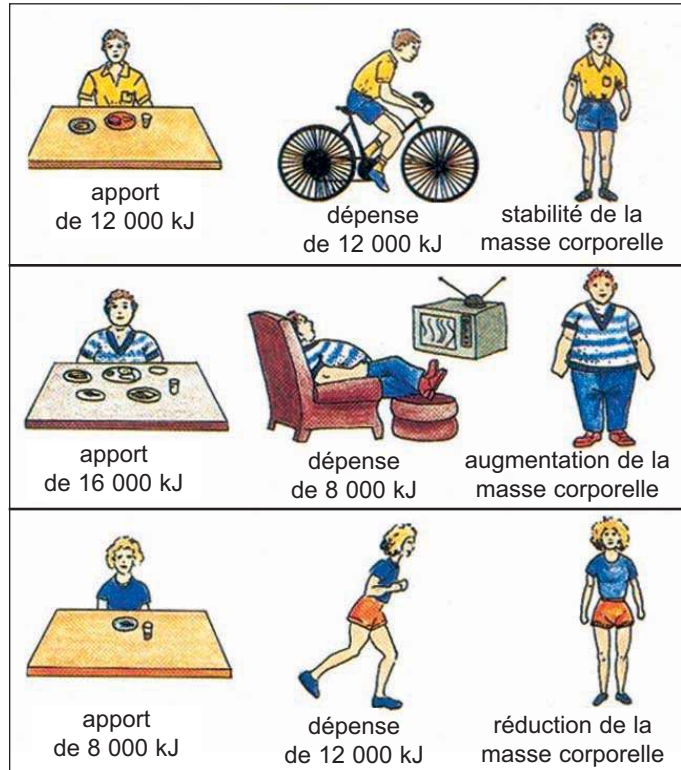
## 2 Adéquation entre apport et dépense énergétique

a) Le document ci-contre montre trois situations différentes pour le bilan énergétique (différence entre apport et dépense)

- 1- Calculez le bilan énergétique dans chaque cas.
- 2- Déduisez une règle dans l'établissement de la ration énergétique (apport énergétique quotidien) pour les personnes adultes.

b) Les nutritionnistes recommandent un bilan énergétique positif (apport-dépense > 0), chez les jeunes personnes, en croissance, ainsi que chez la femme enceinte et la femme allaitante.

Argumentez cette recommandation, sachant que la synthèse d'un dipeptide par formation d'une liaison peptidique entre 2 acides aminés consomme 3 Kcal.

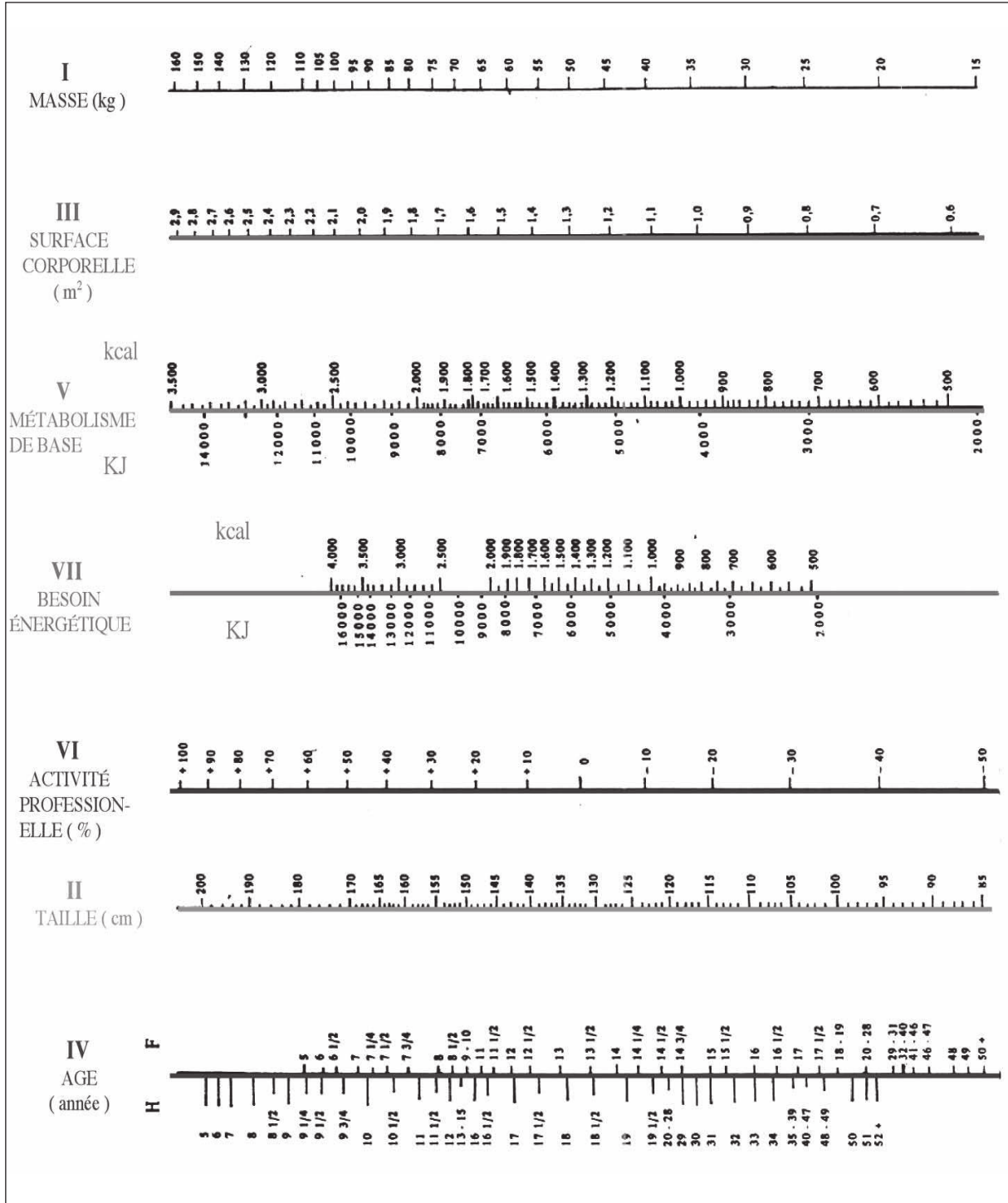


27. Relation entre masse corporelle et bilan énergétique

## 3 Déterminer, par le tableau de Boothby, ses besoins énergétiques

- 1- Repérer votre MASSE sur l'échelle I (point A).
- 2- Repérer votre TAILLE sur l'échelle II (point B) ; à partir de ces deux points, trace une droite au crayon (droite A-B).
- 3- Le point d'intersection entre la droite A-B et l'échelle III correspond à votre surface corporelle ; notez la valeur du point C.
- 4- Repérez votre âge sur l'échelle IV (point D) : ATTENTION, l'échelle diffère selon le sexe ! joignez les points C et D par une droite tracée au crayon (droite C-D).
- 5- Le point d'intersection (point E) entre la droite C-D et l'échelle V donne votre MÉTABOLISME DE BASE du sujet.
- 6- Repérez votre ACTIVITÉ PROFESSIONNELLE sur l'échelle VI, en sachant que :
  - Les retraits correspondent à des situations pathologiques
  - + 10% = activité nulle (repos de maladie, lecture...)
  - + 30% = activité faible
  - + 40% = travail « type bureau », activité sportive faible
  - + 60% = travail avec beaucoup de déplacement, activité sportive modéré
  - + 80% = travail « type lourd », activité sportive intense.

7- En traçant la droite à partir du métabolisme de base ( point E ) jusqu'au % d'activité professionnelle ( point F ), on croise l'échelle VII qui donne approximativement le besoin énergétique.



28. Tableau de Boothy

## 4 Quels aliments énergétiques sont nécessaires pour couvrir nos dépenses ?

Les besoins énergétiques de l'organisme sont assurés par les apports alimentaires en glucides, en protides et en lipides. L'eau, les sels minéraux et les vitamines ne sont pas énergétiques.

### Valeur énergétique métabolisable selon Rubner

- Protides	4 Kcal ou 16,7 KJ
- Lipides	9 Kcal ou 37,7 KJ
- Glucides	4 Kcal ou 16,7 KJ

L'activité musculaire s'accompagne d'une dépense énergétique. Cette énergie provient de la dégradation des nutriments :

- d'abord glucidiques; le glucose est le nutriment énergétique le plus important. Mais les réserves glucidiques de l'organisme sont limitées ≈ 500g.
- ensuite lipidiques, grâce à l'utilisation des graisses. C'est pourquoi, en absence de glucides, l'activité prolongée entraîne l'amaigrissement du corps.
- enfin protidiques, grâce à la dégradation des acides aminés.

En absence de glucides de protides et de lipides, alimentaires, l'organisme utilise toutes ses réserves de graisses puis ses protéines musculaires. C'est le cas des populations sous alimentées qui présentent une fonte musculaire.

### A - Equilibre protides, lipides et glucides

Le document suivant présente les besoins en protides, en lipides et en glucides de l'adolescent, de l'adolescente et de l'adulte.

	Âges en années	Poids en kg	Protides en grammes	Lipides en grammes	Glucides en grammes	Energie en kJ
adolescent	10 à 12	35	70	70	245	7900
	13 à 15	49	85	100	343	10843
	16 à 20	63	100	126	441	13785
adolescente	10 à 12	35	70	72	252	8092.5
	13 à 15	49	80	98	343	10421
	16 à 20	54	75	108	378	11675
adulte		70	80	89.5	386	11158.5

- 1- Précisez, en vous appuyant sur votre pré-acquis, pourquoi on ne peut pas remplacer, entièrement, une source énergétique par une autre, en supprimant soit les protides, soit les lipides, soit les glucides.
- 2- Calculez en % l'apport énergétique des protides, les lipides et des glucides dans chaque cas.
- 3- De la comparaison des données numériques présentées dans ce tableau, déduisez une conclusion

**B - Spécificité et équivalence énergétique des protides, des lipides et des glucides**

**a) Protides et lipides ne sont pas que des sources d'énergie !**

Les protides et les lipides ne sont pas, seulement, des aliments énergétiques. Les protides apportent des acides aminés essentiels et sont indispensables pour la synthèse de **protéines de structure** ( constituant des cellules ) et de **protéine de fonction** ( enzymes et certaines hormones ).

Les lipides apportent des **acides gras essentiels et des vitamines liposolubles**. Vue leur spécificité, les protides, les lipides et les glucides doivent figurer dans l'alimentation en proportion convenable.

Les nutritionnistes recommandent l'équilibre indiqué dans le document 29 ci-contre.

Le document 30 montre l'évolution de cet équilibre chez les enfants, dès leur naissance.

**AGE** : Acide gras que l'organisme ne peut pas synthétiser. Il y a 3 AGE , a. linoléique , a. linolinique, a. rachidonique.

**AAE** : Acide aminé que l'organisme ne peut pas synthétiser. Il y a 8 AAE chez l'Homme.

**29. Equilibres Glucides, Protides, Lipides recommandés**

- G ≈ 55%	G ≈ 4 parts
- P ≈ 15%	P ≈ 1part
- L ≈ 30%	L ≈ 2 parts

**30. Apports énergétiques des :**

Individus	30. Apports énergétiques des :		
	Protides	Lipides	Glucides
Nourrisson	11%	51%	38%
2,5 à 5 ans	17%	32%	51%
5 ans	18%	31%	51%
12 ans et plus	15%	30%	55%

**Montrez la relation entre l'évolution de cet équilibre et l'évolution des besoins nutritionnels de l'enfant au cours de sa croissance.**

**b) Equivalence énergétique des protides, lipides et glucides**

**– Problème :**

Une personne active reçoit une alimentation suffisante en protides, en lipides et en glucides. Elle décide de faire une activité supplémentaire qui nécessite un supplément d'énergie.

**Par quel ( s ) aliment ( s ) peut-elle couvrir cette dépense énergétique supplémentaire ?**

**– Exemple de cas :**

Un forgeron qui consomme suffisamment de glucides, de protides et de lipides, veut prolonger de 4<sup>H</sup> supplémentaire sa journée de travail qui dure normalement 8<sup>H</sup>. Dans ce cas, il a besoin d'un supplément d'énergie qui couvre les dépenses en plus; soit 50 % de la dépense normale.

**– Réponse :**

Ce supplément d'énergie peut provenir soit des protides, soit des lipides, soit des glucides, soit d'une association de 2 ou des 3 aliments dans des proportions quelconques selon le choix de l'individu.

**– Conclusions :**

Lorsque les besoins spécifiques en protides, en lipides et en glucides sont assurés, le besoin supplémentaire en énergie peut être couvert uniquement par les glucides, ou par les lipides, ou par les protides ou encore par une association de 2 ou 3 aliments dans des proportions quelconques.

C'est le principe de l'équivalence énergétique ( isodynamie ).

**– Application :**

Calculez la masse de protides, de lipides ou de glucides qui peut donner 500 KJ dans un cas d'application de l'équivalence énergétique.

## 5 Déterminer ses besoins en protides

Les protéines sont des matériaux de constitution des cellules, et de leurs molécules fonctionnelles (enzymes, hormones, anticorps) ainsi que des sources d'énergie. Chez l'individu adulte, l'apport alimentaire en protide doit compenser les pertes protidiques de l'organisme sous forme d'azote urinaire. Dans ce cas le bilan azoté est nul :  $N_i = N_e$ .

Chez les jeunes, en croissance, le bilan azoté doit être positif ( $N_i > N_e$ )

Les documents 31 et 32 présentent les besoins en protides de l'enfant et de l'adulte.

- 1- Complétez le tableau du document 31.
- 2- Que pouvez-vous déduire de la comparaison des données des 2 documents.

### 31. Besoins en protides de l'homme adulte 70 Kg

	Masse totale en g	g / kg
Homme sédentaire	100	
Homme travailleur		
– Travail léger	112	
– Travail modéré	125	
– Travail de force	140	

### 32. Besoins en protides, chez l'enfant

Age en ans	g/kg de poids	Masse totale en g
Jusqu'à 1 an	3 à 4	
1 à 3 ans	2,9	40
3 à 6	2,5	50
6 à 9	2,1	60
9 à 12	1,9	70

La synthèse d'1 Kg de tissus consomme 150 Kcal (Rubner).

Le document 33 montre une relation entre les besoins en protides et les dépenses énergétiques.

Expliquez cette relation.

### 33. Equilibres recommandés par Atwater

Besoins en	
Energie en KCal	Protéines en g
2700	100
3000	112
3500	125

## 6 Déterminer ses besoins en vitamines

Le document 20 page 30 présente les besoins qualitatifs et quantitatifs de l'Homme, en vitamines. On remarque que le besoin quantitatif est variable pour chaque vitamine.

Le document 34 montre une relation entre le besoin en certains vitamines et d'autres besoins.

### 34. Equilibres vitaminiques recommandés

- Vit B <sub>1</sub>	0,45 mg pour 1000Kcal
- Vit B <sub>2</sub>	0,55 mg pour 1000 Kcal
- Vit PP	6,6 mg pour 1000 Kcal
- Vit B <sub>6</sub>	1,8 mg pour 1000 g de protéines
- Vit E	0,6 mg pour 1 g d'acide linoléique

En vous appuyant sur la connaissance des rôles biologiques des vitamines, proposez une explication de la cause de cette variation.

## 7 Déterminer ses besoins en eau et en sels minéraux

Chez l'adulte, les besoins hydrominéraux doivent être ajustés aux pertes de l'organisme ( Bilan nul ).  
 Chez les jeunes, ce bilan est positif.  
 Les besoins hydrominéraux varient chez l'Homme, sous l'influence de certains facteurs. Ces besoins sont liés à la masse corporelle et à la dépense énergétique ( document 35 )

Expliquez ces relations.

### 35. Besoins en eau

- 40 g/ Kg de masse corporelle.
- 1 g pour 1 Kcal dépassée.

### 36. Besoins en éléments minéraux de l'adulte

NaCl	K	Ca	Mg	P	Fe	S	I	Zn	Cu
5	2	0,8	0,3	1	0,012	1,2	0,15	0,02	0,002
	à	à		à				mg	mg
	4	0,9		3					

Ca / P = 2 à 0,5

## 8 Assurer ses besoins en fibres

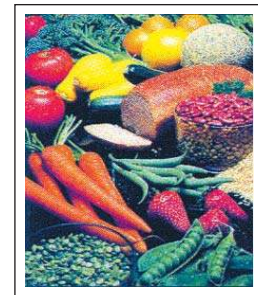
Consommer 35g à 40g/j de fibres alimentaires pour préserver sa santé !

### Constatations

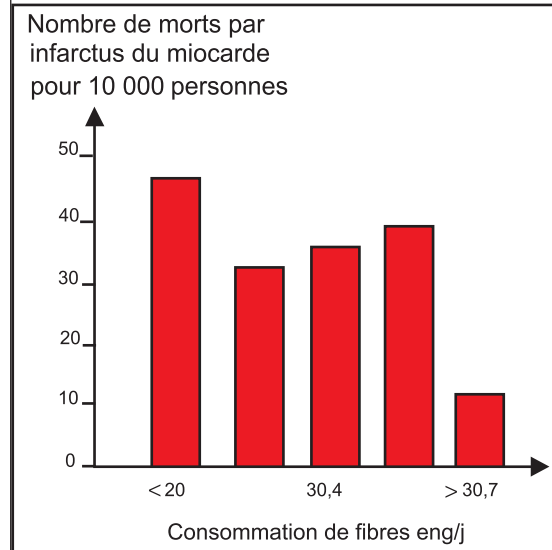
- 1- Les Européens qui vivent en Afrique développent plus souvent que les personnes d'origine africaine ( Indigènes ) des maladies telles que la constipation, l'appendicite, le cancer du colon ( gros intestin ) et les maladies cardio-vasculaires.
- 2- L'alimentation de ces Européens émigrés est comme celle de leurs concitoyens en Europe, pauvre en fibres alimentaires. Elle ne dépasse pas 25g/j ; alors que celle de la population indigène (généralement pauvre) est à base de végétaux et apporte jusqu'à 100g de fibres par jour.

### Que signifient fibres alimentaires ?

Ce sont des composants des parois des cellules végétales : cellulose, pectine, lignine...  
 Les fibres alimentaires ingérées ne sont ni digérées ni absorbées par l'organisme.



37. Aliments riches en fibres



38. Relation entre la fréquence de mortalité par infarctus et la consommation de fibres

**Action des fibres dans le tube digestif**

1- Elles règlent le transit intestinal. La durée normale de ce transit est de 30 à 40 heures. Les fibres accélèrent le transit intestinal lorsque sa durée dépasse 3 jours. Elles le ralentissent lorsque sa durée est < 24 heures.

2- Elles emprisonnent les nutriments : eau, sels, protides, glucides et lipides et réduisent ainsi leur absorption.

Les recherches ont montré qu'une alimentation riche en fibres alimentaires ( surtout le son du Blé) entraîne une diminution du taux du cholestérol et des glycérides (lipides) dans le sang.

**39. Teneur des aliments en fibres g/100g**

**Blé**

- Farine complète: 13,5
- Son : 47,5
- Pain complet : 8,5
- Pain blanc : 2,7

**Riz**

- Complet : 9,1
- Blanc : 3

**Légumineuses**

- Pois chiches : 15
- Lentilles : 11,7
- Petit pois : 6,3

**Fruit**

- Amandes : 14,3
- Banane : 3,4
- Pommes : 1,4
- Fraises : 2,1
- Poires : 2,4

**Légumes**

- Carottes : 3,7
- Pomme de terre: 3,5
- Tomate : 1,4
- Laitue : 1,5

1- Saisissez les informations contenues dans les documents.

2- Établissez des relations entre ces informations.

3- Proposez des exemples d'alimentation permettant d'apporter 40g de fibres par jour.

### I- Les aliments

#### 1 L'eau

L'eau est un constituant essentiel de notre organisme, elle représente environ 70% de la masse corporelle d'un adulte. Elle est donc indispensable à la vie. Elle constitue un excellent solvant des sels minéraux et de nombreuses substances organiques formant avec eux des solutions vraies. Elle permet le transport des substances dans l'organisme, les échanges entre le milieu intracellulaire et le milieu extracellulaire. Elle permet les réactions d'hydrolyse. Elle intervient dans la régulation thermique et dans la régulation du PH du sang et de la lymphe. Les brûlures, la diarrhée, l'hémorragie ou l'effort intense risquent de déshydrater l'organisme. Il faut alors compenser par la boisson.

#### 2 Les glucides

Les glucides ou sucres sont des molécules organiques de formule brute  $C_n(H_2O)_n$  d'où leur appellation "hydrates de carbone". Leur principal rôle est de fournir à l'organisme l'énergie nécessaire à son fonctionnement. C'est en quelque sorte le carburant de notre corps.

On les rencontre dans plusieurs produits ainsi que dans les fruits et les légumes mais dans des proportions très différentes. Ils peuvent être classés selon le nombre d'atomes de carbone.

##### A - Les oses ou monosaccharides :

Ils sont non hydrolysables et constituent les molécules unités des glucides.

Ces glucides sont des molécules de petite taille et on peut distinguer :

– **Les hexoses** : ce sont des oses à six atomes de carbone de formule brute  $C_6H_{12}O_6$ .

Exemples : le glucose, le fructose et le galactose.

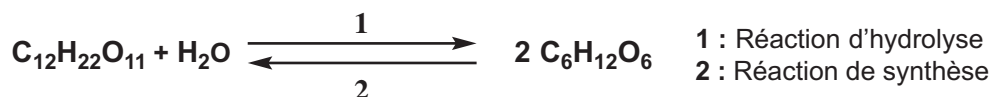
Les hexoses sont tous réducteurs : ils donnent un précipité rouge brique avec la liqueur de Fehling.

– **Les pentoses** : ce sont des oses à cinq atomes de carbone. On peut citer le **ribose** de formule brute  $C_5H_{10}O_5$  et le **désoxyribose** de formule brute  $C_5H_{10}O_4$ . Ces deux oses sont des constituants fondamentaux des acides nucléiques : l'**ADN** ou **acide désoxyribonucléique** présent uniquement dans le noyau et **ARN** ou **acide ribonucléique** présent dans le noyau et dans le cytoplasme.

##### B - Les diholosides :

Ces molécules sont formées par l'assemblage de deux molécules d'oses. Leur formule globale est  $C_{12}H_{22}O_{11}$ .

Les diholosides ou diosides libèrent par hydrolyse deux molécules d'oses.



##### Exemples de diholosides :

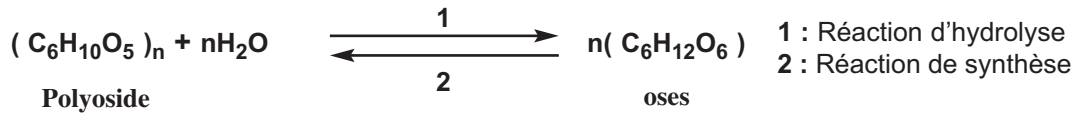
**Le saccharose** : c'est le sucre ordinaire, une molécule de saccharose est formée d'une molécule de **glucose** et d'une molécule de **fructose**. Le saccharose est un sucre non réducteur.

**Le maltose** : la molécule est formée par l'association de **deux molécules de glucose**.

**Le lactose** : libère par hydrolyse une molécule de **glucose** et une molécule de **galactose**. Le lactose est un sucre réducteur.

### C - Les polysides

Leur hydrolyse libère un grand nombre de molécules d'oses : Ce sont des polymères d'oses.



Exemples de polyholosides :

**L'amidon** : C'est un polymère de glucose.

L'amidon donne une coloration bleue avec l'eau iodée. C'est le **sucre de réserve de la cellule végétale**.

**Le glycogène** : c'est un **composé d'origine animale** qu'on trouve dans le foie et les muscles. C'est un polymère de glucose. La masse molaire du glycogène est très élevée : (106 à 107).

Le glycogène donne une coloration brun acajou avec l'eau iodée.

**La cellulose** : c'est un **composé d'origine végétale** qu'on trouve dans les membranes cellulosiques des cellules végétales. Les fibres que l'on trouve dans les fruits et les légumes activent le transit intestinal. Elles contribueraient également à faire diminuer le taux de cholestérol et joueraient un rôle bénéfique dans la prévention de certains cancers.

## 3 Les protides

### A - Les protides : définition, composition et propriétés :

Les protides sont des aliments simples d'origine animale et végétale. Ils sont présents essentiellement dans les œufs, les viandes, le lait, les poissons, l'haricot, pois chiche fève, lentilles...

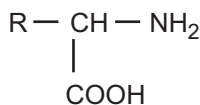
Les protides forment avec l'eau **une solution colloïdale** et donnent **une réaction de biuret** et une réaction **xanthoprotéique positives**.

L'hydrolyse partielle d'un protide donne des molécules plus petites appelées les **polypeptides** alors que l'hydrolyse totale libère des molécules encore plus petites qui sont les **acides aminés**.

Les acides aminés sont des molécules **non hydrolysables**. Ils constituent les molécules unités des protides.

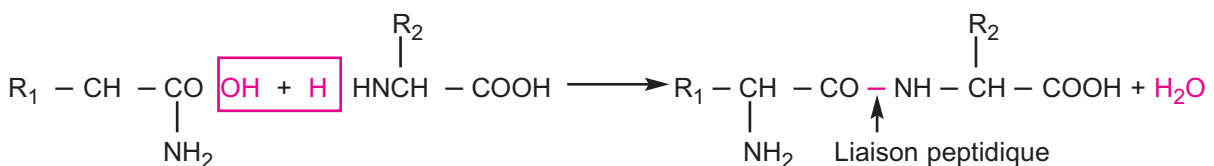
Tous les protides sont formés par un enchaînement d'acides aminés. On connaît **20 acides aminés** différents qui entrent dans la constitution des protides.

La formule générale d'un acide aminé est :



- R est un radical variable d'un acide aminé à un autre.
- NH<sub>2</sub> est une fonction amine qui confère à l'acide aminé un caractère basique.
- COOH est une fonction acide qui confère à l'acide aminé un caractère acide.

La fonction acide d'un 1<sup>er</sup> acide aminé réagit avec la fonction amine d'un 2<sup>ème</sup> acide aminé ; il s'établit alors entre les deux acides aminés une **liaison peptidique** avec libération d'une molécule d'eau et la formation d'un **dipeptide**.



Le dipeptide s'allonge par l'addition d'un autre acide aminé ce qui donne un **tripeptide**.

Le tripeptide peut s'allonger par addition d'autres acides aminés et on obtient un **polypeptide**.

Lorsque le nombre d'acides aminés dépasse 100, on parle **d'une protéine**.

### B - Classification et rôle des protéines :

Les protéines sont classées en 2 groupes :

- **Holoprotéines** : protéines constituées uniquement d'acides aminés.
- **Hétéroprotéines** : protéines constituées d'acides aminés et d'autres éléments chimiques.

Exemples : - L'hémoglobine renferme du fer.

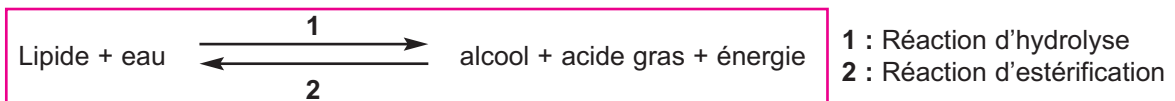
- Les nucléoprotéines renferment du Phosphore.

Les protéines jouent dans notre organisme des fonctions différentes. Ainsi, certaines protéines sont appelées **protéines de structures** alors que d'autres sont des **protéines de fonctionnement** comme les anticorps, les enzymes...

## 4 Les lipides

### A - Composition chimique et classification des lipides :

– **Les lipides simples** : ce sont des corps ternaires formés par C,H,O ; les lipides simples sont des **esters d'alcool** et **d'acides gras**. Ils sont représentés par les huiles et les graisses.



Les lipides simples sont classés selon la nature de l'alcool, ainsi on distingue :

**Les glycérides** : dans ce cas l'alcool est le glycérol. Exemple les lipides de l'huile d'olive comme la palmitine et l'oléine.

**Les cérides** : dans ce cas l'alcool est un autre alcool. Exemple les lipides de l'huile de baleine et de la cire d'abeille.

**Les stérides** : dans ce cas l'alcool est le cholestérol. Exemple les hormones sexuelles.

– **Les lipides complexes** : constitués de molécules d'alcool, d'acides gras et des atomes d'azote ou de phosphore.

Exemple :

- la myéline du tissu nerveux.
- le lécithine dans le jaune d'œuf.

### B - Les acides gras :

les molécules d'acides gras sont constituées par une chaîne carbonée et un groupement carboxyle. La chaîne carbonée est formée par un nombre plus ou moins grand d'atomes de carbone. On distingue :

**Les acides gras saturés** : dont la chaîne carbonée ne comprend pas de doubles liaisons.

Exemple : l'acide palmitique et l'acide stéarique. Ces acides sont généralement à courte chaîne carbonée. Ils permettent d'obtenir le cholestérol dans le sang qui est un précurseur des hormones sexuelles ; mais lorsque le cholestérol dépasse le taux normal il devient dangereux. Il s'agit du LDL\* (le mauvais cholestérol) qui est responsable de la formation des plaques d'athérome dans les artères. On pense aussi les acides gras saturés jouent un rôle dans l'apparition de certains cancers.

**Les acides gras monoinsaturés** : dont la chaîne comprend une seule double liaison.

Exemple : l'acide oléique qui représente 77% de l'huile d'olive. L'acide oléique, diminue le cholestérol total, diminue aussi les LDL \*ou mauvais cholestérol et augmente en même temps le taux de HDL ou le bon cholestérol.

**Les acides gras polyinsaturés** : dont la chaîne comprend plusieurs doubles ou triples liaisons.

Exemple : l'acide linoléique, les oméga 3 et les oméga 6, sont des acides gras **polyinsaturés**. Ils empêchent l'agrégation plaquettaire qui est le premier stade de la coagulation du sang ; ils préviennent ainsi les infarctus.

**LDL\*** : low density level (lipide de basse densité).

**HDL\*** : high density level (lipide de haute densité).

## II- Les besoins nutritionnels qualitatifs et quantitatifs

### 1 Des besoins variés et interdépendants

#### Besoins qualitatifs

- Glucides, lipides et protides.
- Protides : 8 acides aminés essentiels.
- Acides gras : 3 acides gras essentiels.
- Minéraux :
- \* Macroéléments: Na, K, Cl, P, S, Ca, Mg.
- \* Oligoéléments: Fe, Cu, I, Zn, Mn, Mo, Co.
- Vitamines :
- \* A, E.
- \* C, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, PP, B<sub>5</sub>, B<sub>6</sub>.
- Eau.

#### Besoins quantitatifs moyens pour l'adulte

- Glucides ≈ 500g
- Protides ≈ 70 à 100g
- Lipides ≈ 270g
- Minéraux : quelques g à quelques mg en Ng selon les minéraux.
- Vitamines: quelques mg ou Ng.
- Eau ≈ 3l.

Pour couvrir ses dépenses énergétiques et ses différentes pertes en éléments constitutifs, l'organisme a besoin de divers nutriments qu'il doit trouver dans son alimentation quotidienne ou ration alimentaire en quantités bien déterminées.

Ces besoins nutritifs sont variables selon l'âge, l'activité et l'état physiologique.

Ces besoins nutritionnels sont interdépendants ou liés.

On les exprime sous forme d'équilibres.

*Exemple* : - équilibres protides / énergie.

- équilibre vitamine / énergie.

- équilibre Ca / P.

«Il ne faudrait, nullement, conclure de ceci qu'il y a inégalité d'importance de chacun des éléments nutritifs.

La présence de tous est rigoureusement indispensable pour maintenir un bon état de santé et même tout simplement pour la survie»

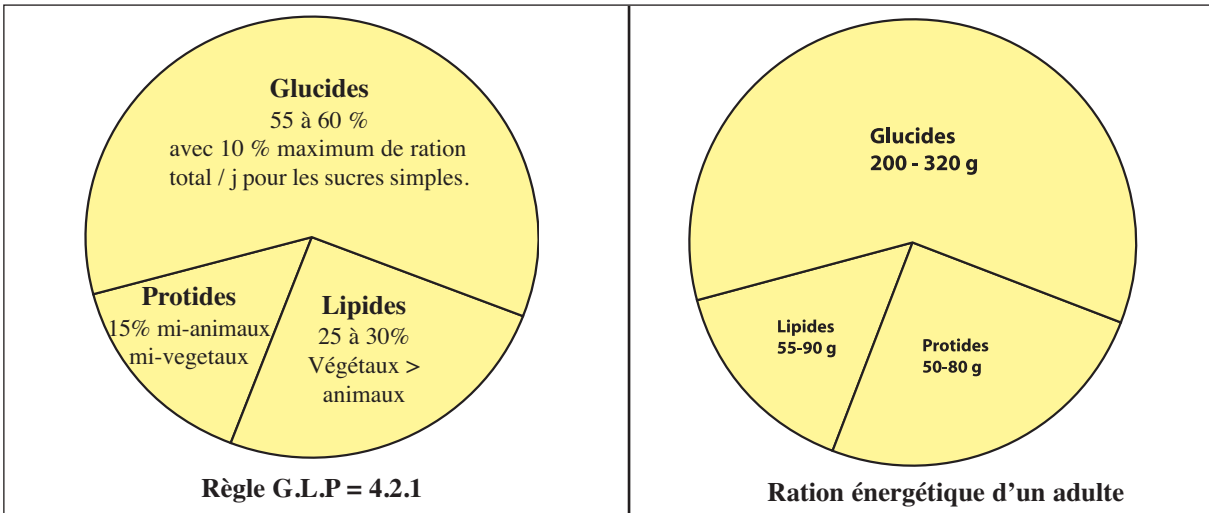
**(Terroine)**

La cellule apparaît, actuellement, comme un tout qui a besoin, en même temps, d'un ensemble de corps dans certaines marges d'équilibre, la réduction de l'un modifiant l'ensemble.

La cellule peut vivre, sur un plan élevé ou bas, mais elle ne peut se passer d'un certain ensemble de corps harmonieusement associés.

## 2 Besoins en aliments simples énergétiques

Pour assurer une couverture satisfaisante des besoins énergétiques les nutritionnistes proposent la répartition suivante pour une ration alimentaire équilibrée :



Les protéines apportent de l'énergie mais elles ont des valeurs biologiques différentes selon leur richesse en acides aminés essentiels (AAE), notre alimentation protidique doit être variée pour nous fournir ces AAE dans des proportions bien précises.

**AAE** : Acide aminé que l'organisme ne peut pas synthétiser. Il y a 8 AAE chez l'Homme.

[Lysine](#), [Tryptophane](#), [Valine](#), [Leucine](#), [Isoleucine](#), [Phénylalanine](#), [Méthionine](#), [Thréonine](#).

Les lipides constituent des sources très énergétiques, ce sont aussi des matériaux de construction en particulier au niveau des membranes cellulaires ainsi que des sources de vitamines.

Le cholestérol est indispensable pour la synthèse des hormones sexuelles et ne peut être fourni que par les lipides d'origine animale. Les lipides apportent des acides gras essentiels (AGE).

**AGE** : Acide gras que l'organisme ne peut pas synthétiser. Il y a 3 AGE : [a. linoléique](#), [a. linolinique](#), [a. rachidonique](#).

## 3 Besoins en nutriments non énergétiques

**Les besoins en eau** : l'eau est le constituant le plus abondant aussi bien du liquide extracellulaire (sang et lymph) que du liquide intracellulaire. Un déficit de 10% en eau (environ 5l) entraîne des troubles très graves mais si la déshydratation atteint 20%, la mort survient.

L'eau permet le transport des substances dans l'organisme et les échanges entre le milieu intracellulaire et le milieu extracellulaire. Elle permet les réactions d'hydrolyse. Elle intervient dans la régulation thermique et dans la régulation du PH du sang et de la lymphe. Les brûlures, la diarrhée, l'hémorragie ou l'effort intense risque de déshydrater l'organisme. Il faut alors compenser par la boisson.

**Besoins en sels minéraux** : ces besoins en sels minéraux sont indispensables (l'iode, Fer, Ca, K...). On recommande, cependant, la réduction de la consommation, du sel de cuisine, car il favorise l'hypertension et le besoin de l'organisme n'est que de l'ordre de 0,5g/j.

**Les besoins en vitamines** :

Les vitamines sont des composés organiques indispensables, en petites quantités, au bon fonctionnement de l'organisme. On dénombre treize vitamines indispensables, classées en fonction de leur solubilité dans l'eau ou la graisse. **Les vitamines liposolubles** sont généralement absorbées avec des aliments lipidiques.

Elles peuvent être stockées dans les graisses de l'organisme. Il n'est donc pas nécessaire de les consommer quotidiennement. **Les vitamines hydrosolubles** ne peuvent pas être stockées. Il faut donc les consommer régulièrement. Seule la vitamine D peut être synthétisée par l'organisme. Toutes les autres proviennent de l'alimentation.

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

	Energie (en Kcal)	Eau (en g)	Organiques (en g)			Minéraux (en mg)				Vitamines (en mg)			
			Protéides	Lipides	Glucides	Ca	P	Fe	A	B1	C	PP	
Abricot	61	81	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	473	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	0,6	
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	0,4	
Choux-fleurs	33	91	2,3	0,35	5	23	31	0,8		0,13	50	0,8	
Concombres	16	95	0,9	0,15	2,9	10	21	3,1					
Dattes	306	24	2,2	0,6	73	71	50	2,1	0	0,09		2,2	
Figues fraîches	81	79	1,3	0,27	18,5	46	31	1,2	0,04	0,2	2		
Figues sèches	300	24	4	1,2	68,3	178	116	3,5	0	0,16	0	1,7	
Haricot vert	129	63	8,25	0,65	22,5	44	44	1					
Haricot séc	331	16,7	20,2	1,6	58,8	122	415	6,4	0	0,54	0	2,1	
Lentilles	336		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	0,5	
Oignon	50	87	1,6	0,27	10,3	135	24	0,9	0,03	0,03	9	0,01	
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	0,2	
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	0,5	
Pommes	61	84,8	0,36	0	12	6	10	0,35		0,06	15	0,5	
Pommes de terre	89	75	2	0,1	20	14	58	0,9	0	0,12	14	2,5	
Raisins (frais)	74	81	0,8	0,4	16,7	19	25	0,45	0,04	0,05	5	4	
Raisins (secs)	298	24	2,6	0,9	69,7	160	137	3,3					
Salades (laitue)	19	95	1,25	0,25	3	26	28	0,6		0,05	60	tr	
Tomate fraîche	22	94	0,9	0,3	4	11	27	0,6	0,66	0,06	50	tr	
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					

**Légumes  
et  
Fruits**

**Boissons**



## EXERCICE 1/Q.C.M

Chacun des items suivants comporte une ou plusieurs propositions exactes, choisissez la ou les bonne (s) réponses.

### 1- Une protéine est

- a- une molécule organique.
- b- formée par un enchaînement d'acides gras.
- c- formée par un enchaînement d'acides aminés.
- d- d'origine animale uniquement.

### 2- Un acide aminé :

- a- est la molécule élémentaire qui entre dans la constitution des lipides.
- b- est la molécule élémentaire qui entre dans la constitution des protéines.
- c- est formé seulement par 4 atomes différents qui sont C, H, O et N.
- d- se lie à un autre acide aminé grâce à une liaison peptidique.

### 3- Un lipide :

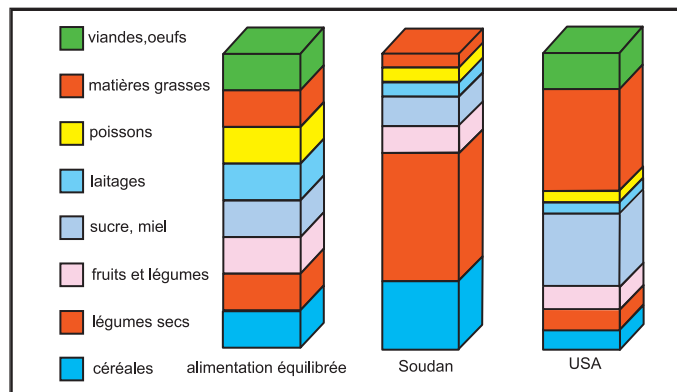
- a- est une molécule formée par un enchaînement d'acides gras.
- b- est un ester d'acides gras et d'alcool.
- c- est soluble dans l'eau.
- d- est un acide gras formé par trois atomes : C, H, et O.

### 4- Un glucide :

- a- est une molécule ternaire formée par de atomes de C, H, et O.
- b- a pour formule  $C_6H_{12}O_6$ .
- c- est réducteur.
- d- est un polymère d'oses.

## EXERCICE 2

Les diagrammes ci-dessous donnent la composition d'une alimentation équilibrée, de l'alimentation caractéristique d'un pays industrialisé (USA) où on observe un nombre élevé de cas de diabète, d'obésité et de maladies cardiovasculaires, et de l'alimentation caractéristique d'un pays en voie de développement qui se caractérise par l'existence de cas de rachitismes et de kwashiorkor ( SOUDAN).



En exploitant ces diagrammes, faites le lien entre l'alimentation et les maladies sus indiquées.

## EXERCICE 3

L'Institut National des Statistiques a publié des données sur l'évolution de l'alimentation de 1980 à 2000. Voici quelques-uns :

	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
* produit laitier	20,4	33,5
* œuf	71 pièces	119 pièces

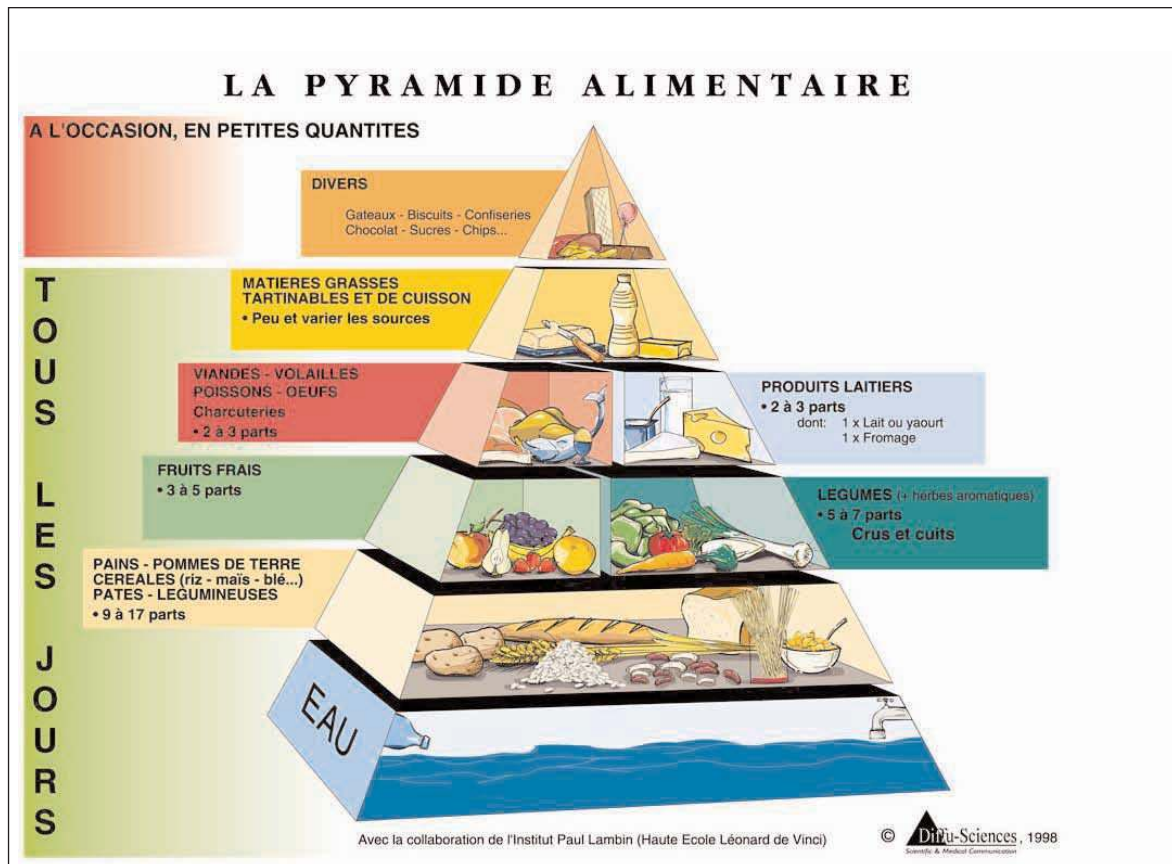
- 1- Analysez l'évolution de la consommation alimentaire des tunisiens.
- 2- Déduisez les points positifs et les points négatifs de cette évolution.

## EXERCICE 4

Une adolescente a besoin de 1,5l d'eau de boisson par jour. Au lieu de boire de l'eau, elle préfère consommer des jus de fruits ou des sodas.

- 1- Sachant que ces boissons contiennent environ 120grammes de sucre par litre, calculez la quantité de sucre que cette adolescente aura consommée en un jour, en une semaine.
- 2- Calculez l'équivalent journalier, en morceaux de sucre, de sa consommation (1 morceau de sucre pèse 5 grammes).
- 3- Sachant qu'un morceau de sucre de 5 grammes fournit 85 KJ, calculez l'énergie fournie quotidiennement par ces boissons sucrées.
- 4- Indiquer quel risque peut avoir ce comportement sur la santé de l'adolescente ?

## Chapitre 3 : LA RATION ALIMENTAIRE



**1. Pour l'organisme, l'alimentation équilibrée est la condition principale de sa bonne santé et de son fonctionnement normal**

La **ration alimentaire** est l'ensemble des aliments consommés par une personne pendant une journée ; elle est généralement répartie en trois ou quatre repas : petit déjeuner, déjeuner, goûter et dîner. Une **ration alimentaire équilibrée** doit couvrir à la fois les **dépenses énergétiques** de l'organisme et apporter les **nutriments nécessaires** pour son bon fonctionnement. La ration alimentaire a donc un double objectif : **couvrir les besoins de l'organisme en quantité et en qualité**. Pour atteindre cet objectif les nutritionnistes ont établi depuis 1992 le modèle de **pyramide alimentaire** (document 1).

Selon ce modèle, aucun aliment n'est interdit , mais tout est une question de quantité et de fréquence.

### OBJECTIFS

*L'élève sera capable :*

- ❖ **de Définir** une ration alimentaire équilibrée.
- ❖ **d'Établir** des rations équilibrées selon l'âge, le sexe, l'activité et l'état physiologique.
- ❖ **d'acquérir** une éducation pour une alimentation saine et équilibrée.

# SITUATION PROBLÈME

## De quoi ont-ils besoin ?



2. Les Sportifs de haut niveau ont des besoins nutritionnels spécifiques



3. Une mère allaitante doit manger pour deux

Les enfants en croissance, les adolescents en puberté ( après l'âge de l'enfance ), les adultes sédentaires, les femmes enceintes et allaitantes, les sportifs et les personnes âgées ont des besoins nutritionnels spécifiques. Ils ont besoin d'une ration équilibrée qui leur apporte les divers nutriments en quantités bien déterminées.



4. Grandir et jouer nécessitent de l'énergie et des nutriments

- 1- Quels aliments pouvez-vous choisir pour composer une ration équilibrée ?
- 2- Comment établir des rations équilibrées selon l'âge, l'activité et l'état physiologique des personnes ?

# P PRÉACQUIS

## 1

---

Les aliments consommés par l'Homme, sont pour la plupart **des aliments composés** ( pain, lait, viande...) constitués par un ensemble **d'aliments simples** : protides, glucides, lipides et **de nutriments** : eau, sels minéraux, et vitamines.

## 2

---

Les nutriments ( aliments de la cellule ) sont de deux types :

- **nutriments énergétiques** : glucose, acides aminés et acides gras.
- **nutriments non énergétiques** : eau, sels minéraux et vitamines.

## 3

---

Les dépenses énergétiques sont variables selon :

- a- l'âge.
- b- le sexe.
- c- l'activité musculaire.
- d- la thermorégulation.

## 4

---

La dépense énergétique d'une personne comporte 2 parties :

- une dépense constante mesurée au repos et au point de neutralité thermique : c'est **le métabolisme de base**.
- une dépense variable selon l'activité et l'environnement.

## 5

---

Sur le plan qualitatif, les besoins nutritionnels sont **identiques** pour tous les individus : besoin en eau, en sels minéraux, en vitamines, en protides, en glucides et en lipides.  
 Sur le plan **quantitatif**, les besoins nutritionnels **varient** selon **l'âge**, le **sexe**, **l'activité** et l'état **physiologique**.

### 1 *Savoirs et comportements des élèves en rapport avec la nutrition*

Les documents 5, 6 et 7, présentent les résultats de 3 enquêtes faites auprès de jeunes tunisiens, et se rapportant à leur éducation alimentaire.

#### 5. Qu'est-ce qu'une bonne alimentation ?

Selon une enquête faite sur 146 élèves tunisiens d'âge moyen 16 ans, une bonne alimentation :

- rend plus gros pour 2/3.
- enlève le stress pour la moitié des élèves.
- développe l'intelligence pour environ la moitié des élèves.
- rend plus grand pour la moitié.

La majorité des jeunes considère que la bonne alimentation est basée sur la qualité des nutriments, l'hygiène et la bonne rythmicité des repas.

#### 6. Enquête sur 10000 jeunes tunisiens de 15 à 29 ans

Cette consultation a rapporté que :

- 97,5% des jeunes tunisiens considèrent qu'ils ont une santé normale.
- 50,9% des jeunes déclarent avoir des connaissances suffisantes sur la nutrition.
- La première source d'information sur la santé pour les jeunes est l'école ( 27,5% ), la télévision ( 24,1% ) et la famille ( 14,7% )

#### 7. Enquête sur 146 élèves tunisiens âgés de 16 ans

A l'achat d'un produit alimentaire :

- Près des 4/5 des jeunes déclarent lire la date de péremption.
- Plus de la moitié des jeunes lisent la date de fabrication du produit.
- Moins de la moitié des jeunes lisent sa composition.

**A partir de l'analyse des résultats de ces 3 enquêtes, indiquez quelles recommandations pouvez-vous déduire en rapport avec la bonne alimentation, et les règles d'Hygiènes.**

### 2 *Que recommandent les nutritionnistes pour composer une ration alimentaire ?*

#### A - Le modèle de la pyramide alimentaire.

En 1992, les nutritionnistes ont élaboré le modèle de la pyramide alimentaire (document 1) qui représente une référence (une base) pour composer une ration alimentaire.

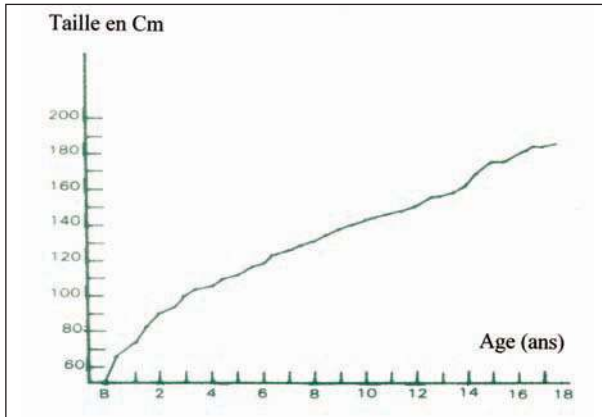
Selon ce modèle, aucun aliment n'est interdit ; mais chaque type d'aliment doit être consommé dans une certaine proportion.

Ainsi les aliments représentés à la base de la pyramide (eau et féculents) sont les plus consommés suivis par ceux représentés au milieu, alors que ceux du sommet doivent être les moins consommés (graisses et huiles) et surtout les confiseries.

**En vous appuyant sur l'analyse de ce document,**

- 1- Nommez les différents groupes d'aliments.**
- 2- Précisez les spécificités de chaque groupe d'aliments.**
- 3- Justifiez la séparation, dans la pyramide, entre :**
  - légumes et fruits ( 3<sup>ème</sup> étage )
  - lait ( et dérivés ) et l'ensemble viande, poissons, œufs ( 4<sup>ème</sup> étage )
- 4- Justifiez pourquoi certains aliments doivent être plus consommés que d'autres.**

B - La ration de l'enfant



8a. Courbe de croissance staturale



8b. Petit déjeuner d'enfant

- 1- Relevez à partir de l'analyse de la courbe du document 8, la caractéristique physiologique de l'enfant.
- 2- Expliquez l'évolution des besoins nutritionnels selon l'âge de l'enfant en vous appuyant sur les documents ci-dessus et ci-contre .
- 3- Signalez le cas particulier de la vitamine D.
- 4- Dans la ration alimentaire, le lait est considéré comme aliment irremplaçable. L'enfant a besoin de 3/4 litre / j, de 1 à 9 ans puis de 1l de 10 à 12 ans.

Consultez la table de composition alimentaire (pages 46 et 47) et relevez les particularités du lait par rapport aux autres aliments protidiques.

9. Besoins d'énergie de l'enfant en Kcal / Kg

– Jusqu'à 3 mois	120
– 6 mois - 1 an	110
– 1 an - 2,5	105
– 2,5 - 3 ans	100
– 4 - 6 ans	91
– 7 - 9 ans	78
– 10 - 12ans	71

10. Besoins des enfants en vitamines

	< 1 an	1 à 3	4 à 6	7 à 9	10 à 12
Vit A (UI)	1500	2000	2500	3500	4500
Vit B <sub>1</sub> (mg)	0,4	0,6	0,8	1	1,2
Vit B <sub>2</sub> (mg)	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8
Vit C (mg)	30	35	50	60	75
Vit D (UI)	400	–	–	–	–
à	800				

$$UI = 0,025 \text{ mg} = 0,025 \times 10^{-3} \text{ mg}$$

11. Hormone de croissance

L'organisme produit 2 hormones de croissance : l'une par la glande hypophyse et l'autre par la glande thyroïde, ces deux hormones sont de nature protéique. L'hormone thyroïdienne contient des atomes d'iode.

**C - La ration de l'adolescent**

**a) Variation des besoins selon le sexe**

Après l'enfance, l'organisme continue sa croissance pendant l'adolescence. L'adolescence commence par une phase critique appelée puberté au cours de laquelle, l'organisme se transforme, progressivement, pour devenir adulte. Chez les adolescentes, la croissance est presque achevée après la puberté alors que chez les adolescents, la croissance continue après la puberté.

- 1- Expliquez l'écart entre les besoins nutritionnels des deux sexes.
- 2- Précisez, en justifiant votre réponse, les bilans énergétiques, protidiques ( ou azotés ), et des différents sels minéraux (P, Fe, Ca...) chez les adolescents et les adolescentes.

**b) Evaluer l'apport énergétique et nutritionnel d'une ration**

Un adolescent mange pendant une journée les repas indiqués ci-dessous :

- **Petit déjeuner composé de :**  
100g de pain, 80g d'huile d'olive, 15g de fromage, 100g d'orange.
- **Déjeuner :** une escalope de Bœuf composée de : 150 g escalope, 1/2 œuf, 10g farine, 10ml d'huile d'olive, 150 g pomme de terre, sels, poivre noir, 15g courge, 15g tomate 15g oignon, 2g ail.
- **Goûter :** crème amande composée de : 50g amandes, 50g sucre, 25ml d'huile, 5g noisette 100ml lait, crème, 100g pain.
- **Dîner :** une coupe de tomate / sauce menthe composée de : 200g tomate, 50g concombre, 30g oignon, 20g pomme, 10g poivre vert, 10 ml d'huile, 5g menthe, 50ml yaourt, sels, poivre noir 3g d'ail, citronnade, 100g pain.

- 1- Précisez, en justifiant votre réponse, si cette ration est équilibrée ou non.
- 2- Calculez la valeur énergétique de cette ration.
- 3- Composez une ration alimentaire équilibrée, en tenant compte des besoins énergétiques et nutritionnels de l'adolescent, et en exploitant la table de composition alimentaire.

**12. Ration de l'adolescent**

- 1- Apport énergétique :
- ♂ : 2500 à 3800 Kcal selon l'âge, le poids et l'activité.
  - ♀ : 2400 à 2800 Kcal selon l'âge, le poids et l'activité.
- 2- Apport protidique :
- ♂ : 80 à 100g selon le poids et l'activité.
  - ♀ : 70 à 80g selon le poids et l'activité.

**13. Apports en vitamines**

	Vit A	Vit B <sub>1</sub>	Vit B <sub>2</sub>	Vit C
♂	5000 à 6000	1,6 à 2 mg	2,4 à 3mg	80 à 100 mg
♀	5000 UI	1,4 à 1,2 mg	2 à 1,8 mg	80 mg



14. Une escalope de Bœuf



15. Crème noisette



16. Une coupe de tomate

**D - Rations de sportifs**

**a) Une ration riche en énergie et en nutriments**

L'activité sportive se caractérise par une activité musculaire intense mais de durée variable ( courses, saut, match... ).

L'activité musculaire nécessite une dépense énergétique élevée et variable selon les sports. Et, cette dépense énergétique s'accompagne de pertes azotées et hydrominérales importantes.

La ration alimentaire du sportif doit apporter des nutriments pour compenser toutes ces dépenses.

Le document 18 présente une ration de sportif.

- 1- Calculez l'apport énergétique total.
- 2- Vérifiez si cette ration est conforme aux recommandations de la pyramide alimentaire.

**b) Un sportif, 3 rations !**

– **la période d'entraînement** : au cours de cette période, le sportif doit augmenter sa ration glucidique en privilégiant les féculents, augmenter légèrement la ration protidique mais pas la ration lipidique, augmenter la consommation du lait et ses dérivés ainsi que les légumes crus et les fruits.

– **avant l'épreuve** : le dernier repas doit être pris quatre heures avant l'épreuve. Il doit être léger et pauvre en graisse mais riche en amidon, en eau et en jus de fruits.

– **après l'épreuve** : il faut boire beaucoup d'eau, prendre un repas léger avec surtout une soupe de légumes salées des fruits et beaucoup de laitage.



**17. Besoins moyens de sportif**

- 3500 Kcal / jour pour sportif
- 2800 Kcal / jour pour sportive
- 1l d'eau / 1 Kcal dépensée.

**18. Ration d'entraînement du sportif**

- Viande ou poisson 300 g
- Œuf 1 à 2
- Lait ( 2 grands verre ) 400 g
- Fromage 60 g
- Pain 300g
- Céréales ( Farine ) 50 g
- Pomme de terre, Riz en pâte 400 g
- Confiture en miel 50 g
- Sucre 50 g
- Beurre 30 g
- Huile 40 g
- Légumes verts 500 g
- Agrumes ( 1 orange ) 150 g
- Autres fruits ( 1 fruit ) 150 g

- 1- Dites pourquoi les menus qui précèdent une épreuve sont riches en glucides à digestion lente ? Donnez des exemples d'aliments qui sont riches en ces glucides.
- 2- Expliquez pourquoi il est important de boire au cours d'une épreuve de longue durée ainsi qu'après l'épreuve.

**E - Rations des adultes, rations d'entretien**

**a) Ration de l'Homme sédentaire**

- 1- Donnez des exemples de professions qui correspondent à une vie sédentaire.
- 2- Précisez les bilans ( différence entre apports et pertes ) pour : l'énergie, azote, sels minéraux et eau.
- 3- Sachant que le métabolisme de base de l'Homme est de l'ordre de 1500 Kcal, Calculez l'énergie consacrée à la vie sédentaire.

**b) Rations des travailleurs**

- 1- Comparez les rations des travailleurs à celle de l'Homme sédentaire.
- 2- Déterminez les différentes fractions d'une ration énergétique de 3200 Kcal d'un travailleur :
  - métabolisme de base.
  - énergie correspondant au travail fourni.
  - énergie correspondant à la chaleur dégagée sachant que la chaleur qui accompagne un travail correspond à une énergie 3 fois supérieure à celle du travail fourni.

**c) Analyser une ration alimentaire**

**Petit déjeuner : Lablabi**

Pois chiches 50g, Harissa 10g, Huile 20g, Pain 150g

**Déjeuner : Couscous au poisson :** Couscous 100g, Sardine 100g, Carotte 30g Courge 50g, Tomate 100g, Piment 50g, Huile 20g, Yaghourt 120g.

**Dîner : Chacchouca**

Œuf 50g, Pomme de terre 100g, Huile 30g, Tomate 100g, Piment 60g, Pain 150g, 1 fruit ( 1 pomme ) 150g

**19. Besoins de l'homme sédentaire**

- Protides	100g / j
- Lipides	55 à 65 g/ j
- Glucides	400 à 425g / j
- Energie	2500 Kcal / j
- Vitamines :	
	Vit A: 5000 UI
	Vit B <sub>1</sub> : 1,5 mg
	Vit B <sub>2</sub> : 1,2 mg
	Vit C: 75 mg

**20. Rations des travailleurs**

	Travail léger	Travail modéré	Travail de force
Energie Kcal	2500-3200	3200-3800	4200-6500
Protides g	112	125	140
Vit A UI	5000	5000	5000
Vit B <sub>1</sub> (mg)	1,5	1,8	2,3
Vit B <sub>2</sub> (mg)	1,2	2,7	3,3
Vit C (mg)	75	75	75



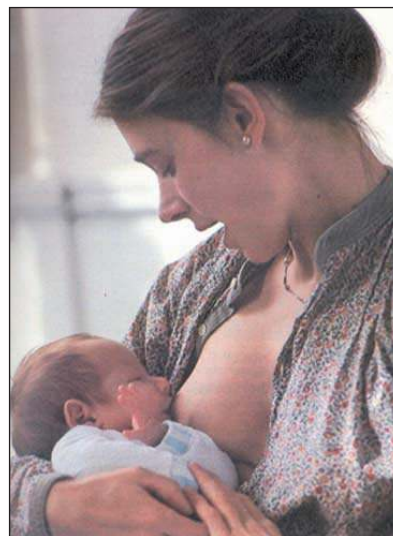
**21. Couscous à la sardine : un repas traditionnel énergétique**

- 1- Vérifiez la présence de tous les groupes d'aliments.
- 2- Calculez les apports protidiques, glucidiques et lipidiques ainsi que la valeur énergétique de la ration.
- 3- En conclusion, précisez s'il s'agit d'une ration d'Homme sédentaire ou d'Homme travailleur.

**F - Ration spécifique à l'état physiologique de la femme**

Le tableau suivant donne les besoins nutritionnels particuliers de la femme enceinte et de la femme allaitante :

Besoins journaliers	Apports énergétiques quotidiens nécessaires	Apports quotidiens en protéines	Apports quotidiens en calcium
Femme enceinte	9500 kj	75g	1000 mg
Femme allaitante	10500 kj	80g	1200 mg
Femme adulte Non enceinte	8400 kj	60g	800 mg



	Vit A (UI)	Vit B <sub>1</sub> (mg)	Vit B <sub>2</sub> (mg)	Vit C (mg)
Femme enceinte	6000	1,8	2,5	100
Femme allaitante	8000	2,3	3	150
Femme ni enceinte ni allaitante (sédentaire)	5000	1,2	1,8	70

- 1- Comparez les besoins en calcium et en protéines et en vitamines dans les trois cas. Quelles conclusions pouvez vous dégager ?
- 2- Comparez les besoins énergétiques dans les trois cas. Quelles conclusions pouvez vous dégager ?
- 3- En utilisant la table de composition des aliments, calculez les besoins quotidiens en lait (et ou) en produits laitiers nécessaires à une femme enceinte et une femme allaitante, sachant que les produits laitiers couvrent 80% des besoins en calcium. Donnez différentes propositions.
- 4- Déterminez les bilans énergétiques, protidique et calcique dans les 3 cas signalés.

### 1 Les rations alimentaires

La ration alimentaire est l'ensemble des aliments consommés en une journée. La ration alimentaire équilibrée doit couvrir les besoins qualitatifs et quantitatifs. Les besoins nutritionnels qualitatifs sont identiques pour tous. Mais les besoins quantitatifs sont variables selon l'âge, le sexe, l'activité et l'état physiologique.

On distingue différents types de rations:

**A - La ration de croissance :** doit couvrir les dépenses énergétiques et doit assurer la synthèse de nouveaux tissus. Cette ration doit être riche en protides : 80g/jour chez une adolescente et 100g / jour chez un adolescent. Mais l'état de croissance n'exige pas seulement un apport supplémentaire de protides mais aussi d'autres aliments comme le calcium et le phosphore pour la croissance osseuse.

**B - La ration du sportif :**

Le sportif dépense beaucoup d'énergie pendant un temps assez limité. Sa ration alimentaire doit lui fournir l'énergie dépensée et remplacer les pertes hydrominérales.

**C - La ration d'entretien chez un adulte sédentaire :**

Dans ce cas le bilan de la plupart des aliments doit être équilibré. Les entrées doivent compenser les sorties. Chez la femme adulte sédentaire les besoins sont généralement inférieurs à ceux de l'homme.

**D - La ration d'activité chez l'adulte :**

Les Hommes actifs ont besoin d'une ration qui couvre les besoins d'entretien et qui compense les pertes et les dépenses occasionnées par l'activité.

Elle doit donc apporter plus d'énergie et plus de nutriments que celle de l'Homme sédentaire.

**E - La ration chez la femme enceinte :**

Cette ration doit d'une part, couvrir les besoins de la mère et d'autre part assurer la formation de l'embryon et le développement du fœtus. Ainsi sa ration doit être plus riche en protides, en calcium, en phosphore, en fer et en vitamines A et D que celle de la femme sédentaire.

Il en est de même de la ration de la femme allaitante. **Une femme enceinte ou une femme allaitante doit manger pour 2 et non comme 2.**

### 2 Choix des aliments

Selon le modèle de la pyramide alimentaire, tous les aliments sont utiles; ils nous permettent de varier la composition de notre ration et de répondre aux besoins de notre organisme. Cependant, les aliments doivent être consommés plus ou moins que d'autres, selon des équilibres bien déterminés. Ainsi on recommande que la ration alimentaire :

– ne dépasse pas 30 % en apport calorique sous forme de lipides.

– ne dépasse pas 7 % en apport calorique sous forme de graisses saturées ( graisses d'origine animale ).

Cette recommandation permet de réduire la masse de cholestérol consommé à moins de 300 mg / j.

#### Equivalences en protéines

100g de viande = 100g de volaille = 100g de foie = 100g de poisson = 2 œufs = 1/2 l de lait = 60g de fromage.

#### Teneur en glucides de légumes. ( pour 100 g )

- Feuilles : épinard, oseille, salade, choux < 5g.
- Fruits légumiers : tomate, haricots verts, concombre, courgette, aubergine < 5g.
- Inflorescences : chou-fleur, artichaut < 5g.
- Bulbes : fenouil, poireaux 5g.
- Racines : carottes, betteraves, navets, céleri-rave 10g.
- Graines : petits pois 10g.

#### Le lait, aliment irremplaçable !

Le lait n'est pas seulement une source d'énergie et d'acides aminés essentiels. C'est aussi la source principale de Ca et de vitamines liposolubles.

#### Ration recommandée :

- Enfants de 1 à 9 ans : 3/4 litre.
- Enfants de 10 à 12 ans : 1 litre.
- Adolescents : 1 litre.
- Adultes : 1/2 litre.
- Femmes enceintes : 1 litre.
- Personnes âgées : 1 litre.

Le cholestérol et les acides gras saturés peuvent être réduits en remplaçant, dans l'alimentation, les viandes rouges et les produits laitiers entiers par du poisson, des volailles ( sans peau ), des viandes maigres et des produits laitiers allégés ou sans graisses.

On recommande, dans la ration alimentaire, un apport calorique d'au moins 55 % sous forme de glucides.

Le pain complet et les céréales, les pommes de terre ( non frites ) les fruits frais, les végétaux colorés ( carotte, navet, choux... ) sont les aliments préférés, car ce sont des bonnes sources d'énergie, de sels minéraux, de vitamines ( en particulier C ) et de fibres.

### 3 Règles d'une alimentation équilibrée

#### A - Notre ration doit être composée selon les recommandations de la pyramide

- Favoriser les aliments d'origine végétale et ne pas négliger l'apport en fibres.
- Eviter les aliments trop gras.
- Ne pas trop saler

#### B - Notre alimentation doit respecter la règle GPL= 421 (en masse)

- Répartir les protides en 2/3 d'origine végétale et 1/3 d'origine animale.
- Préférer les huiles végétales ( en particulier l'huile d'olive ).
- Privilégier les glucides complexes sur les sucres simples.

#### C - Notre alimentation doit comprendre des nutriments essentiels

- Varier les aliments lipidiques et protidiques pour un apport suffisant en AGE et en AAE.
- Présence des vitamines dans les aliments
- Boire de l'eau et la préférer à toutes les autres boissons

#### D - Notre alimentation doit se répartir en trois ou quatre repas quotidiens

- Ne pas sauter le petit déjeuner
- Eviter les grignotages entre les repas
- Manger sans précipitation

#### E - Notre alimentation ne doit pas véhiculer des produits nocifs

- Détecter la présence d'éventuels additifs ( colorants... )
- Contrôler la qualité biologique de ses aliments
- Se méfier des polluants alimentaires.

#### F - Notre alimentation doit être équilibrée tous les jours de l'année

- Contrôler l'apport énergétique
- Contrôler sa masse.
- Eviter les aliments trop énergétiques.

### EXERCICE 1/Q.C.M

Chacun des items suivants comporte une ou plusieurs propositions exactes, choisissez la ou les bonne (s) réponses.

**1- La ration alimentaire équilibrée :**

- a- est l'ensemble des aliments énergétiques consommés en 1 jour.
- b- est qualitativement uniforme pour tous les individus.
- c- est quantitativement variable selon l'âge.
- d- permet la croissance de la masse corporelle de l'adulte.

**2- La ration alimentaire équilibrée :**

- a- se caractérise par un bilan énergétique positif chez l'adulte.
- b- se caractérise par un bilan azoté nul chez l'adulte.
- c- se caractérise par un bilan protidique positif chez l'enfant.
- d- se caractérise par un bilan calcique positif chez la femme enceinte.

**3- D'après la pyramide alimentaire :**

- a- l'eau peut être consommée sans limite.
- b- la consommation des légumes est plus grande que celle des viandes.
- c- le lait peut être remplacé parfaitement par la viande.
- d- la confiserie peut être consommée chaque jour.

**4- D'après la pyramide alimentaire :**

- a- les fruits et les légumes sont de valeur nutritive équivalente.
- b- les pâtes et les huiles sont des aliments énergétiques équivalents.
- c- le lait peut être remplacé par un fromage.
- d- le lait peut être remplacé par des œufs.

### EXERCICE 2

La ration, dans le document ci-contre, est recommandée pour un sportif.

A partir de l'analyse de cette ration :

- 1- Vérifiez si elle est qualitativement équilibrée.
- 2- Vérifiez si elle est énergiquement suffisante.

**Petit déjeuner :**

Lait 200g-Chocolat 5g-Sucre 5g, Œuf 50g-Pain 100g-Jus fruits 200g-Miel 20g.

**Déjeuner :**

– Salade: Tomate 100g-Piment 100g-Huile 5g-Olive 20g.

– Riz à la viande: Viande 200g, Riz 70g, Huile 20g, Pain 150g, Fruit 150g.

**Goûter :** Pain 50g, Fromage 50g, Jus 100g.

**Dîner :** Poisson 200g, Pomme de terre 300g, Huile 20g, Pain 150g, Légumes : 200g, Fruits 100g.

## EXERCICE 3

Une personne obèse sédentaire décide de se soumettre à une cure d'amaigrissement. Elle a établi à cette fin une ration hypocalorique indiquée dans le document ci-contre.

Analyser cette ration :

- Précisez si elle est qualitativement équilibrée.
- Vérifiez si elle est adaptée au but décidé.

## Ration hypocalorique

**Petit déjeuner :**

- Lait ( sans beurre ) 50g
- Pain 50g

**Déjeuner :**

- Salade verte 150g
- Viande ou 2 Œufs 100g
- Légumes cuits 100g
- Pain 50 g
- Yaghourth ( 1 lot ) 120g

**Dîner :**

- Bouillon légumes 200g
- Poisson 100g
- Pain 50g
- Fruits 100g

## EXERCICE 4

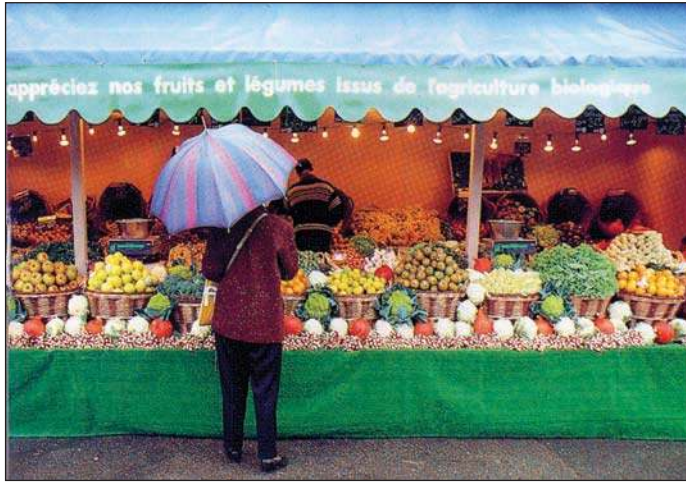
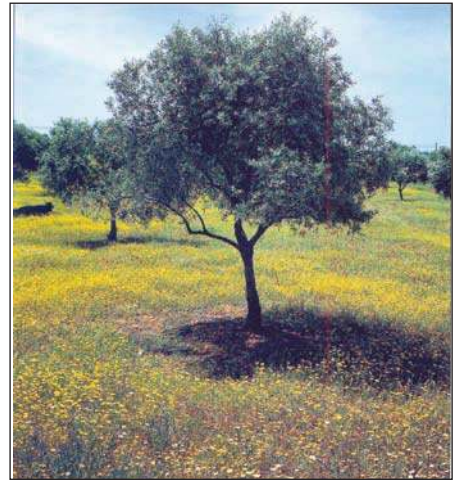
Dans une famille rurale, la maîtresse de la maison a l'habitude de donner plus de viande à son mari qu'à ses jeunes enfants. Elle pense qu'il en a besoin car il a une grande taille et travaille toute la journée dans son épicerie alors que les jeunes enfants ne travaillent pas et leurs corps sont encore petits.

Analysez et discutez ce comportement.

## EXERCICE 5

M<sup>me</sup> X veut faire gagner des kg à son fils qui lui paraît anormalement maigre. Pour y arriver, elle décide de réduire la consommation en fruits et légumes au profit d'aliments gras.

Montrez les risques liés à cette alimentation sur la santé de l'enfant.

**Chapitre 4 : L'ALIMENTATION ET LE DÉVELOPPEMENT DURABLE  
L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE EN TUNISIE****1. Fruits et légumes produits de l'agriculture biologique****2. L'olivier un arbre symbole de l'agriculture biologique**

Nourrir une population en croissance permanente. Produire davantage pour répondre à une consommation sans cesse croissante.

Voilà des défis que chaque pays se propose de relever. L'Organisation Mondiale pour l'Alimentation ou "Food and Agriculture Organisation" ( FAO ) y travaille également.

Pour y parvenir l'agriculture moderne, utilise depuis des dizaines d'années, divers moyens :

- Pesticides pour protéger les plantes et les récoltes contre les maladies.
- Engrais chimiques pour fertiliser le sol.
- Antibiotiques et hormones en élevage pour produire davantage de viande et de lait.
- Création d'organismes génétiquement modifiés ( OGM ) plus productifs ; mais, les techniques de l'agriculture moderne ont des effets négatifs sur la santé de l'Homme et l'équilibre de l'environnement.

C'est pourquoi un autre mode de production agricole sans nuisances est apparu depuis quelques années : c'est l'agriculture biologique.

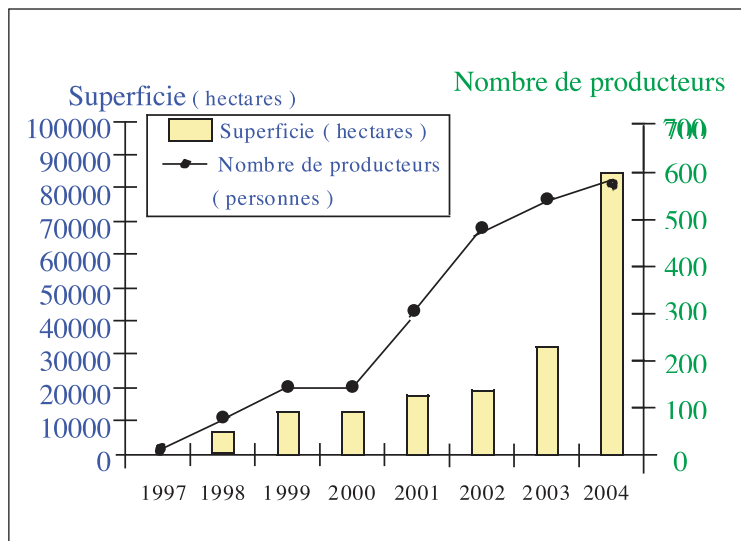
Produire Bio et consommer Bio apparaît comme l'avenir de l'Homme ; c'est le garant du développement durable.

**OBJECTIFS**

*L'élève sera capable :*

- ❖ de prendre conscience de la nécessité du développement durable.
- ❖ d'identifier les particularités de l'agriculture biologique.
- ❖ d'établir la relation entre l'agriculture biologique et le développement durable.

# SITUATION PROBLÈME



3. Évolution de la superficie réservée à l'agriculture biologique et du nombre d'agriculteurs impliqués, en Tunisie

Les aliments "Bio" d'origine végétale et animale sont commercialisés, depuis une vingtaine d'années, partout dans le monde. En Tunisie, l'agriculture biologique produit des fruits (dattes, amandes, olives de table, figes de barbaries), des légumes (pomme de terre, tomates...), l'huile d'olive, des céréales, des plantes aromatiques et médicinales..

Les aliments "Bio" sont plus chers mais préférés par les consommateurs.

Notre pays, comme les autres pays du monde, encourage la pratique de l'agriculture biologique car elle préserve l'équilibre de l'environnement et ne comporte, pratiquement, pas de risques pour la santé des consommateurs.

Produits Biologiques	Rendement (tonnes)
Huile d'olive	6300
Dattes	3300
Céréales	580
Légumes	400
Plantes aromatiques et médicinales	300
Olive de table	170
Amande	100

4. Produits de l'agriculture biologique en Tunisie (année 2003-2004)

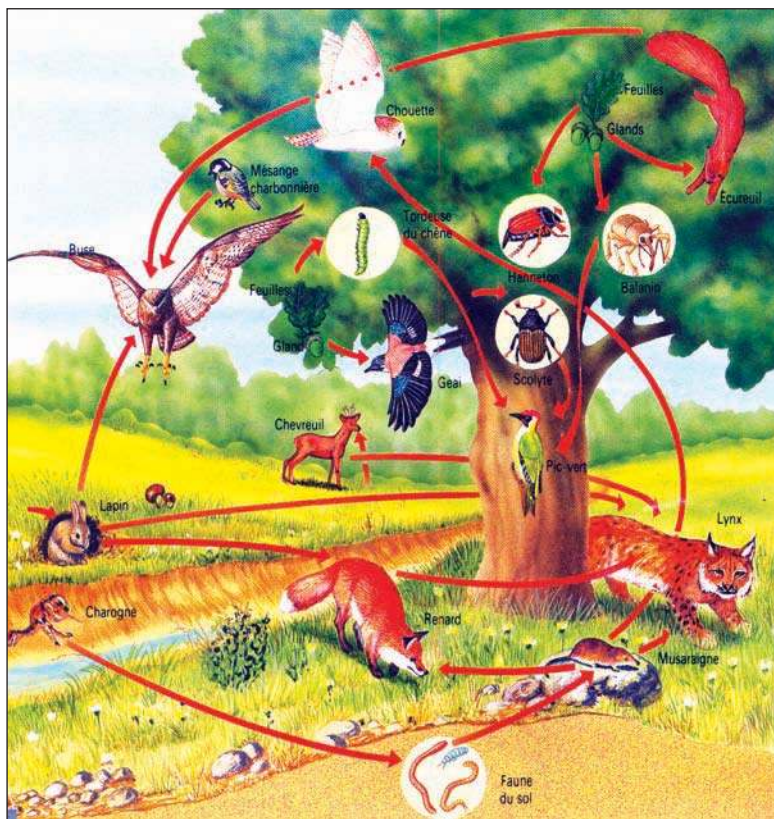
	Superficie	
	En ha	En %
Oliviers	58652	67
Palmiers dattiers	1072	1,22
Arbres fruitiers	6074	7
Légumes	76	0,08
Céréales	763	0,7
Forêt et terre non cultivée	20782	24
total	87419	100

5. Répartition des superficies des différentes cultures biologiques en Tunisie

- 1- Qu'est ce qui distingue l'agriculture biologique de l'agriculture habituelle ?
- 2- Quels sont ses objectifs, ses moyens et ses résultats ?

# P RÉACQUIS

- 1- La production végétale est la synthèse de matières organiques par les végétaux chlorophylliens grâce au mécanisme de la photosynthèse.
- 2- La biomasse produite par les végétaux chlorophylliens permet de nourrir de nombreux consommateurs dont certains ne sont pas utiles à l'homme : champignons, insectes (criquet), vers, rats, plantes parasites.
- 3- La faune du sol assure la minéralisation de la matière organique, ce qui entraîne la fertilisation du sol.
- 4- L'amélioration de la production végétale résulte de :
  - la fertilisation du sol par les engrais chimiques.
  - l'irrigation des plantes pendant la sécheresse.
  - le traitement des végétaux par des pesticides qui tuent les agents pathogènes et les animaux ravageurs des récoltes.
- 5- Les êtres vivants se nourrissent les uns des autres. Ils constituent des réseaux alimentaires qui sont des ensembles des chaînes alimentaires. Une chaîne alimentaire comprend des producteurs primaires ( végétaux verts ) des consommateurs de 1<sup>er</sup> ordre ( herbivores ) des consommateurs de 2<sup>ème</sup> ordre ( carnivores ) et parfois d'autres niveaux de consommateurs ( autres carnivores ).



## 6. Des réseaux trophiques complexes

- 6- En vous appuyant sur les données du document ci-dessus ( 6 ), représentez une chaîne alimentaire avec 3 niveaux de consommateurs.

# A

## Activités

1

### Pourquoi l'agriculture chimique ne garantit pas suffisamment le développement durable ?

#### A - Elle utilise des engrais chimiques

Pratique	Conséquences
Pour améliorer la production végétale, l'agriculteur fertilise le sol par des engrais chimiques, notamment les <b>nitrate</b> s. Une partie des nitrates est absorbée par les plantes, une autre partie est entraînée par l'eau des pluies et rejoint l'eau des nappes phréatiques.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Trop de nitrates dans l'eau de boisson et dans les aliments nuit à la santé de l'Homme : trouble de la respiration et risque de cancer.</li> <li>– L'addition d'engrais chimiques modifie la composition chimique du sol et agit sur la vie de la faune et des bactéries du sol.</li> </ul>

#### B - Elle utilise des pesticides

Pratique	Conséquences
Les <b>pesticides</b> sont des substances chimiques toxiques, fabriquées industriellement, et utilisées en agriculture pour tuer les êtres vivants qui attaquent les plantes et les récoltes (la terminaison «cide» signifie tuer). Parmi les pesticides il y a : <ul style="list-style-type: none"> <li>– les <b>insecticides</b> pour tuer les insectes.</li> <li>– les <b>fongicides</b> pour tuer les champignons.</li> <li>– les <b>herbicides</b> pour tuer les herbes spontanées.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Les pesticides agissent sur les êtres vivants nuisibles et utiles.</li> <li>– Leur dégradation n'est pas rapide ; elle dure quelques jours.</li> <li>– Leur transmission à l'Homme même à l'état de traces entraîne divers troubles de la santé (maladies de la peau, trouble de la respiration, de l'immunité, des fonctions du cerveau ).</li> </ul>



7. Epandage mécanique de pesticides



8. Epandage manuel d'insecticides

#### C - Elle utilise des antibiotiques et des hormones

Pratique	Conséquences
L'élevage intensif des bovins et des volailles favorise la maladie des animaux. L'utilisation des <b>antibiotiques</b> permet de prévenir et de traiter les maladies. L'addition d' <b>hormones</b> de croissance dans l'alimentation permet d'améliorer la production de viande et de lait.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– La consommation de la viande contaminée par les antibiotiques et les hormones cause des troubles de la santé.</li> <li>– Certaines hormones sont cancérogènes.</li> <li>– Les antibiotiques favorisent le développement de <b>bactéries résistantes</b> aux antibiotiques.</li> </ul> Certaines de ces bactéries résistantes sont très pathogènes : exemples les <b>salmonelles</b> qui peuvent entraîner la mort.



9. Élevage de poules en batterie

Les documents ci-dessus présentent les principaux inconvénients de l'agriculture habituelle ou chimique

**Saisissez des informations et les exploiter pour expliquer comment ce type d'agriculture ne favorise pas le développement durable.**

## 2 Pourquoi doit-on encourager l'agriculture biologique ?

### A - L'agriculture biologique, c'est quoi ?

**a) Définition :** L'agriculture biologique est un mode de production agricole naturel n'utilisant ni engrais ni pesticides et excluant toute intervention de nature à modifier la croissance naturelle des plantes et des animaux.

**b) Objectifs :**

- Produire des aliments de bonne qualité sans danger pour la santé de l'Homme.
- Exploiter, convenablement, les ressources naturelles afin d'assurer un développement durable.
- Préserver l'équilibre naturel des écosystèmes, et valoriser la biodiversité animale et végétale.

Remarque : La loi sur l'agriculture biologique en Tunisie date du 5 Avril 1999.

Imaginez des méthodes de production permettant d'atteindre les objectifs signalés.

### B - Quel sont les moyens de l'agriculture biologique ?

#### a) Comment fertiliser le sol ?

- **Alternance des cultures :** varier les plantes cultivées chaque année. Ces plantes ne doivent pas exiger les mêmes besoins nutritionnels.

On alterne les plantes à racines superficielles ( orge par exemple ) et celles à racines profondes ( pastèque par exemple ).

- **Culture de légumineuses :** l'alternance des cultures doit comporter la culture de légumineuses ( Fèves, Pois... ). Ces plantes présentent des nodosités dans leurs racines qui permettent la fixation de l'azote atmosphérique.

- **Pratique de la Jachère :** une parcelle de terre cultivée successivement pendant de nombreuses années doit être laissée sans culture pendant quelques temps.

- **Utilisation d'engrais organiques naturels :** déchets d'animaux provenant d'élevage biologique, fragments végétaux en décomposition ( feuilles, tiges, racines... ).

- Utilisation d'engrais verts : elle consiste à cultiver des légumineuses et à les enfouir dans le sol par labourage

- **Utilisation d'engrais fabriqués :** le compost ( document 10 ).

- **Utilisation d'engrais minéraux naturels :**

- \* phosphate naturel tendre ( roche ).
- \* sel de potasse brute.
- \* carbonate de calcium naturel ( craie ).
- \* sulfate de calcium ( gypse ).

#### Etapes de la production du compost

- \* Rassembler des déchets animaux et végétaux non pollués.
- \* Broyer et mélanger les échantillons rassemblés .
- \* Favoriser l'homogénéisation et la fermentation de la matière organique enfouie ( Contrôle de la température et du PH qui favorise l'activité des micro-organismes ).
- \* Contrôler la maturation du compost : température constante ; couleur foncée ; odeur caractéristique (≈ Humus).
- \* Tamiser pour séparer la matière fine du compost et stocker ( en vue de l'exploiter).



10. Fabrication du compost

Montrez comment les pratiques décrites ci-dessus favorisent la fertilisation du sol et le développement durable.

b) Comment lutter contre les maladies ?

L'agriculture biologique interdit l'utilisation des pesticides. La lutte contre les agents pathogènes se fait par différents moyens :

- Choisir des espèces et des variétés adaptées au milieu et résistantes aux maladies.
- Pratiquer un labour profond pour enterrer les plantes spontanées et les restes des végétaux.
- Alternier des cultures pour briser le cycle de certains agents pathogènes.
- Utiliser des pièges à insectes nuisibles. Ces pièges peuvent contenir des hormones qui dérèglent la reproduction d'insectes (phéromones qui attirent les mâles, ce qui empêche leur reproduction).
- Traiter par la chaleur et la solarisation (exposition au soleil) pour lutter contre la gelée et pour diminuer l'humidité qui favorise le développement de maladies.
- Brûler les déchets végétaux infectés.
- Introduire des prédateurs d'agents pathogènes : par exemple les **coccinelles** qui se nourrissent de pucerons (document 12).
- Utiliser des préparations à base de bactéries : **Bacillus thuringiensis** parasite les chenilles nuisibles pour les plantes.
- Couvrir le sol par du plastique noir pour empêcher l'arrivée de la lumière au sol, ce qui provoque la mort des plantes spontanées nuisibles.
- Couvrir le sol par des engrais organiques naturels et du compost pour introduire des microorganismes utiles compétitifs aux microorganismes nuisibles.



11. Piège à insectes



12. Coccinelles : prédateurs de pucerons

- Les **nématodes, parasites des céréales**, s'adaptent mal à la betterave et à la pomme de terre. Ils disparaissent en grande partie après 1 ou 2 ans de culture de ces espèces.
- Le **nématode Hétérodera avennae** parasite les racines des céréales. **L'orge welam** développe des nécroses autour du parasite qui arrête son développement
- Lâcher de **♂ stériles d'insectes ravageurs** : la mouche des fruits : (la cératite)
- Désorienter les **♂** d'insectes nuisibles en les piégeant grâce à des phéromones sexuelles.

- L'élevage et le lâcher de minuscules guêpes : **les trichogrammes** qui parasitent les œufs et les larves de la pyrale: papillons ravageurs de la vigne, du maïs, du grenadier et du palmier.
- En 2002, on a lâché dans la région de Gafsa 1090.000 parasites sur des cultures de grenadiers et de palmiers.

Résultats :

Taux d'infection dans la région traitée	5,2%
Taux d'infection dans la région non traitée	18 à 22%
Taux de réduction de la maladie de la vigne	50 à 80%
Taux de réduction de la maladie du maïs	95%

13. Exemples de lutte biologique

1- Analysez les documents.

2- Montrez les avantages de la lutte biologique par rapport à la lutte par les pesticides.

c) Méthodes de prévention et de traitement de certaines maladies de l'olivier et de la tomate

Les tableaux suivants présentent des données sur des maladies de l'olivier et de la tomate.

Maladies de l'olivier	Lutte biologique
Fumagine	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Aérer la plante par la taille.</li> <li>– Traiter par le cuivre les plantes atteintes.</li> </ul>
Cycloconium oléaginum	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Aérer la plante par la taille.</li> <li>– Traiter par le cuivre les plantes atteintes.</li> </ul>
Verticellose	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Eviter la culture de plantes entre les oliviers.</li> <li>– Réduire le travail de la terre et l'irrigation.</li> <li>– Arracher et brûler les arbres malades.</li> </ul>
Tuberculose	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Eviter de tailler lorsque l'humidité est élevée.</li> <li>– Nettoyer les ustensiles de la taille.</li> <li>– Arracher et brûler les branches malades.</li> </ul>
Pyrale	– Traiter par <b>Bacillus thuriengensis.</b>
Neiroun	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Taille convenable.</li> <li>– Eloignement du bois et sa combustion.</li> </ul>

Maladies de la tomate	Technique de lutte biologique
Maladie de puceron	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pulvériser l'extrait de plantes d'orties à une concentration de 1/10</li> <li>• Lâcher de coccinelles (<b><u>coccinella septempunctata</u></b>)</li> </ul>
Maladie du Mildiou	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pulvériser une solution de cuivre (cuprocuvre) (400g /100ml d'eau)</li> </ul>
L'Acariose bronzé	Pulvériser une solution de soufre (thiovit) (600g / 100l d'eau)

- 1- Distinguez les pratiques préventives des pratiques curatives (traitement de la maladie).
- 2- Rédigez un résumé montrant la relation entre la lutte biologique et le développement durable.

d) Des pesticides biologiques remplacent les pesticides chimiques

Le **criquet migrateur** est un insecte très nuisible pour les cultures. C'est un vrai **fléau** qui ravage les récoltes et les plantes.

Des champignons pathogènes pour les insectes produisent des spores qui germent sur la cuticule (couche superficielle du tégument) de ces insectes.

Cette germination produit des **mycéliums** (filaments) qui perforent la cuticule et envahissent les organes internes.

L'insecte ainsi parasité meurt au bout de quelques jours asphyxié et empoisonné par des toxines secrétées par le champignon.

La recherche scientifique a mis au point depuis 1992, des **pesticides d'origine biologique** appelés **biopesticides**. Dans la lutte contre les criquets, on utilise des **mélanges d'huile et de spores de champignons de genre Metarhizium et Beauveria** que l'on pulvérise sur des criquets adultes. Les criquets traités meurent en quelques jours.

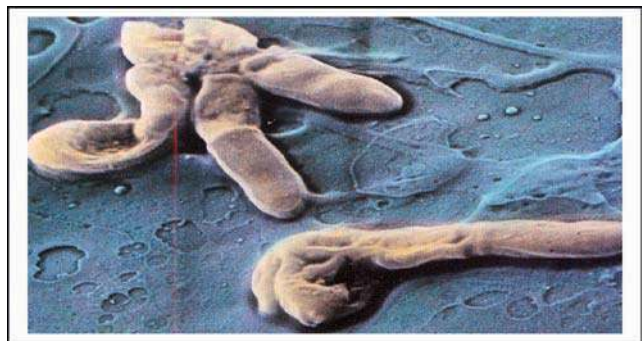


14. Criquets migrateurs ( Locusta migratoria)



15. Test d'un biopesticide sur des criquets dans une cage qui présente les mêmes conditions naturelles que celles du biotope des criquets

- 1- Formulez une définition pour le mot biopesticide.
- 2- Expliquez les avantages de l'utilisation des biopesticides par rapport à l'utilisation des pesticides chimiques.



16. Mycélium de champignons toxiques qui se développent sur la cuticule de criquet

### C - Elevage biologique

**Exercice** : vous envisagez de réaliser un élevage biologique d'animaux d'une espèce donnée : lapin, mouton, chèvre...

Quelles questions doit-on poser à un expert qui vient vous conseiller pour réaliser ce projet ?.

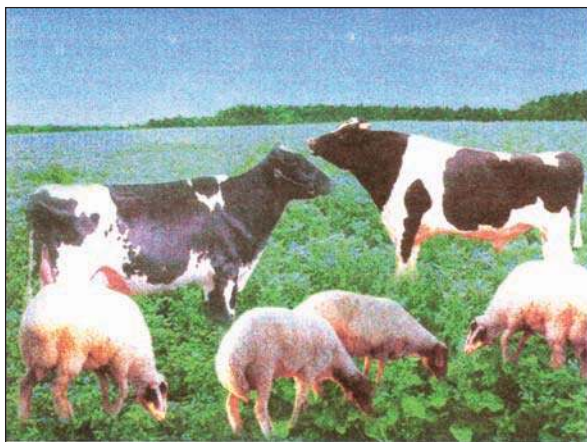
**a) Choix des animaux d'élevage** : il est recommandé de

– choisir des animaux d'élevage biologique parmi :

- les animaux provenant d'autres **élevages biologiques**.

- les animaux de **racés locales** qui sont adaptées aux conditions du milieu.

– favoriser la reproduction naturelle des animaux par **accouplement** et de ne pas pratiquer **l'insémination artificielle** ou la fécondation in vitro...



17. Elevage biologique

il est interdit d'élever des **racés génétiquement modifiés**.

**b) Des animaux d'élevage non stressés** : les animaux d'élevage ne doivent être ni attachés ni enfermés dans des locaux étroits comme dans l'élevage intensif.

Au contraire, ils doivent être élevés en plein air, sur de grandes surfaces : c'est l'élevage extensif.

Toutefois, on peut les protéger des dangers, en les abritant dans des locaux, suffisamment spacieux et aérés.

Par ailleurs, il est recommandé de ne pas pratiquer toutes sortes d'ablations : section des cornes, des ongles, des plumes, des testicules (castration).

**c) Des animaux nourris aux aliments naturels** : l'alimentation des animaux d'élevage doit être variée et équilibrée pour assurer leur croissance. Elle est à base de foin, de graines, d'herbe verte...provenant de culture biologique. Il est interdit d'utiliser directement ou après transformation des restes de cadavre ou d'animaux d'abattoir (farine animale). L'addition d'hormones de croissance est, également, interdite.

**d) Protection des maladies** : la protection des animaux se base sur la prévention :

– choix de racés locales résistantes aux maladies

– utilisation d'une alimentation équilibrée

– application des règles d'hygiène : propreté, activité, densité des animaux

– la vaccination des animaux n'est autorisée que dans des cas exceptionnels

– en cas de maladies, il faut traiter l'animal concerné. Mais les médicaments utilisés doivent être de préférence à base de plantes et de produits naturels (médicaments homéopathiques).

Les médicaments chimiques ne sont autorisés qu'exceptionnellement.

**Montrez comment les pratiques d'élevage biologiques favorisent le développement durable :**

- **préservation de la santé des animaux et de l'Homme.**
- **développement des cultures biologiques.**

### 3 Pour ou contre les OGM ?

#### A - Les O.G.M. c'est quoi ?



**18.** La Patate douce est un aliment de base dans l'alimentation de certains pays africains. La production agricole de la Patate douce naturelle est très diminuée à cause d'une maladie virale. Une variété de Patate douce génétiquement modifiée et résistante à la maladie a été produite par une chercheuse africaine : La Kenyane Florence Wambugu.

Le **génie génétique** est un ensemble de **techniques de manipulation des gènes**. Il permet de **transformer génétiquement** des organismes animaux et végétaux en leur insérant dans leurs chromosomes ( patrimoine génétique ) des **gènes étrangers** qui leur permettent **d'acquérir de nouveaux caractères** : résistance à une maladie, prolifération plus grande, résistance à un pesticide...

Les organismes génétiquement modifiés ou **O.G.M** appelés aussi **organismes transgéniques** sont très utilisés en agriculture, dans de nombreux pays : Maïs, Blé, Pomme de terre, Tabac... La chercheuse Kenyane Florence Wambugu plaide pour les OGM : «Le génie génétique agronomique représente un espoir considérable pour les pays pauvres».

**1-** Quelles questions pouvez-vous poser à propos des O.G.M ?

**2-** Les partisans de l'agriculture biologique ainsi que certains scientifiques sont contre la production des O.G.M.

Citez les risques que peut comporter la culture et la consommation de plantes transgéniques ?

**B - Avantages et risques des O.G.M.**

**a) Une plante qui tue les insectes**

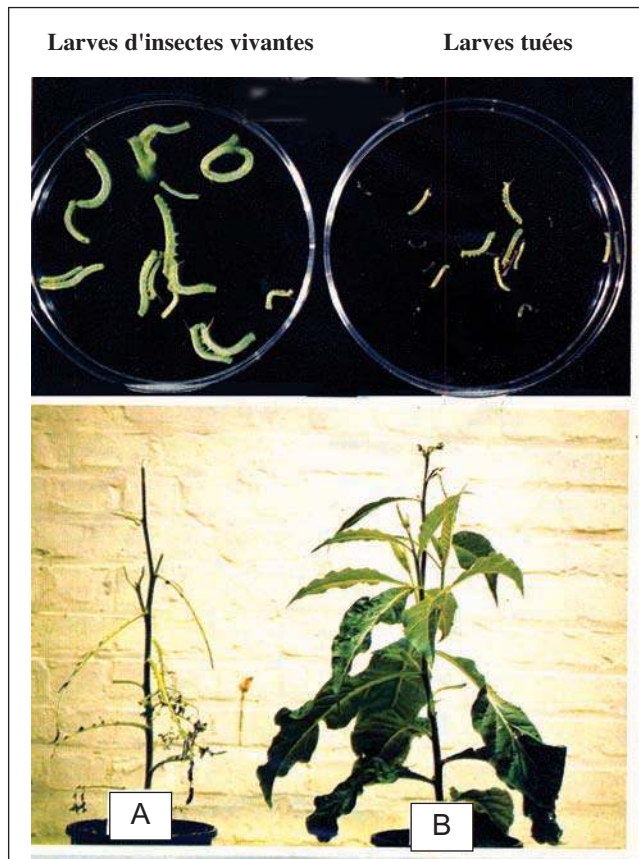
Des chercheurs belges ont réussi la production de plantes transgéniques. Ces plantes, contrairement, aux plantes naturelles, résistent aux insectes et entraînent même leur mort.

L'acquisition de ce nouveau caractère résulte de l'introduction dans les chromosomes des cellules embryonnaires de ces plantes, d'un gène étranger prélevé de bactérie et responsable de la synthèse d'une protéine toxique pour les insectes.

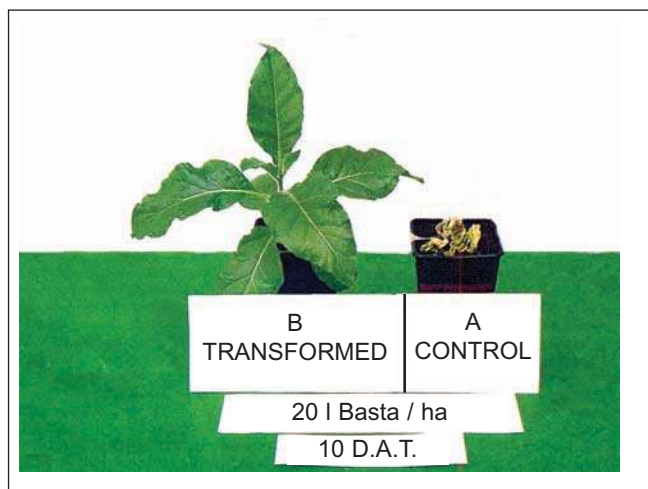
Les cellules embryonnaires ainsi transformées sont cultivées in vitro et donnent des plantes transgéniques ( document 19 ci-contre ).

**b) Une plante résistante à un herbicide**

Une manipulation analogue à la précédente, permet de produire des plantes ( Tomate, Pomme de terre, Tabac ) résistantes à un herbicide ( produit chimique qui tue les plantes herbacées ), ( document 20 ). Ces plantes transgéniques synthétisent une enzyme qui décompose le produit chimique toxique ( herbicide ).



19. Tabac sensible aux insectes ( A ) et Tabac transgénique résistant aux insectes ( B )



20. Tabac sensible à un herbicide (A) et Tabac transgénique résistant au même herbicide (B)

- 1- A partir de l'analyse des documents 18, 19 et 20 relevez les avantages des plantes O.G.M par rapport aux plantes naturelles.
- 2- Imaginez d'autres manipulations de Génie génétique permettent de produire d'autres O.G.M avantageux.
- 3- En vous appuyant sur l'analyse des exemples présentés par les documents 19 et 20, montrez les risques éventuels de ces O.G.M sur l'équilibre naturel ainsi que sur la santé de l'Homme.

# Synthèse

## 1 *L'agriculture chimique (moderne) intensive ne garantit pas le développement durable*

Elle représente une source de pollution de l'environnement et contribue au déséquilibre naturel. En effet, l'utilisation de pesticides et d'engrais azotés provoque la pollution du sol, de l'eau souterraine et entraîne la disparition de nombreuses espèces de la faune et de la flore sauvage.

Elle exploite, intensivement, l'écosystème entraînant l'épuisement de ses ressources :

- épuisement du sol par les cultures répétées sous serres.
- salinisation du sol par l'irrigation permanente.
- destruction de la faune et de la flore du sol par les pesticides.

Elle produit des aliments en abondance mais parfois de qualité douteuse : fruits et légumes contaminés par des pesticides.

## 2 *L'agriculture biologique, un modèle de production qui garantit le développement durable*

Elle préserve la santé de l'Homme et l'équilibre naturel car elle :

- interdit tout usage d'engrais chimiques, de pesticides ou produits phytosanitaires.
- cherche à limiter le nombre et le développement des animaux et végétaux nuisibles ( animaux ravageurs et mauvaises herbes ) sans les éradiquer.
- Elle permet l'exploitation rationnelle des écosystèmes en veillant à leur durabilité.
- Elle produit des aliments en quantité moins importante mais de meilleure qualité : plus riches en sels minéraux, en vitamines, en matière organique avec un goût naturel.
- Elle garantit donc le développement durable.

Elle utilise des moyens pratiques traditionnels ou fruits de la recherche scientifique :

- rotation de cultures pour obtenir de meilleurs rendements et favoriser la régénération du sol :
  - \* rotation des cultures de légumineuses ( production d'azote ) et de céréales ( consommateurs d'azote ).
  - \* rotation de culture à enracinement profond et de culture à enracinement superficiel.
- fertilisation du sol par des engrais naturels.
- choix d'espèces végétales résistantes aux maladies.
- pratique de la lutte biologique contre les plantes nuisibles et les insectes ravageurs.

## 3 *Les O.G.M, une véritable problématique ?*

### **A - Grâce aux O.G.M, on peut produire mieux et plus !**

Les O.G.M sont des organismes ( des plantes ) génétiquement modifiés. Grâce au **génie génétique**, on introduit des **gènes étrangers** dans le génome de plantes naturelles pour leur conférer de **nouveaux caractères**.

Les plantes ainsi traitées appelées aussi plantes transgéniques sont plus adaptées aux besoins de l'Homme : elles sont rendues plus productives, résistantes à des maladies, résistantes à des pesticides.

### **B - Les O.G.M ont de nombreux opposants !**

Ce sont les écologistes, les agriculteurs biologiques et certains scientifiques. Ils doutent et posent des questions qui attendent encore des réponses :

- La consommation d'aliments provenant d'O.G.M présente-elle des risques sur la santé de l'Homme ?
- La culture de plantes transgéniques provoque-t-elle un changement dans la flore naturelle ?
- Le gène étranger greffé à une plante peut-il passer à une autre plante ou à l'Homme ?
- Le gène de résistance aux pesticides peut-il passer d'une plante transgénique à des plantes nuisibles ?

# E

## xercices

### EXERCICE 1

L'agriculture biologique encourage l'intégration des productions animales avec des productions végétales, tout en limitant le nombre d'animaux élevés. Ainsi on autorise, par exemple, 2 bovins par hectare.

- 1- Expliquez l'intérêt de l'intégration des productions animales et végétales.
- 2- Justifiez la limitation du nombre des animaux élevés, en agriculture biologique.

### EXERCICE 2

Contrairement à l'agriculture intensive, l'agriculture biologique ne vise pas la destruction des mauvaises herbes. Son objectif est de limiter leur nombre et leur développement pour qu'elles ne concurrencent pas les plantes cultivées.

- 1- Expliquez l'intérêt des mauvaises herbes pour la protection du biotope.
- 2- Indiquez comment peut-on limiter leur nombres.

### EXERCICE 3

L'agriculture biologique a des avantages pour le consommateur, pour le producteur et pour l'environnement.

Analysez le document ci-contre en vue d'expliquer en quoi consistent ces avantages.

	Rendement en tonnes/ hectare	Agriculture moderne tonne/ hectare	Agriculture biologique tonne/ hectare
Pomme de terre		55	34
Blé		7,9	5,1
Oignons		51	29
Carottes		77	74

Rendement de l'agriculture moderne et de l'agriculture biologique pour certaines cultures dans une ferme hollandaise.

### EXERCICE 4

Le tableau ci-dessous présente des données relatives aux taux de contamination par la maladie du Mildiou et aux rendements de cultures de Pomme de terre dans différentes conditions (centre de Chatt Meri)

Liquide de Compost utilisé (50l/ha)		Culture de pomme de terre	
Type	Composition	% de contamination	Rendement
1	100% de fumier de bovins	18,7	1,47
2	80% de fumier de bovins 20% fumier d'ovins	18,1	1,77
3	70% de fumier de bovins 20% fumier d'ovins 10% fumier de volailles	14,7	1,53
4	50% de fumier de bovins 20% fumier d'ovins 20% fumier de volailles 10% paille de blé moulu	8,9	2,16
Traitement par une solution de cuivre sans compost (400g pour 100l)		5,8	2,24
Culture témoin non traitée		35,3	1,5

- 1- Analysez les données présentées.
- 2- Que pouvez-vous en déduire ?

**Chapitre 3 : LA RÉGULATION DE LA GLYCÉMIE**

1. Glucomètre : appareil pour la mesure de la glycémie

La **glycémie** est la concentration du glucose dans le sang.

C'est une **constante biologique**. Chez l'Homme sain, elle est de 0,7 à 1,10 g/l ou 3,88 à 6,10 mmol/l. Le glucose est apporté par la nutrition ; c'est le nutriment de choix en tant que source énergétique pour les cellules.

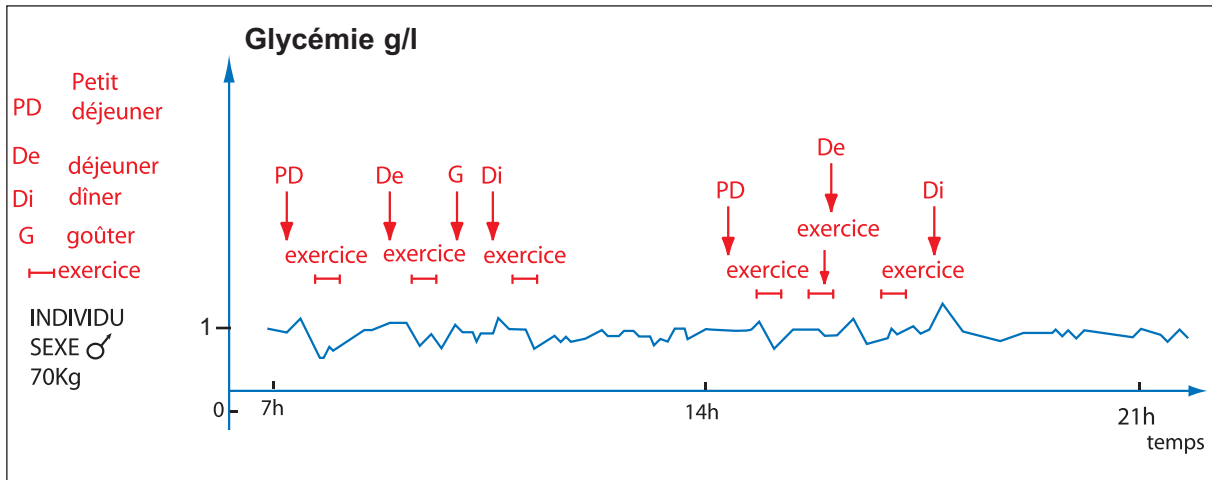
L'organisme sain dispose de **mécanismes régulateurs** qui maintiennent la glycémie constante malgré la variation des apports alimentaires et la variation de la consommation de glucose par les cellules.

**OBJECTIFS**

*L'élève sera capable :*

**d'identifier** les organes, les cellules et les molécules impliqués dans la régulation de la glycémie.  
**d'expliquer** les mécanismes de cette régulation.

## SITUATION PROBLÈME

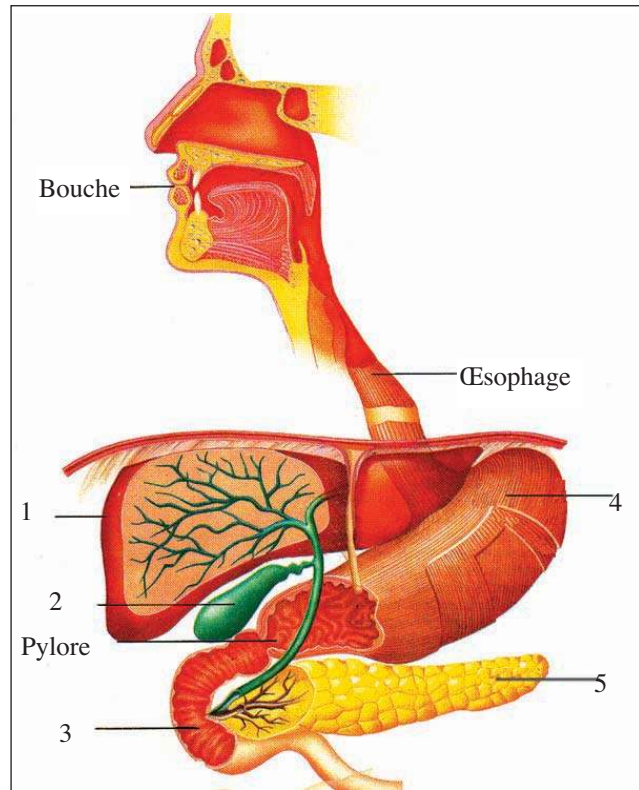


2. Mesure en continu du taux de glucose sanguin chez un individu sain

- 1- Chez un individu sain la glycémie est constante. Le document 2 montre sa variation chez un individu sain dans différentes situations (exercice, alimentation).
- 2- Le **diabète** est une maladie liée à un trouble de la glycémie. Il est très répandu dans le monde et particulièrement en Tunisie ( 10 % de la population ). Cette maladie incurable est due à une **hyperglycémie** : glycémie anormalement élevée et permanente. Les diabétiques doivent suivre un traitement approprié et un régime alimentaire particulier, sinon, ils risquent des complications qui peuvent être très graves, parfois mortelles.

- 1- Comment se fait la régulation de la glycémie chez les individus sains ?
- 2- Pourquoi chez les diabétiques cette régulation n'est pas efficace ?

- 1- Les aliments sont mastiqués au niveau de la bouche, ils descendent ensuite le long de l'œsophage jusqu'à l'estomac. Les aliments quittent l'estomac et pénètrent ensuite dans le duodénum qui reçoit des sucs digestifs du pancréas, et de la bile fabriquée dans le foie. Les enzymes pancréatiques aident à la digestion des glucides, des protéines et des graisses.
- 2- Le glucose est un nutriment qui résulte de la digestion de plusieurs aliments simples : amidon, saccharose et lactose.
- 3- Chez l'individu sain, le glucose ne figure pas dans les urines.
- 4- La respiration est une dégradation totale du glucose, aboutissant à la formation de composés uniquement minéraux.



3. Le pancréas au niveau de l'appareil digestif

- 1- Complétez la légende du document 3.
- 2- Ecrivez les réactions d'hydrolyse des aliments suivants : amidon, saccharose, lactose.
- 3- Nommez les produits finals de la digestion des protéines, des glucides et des lipides trouvés au niveau de l'intestin.
- 4- Ecrivez la réaction globale de dégradation d'une molécule de glucose au cours de la respiration cellulaire.
- 5- Rappelez les étapes de dégradation du glucose dans la cellule.
- 6- Rappelez le mécanisme qui empêche l'excrétion du glucose dans l'urine.

# A Activités

## 1 La glycémie est une constante qui varie !

Le document 2 est une courbe qui représente la variation de la glycémie à la suite de l'alimentation et de l'activité physique, chez un individu sain.

- 1- Indiquez l'effet de chacun de ces facteurs sur la glycémie.
- 2- Comment peut-on expliquer ces résultats ?
- 3- Quelle question peut-on se poser ?

## 2 Les acteurs cellulaires de la régulation de la glycémie

### A- Où va le glucose ingéré ?

Le document 4 montre la répartition de 100g de glucose marqué au  $^{14}\text{C}$  après son ingestion par un individu.

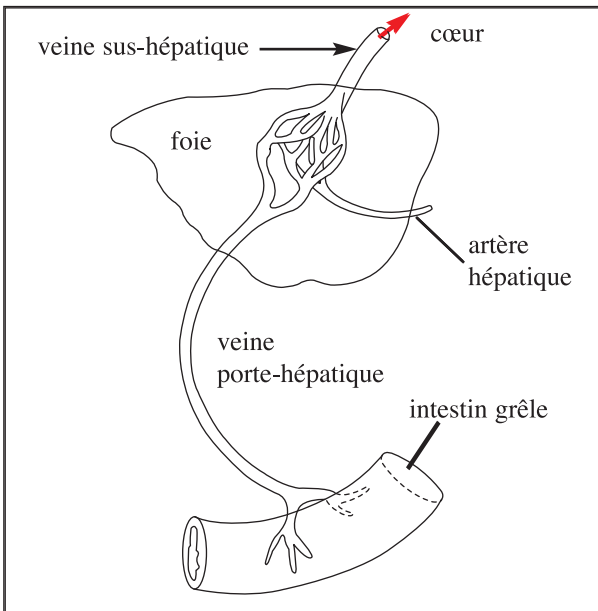
Que peut-on déduire de l'analyse de ce document ?

Ingestion de 100g de glucose marqué	Glucose marqué au $^{14}\text{C}$ (en g)			
	Retenu dans le foie	Présent dans les liquides extracellulaires	Retenu dans le muscle	Retenu dans le tissu adipeux
	55	5	18	11

4. Répartition de 100g de glucose ingéré dans l'organisme

### B- Observation de la relation anatomique : Foie - Intestin

Les nutriments issus de la digestion sont absorbés par le sang au niveau de l'intestin grêle. Le document 5 est un schéma de vascularisation de l'intestin grêle et du foie.



5. Vascularisation hépatique

- 1- Indiquez par des flèches le trajet des nutriments absorbés.
- 2- Quelle hypothèse concernant le rôle du foie peut-on formuler ?

**C-Conséquence de l'ablation du foie :**

Le document 6 montre, la variation de la glycémie chez un chien, après une ablation du foie.

- 1- Analysez le document 6.
- 2- Quelle hypothèse est confirmée par l'analyse de ce document ?

Temps après l'ablation (mn)	0	15	30	45	60	75
Glycémie (en g/l)	1	0,89	0,75	0,7	0,62	0,5
Effet de l'ablation					Hypoglycémie	Coma

6. Mesure de la glycémie chez un animal hépatectomisé

**D- Variation de la glycémie de part et d'autre du foie :**

	Conditions	Jeûne	Après ingestion de glucose		
			Après 30 mn	Après 60 mn	Après 180 mn
Glycémie (g/l)	Veine porte	0,2	2,85	1,05	0,20
	Veines Sus-hépatique	0,95	1,25	1,1	0,95

7. Variation de la glycémie ( g / l ) de part et d'autre du foie, dans différentes conditions

Le document 7 montre des mesures de la glycémie au niveau de la veine porte et la veine sus-hépatique chez une personne pendant un jeûne et après une alimentation.

Indiquez à partir de l'analyse de ces données, le rôle du foie dans la régulation de la glycémie.

**E- Expérience du foie lavé de Claude BERNARD :**

En 1850, Claude Bernard a réalisé des expériences sur le foie de chien. Les résultats obtenus ( document 8 ) lui ont permis d'établir le rôle du foie dans la régulation de la glycémie.

«J'ai choisi un chien adulte, vigoureux et bien portant, qui depuis plusieurs jours était nourri de viande ; je le sacrifiai 7 heures après un repas copieux de tripes. Aussitôt le foie fut enlevé, et cet organe fut soumis à un lavage continu par la veine porte. Je laissai ce foie soumis à ce lavage continu pendant 40 minutes : J'avais constaté au début de l'expérience que l'eau colorée en rouge qui jaillissait par les veines hépatiques était sucrée : je constatais en fin d'expérience que l'eau parfaitement incolore qui sortait, ne renfermait plus aucune trace de sucre... J'abandonnai dans un vase ce foie à température ambiante et revenue 24 heures après, je constatais que cet organe que j'avais laissé la veille complètement vide de sucre s'en trouvait pourvu très abondamment... »

Claude BERNARD

8. Expérience du foie lavé

En vous appuyant sur l'analyse des données du document 8, expliquez le rôle du foie dans la régulation de la glycémie.

**F- Mise en évidence du glucose et du glycogène dans le foie :**

**GLUCOSE :**

- Broyez un petit morceau de foie frais dans un mortier avec du sable fin.
- Diluez le broyat avec un peu d'eau et le porter à l'ébullition.
- Filtrer.
- Réalisez la réaction à la liqueur de Fehling.  
La présence du glucose, sucre réducteur est révélée par la formation d'un précipité rouge brique).

**GLYCOGÈNE :**

- Réaliser une coupe microscopique de foie frais.
- Colorez au réactif iodo-ioduré.
- Observez au microscope l'apparition, dans les cellules, de zones colorées en brun acajou. Cette coloration est caractéristique du glycogène.

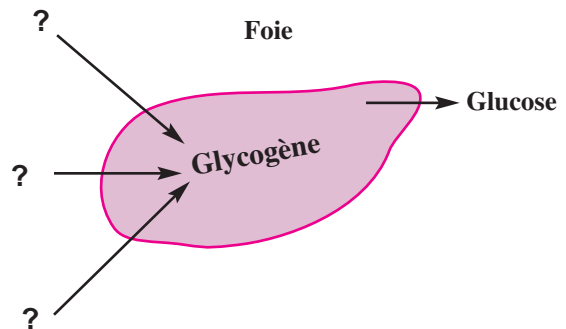
**Remarque :** utilisez une préparation de commerce si possible.

**G- Origine du glycogène hépatique.**

« Je pris des chiens... Je les divisai en deux catégories, donnant aux uns et aux autres la même alimentation, sauf une substance : le sucre... Les uns étaient soumis à un régime dans le quel il y avait des matières sucrées, les autres à un régime qui n'en comportait pas.»

**Claude BERNARD**

Claude Bernard constate alors que le foie des deux catégories de chiens contient du glycogène.



Interprétez cette expérience ?

**3 Rôle du pancréas dans la régulation de la glycémie**

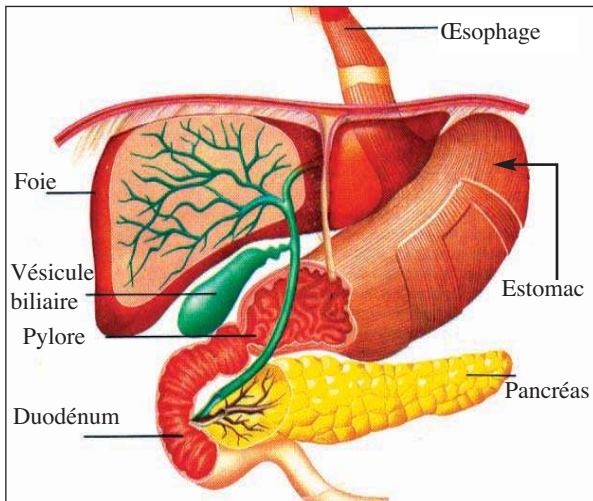
**A- Le pancréas : une dualité structurale et fonctionnelle**

Le pancréas est une glande digestive qui sécrète le suc pancréatique riche en enzymes digestives, dans le duodénum.

Certaines personnes sont atteintes de diabète dès leur naissance ( diabète juvénile ). L'examen clinique montre des lésions au niveau du pancréas.

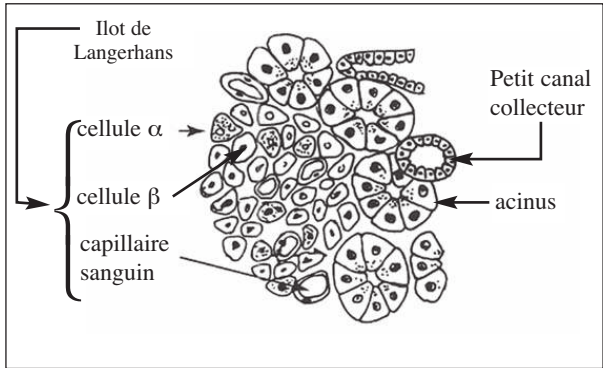
En 1838 **BOUCHARDOT** a constaté que l'ablation pancréatique ou son hyposécrétion fait apparaître du glucose dans les urines ce qui est un signe du diabète.

Cette constatation permet de penser que le pancréas intervient dans la correction de l'hyperglycémie chez un individu sain.

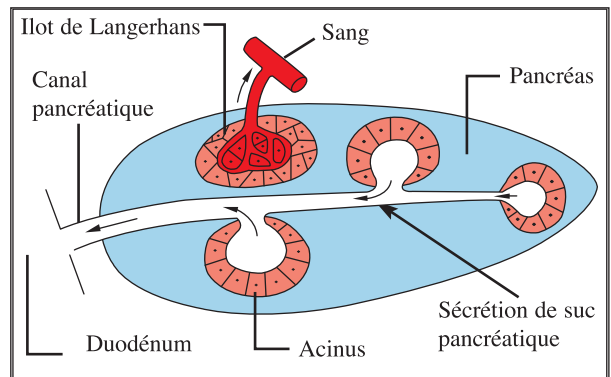


9. Emplacement du pancréas dans l'appareil digestif

L'analyse des documents 10, et 11, montre une dualité de structure et une dualité fonctionnelle. Faire une synthèse montrant la correspondance entre ces deux dualités.

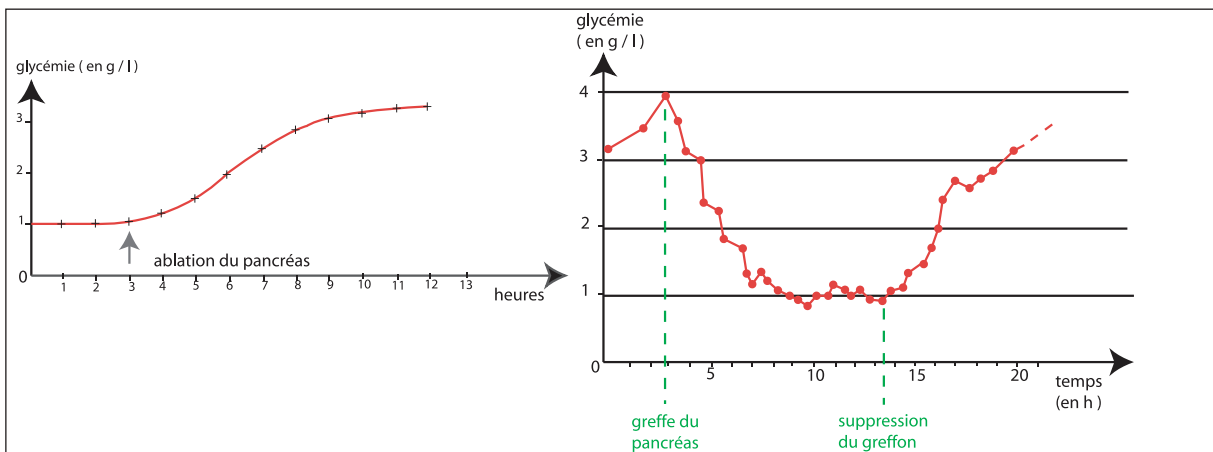


10. Coupe de pancréas observée au microscope optique



11. Schéma des acini et des îlots de Langerhans dans le pancréas

**B- Effet de l'ablation et de la greffe du pancréas sur la glycémie**



12. Effet de l'ablation et de la greffe du pancréas sur la glycémie

L'ablation pancréatique, provoque chez le chien un diabète mortel en un mois, avec des symptômes :

- glucosurie en quelques heures (apparition du glucose dans l'urine)
- polyurie (miction fréquentes)
- polydipsie (soif intense)
- polyphagie (faim intense)
- hyperglycémie prolongée de 3,5 g/l

- 1- Quelles conclusions peut-on tirer de l'analyse des documents 12 et 13 ?
- 2- Quelle hypothèse peut-on formuler pour montrer comment agit-le pancréas sur la glycémie ?

13. Conséquences de l'ablation du pancréas chez le chien

**C- Les cellules pancréatiques impliquées dans la régulation de la glycémie :**

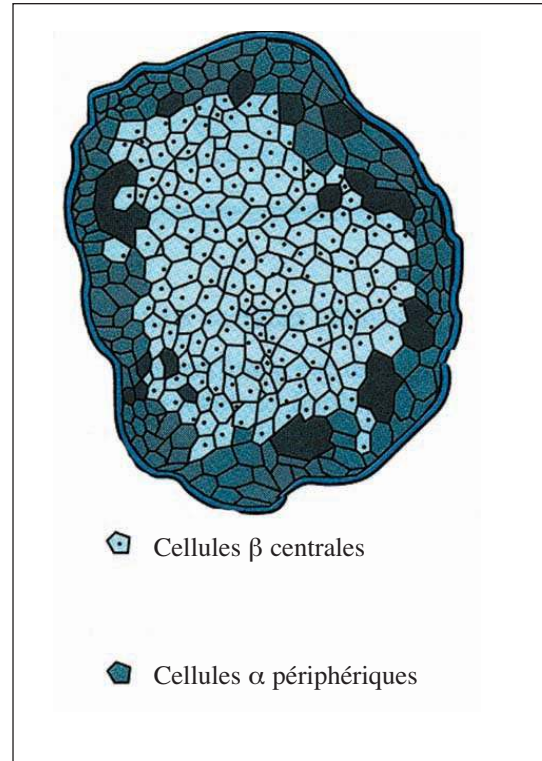
L'étude de la structure des îlots de Langerhans montre l'existence de deux types principaux de cellules ( document 14 ) :

- \* Les cellules  $\alpha$  à la périphérie des îlots.
- \* Les cellules  $\beta$  au centre des îlots.

L'injection d'extraits des cellules  $\alpha$  des îlots Langerhans à un chien sain entraîne une hyperglycémie.

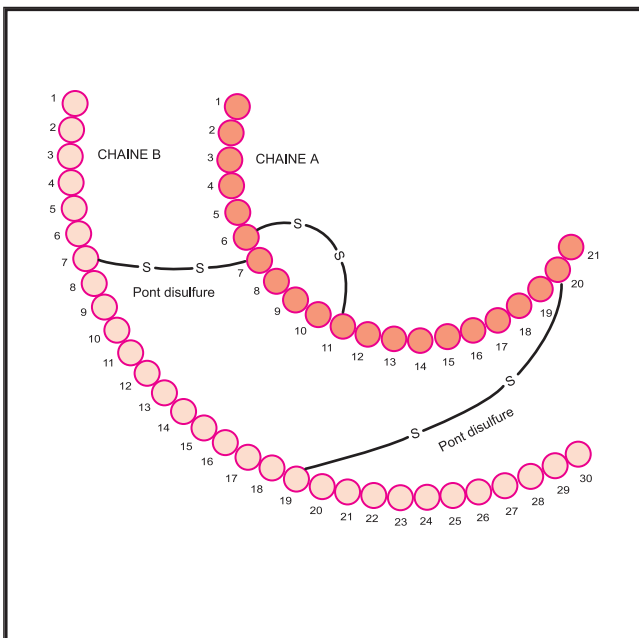
On peut détruire sélectivement les cellules  $\beta$  des îlots de Langerhans par une substance «l'alloxane» sans toucher les cellules  $\alpha$ . L'animal ainsi traité présente une hyperglycémie.

**Préciser la dualité cellulaire et la dualité fonctionnelle des îlots de Langerhans.**

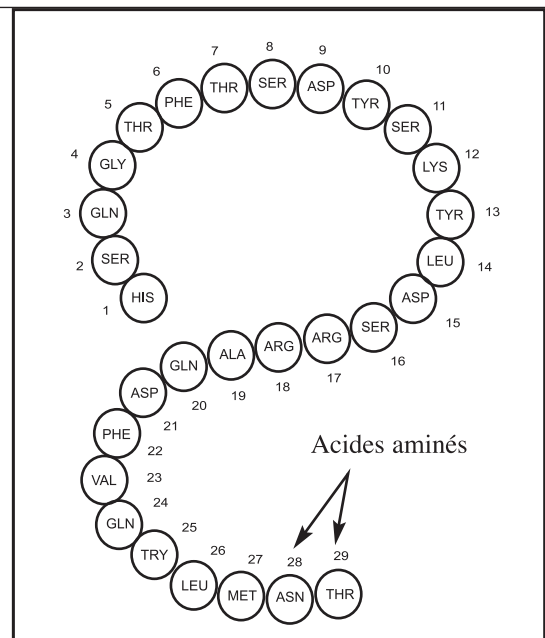


14. Schéma de l'îlot de Langerhans

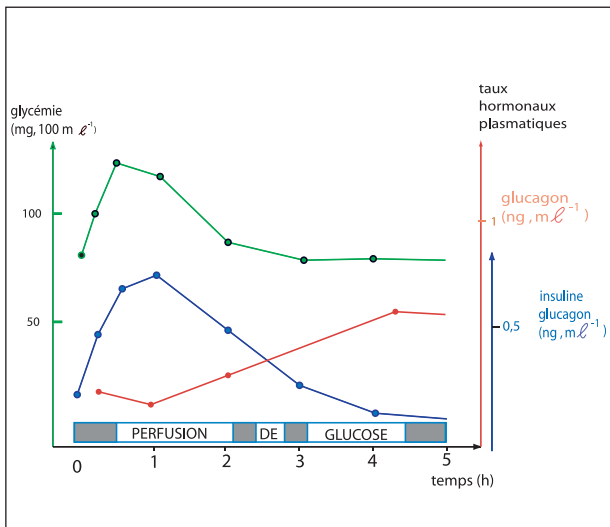
**D- Les hormones pancréatiques et la régulation de la glycémie :**



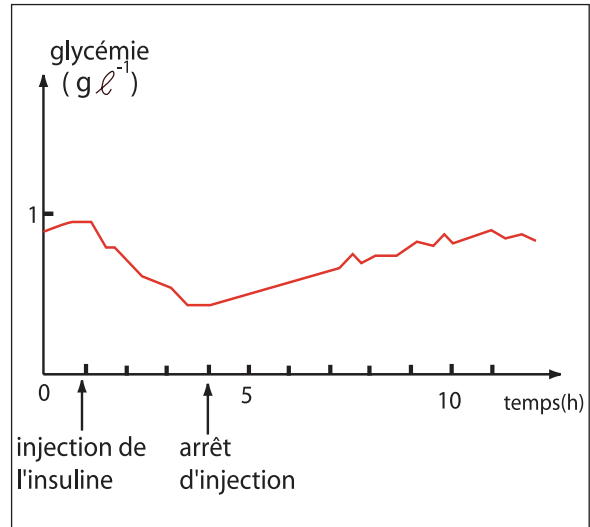
15. Modèle de la molécule d'insuline



16. Modèle de la molécule de glucagon

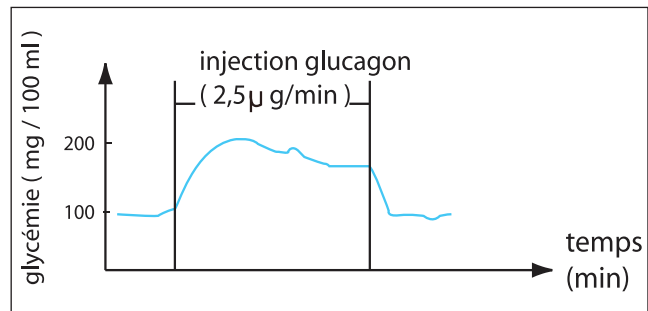


17. Hyperglycémie provoquée par l'injection Orale de glucose, prolongée sur 5 heures



18. Effet de l'injection de l'insuline à un chien normal

Les cellules  $\beta$  des îlots de Langerhans sécrètent dans le sang une substance active sur la glycémie, une hormone appelée : **Insuline**. Les cellules  $\alpha$  sécrètent une autre hormone : le **glucagon**. Les documents 15-16-17-18-19 montrent la structure de chaque hormone, les conditions de sa sécrétion et son effet sur la glycémie.

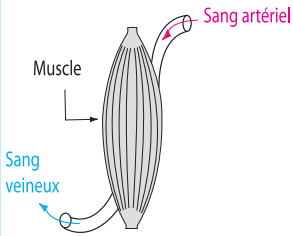


19. Effet de l'injection du glucagon à un chien normal

- 1- Identifiez la nature de chaque hormone.
- 2- L'insuline et le glucagon sont deux hormones dites antagonistes. Indiquez à partir de l'analyse des données de ces documents les rôles antagonistes des deux hormones.

**4** *Quels sont les effets biologiques des hormones pancréatiques ?*

- Quelles sont les cellules cibles de l'insuline et du glucagon ?
- Comment agit l'insuline sur ses cellules cibles pour entraîner son effet hypoglycémiant ?
- Comment agit le glucagon sur ses cellules cibles pour entraîner son effet hyperglycémiant ?

EXPÉRIENCES		RÉSULTATS
1	<p>a)</p> <p>Chez une souris normale et une souris dont les cellules <math>\beta</math> sont détruites par l'alloxane, on réalise les expériences suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– on injecte une solution glucosée.</li> <li>– on mesure la glycémie à l'entrée et à la sortie du foie.</li> <li>– on sacrifie les animaux et on mesure la teneur en glycogène du tissu hépatique.</li> </ul>	<p>* Chez la souris normale :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– la glycémie est élevée à l'entrée du foie et elle est normale à la sortie.</li> <li>– la teneur en glycogène du foie est élevée.</li> </ul> <p>* Chez la souris traitée :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– la glycémie est élevée de part et d'autre du foie.</li> <li>– la teneur en glycogène du tissu hépatique est inférieure à celle de l'animal normal.</li> </ul>
	<p>b)</p> <p>Chez une souris normale :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– on injecte une dose de glucagon.</li> <li>– on mesure la glycémie.</li> <li>– on prélève le foie et on dose la teneur en glycogène.</li> </ul>	<p>* Hyperglycémie</p> <p>* Diminution du glycogène hépatique.</p>
2	 <p>Chez une souris normale et une souris dont les cellules <math>\beta</math> du pancréas sont détruites par l'alloxane, on réalise les expériences suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– On mesure la concentration de l'O<sub>2</sub> et du glucose dans le sang artériel et le sang veineux d'un muscle.</li> <li>– On mesure la concentration du glycogène dans le tissu musculaire.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La consommation de l'O<sub>2</sub> et du glucose est plus importante chez la souris normale que chez la souris qui a subi la destruction des cellules des îlots de Langerhans.</li> <li>- La concentration en glycogène est plus élevée dans le muscle de la souris normale que dans le muscle de la souris dont les cellules <math>\beta</math> ont été détruites.</li> </ul>

**Constatation 1 :** Une alimentation glucidique abondante entraîne l'obésité chez l'Homme et l'animal. Il y a stockage des nutriments en excès sous forme de graisse.

**Constatation 2 :** Chez certaines personnes diabétiques, on constate un amaigrissement important du corps. **L'insuline est-elle impliquée dans la mise en réserve des graisses ?**

**Hypothèse :** L'insuline favorise la lipogénèse.

EXPÉRIENCE	RÉSULTAT
Chez des souris d'élevage, on réalise la destruction des cellules $\beta$ et on les soumet à une alimentation riche en glucides.	Les souris deviennent diabétiques mais n'engraissent pas.

**A partir des résultats expérimentaux saisissez des informations qui permettent de répondre aux questions posées.**

## 5 Qu'est-ce que le diabète ?

**A** - Les symptômes du diabète sont :

- la glucosurie (apparition du glucose dans l'urine )
- la polyurie (miction fréquente )
- la polyphagie ( faim intense )
- la polydipsie (soif intense )

Il y a une relation entre ces 4 symptômes : 2 symptômes sont à l'origine de 2 autres.

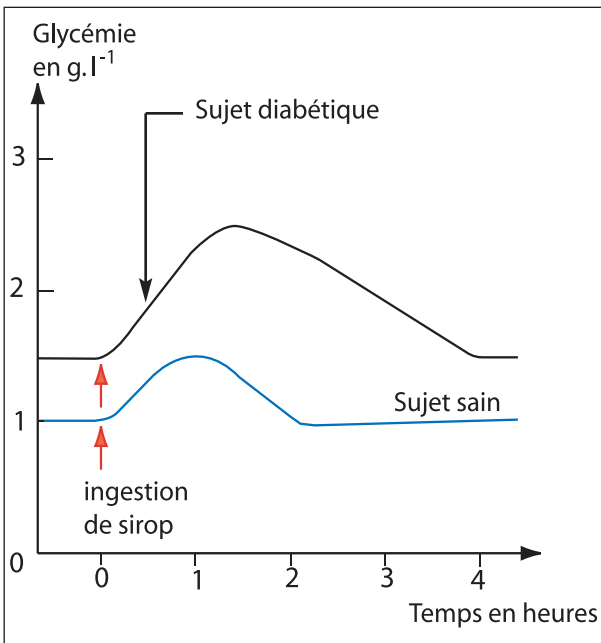
**1-** Reproduisez le tableau ci-contre et complétez.

**2-** Expliquez cette relation.

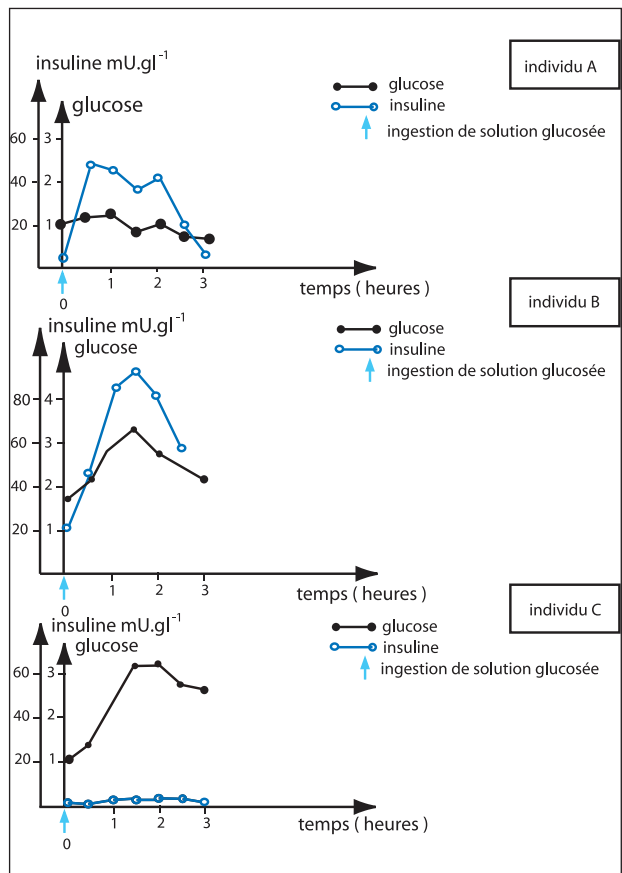
Causes	Conséquences

**B** - Le document 20 montre la variation de la glycémie chez un sujet sain et un sujet diabétique après ingestion de sirop.

Le document 21 montre la variation de la glycémie et de l'insulinémie chez un individu sain ( **A** ) et deux individus diabétiques ( **B** et **C** ).



20. Variation de la glycémie, chez un individu sain et un diabétique après ingestion de sirop



21. Variation de la glycémie et de l'insulinémie chez un sujet Sain (A) et 2 diabétiques (B et C)

**1-** En vous appuyant sur le document 20, comparez la variation de la glycémie chez les deux sujets.

**2-** En vous appuyant sur le document 21, comparez la variation de l'insulinémie chez les trois sujets. Proposez des hypothèses à l'origine du diabète chez les deux individus diabétiques.

### 1 La glycémie, un indicateur de l'état de santé

La glycémie est une **constante biologique** d'importance capitale pour le fonctionnement et la santé de l'organisme.

**L'hypoglycémie** est une maladie peu fréquente, elle correspond à des valeurs de la glycémie inférieures à 0,70 g/l. Elle se caractérise par une asthénie (faiblesse) profonde et des tremblements et entraîne le coma, puis la mort vers 0,4 g/l.

**L'hyperglycémie** ou diabète est une maladie fréquente. Cette maladie, si elle n'est pas traitée entraîne des complications cardio-vasculaires, rénales et rétiniennes qui peuvent aboutir à la cécité.

### 2 Régulation de la glycémie

L'organisme sain possède des **mécanismes de régulation** de la glycémie qui sont de nature nerveuse, et surtout de nature hormonale.

Les principales hormones impliquées dans la régulation de la glycémie sont **pancréatiques** :

- \* **L'insuline**, hormone de nature protéique sécrétée par les **cellules  $\beta$  des îlots de Langerhans**.

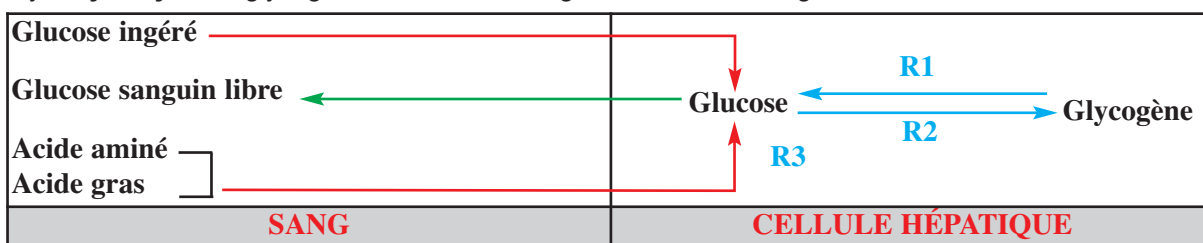
- \* **Le glucagon**, hormone de nature protéique, sécrétée par les **cellules  $\alpha$  des îlots de Langerhans**.

Ces deux hormones ont des actions **antagonistes** : l'insuline est la seule hormone hypoglycémiant, le glucagon est hyperglycémiant.

Les cellules  $\beta$  et  $\alpha$  sont sensibles à la variation de la glycémie :

Les cellules  **$\alpha$  sont activées en cas d'hypoglycémie** et répondent par une sécrétion appropriée du glucagon.

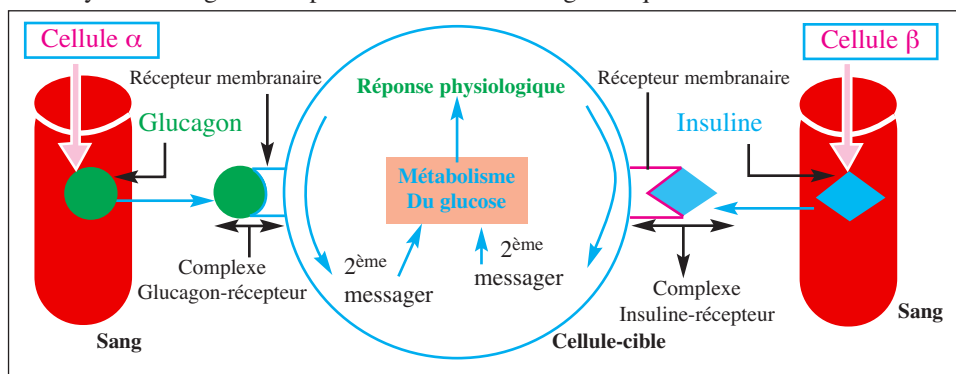
Les cellules  **$\beta$  sont activées par contre en cas d'hyperglycémie** et répondent par une sécrétion appropriée de l'insuline. L'insuline et le glucagon agissent sur des **cellules cibles** en activant et en inhibant des réactions du métabolisme du glucose. Parmi les cellules cibles des hormones pancréatiques, la cellule **hépatique** représente un effecteur essentiel de la régulation de la glycémie : en cas **d'hyperglycémie**, il y a **stockage** du glucose sous forme de **glycogène**. Mais en cas **d'hypoglycémie**, il y a **hydrolyse** du glycogène et libération du glucose dans le sang.



**Glycogénolyse** : Hydrolyse du glycogène hépatique ou musculaire en glucose libre ( R1 )

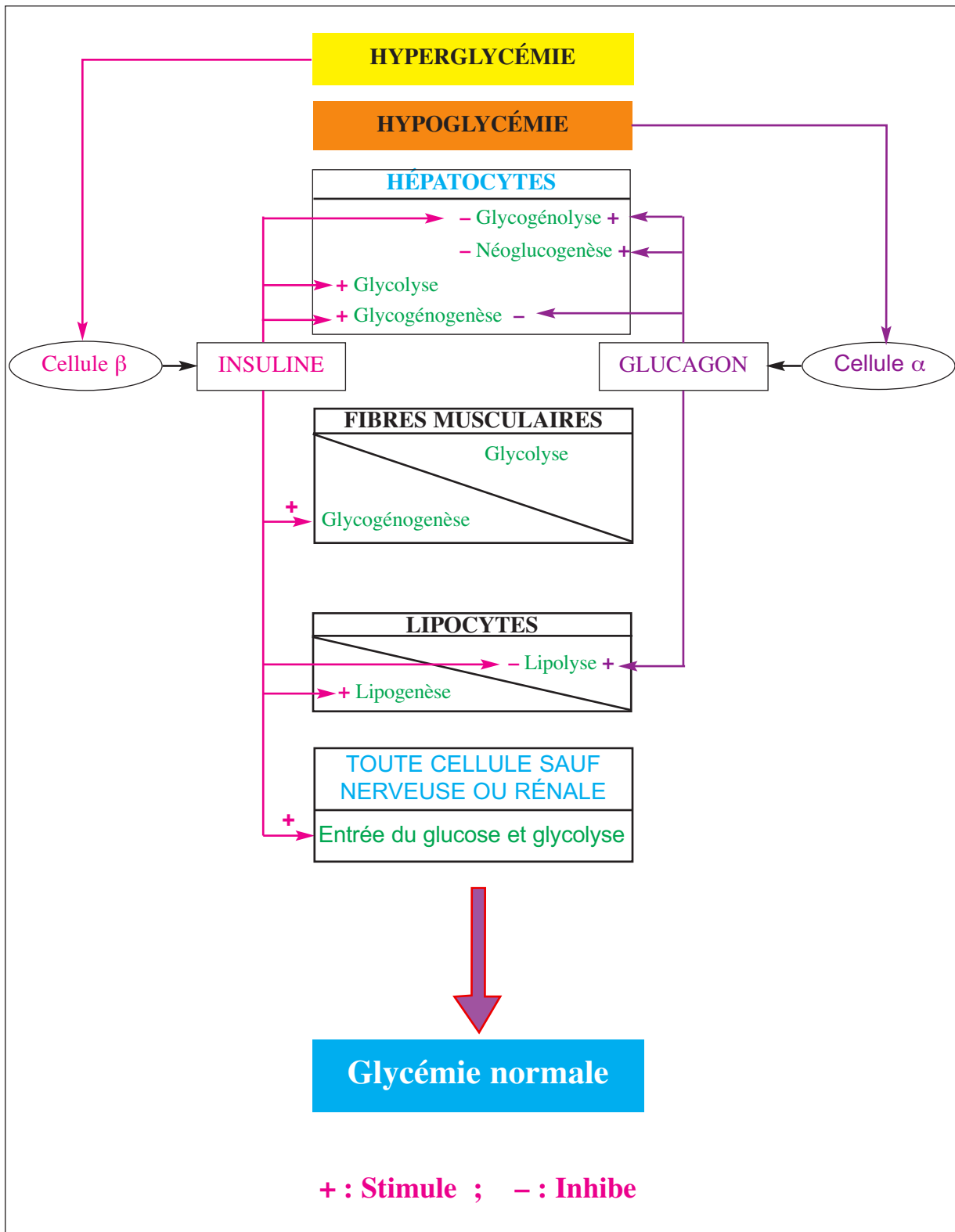
**Glycogénogenèse** : Réaction de synthèse du glycogène à partir du glucose libre ( R2 )

**Néoglucogenèse** : Synthèse du glucose à partir de molécules non glucidiques : acides aminés et acides gras (R3)



22. Mode d'action de glucagon

Mode d'action de l'insuline



23. Schéma du mécanisme de la régulation de la glycémie

### 3 Luttons contre le diabète

#### A - Le diabète, maladie grave

L'hyperglycémie associée au diabète engendre, à long terme, des complications qui représentent une cause majeure d'invalidité et de mortalité. C'est la première cause de la cécité (perte de la vue), d'insuffisance rénale et d'amputation des membres. Il augmente le risque de maladies cardiovasculaires et cérébrales de 2 à 7 fois. Il est très fréquent dans la population tunisienne :  $\approx 10\%$  ( 2 à 3% en France ).

#### B - Le diabète, une maladie et plusieurs formes

On connaît de nombreuses formes de diabètes mais on peut distinguer deux formes principales.

##### a) Diabète de type I ou diabète maigre

- \* Il touche les enfants et les jeunes adultes en bonne santé et sans surpoids.
- \* lié à une incapacité totale ou partielle de production d'insuline : **diabète insulino-dépendant DID**.
- \* Les cellules  $\beta$  sont peu nombreuses ou inexistantes, donc peu ou pas d'insuline.

##### b) Diabète de type II ou diabète gras

- \* C'est la forme la plus fréquente :  $\approx 80\%$  des diabétiques.
- \* apparaît après l'âge de 40 ans, surtout chez les individus obèses et ayant un ou deux parents diabétiques.
- \* l'hyperglycémie n'est pas liée à un déficit d'insuline ; mais l'hormone sécrétée n'est plus efficace sur les cellules cibles, on parle d'insulinorésistance. C'est un diabète **non insulino-dépendant DNID**.  
Il y a modification ou diminution des récepteurs membranaires des cellules cibles.

#### C - Le diabète, comment le vaincre ?

On peut se protéger contre le diabète type II dont les facteurs de risque sont connus : hérédité, sédentarité, alimentation.

Les signes ou symptômes du diabète sont connus : polyurie, polyphagie, polydipsie, amaigrissement. Mais ces signes n'apparaissent pas toujours dès le début de la maladie, ceci implique un contrôle régulier de la glycémie.

PREVENTION	GÉRER SON DIABÈTE
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Contrôle glycémique régulier.</li> <li>– Contrôle régulier du poids.</li> <li>– Ration alimentaire équilibrée avec apport glucidique modéré.</li> <li>– Activité physique régulière</li> </ul>	<p>Le diabétique peut vivre, normalement à condition de suivre un traitement médical recommandé par le médecin.</p> <p>Il doit en particulier suivre :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Un contrôle glycémique régulier.</li> <li>– Un contrôle ophtalmologique régulier.</li> <li>– Des soins des pieds réguliers.</li> <li>– Un contrôle de la tension artérielle.</li> <li>– Un contrôle des lipides sanguins.</li> <li>– Un régime alimentaire particulier.</li> <li>– Une activité physique régulière.</li> </ul>

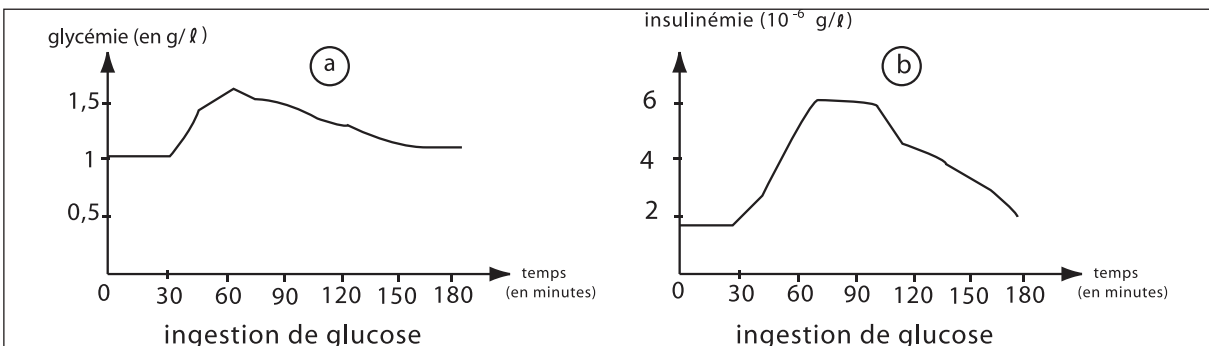
### EXERCICE 1/Q.C.M

Chaque série d'affirmations peut comporter une ou plusieurs réponse (s) exacte (s). Repérez les affirmations correctes.

- 1- Le foie est le seul organe qui :
  - a- réalise la néoglucogenèse.
  - b- fixe le glucose excédentaire.
  - c- libère du glucose dans le sang.
  - d- stocke le glucose sous forme de glycogène.
- 2- Le pancréas :
  - a- sécrète l'insuline.
  - b- sécrète le glucagon.
  - c- produit le glucose en cas d'hypoglycémie.
  - d- stocke le glucose sous forme de graisses en cas d'hyperglycémie.
- 3- L'insuline :
  - a- est une hormone lipidique.
  - b- est une hormone protidique.
  - c- est une hormone hypoglycémiante.
  - d- est une hormone hyperglycémiante
- 4- Le glucagon
  - a- est une enzyme pancréatique.
  - b- est une hormone hyperglycémiante.
  - c- est sécrétée lors d'une hypoglycémie.
  - d- est une hormone qui stimule la glycogénolyse au niveau du muscle.
- 5- Les organes régulateurs de la glycémie sont :
  - a- le foie.
  - b- les reins.
  - c- le pancréas.
  - d- les muscles.

### EXERCICE 2

Chez un sujet normal, on se propose d'étudier l'évolution de la glycémie et de l'insulinémie avant et après l'ingestion de glucose. On fait ingérer à ce sujet dès la 30<sup>ème</sup> minute 50g de glucose. Les résultats de mesure de la glycémie et de l'insulinémie sont représentés par les graphes a et b du document suivant.



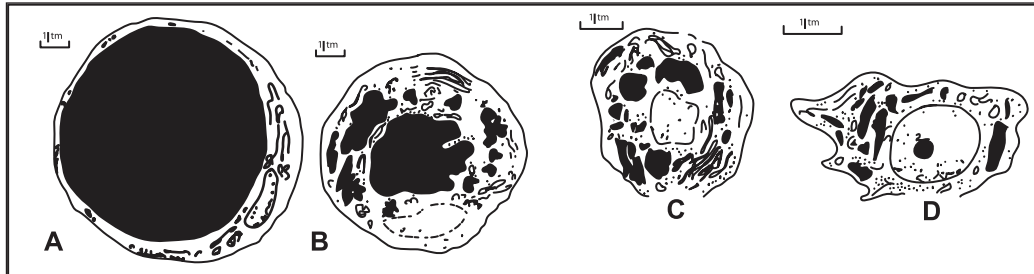
#### 24. Variation de la glycémie et de l'insulinémie

(D'après Bac. Math.Tunisie, juin 1995)

- 1- Indiquez la nature et l'origine de l'insuline.
- 2- Interprétez les deux graphes a et b.

EXERCICE 3

Le document 25a montre l'évolution de la structure des adipocytes pendant un amaigrissement qui accompagne un diabète expérimental.

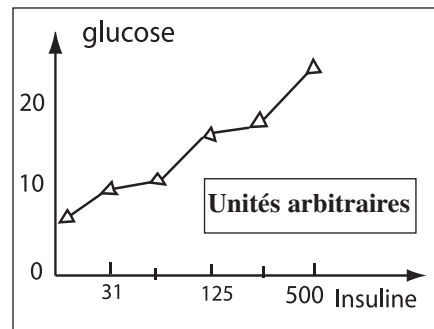


25a.

Le document 25b montre l'évolution de l'utilisation de glucose par des cellules adipeuses en fonction de la quantité de l'insuline. On observe également que ces cellules s'enrichissent en lipides.

1- Analyser le document 25b.

2- À partir des résultats du document 25a et du document 25b, dégager le rôle de l'insuline mis en évidence par ces résultats ?



25b.

(D'après Bac. Montpellier, juin 1998)

EXERCICE 4

On a soumis un lot de rats normaux et un lot de rats obèses et diabétiques à une injection de sulfamides. Cette substance active la sécrétion de l'insuline.

1- Le document 26 présente la variation de la glycémie et de l'insulinémie mesurées chez ces deux lots. Comparez la variation de la glycémie et de l'insulinémie chez les rats normaux et les rats obèses. Que peut-on déduire ?

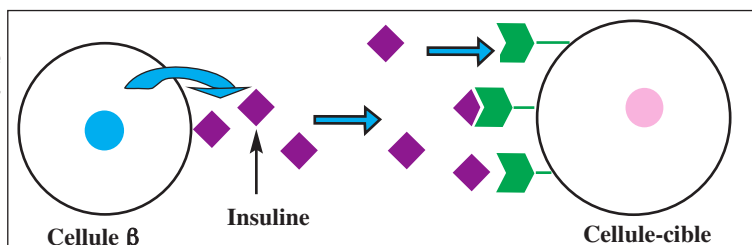
		La glycémie est exprimée en $gl^{-1}$ L'insulinémie est exprimée en $\mu U \cdot ml^{-1}$					
Rats normaux	glycémie	0,90	0,90	0,70	0,60	0,46	0,42
	insulinémie	21	21	92	85	50	42
Rats obèses	glycémie	1,45	1,45	1,45	1,40	1,45	1,45
	insulinémie	15	15	99	79	45	38
		0      5      10      15      20mn ↑ injection de sulfamides      temps après injection					

26 .

2- Le document 27 montre la relation entre les cellules  $\beta$  d'un îlot de Langerhans et une cellule de l'organisme.

a) Décrivez cette relation.

b) Proposez trois types d'anomalies pouvant être à l'origine du diabète.



27.

(D'après Bac. Sc. Exp. Tunisie, 1997)

### 1 *Alimentation traditionnelle et développement durable*

De nombreuses régions de la Tunisie se caractérisent par des plats et des aliments traditionnels qui sont préparés et consommés de façon occasionnelle ( lors de certaines fêtes ) ou non occasionnelles.

**Exemples :** Assida Zgougou ( à partir des grains du Pin d'Alep ), Chériha de Figue, Bsissa, Rob à partir de Figue de Barbarie ou à partir de gousses de Kharroubier, etc...

Chercher des informations sur l'alimentation traditionnelle de votre région : composition des aliments ou des plats, mode de préparation, valeur nutritionnelle, effets indésirables éventuels.

Exploiter ces informations et réaliser un document ( CD, dossier, dépliant, planche ) montrant la relation entre l'alimentation traditionnelle et le développement durable : préservation de la santé et valorisation de certaines ressources alimentaires animales et végétales.

### 2 *Qu'est-ce qui fait la supériorité de l'huile d'olive ?*

Les nutritionnistes recommandent la consommation de l'huile d'olive à la place des autres lipides.

Cet aliment caractéristique de la cuisine méditerranéenne protège mieux la santé de l'Homme. Chercher des informations sur la composition chimique et les bienfaits de l'huile d'olive et les présenter dans un document analogique ou numérique.

### 3 *Le diabète en Tunisie*

- Rechercher des informations auprès de médecins, de certains malades, d'association de lutte contre le diabète.
- Réaliser un document analogique ( dossier, dépliant, planche ) ou numérique ( CD ), montrant :
  - \* la fréquence de la maladie en Tunisie.
  - \* les facteurs de risques.
  - \* la prise en charge des diabétiques ( enfants et adultes ).
  - \* l'alimentation recommandée.

<b>Cellules cibles de l'insuline</b>	Cellules qui possèdent des récepteurs membranaires spécifiques de l'insuline.
<b>Excrétion</b>	Elimination des déchets du métabolisme.
<b>Glycolyse</b>	Dégradation du glucose (C <sub>6</sub> ) en pyruvate (C <sub>3</sub> ) dans la cellule.
<b>Glande endocrine</b>	Organe qui sécrète dans le sang une ou plusieurs substances appelées hormones.
<b>Glycosurie</b>	Présence de glucose dans les urines.
<b>Hémoglobine</b>	Hétéroprotéine contenue dans les hématies, assure le transport de CO <sub>2</sub> et de l'O <sub>2</sub>
<b>Homéostasie</b>	Ensemble de toutes les réactions physiologiques qui maintiennent la constance du milieu intérieur.
<b>Hormone</b>	Substance sécrétée par une glande et qui agit, après transport par le sang, sur des tissus situés à distance.
<b>Lymphhe</b>	Liquide presque 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>Milieu intérieur</b>	Lymphhe canalisée + lymphhe interstitielle + plasma.
<b>AAE</b>	Acide aminé essentiel que l'organisme ne peut pas synthétiser. Il y a 8 AAE chez l'Homme, Lysine, Tryptophane, Valine, Leucine, Isoleucine, Phénylalanine, Méthionine, Thréonine.
<b>AGE</b>	Acide gras essentiel que l'organisme ne peut pas synthétiser. Il y a 3 AGE : a. linoléique, a. linolinique, a. rachidonique.
<b>OGM</b>	Organisme génétiquement modifié appelé aussi organisme transgénique.
<b>Glycémie</b>	Concentration du glucose dans le sang qui est une constante biologique de valeur moyenne 1g/l ou 5 mmol/l chez l'Homme sain.
<b>Diabète</b>	Maladie due à une hyperglycémie permanente et anormalement élevée par rapport à une personne saine. Il y a plusieurs types de diabètes.
<b>Ration alimentaire</b>	Alimentation d'une journée.
<b>Carence</b>	Insuffisance ou absence dans un organisme de nutriments indispensables à son métabolisme (carences en vitamine, en protéine, en fer ...).

## L'INFORMATION GÉNÉTIQUE : EXPRESSION, DIVERSITÉ ET TRANSMISSION



1. *Polymorphisme* dans une population humaine : les enfants d'une classe, comme les personnes de la population mondiale (≈ 6,5 milliards) sont tous des *individus uniques*



2. *Races naturelles* de chats : des animaux de même espèce mais différents par certains *caractères*



3. Le maïs transgénique est une variété génétiquement modifiée produite au laboratoire à partir d'une variété naturelle

Le monde vivant présente une caractéristique essentielle : la diversité. On parle de biodiversité ; ce mot désigne la diversité des espèces (≈ 30 millions), la diversité des lignées (races animales, variétés végétales et souches de microorganismes) et la diversité des individus appelée aussi polymorphisme. Chaque être vivant présente un ensemble de caractères héréditaires : caractères spécifiques (d'espèce), caractères raciaux (ou de variété) et caractères individuels. Tous ces caractères sont contrôlés par des informations génétiques bien déterminées, localisées au niveau de l'**ADN** qui est le constituant essentiel des chromosomes.

La science qui étudie la nature, la structure, la transmission de l'information génétique ainsi que son expression sous forme de caractères observables s'appelle "**la Génétique**".

La recherche en génétique a permis de mettre au point des techniques de manipulation de l'ADN appelées **Génie génétique**. Le génie génétique a réussi la production d'organismes (plantes animaux, bactéries, levures) Génétiquement Modifiés (OGM) à partir de lignées naturelles.

Dans ce thème sur la génétique, nous aborderons les problèmes scientifiques suivants :

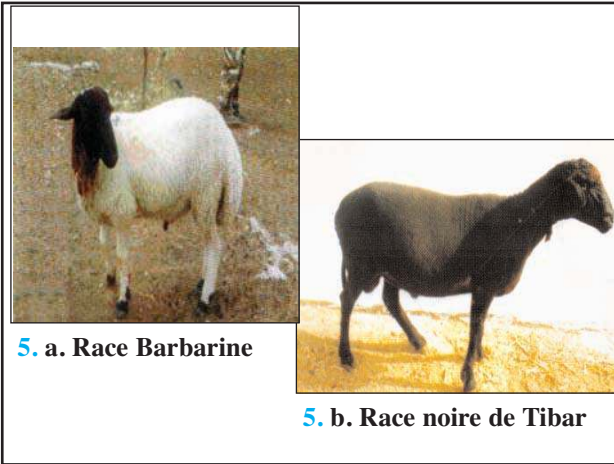
- Comment expliquer la constance de l'espèce à travers les différentes générations issues de la reproduction sexuée ?
- Comment l'information génétique s'exprime t-elle pour déterminer l'apparition d'un caractère héréditaire ?
- Quels sont les objectifs et les techniques du génie génétique ?
- Comment expliquer la diversité génétique des individus ?
- Comment expliquer la transmission des caractères héréditaires des parents à leurs descendants ?

**Le thème de la Génétique comporte les chapitres suivants :**

<b>CHAPITRE 1 :</b>	L'information génétique : des caractères aux gènes.....	96
<b>CHAPITRE 2 :</b>	L'information génétique : mécanisme de l'expression.....	108
<b>CHAPITRE 3 :</b>	L'information génétique : origine de la diversité.....	126
<b>CHAPITRE 4 :</b>	L'information génétique : sa transmission.....	142

**Chapitre 1 : L'INFORMATION GÉNÉTIQUE : DES CARACTÈRES AUX GÈNES**

**4.** Une gamme de fruits (pommes) appartenant à diverses variétés d'une même espèce : le pommier



**5. a.** Race Barbarine

**5. b.** Race noire de Tibar

**5.** Deux races ovines élevées en Tunisie : la race barbarine à queue grasse et la race noire de Tibar à queue fine

L'interfécondité est le principal critère de détermination de l'espèce. Dans la nature, seuls les mâles et les femelles de même espèce sont interféconds et génèrent un ou des descendants fertiles. Ces descendants issus de la reproduction sexuée sont de la même espèce que leurs parents mais ils se distinguent par leurs caractères individuels (calibre des pommes, masse et volume de la queue d'ovins de race barbarine, par exemple).

La reproduction sexuée assure donc la pérennité de l'espèce ainsi que la diversité génétique des individus de même espèce.

**OBJECTIFS**

*L'élève sera capable :*

- o rappeler les notions d'espèce, de lignée, de caractère héréditaire de phénotype et d'information génétique.
- o dégager la relation entre la reproduction sexuée et la stabilité de l'espèce.
- o dégager la relation entre la variation de l'information génétique et la variation du phénotype.

# SITUATION PROBLÈME

1

Chez l'espèce ovine, on connaît une race à queue large et grasse (race barbarine) et une race à queue effilée et maigre race noire de Tibar (document 5) . Les éleveurs peuvent avoir une 3<sup>ème</sup> race à queue demi-grasse à partir du croisement des 2 races initiales.

2

Dans des jardins, une espèce végétale d'ornementation : la Belle de nuit présente des plantes à phénotype fleur blanche, d'autres plantes à fleurs rouges et d'autres plantes à fleurs roses.

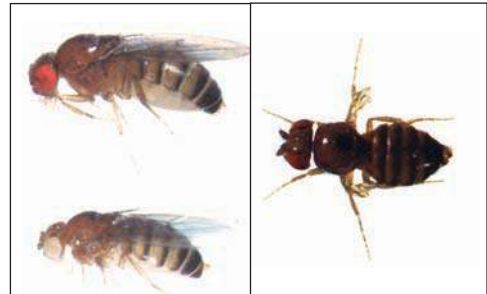


6. Trois phénotypes pour le caractère couleur de la fleur chez une espèce : la Belle de nuit. (Mirabilis Jalapa)

3

Dans la nature, on rencontre, sur les fruits en fermentation, une espèce d'insecte : la Drosophile. Chez cette espèce, la lignée la plus fréquente appelée lignée sauvage présente un ensemble de phénotypes : des yeux rouges, un corps gris des ailes longues etc.

D'autres lignées moins fréquentes peuvent être observée dans la nature ou en élevage au laboratoire : lignée à yeux blancs, lignée à corps noir, lignée à ailes courtes, etc.



7. La drosophile  $2n = 8$  chromosomes est une espèce comprenant de nombreuses lignées ou souches (différentes par la couleur du corps, la couleur des yeux, longueur des ailes...).

3

Le nombre de chromosomes le même chez tous les individus d'une même espèce et il varie d'une espèce à l'autre

Ces exemples montrent que :




- la reproduction sexuée comporte des mécanismes qui assurent la stabilité de l'information génétique contrôlant les caractères spécifiques, en particulier la constance de la formule chromosomique.
- la variation de l'information génétique et la production de divers phénotypes pour un caractère donné.

Espèces	Homme	Blé	Cheval	Mais	Pomme de terre
Formules chromosomiques	$2n = 46$	$2n = 42$	$2n = 64$	$2n = 20$	$2n = 48$

8. La formule chromosomique est une caractéristique de l'espèce

- 1- Comment la reproduction sexuée assure-t-elle la constance de la formule chromosomique entre parents et descendants ?
- 2- Comment l'information génétique contrôlant un caractère détermine-t-elle deux ou plusieurs phénotypes différents ?

### 1 Blé dur, Blé tendre et orge : 3 espèces céréalières semblables

épis			
Espèces	Blé dur (Triticum durum)	Blé tendre (Triticum aestivum)	Orge (Hordeum vulgare)
Formule chromosomique	2n = 28	2n = 42	2n = 14
Graines	Dures et vitreuses	tendres	Assez dures
Utilisation	Réservé essentiellement aux semoules et aux pâtes	Du blé tendre on tire la farine destinée à la panification	utilisé dans l'alimentation du bétail et pour d'autres fins.
Variétés ou Lignées	Khlar Karim	Vaga Salambo	Manel Rihane

#### 9. Caractéristiques de quelques variétés de Blé et Orge



Revelez les caractères distinctifs de chaque espèce

### 2

#### A - Deux variétés tunisiennes d'olivier

L'espèce olivier ou *Olea europaea* appartient à la famille des oléacées et comprend plus de 200 variétés. En Tunisie on trouve principalement la variété Chétoui dans le nord et la variété chemlali dans le sud et le centre.

Les autres variétés, Meski, Oueslati, Gerboui, Zalmati Zarrassi... sont considérées comme secondaires. Le document 10 présente les caractéristiques des deux variétés Chetoui et Chemlali.

caractéristiques	Variétés	
	Chemlali 	Chétoui 
Teneur en huile (en % par rapport à la matière fraîche)	18	24
Taux en acide oléique ( C18 )	61.3	63.1
des acides gras saturés	20.5	15.9
Taux des acides gras insaturés	79.5	83.5
Taille des olives	petite	moyenne
Rendement en huile	Moyen (38 à 46%)	Elevé supérieur à 46%
Poids frais moyens des olives	1gr	2.47gr
%en tri linoléine (la norme mondiale de commercialisation est inférieure à 0.5)	0.3	0.5
% de pulpe	81.7	90.3

10. Caractéristiques des deux variétés d'olivier

B - Deux races ovines élevées en Tunisie

	La barbarine	La noire de Tibar
<b>Couleur</b>	Tête noire et corps blanc	noire
<b>Queue</b>	Large et à 2 lobes	Longue et fine
<b>Longueur des pattes</b>	moyenne	moyenne
<b>Hauteur du corps</b>	60 à 70 cm	60 à 70 cm
<b>Poids des femelles</b>	40 à 50 kg	50 à 60 kg
<b>% de fertilité</b>	86	85
<b>observations</b>	Sa queue développée contient des réserves lipidiques lui permettant de résister au manque d'aliments pendant la mauvaise saison	Contrairement aux autres races, elle est résistante à la digestion d'une plante, le millepertuis



12.a- Race barbarine



12.b- Race noire de thibar

12. Races ovines élevées en Tunisie

11. Caractéristiques de quelques races Ovines

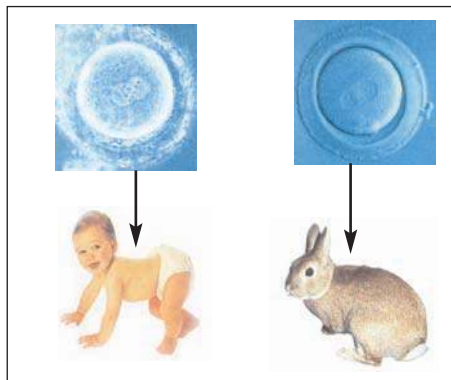
À partir de l'analyse des données des documents 10, 11 et 12 :

- 1- Formulez une définition de la lignée.
2. Formulez une lignée et espèce.
3. Précisez la relation entre lignée et espèce.
4. Donnez des exemples de caractères individuels.
5. Expliquez le rôle de l'Homme dans la diversification des lignées dans une espèce.

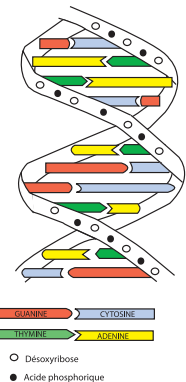
3 Notion d'information génétique

La cellule œuf possède un programme qu'on appelle **information génétique** qui est à l'origine de tous les caractères héréditaires de tout être vivant animal ou végétal ou microorganisme : durée et étapes de développement, appartenance à une espèce, caractères individuels.

L'information génétique est constituée par l'ADN qui constitue les chromosomes localisés dans le noyau de la cellule œuf. Elle est transmise de la cellule œuf à toutes les cellules de l'organisme issues de cette cellule œuf.



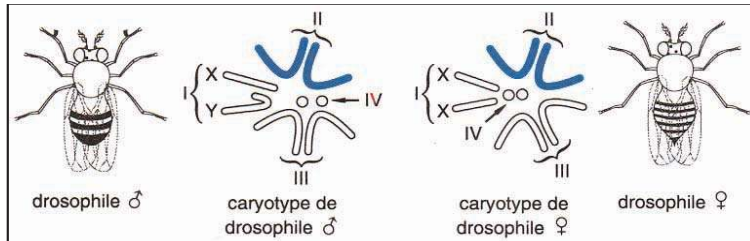
13. 2 cellules œufs se ressemblent, mais les Résultats de leur développement sont différents



14. Schéma de la structure en double hélice de l'ADN

- 1- Décrivez la structure de la molécule d'ADN (document 14 ci-contre).
- 2- Précisez en déduction la nature de l'information génétique.

### 1 L'espèce, constance de l'information génétique.



15. Caryotypes de drosophiles ♂ et ♀ :  $2n = 8$

Le document 15 ci-dessus représente les caryotypes de drosophiles ♂ et ♀.

Le document 16 ci-contre indique les formules chromosomiques de quelques espèces. Pour chaque espèce les descendants ont toujours le même caryotype et la même formule chromosomique que leurs parents :

$2n = 46$  chez l'Homme,  $2n = 8$  chez la drosophile, etc.

Espèces	Formules chromosomique
Homme	$2n = 46$
Papillon Lysandria	$2n = 380$
Chien	$2n = 78$
Cheval	$2n = 64$
Ane	$2n = 66$
Palmier Dattier	$2n = 36$
Ver nématode	$2n = 2$
Olivier	$2n = 46$

16. Formules chromosomiques de quelques espèces.

1. Formulez une définition du caryotype et une définition de la formule chromosomique en vous appuyant sur les données des documents présentés.
- 2a. Sachant que chaque être vivant provient de l'union, au cours de la fécondation, de 2 cellules sexuelles ♂ et ♀ : spermatozoïde et ovule. Expliquez comment la reproduction sexuée assure la constance de la formule chromosomique entre les parents et les descendants en prenant comme exemple l'espèce Drosophile.
- 2b. Représentez par un schéma le caryotype qu'une cellule sexuelle de Drosophile.

### 2 Des caractères, des phénotypes

#### A - Des phénotypes nouveaux sélectionnés.

Variété sauvage de Maïs (la Téosine) et variété sélectionnée actuellement cultivée.

La 1<sup>ère</sup> variété est adaptée à la vie sauvage mais la 2<sup>ème</sup> est incapable de survivre sans l'intervention de l'Homme.



17. Variété sauvage et variété cultivée de maïs

La variété originale du maïs a un épi effilé contenant peu de graines. Grâce à un travail de sélection exercé, depuis des siècles, par des agriculteurs et, depuis des dizaines d'années, par des chercheurs agronomes, de nouvelles variétés de maïs, améliorées, à épi plus volumineux ont vu le jour (voir document 17).

1- Complétez le tableau suivant en indiquant :

- des caractères et des phénotypes de la variété sauvage appelés aussi phénotypes sauvages.
- des phénotypes de la plante actuelle ou sélectionnée désignés par phénotypes sélectionnés (nouveaux).

Caractères	Phénotypes sauvages	Phénotypes sélectionnés
. Volume de l'épi		
. Nombre de graines par épi		
. Taille de la plante		
.		
.		
.		

C - Des phénotypes nouveaux appelés phénotypes mutants.

- En 1763 DUCHENNE père et fils trouvèrent dans un semis de fraisier ordinaire, un plant dont les feuilles étaient simples au lieu d'être divisées en trois folioles.

Ce fraisier monophylle se maintient par graines pendant plusieurs générations.

- « En 1910, Thomas Morgan trouva, dans un grand élevage de Drosophile sauvages, une mouche qui avait les ailes échan-crées : (race beaded).

A la 2<sup>ème</sup> génération de cette dernière race, apparut un mutant qui avait les ailes trop courtes, élargies et à nervures anor-males : race rudimentaire.

A la 7<sup>ème</sup> génération de la race beaded, on trouva un mutant qui avait des ailes écourtées, comme si on avait coupé l'extrémité : race à ailes tronquées, un autre mutant avait les ailes bien fai-tes mais réduites dans tous les sens : race miniature.

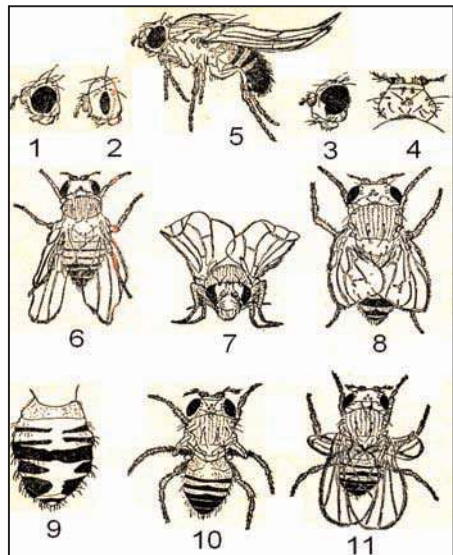
Dans la lignée rudimentaire apparurent d'autres mutants : ailes courbées vers le haut ; ailes incurvées vers le bas ; yeux bars (yeux réduits). Dans la lignée tronquée naquirent des mutants : à ailes ballonnées, corps noir ébène, yeux rugueux, ailes vestigiales.

La lignée vestigiale engendra les yeux pourpres.

La lignée miniature produisit le corps noir (black), le corps jaune, l'œil vermillon, l'œil cerise, etc.

Dans d'autres élevages naissaient les yeux blancs, les yeux éosines, les ailes en ski, l'œil rose, l'œil marron, les poils four-chus, l'œil sombre.

En tout, plus de 400 mutations prirent naissance. » (L'origine des espèces, E. Guyénot).



18. Quelques mutations de Drosophila melanogaster : 1, œil normal ; 2, œil bar ; 3, œil réniforme ; 4, absence d'yeux ; 5, ailes en ski ; 6, ailes échan-crées (beaded) ; 7, ailes recourbées vers le haut ; 8, ailes rudimentaires 9 , abdomen anormal ; 10, absence d'ailes ; 11, mutation à quatre ailes.

Reproduisez et complétez le tableau suivant :



Caractères	Phénotypes sauvages	Phénotypes mutants (exemples)
	. Corps gris	
	. Yeux rouges	
	. Ailes longues (normales)	
	. Poils normaux	

L'apparition de lignées mutantes à partir de la lignée sauvage correspond à une variation des informations génétiques contrôlant les phénotypes sauvages.

### 3 Des phénotypes aux génotypes.

#### Exemple : la drépanocytose.

La drépanocytose est une maladie héréditaire de l'Homme ; elle affecte la synthèse d'une protéine : l'hémoglobine. Les documents ci-dessous présentent des données comparatives entre la personne saine et la personne affectée par la drépanocytose.

Personne saine		Personne malade
Etat normal	Etat général	- Anémie : faiblesse, lassitude - Insuffisance cardiaque et rénale - Douleurs abdominales des membres - Accidents vasculaires cérébraux
 Hématies normales	Hématies	 Hématies en formes de faucille qui s'agglutinent souvent et sont détruites rapidement
...Thr - Pro - Glu - Glu... 4 5 6 7 - Séquence des acides aminés - Protéine normale HbA soluble dans le cytoplasme des hématies.	Structure de l'hémoglobine	...Thr - Pro - Val - Glu... 4 5 6 7 - Séquence des acides aminés - Protéine anormale HbS de faible solubilité
...CTC CTC TGG AGT...	- Séquences des bases sur l'ADN	...CTC CAC TGG AGT...

#### 19. L'hémoglobine normale et l'hémoglobine falciforme

En vous appuyant sur l'exemple de la drépanocytose, établissez des relations entre les différentes données présentées en vue d'expliquer l'origine des phénotypes mutants.

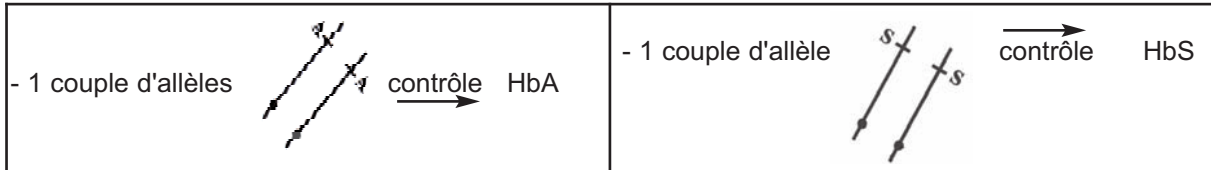
Le document 20 ci-dessous présente au niveau d'un chromosome les séquences de bases impliquées dans la synthèse de l'hémoglobine normale (HbA) et l'hémoglobine anormale (HbS) responsable de la drépanocytose.

Caractère	Phénotypes	Génotypes	Séquences de bases sur l'ADN	
			Portion d'ADN HbA au niveau d'un chromosome	Portion d'ADN au niveau du chromosome homologue
SYNTHÈSE DE L'HÉMOGLOBINE	a) Etat normal		Portion de la molécule d'ADN responsable de la synthèse de HbA G.....C A.....T G.....C G.....C A.....T G.....C A.....T C.....G C.....G T.....A C.....G A.....T	?
	b) Syndrome de la maladie drépanocytose		Portion de la molécule d'ADN responsable de la synthèse de HbS G.....C A.....T G.....C G.....C T.....A G.....C A.....T C.....G C.....G T.....A C.....G A.....T	?
	c) Personnes présentant les symptômes de la drépanocytose mais très atténués (légère anémie)		?	?

16. Relation phénotype- génotype

1/ Représentez la séquence de bases sur le chromosome homologue dans les cas a et b.

La séquence de bases de l'ADN qui contrôle la synthèse de l'hémoglobine est appelée **gène** de l'hémoglobine. Ce gène occupe un emplacement bien déterminé sur le chromosome appelé **locus** du gène. Il figure en deux exemplaires sur les 2 chromosomes homologues : on parle alors d'un **couple d'allèles**.



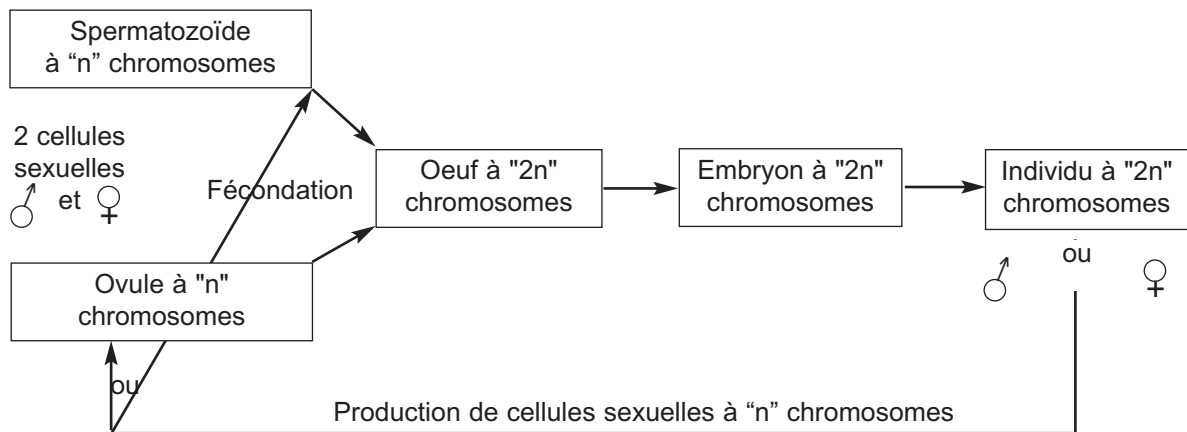
L'information génétique déterminant un phénotype est appelée **génotype** ; c'est l'ensemble des gènes ou des couples d'allèles impliquées dans la réalisation d'un phénotype.

On a remarqué que certaines personnes présentent le syndrome de la drépanocytose mais de façon très atténuée : ils atteignent l'âge adulte et ne sont pas réellement malades contrairement aux individus atteints pleinement de la drépanocytose qui meurent généralement avant l'adolescence et sont fortement anémiques.

Il s'agit donc d'un 3<sup>ème</sup> phénotype intermédiaire entre le phénotype normal (HbA) et le phénotype malade (HbS).

**2/ Proposez un génotype à ce 3<sup>ème</sup> phénotype et représentez les séquences de bases pour les deux chromosomes homologues de cet individu.**

### 1 La reproduction sexuée assure la constance de la formule chromosomique.

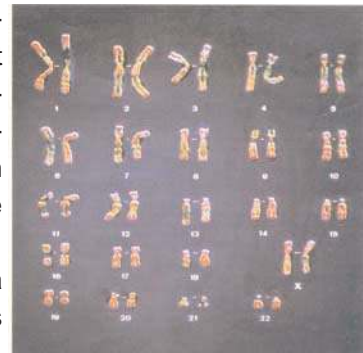


Toutes les cellules d'un organisme diploïde sont diploïdes à  $2n$  chromosomes mais les cellules sexuelles produites par cet organisme sont haploïdes à  $n$  chromosomes. La gamétogenèse (formation des cellules sexuelles) comporte un mécanisme qui réduit le nombre de chromosomes de  $2n$  à  $n$  chromosomes ; un gamète ♂ ou ♀ ne contient qu'un seul chromosome de chaque paire de chromosomes du caryotype de l'espèce.

L'union de 2 gamètes ♂ et ♀ ou fécondation donne naissance à la cellule œuf et rétablit la diploïdie ( $n$  chromosomes +  $n$  chromosomes =  $2n$ ).

Les 2 gamètes ♂ et ♀ apportent chacun  $n$  chromosomes paternels portant les gènes paternels et  $n$  chromosomes maternels portant les gènes maternels pour former le caryotype à  $2n$  chromosomes de la cellule œuf.

Cette dernière va donner par mitoses successives l'ensemble des cellules de l'embryon contenant le même caryotype.



**20. Caryotype de la femme : 23 paires de chromosomes homologues.**

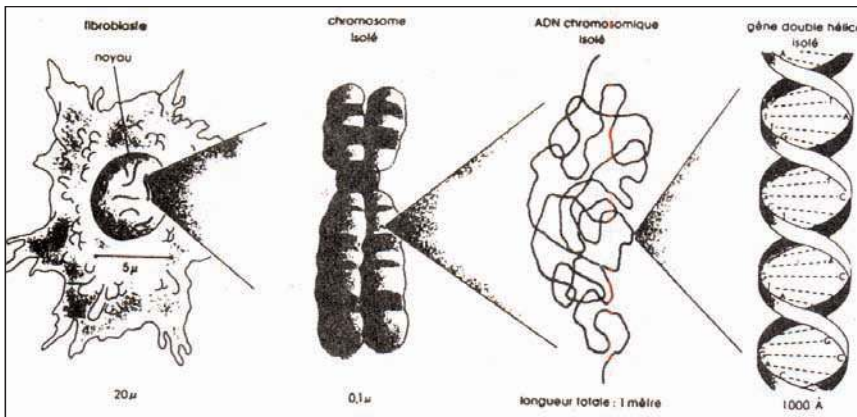
**Génome humain :  $\approx 50000$ .**  
C'est l'ensemble des gènes répartis sur les 23 paires de chromosomes localisés dans chacune des cellules du corps humain.

### 2 Des phénotypes aux génotypes.

#### A - Diversité des lignées et diversité des phénotypes.

Chez les animaux et les végétaux, l'espèce comprend une lignée originale dite "sauvage" à partir de laquelle d'autres lignées apparaissent, naturellement ou par la sélection réalisée par l'Homme (domestication des animaux, amélioration des lignées animales et végétales). Ces nouvelles lignées sélectionnées naturellement ou par l'Homme sont appelées **lignées mutantes** ; elles enrichissent la biodiversité.

## B - Des caractères et des gènes.



20. Chaque noyau de chacune de nos cellules contient notre patrimoine génétique inscrit sur un très long fil d'ADN (plus d'un mètre...) réparti sur les chromosomes. Environ cinquante mille messages différents, cinquante mille gènes, sont ainsi codés par l'ordre de succession des « bases » (G, A, C, T) le long de la double hélice de l'ADN. (D'après la Recherche).

- Un être vivant est un ensemble de caractères héréditaires qui sont déterminés par un ensemble d'informations **génétiques ou gènes** localisés sur les chromosomes qui constituent le caryotype de chaque cellule de l'organisme.

Chaque gène occupe sur un chromosome un emplacement fixe appelé locus.

L'ensemble des gènes contrôlant un caractère forme le génotype.

L'ensemble des gènes répartis sur tous les chromosomes d'un caryotype forme le génome d'une espèce.

- Le nombre de gènes impliqués dans la détermination d'un caractère est variable selon les caractères.

- **un gène, un caractère** : dans certains cas, un seul gène peut déterminer un caractère.

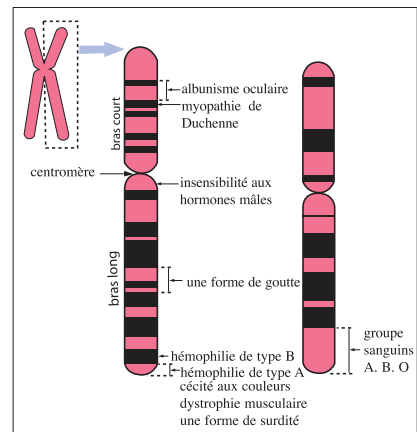
**Exemples** : La couleur ou la forme des graines du Pois, la couleur de l'œil chez la drosophile.

- **un gène, des caractères** : un gène peut déterminer plus qu'un caractère.

**Exemple** : Le gène qui détermine l'albinisme chez les animaux est responsable également du comportement peu agressif et de l'absence de résistance des individus aux agressions du milieu.

- **des gènes, un caractère** :

**Exemple** : La longueur des oreilles chez certaines races de Lapin fait intervenir de nombreux gènes.



26. Gènes humains au niveau de 2 chromosomes.

## 3 Des phénotypes et des génotypes.

Le **phénotype** est l'aspect apparent d'un caractère héréditaire.

Il représente l'expression d'un génotype c'est-à-dire l'expression d'un ou plusieurs gènes.

L'existence de 2 ou de plusieurs phénotypes pour un caractère donné montre que les **gènes** existent sous différentes formes appelées **allèles**.

L'apparition de phénotypes mutants à partir de phénotypes sauvages s'explique par la transformation des gènes sauvages en **allèles mutants**.

Chez les diploïdes (organismes à 2n chromosomes) les gènes existent (aux différents loci) en 2 exemplaires sur les chromosomes homologues :

chaque gène a son homologue ou son allèle sur le même locus au niveau du chromosome homologue : c'est pourquoi on parle de **couple d'allèles** pour désigner le génotype déterminant un phénotype.

Ces 2 allèles peuvent être identiques et on parle d'un individu **homozygote** ou différents et l'individu est dit **hétérozygote**.

- **Gène** : unité d'information génétique constituée par une séquence de bases et responsable de la réalisation d'un caractère.

- **Locus** : emplacement précis d'un gène sur un chromosome.

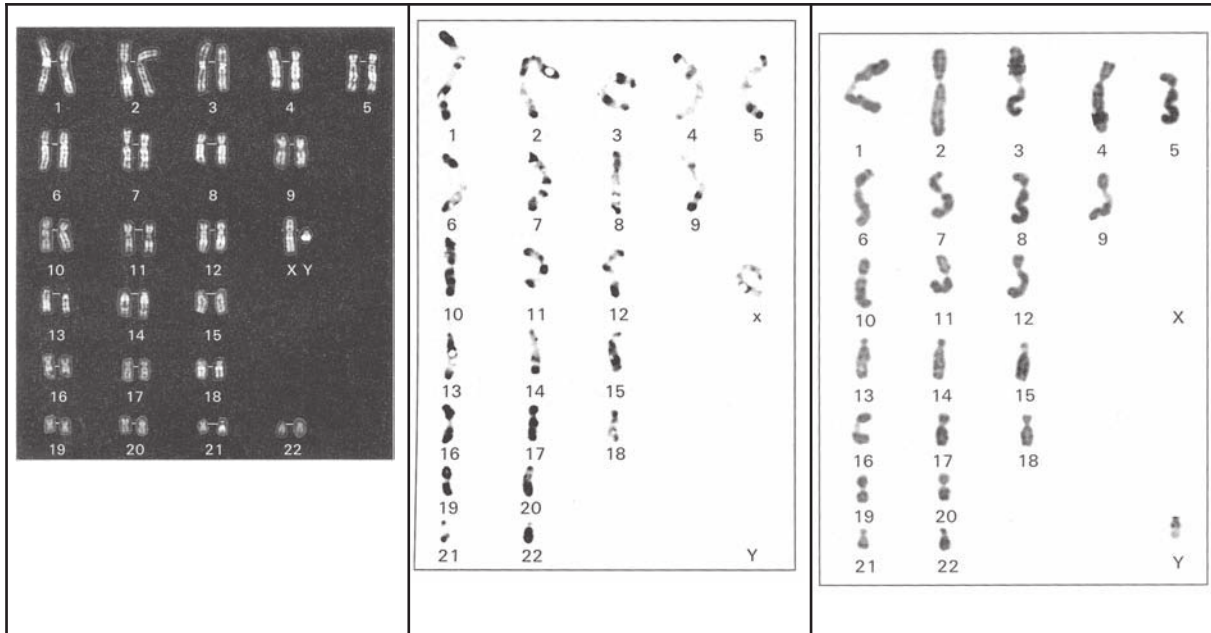
- **Allèle** : forme particulière ou version d'un gène.

- **Couple d'allèles** : les deux gènes qui occupent le même locus sur les deux chromosomes homologues.

- **Génotype** : ensemble des gènes (ou de couple d'allèles chez un diploïde) d'un individu.

## EXERCICE 1/Q.C.M

Les caryotypes A,B, et C du document ci dessous sont ceux de cellules humaines.



- 1- Donnez le nombre de chromosomes dans chaque caryotype.
- 2- Recherchez la "ploïdie" (haploïdie ou diploïdie) des cellules dont les caryotypes sont représentés.
- 3- Un lien existe entre les trois cellules. En vous basant sur les réponses aux questions (1) et (2) déduisez le lien entre les 3 cellules en justifiant votre réponse.

## EXERCICE 2

- Le croisement de belles de nuit rouges et belles de nuit blanches donne des belles de nuit roses.
- Le croisement des fleurs roses entre elles donnent des fleurs roses, d'autres rouges et d'autres blanches.

- 1- Précisez le nombre d'allèles à l'origine des fleurs roses.
- 2- En choisissant un ou des symboles pour désigner l'allèle ou les allèles à l'origine de la couleur rose des fleurs, déterminez le génotype de ces fleurs.
- 3- Concluez en qualifiant les belles de nuit roses d'homozygotes ou d'hétérozygotes.



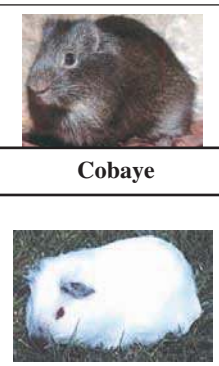
## Chapitre 2 : L'INFORMATION GÉNÉTIQUE : MECANISME DE L'EXPRESSION



1. Individus normal et albinos



2. Belle de nuit : fleurs rouges, blanches et roses



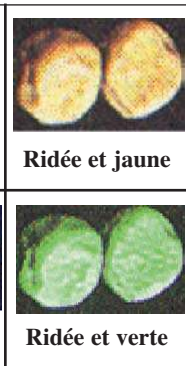
Cobaye



3. Cochon d'Inde albinos



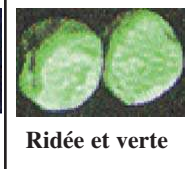
Lisse et jaune



Ridée et jaune



Lisse et verte



Ridée et verte

4. Graines de petit pois de phénotypes variés

Chez les êtres vivants, **chaque caractère héréditaire résulte de l'expression d'une information génétique**. Celle-ci est une séquence de bases appartenant à une molécule d'ADN localisée au niveau d'un chromosome bien déterminé.

Chez l'Homme, par exemple, **un caractère héréditaire**, la couleur de la peau présente **divers phénotypes** : couleur noire, couleur plus ou moins brune, couleur blanche, et phénotype albinos ( peau totalement décolorée ), selon l'information génétique contenue dans les cellules cutanées.

Les graines de petit pois peuvent être de phénotype lisse ou ridé, vert ou jaune, selon l'information génétique localisée dans les cellules de la graine.

Dans les cellules de la peau et de la graine, **l'information génétique** ou ( génotype ) **contrôle et oriente l'activité cellulaire** ( son métabolisme ) **vers la réalisation du phénotype correspondant**.

Dans la cellule, il existe donc **des acteurs** qui sont impliqués dans des **réactions de synthèse** permettant la **réalisation matérielle** de chaque **phénotype** à partir du **génotype correspondant**.

## OBJECTIFS

*L'élève sera capable :*

- ❖ **d'identifier** dans les cellules, les acteurs impliqués dans l'expression de l'information génétique.
- ❖ **de distinguer** les étapes de ce phénomène : de l'information génétique au phénotype.
- ❖ **d'expliquer** le mécanisme de l'expression de l'information génétique.

# SITUATION PROBLÈME

## 1

L'ovalbumine ( blanc d'œuf ) est une protéine synthétisée par les cellules des oviductes des oiseaux femelles. Il en est de même de la coquille qui enveloppe l'œuf, ( le jaune d'œuf est produit par les ovaires ). Les cellules des oviductes possèdent donc une information génétique qui détermine la synthèse de cette protéine dans ces cellules.

## 2

Chez le petit pois, l'aspect lisse ou ridé de la graine est un caractère héréditaire.

En 1932, BRIDEL et BOURDOUIL ont montré que :

- Dans les graines lisses, la substance de réserve est l'amidon ( polyholoside ou polysaccharide ).
- Dans les graines ridées, la substance de réserve n'est pas l'amidon mais le stachyose qui est un tétrasaccharide.

Cet exemple montre que le phénotype de la graine, dépend de la substance de réserve qui est déterminée par une information génétique.

## 3

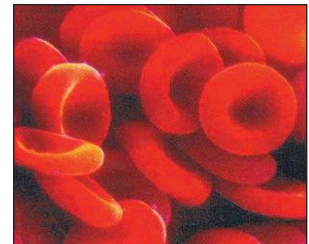
La drépanocytose est une anomalie héréditaire caractérisée par :

- une hémoglobine de structure modifiée.
- des hématies en forme de faucilles.
- une difficulté respiratoire liée à l'hémoglobine anormale incapable de transporter suffisamment de l'oxygène.

Cet exemple montre que :

- \* la modification de la structure d'une protéine, l'hémoglobine, est responsable de l'apparition du phénotype de la drépanocytose.
- \* la modification de la structure de l'hémoglobine a comme origine une modification de l'Information génétique.

Les exemples présentés ci-dessus montrent que la réalisation d'un phénotype passe par la synthèse d'une substance contrôlée par l'information génétique. Or cette synthèse a lieu dans le cytoplasme cellulaire, alors que l'information génétique est localisée dans l'ADN chromosomique.



5. Hématies normales

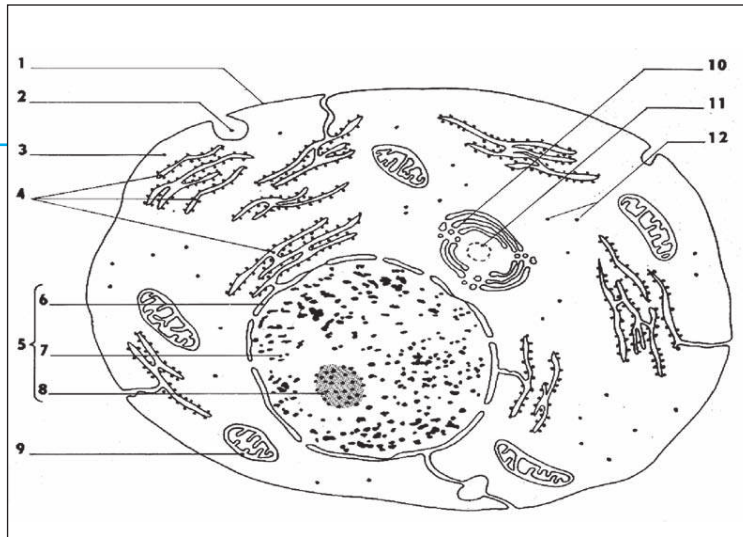


6. Hématies en faucilles (Drépanocytose)

- 1- Quels sont les acteurs ( organites cellulaires et molécules ) impliqués dans l'expression de l'information génétique ?
- 2- Comment l'information génétique de l'ADN parvient-elle au cytoplasme ?
- 3- Comment l'information génétique codée en séquences de bases est-elle déchiffrée dans le cytoplasme ?
- 4- Comment se fait la synthèse à partir de l'information génétique de substances impliquées dans la réalisation des phénotypes ?

# P RÉACQUIS

1



## Légende

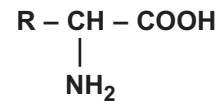
- cytoplasme
- mitochondrie
- centriole
- nucléoplasme et chromatine
- nucléole
- membrane cytoplasmique
- ribosomes libres
- vacuole de pinocytose
- noyau
- réticulum endoplasmique
- membrane nucléaire
- appareil de Golgi

7.

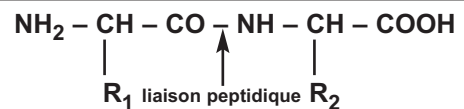
Identifiez les ultrastructures cellulaires en associant à chaque chiffre (de 1 à 12) le nom correspondant de la légende.

2

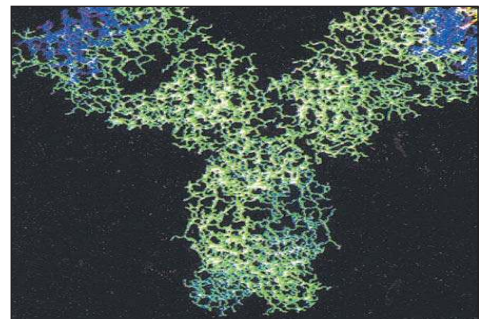
- \* Les **protéines** sont des **macromolécules** constituées par un grand nombre d'acides aminés
- \* Chez les êtres vivants, il y a une grande **diversité** de protéines. Elles se distinguent par :
  - le nombre d'acides aminés qui les composent.
  - l'ordre d'enchaînement des acides aminés.
  - la forme de la molécule protéinique dans l'espace (document 8).
- \* Dans un polypeptide, les acides aminés sont liés les uns aux autres par des **liaisons peptidiques**. Une liaison peptidique s'établit entre le groupement carboxyle (COOH) d'un acide aminé et le groupement amine (NH<sub>2</sub>) d'un autre acide aminé
- \* La réaction de synthèse d'un polypeptide à partir d'acides aminés libres nécessite l'intervention d'une **enzyme** et la consommation d'**énergie**.



Formule générale d'un acide aminé



Un dipeptide



8. Modèle structural d'une protéine : l'anticorps

3

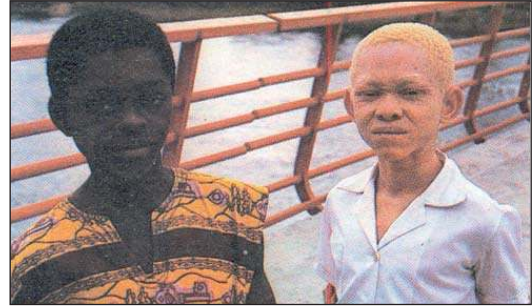
- \* Les caractères héréditaires sont des caractères transmis des parents aux descendants. Ils peuvent être des caractères d'espèce, de lignée ou individuels.
- \* Les caractères héréditaires sont déterminés par une information génétique : séquence de bases de la molécule d'ADN qui fait partie de la constitution des chromosomes.
- \* La molécule d'ADN a une structure en double hélice ; chacun des deux brins de cette hélice comprend un grand nombre de bases disposées dans un ordre bien déterminé.
- \* L'information génétique est écrite dans un langage "codé" dans les séquences de bases de chaque brin de la double hélice.

### 1 Une information génétique, une protéine

#### 9. Anomalie héréditaire : l'albinisme

Certaines personnes ont la peau et les cheveux totalement décolorés. Ils sont **albinos**. L'albinisme est un phénotype héréditaire, il est lié à l'absence d'un pigment foncé, la **mélanine**, dans des cellules de la peau, les **mélanocytes**. Chez l'individu normal, les **mélanocytes** produisent de la mélanine.

La couleur plus ou moins foncée de la peau dépend de la quantité de mélanine produite : plus cette quantité est grande plus la peau est foncée.



10. Enfants africains. L'un est fortement pigmenté (à gauche), l'autre albinos (à droite)

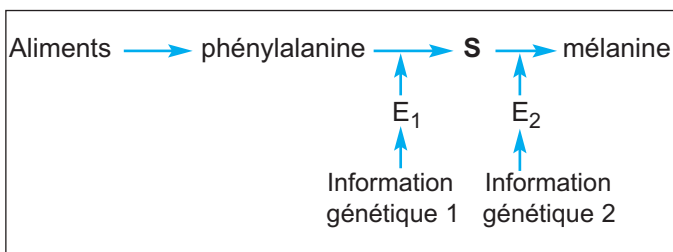
#### 11. Anomalie héréditaire : la phénylcétonurie

Une déficience intellectuelle sévère touche des enfants d'une même famille surtout lorsque les parents sont consanguins. Cette maladie est **héréditaire**. En 1934, Folling (médecin suédois) a constaté que chez les enfants atteints de cette maladie, l'urine contient une grande quantité d'**acide phénylcétonurique**. Il a montré ensuite que la quantité d'acide phénylcétonurique est d'autant plus grande que l'alimentation est plus riche en **phénylalanine**. On sait maintenant que chez les enfants malades, l'accumulation de l'acide phénylcétonurique dans le tissu nerveux entraîne l'arriération mentale.

#### 12. Métabolisme de la phénylalanine

Chez les personnes normales, la **phénylalanine** est transformée en **tyrosine** par une enzyme la **phénylalanine hydroxylase**. La tyrosine est ensuite transformée en **mélanine** par une enzyme la **tyrosinase**.

#### A - Soit la chaîne de biosynthèse de la mélanine :



- Nommez la molécule S et les enzymes E<sub>1</sub> et E<sub>2</sub>.
- Expliquez pourquoi les personnes atteintes de phénylcétonurie ne sont pas obligatoirement atteintes d'albinisme.

#### B - Argumentez les déductions suivantes :

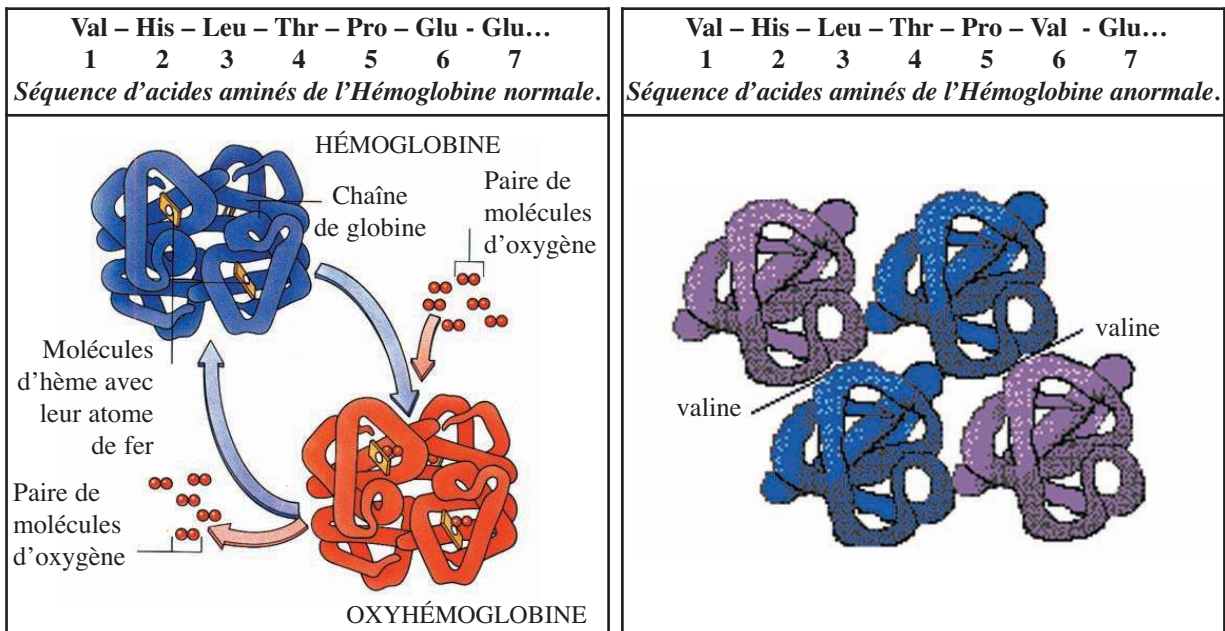
- a) Les cellules des individus albinos sont incapables de synthétiser une enzyme, la tyrosinase.
- b) Les individus atteints de la phénylcétonurie sont incapables de synthétiser la phénylalanine hydroxylase.
- c) Dans chaque cas, le phénotype est déterminé par une information génétique qui contrôle la synthèse d'une enzyme.

- d) Les correspondances suivantes :
  - \* Une information génétique, un phénotype.
  - \* Une information génétique, une enzyme.
  - \* Une information génétique, une protéine.

## 2 Une information génétique détermine la structure d'une protéine

Les protéines sont des macromolécules constituées par un grand nombre d'acides aminés. Elles diffèrent les unes des autres par le nombre et l'ordre des acides aminés qui entrent dans leur composition, et par conséquent par leur structure spatiale et par leur fonction.

La **drépanocytose** est une **maladie héréditaire** caractérisée par une structure modifiée de la protéine hémoglobine.



13. Hémoglobine normale

14. Hémoglobine anormale responsable de la drépanocytose

- 1- A partir de la comparaison de la séquence d'acides aminés de l'hémoglobine normale et de l'hémoglobine anormale, précisez la nature de l'anomalie.
- 2- Quelle hypothèse pouvez-vous déduire pour préciser la relation entre une information génétique et la structure de la protéine qu'elle détermine ?

<p><b>Val</b> : Valine.  <b>Phe</b> : Phénylalanine.  <b>Leu</b> : Leucine.  <b>Sér</b> : Sérine.  <b>Tyr</b> : Tyrosine.  <b>Cys</b> : Cystéine.  <b>Pro</b> : Proline.  <b>His</b> : Histidine.  <b>Gln</b> : Glutamine.  <b>Glu</b> : Acide glutamique.  <b>Arg</b> : Arginine.  <b>Ile</b> : Isoleucine.  <b>Thr</b> : Thréonine.  <b>Asn</b> : Asparagine.</p>	<p><b>Ala</b> : Alanine  <b>Gly</b> : Glycine.  <b>Asp</b> : Acide aspartique  <b>Met</b> : Méthionine  <b>Lys</b> : Lysine.  <b>Try</b> : Tryptophane.</p>
---	---

### 3 La synthèse protéique implique des acteurs variés

#### A - Un organe cellulaire

##### CONSTATATION 1

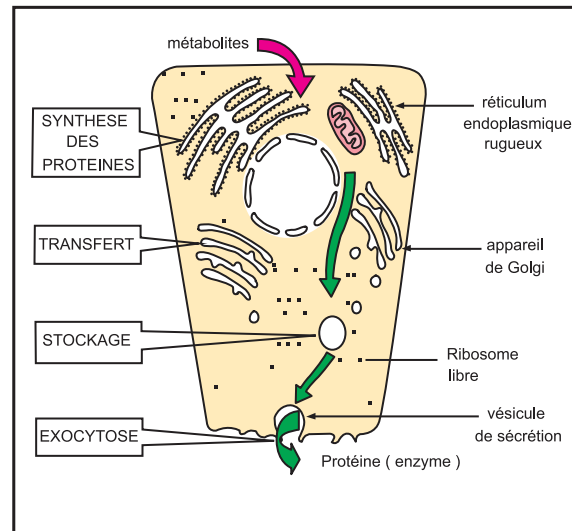
Dans l'organisme, certaines cellules ont une intense activité de **synthèse de protéines** :

- Cellules des glandes digestives qui synthétisent des enzymes digestives ( document ci-contre ).
- Cellules des glandes hormonales qui synthétisent des hormones de nature protéique ( insuline, glucagon ... )

On a remarqué que de telles cellules sont particulièrement riches en **ribosomes**.

Dans les autres cellules, les ribosomes sont peu nombreux.

**Ribosome** : organe cellulaire constitué de protéine (20%) et d'ARN ( 80% ), il est formé de deux sous-unités ribosomales : la petite sous-unité et la grande sous-unité.



15. Synthèse et excrétion de protéines par une cellule

##### CONSTATATION 2

Les **hématies** (ou globules rouges) appelées aussi **érythrocytes** sont des cellules **différenciées** (spécialisées) qui transportent l'O<sub>2</sub> et le CO<sub>2</sub> grâce à une protéine : l'hémoglobine.

Les hématies se forment à partir de cellules non différenciées appelées **érythroblastes**.

On a constaté que :

- Les hématies sont sans noyau et dépourvues de ribosomes.
- Les érythroblastes ont des noyaux et contiennent des ribosomes.
- Les hématies sont incapables de synthétiser l'hémoglobine, alors que les érythrocytes en sont capables.

##### EXPÉRIENCE

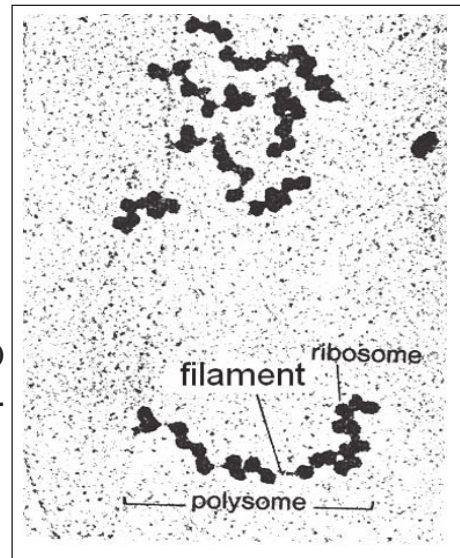
On cultive des érythroblastes sur un milieu nutritif contenant des acides aminés radioactifs ( marqués au <sup>14</sup>C ).

Après quelques temps on constate que la radioactivité se manifeste dans les ribosomes et dans la protéine synthétisée (l'hémoglobine).

- 1- A partir de l'analyse des données des constatations 1 et 2, quelle hypothèse pouvez-vous formuler ?
- 2- Précisez si les résultats de l'expérience ci-dessus sont en accord avec votre hypothèse.
- 3- Précisez le devenir des acides aminés qui se trouvent dans le milieu de culture des érythroblastes.

**B - Un acide ribonucléique**

– Dans les cellules qui sont le siège d'une forte synthèse protéique, l'observation au microscopique électronique montre que de nombreux ribosomes apparaissent disposés sur de longs filaments. On appelle polysome l'ensemble des ribosomes liés par un tel filament.



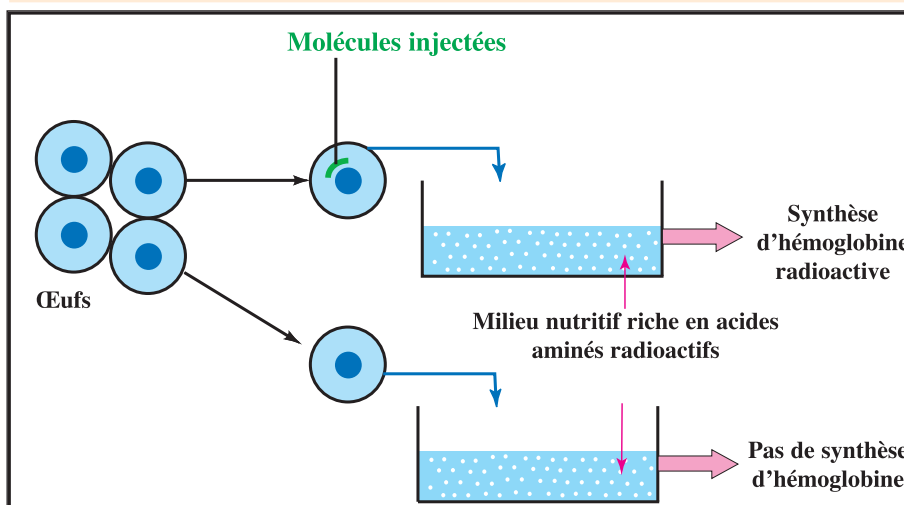
**16.** Un polysome : des ribosomes liés par un filament

Observez le polysome du document ci contre (document 16)  
 Quelles questions pouvez-vous poser à propos d'un tel filament ?

– Les cytochimistes sont capables de prélever des polysomes, de libérer les ribosomes et de récupérer le filament restant.  
 Pour déterminer le rôle de ce filament, on a réalisé l'expérience du document ci-dessous.

**EXPÉRIENCE**

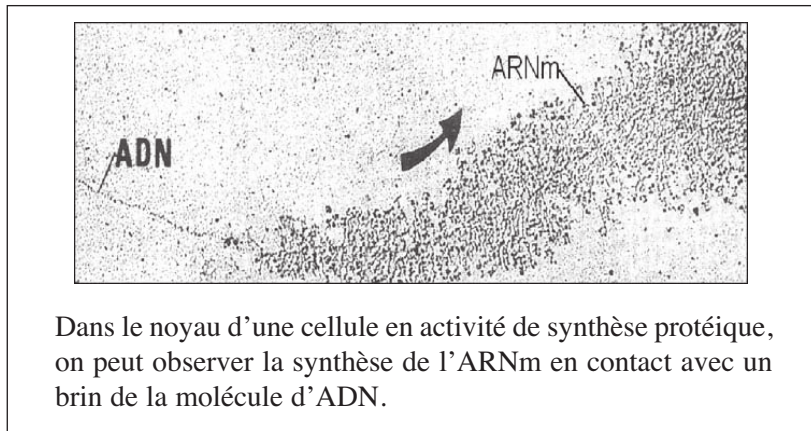
On injecte à des œufs de grenouille, des molécules isolées de filaments de polysomes d'érythroblastes. Puis on les place avec des œufs normaux dans un milieu nutritif riche en acides aminés radioactifs.  
 Le résultat obtenu, après quelques heures, montre la présence d'hémoglobine radioactive dans les œufs traités.  
 Les œufs normaux sont incapables de produire l'hémoglobine.



- 1- Analysez le résultat expérimental.
- 2- A quelle question posée précédemment pouvez-vous répondre ? Donnez cette réponse.

– Le filament polysomique est constitué de molécules informatives qui orientent l'activité du cytoplasme de la cellule vers la synthèse d'une protéine bien déterminée.

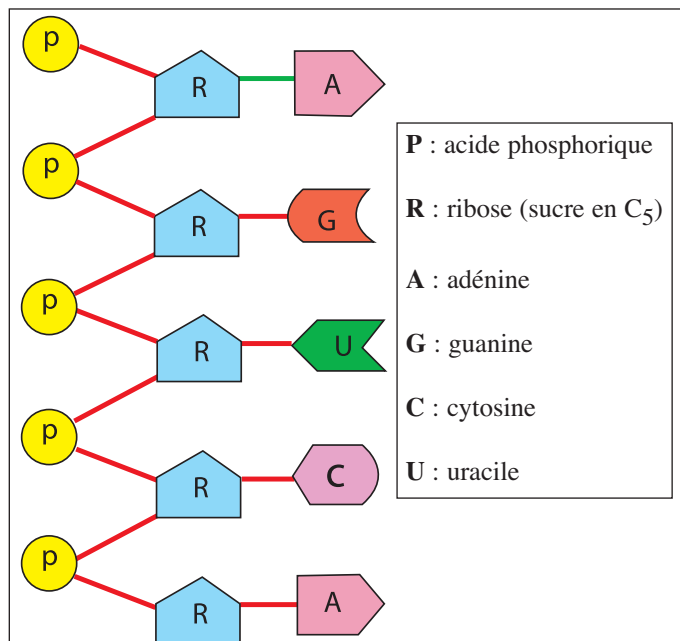
Les chimistes ont pu identifier la nature et la structure moléculaire du «filament polysomique» C'est un acide ribonucléique appelé **ARN** messager ou **ARN<sub>m</sub>** .



17. Synthèse de l'ARN<sub>m</sub>

1- Montrez à partir de l'analyse des données des documents 17 et 18 qu'il y a une relation entre l'information génétique contenue dans l'ARN<sub>m</sub> et l'information génétique contenue dans l'ADN chromosomique.

2- Proposez alors une hypothèse pour expliquer la synthèse de l'ARN<sub>m</sub>  
 a - Où se fait la synthèse ?  
 b- À partir de quoi se fait-elle ?  
 c- Comment se fait-elle ?



L'ARN<sub>m</sub> est une molécule formée par un simple brin qui est un polymère de nucléotides. Chaque nucléotide est constitué par :

- Un ose en C<sub>5</sub> : le **ribose** ( R )
- Un acide phosphorique ( **H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>** ).
- Une base azotée qui peut être **Adénine**, **Guanine**, **Cytosine** ou **Uracile**.

18. Structure de l'ARN<sub>m</sub>

## 4 D'autres acteurs de la synthèse protéiques

### A - Les ribosomes et l'ARN<sub>m</sub> sont-ils suffisants ?

Synthèse protéique in vitro	Expériences	Résultats : synthèse (+) ou non (-) de protéine radioactive.
Des techniques de laboratoire permettent de broyer un tissu de foie de lapin par exemple, en conservant les organites cellulaires intacts. Un tel broyat appelé homogénéat total peut être séparé en différentes fractions par une technique d'ultra-centrifugation. On peut tester la capacité de synthèse protéique de l'homogénéat total et de ses différentes fractions. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-contre.	Homogénéat total + acides aminés radioactifs.	+
	Homogénéat total + acides aminés radioactifs + une substance qui bloque l'utilisation de l'ATP (DNP).	-
	Homogénéat total bouilli + acides aminés radioactifs.	-
	ARN <sub>m</sub> + ribosomes + acides aminés radioactifs.	-
	ARN <sub>m</sub> + ribosomes + ATP + Acides aminés radioactifs.	-

19. Résultats d'expériences de synthèse protéique in vitro

Le document 19 ci-dessus présente les résultats d'expériences de synthèse protéique in vitro.

- 1- Analyser ces résultats.
- 2- Que pouvez-vous conclure ?

### B - L'ARN de transfert : ARN<sub>t</sub>

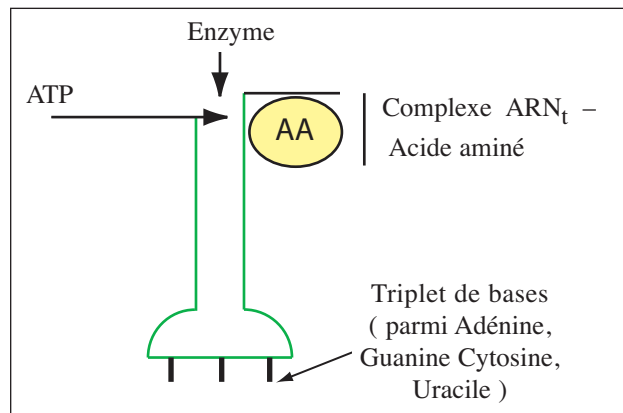
Des expériences de synthèse protéique in vitro ont montré que l'ensemble (ARN<sub>m</sub> + ribosomes) est inefficace pour la synthèse de protéine à partir d'acides aminés.

D'autres acteurs interviennent dans cette synthèse :

- Les molécules d'ATP.
- Des enzymes : ATPases, peptidases ...
- Des ions : Mg<sup>++</sup>, PO<sub>4</sub><sup>- -</sup> ...

Ces expériences ont montré également que les acides aminés radioactifs se fixent à des molécules d'ARN différentes de l'ARN<sub>m</sub>, ce sont les

ARN de transfert : ARN<sub>t</sub> ( document 20 ).

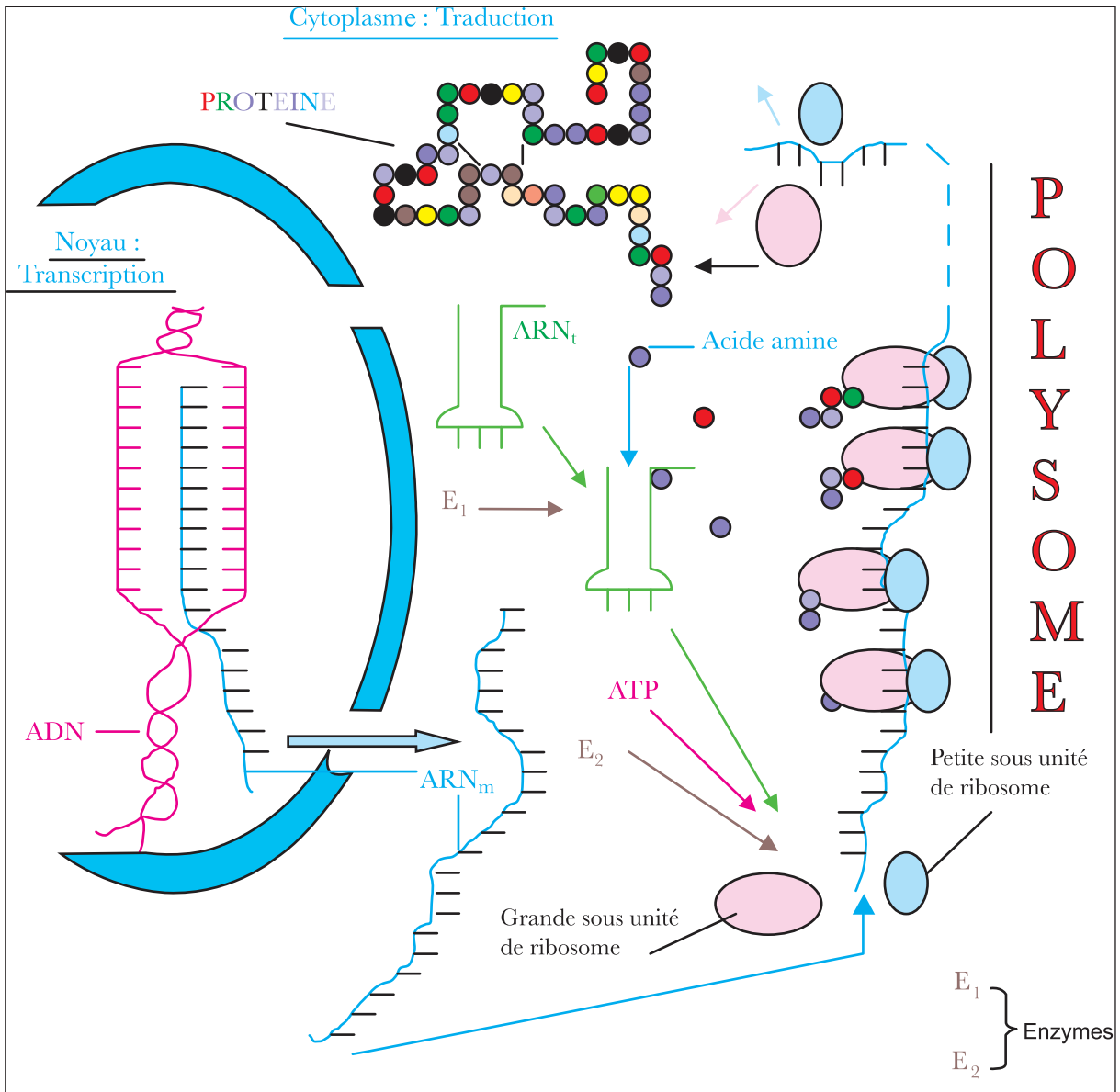


20. Modèle d'un complexe ARN<sub>t</sub> - Acide aminé

- 1- Déduisez le nombre de types d'ARN<sub>t</sub>.
- 2- Rédiger un résumé précisant le rôle des différents acteurs impliqués dans la synthèse protéique.

L'ARN<sub>t</sub> est un polymère de 75 nucléotides, chaque ARN<sub>t</sub> est spécifique d'un acide aminé bien déterminé.

## 5 Etapes de la synthèse protéique



21. Schéma des étapes de la synthèse protéique

### A - Deux étapes essentielles :

- **Dans le noyau** a lieu la synthèse de l'ARN<sub>m</sub> en contact avec un brin d'ADN. Cette opération permet de copier l'information génétique de l'ADN sous forme d'une molécule d'ARN<sub>m</sub>. Cette étape est appelée **transcription**.
- **Dans le cytoplasme**, a lieu la synthèse de la **protéine** grâce à l'intervention de nombreux acteurs : ribosomes, ARNm, ARN<sub>t</sub>, ATP, enzymes, Acides aminés. Il y a synthèse d'un **polymère d'Acides aminés**, dans un **ordre bien déterminé correspondant à l'information génétique** de l'ARN<sub>m</sub>. Cette 2<sup>ème</sup> étape de synthèse est la **traduction**.

Quelles questions pouvez-vous poser sur les mécanismes de la transcription et de la traduction ?

**B - Le code génétique**

**a) Nécessité d'un code génétique :**

Dans l'ARN<sub>m</sub>, l'information génétique est constituée par une séquence de bases ( comme dans l'ADN ). C'est cette séquence de bases qui détermine l'ordre des acides aminés dans un polypeptide ou dans une protéine. Une certaine équivalence doit donc exister entre l'ordre des bases dans l'ARN<sub>m</sub> et l'ordre des acides aminés dans le polypeptide, on parle de **Code génétique**.

**b) Quel est ce code ?**

- Pour expliquer le code génétique, les généticiens se sont posés différentes questions par exemple : Quel est le nombre de bases nécessaire pour déterminer le positionnement d'un acide aminé dans un polypeptide ?
- Sachant qu'il y a 20 acides aminés dans la nature, et 4 bases azotées, on peut réfléchir :
- + une seule base suffit-elle pour positionner un acide aminé bien déterminé ?
- + un couple de bases suffit-il pour positionner un acide aminé bien déterminé ?
- + un triplet de bases suffit-il pour déterminer le positionnement d'un acide aminé bien déterminé ?

		DEUXIÈME LETTRE						
		PREMIÈRE LETTRE		TROISIÈME LETTRE				
		U	C	A	G			
U	UUU	Phényl-alanine	Sérine	UAU	Tyrosine	UGU	Cystéine	
	UUC			UCC		UAC		UGC
	UUA	Leucine		UCA	Codon stop	UGA	Codon stop	
	UUG			UCG		UAG		UGG
C	CUU	Leucine	Proline	CAU	Histidine	CGU	Arginine	
	CUC			CCC		CAC		CGC
	CUA			CCA	CAA	CGA		
	CUG			CCG	CAG	CGG		
A	AUU	Isoleucine	Thréonine	AAU	Asparagine	AGU	Sérine	
	AUC			ACC		AAC		AGC
	AUA	ACA		AAA	Arginine			
	AUG	ACG		AAG		AGG	Lysine	
G	GUU	Valine	Alanine	GAU	Acide aspartique	GGU	Glycine	
	GUC			GCC		GAC		GGC
	GUA			GCA	GAA	Acide glutamique		GGA
	GUG			GCG	GAG			GGG

22. Le code génétique

**1- Discutez les 3 possibilités indiquées.**

Le document 22 représente le **code génétique** utilisé par **tous les êtres vivants pour traduire** l'information génétique de l'ARN<sub>m</sub> sous forme de polymère d'acides aminés ordonnés de façon bien déterminée.

**2- Quelles remarques pouvez-vous faire à la lecture de ce code ?**

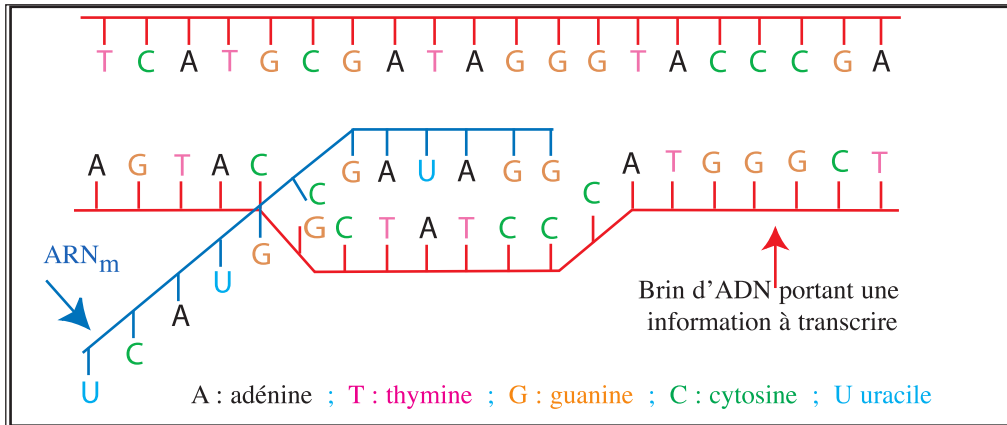
**Codon** : Triplet de bases de l'ARN<sub>m</sub> qui détermine le positionnement d'un acide aminé dans un polypeptide.

**Codon d'initiation** : Codon correspondant à un acide aminé : la méthionine. C'est le premier codon par lequel commence la traduction.

**Codon stop** : Codon qui ne correspond à aucun acide aminé. Ce codon détermine l'arrêt de la traduction, c'est-à-dire la fin de la synthèse d'un polypeptide.

**C - Mécanisme de la transcription**

Le document 23 ci-dessous est un schéma montrant le mécanisme de la transcription.



23. Mécanisme de la transcription

Expliquez ce mécanisme :

- 1- décrivez comment se fait la synthèse de l'ARN<sub>m</sub> .
- 2- dites pourquoi cette synthèse constitue une transcription de l'information génétique.

**D - Mécanisme de la traduction**

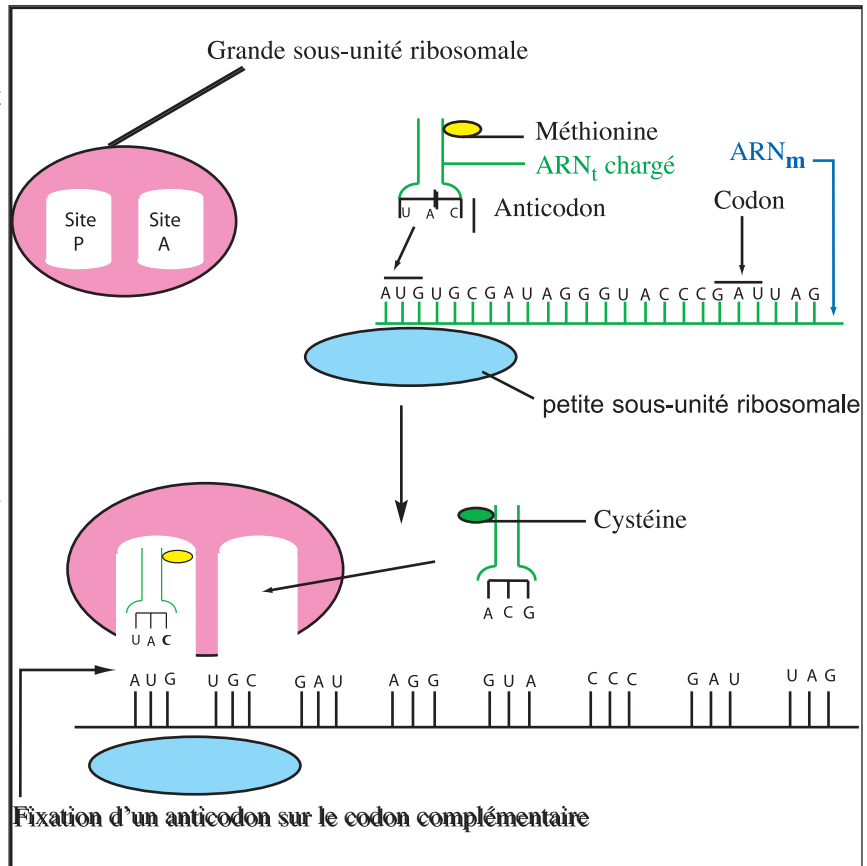
Après la transcription, l'ARN<sub>m</sub> synthétisé quitte le noyau et arrive dans le cytoplasme où a lieu la traduction.

On peut distinguer, dans la traduction, trois phases :

**a) Phase d'initiation :**

( document 24 ci-contre )

La lecture du premier codon ( AUG ) sur l'ARN<sub>m</sub> par le ribosome permet la mise en place de l'acide aminé correspondant : la méthionine.

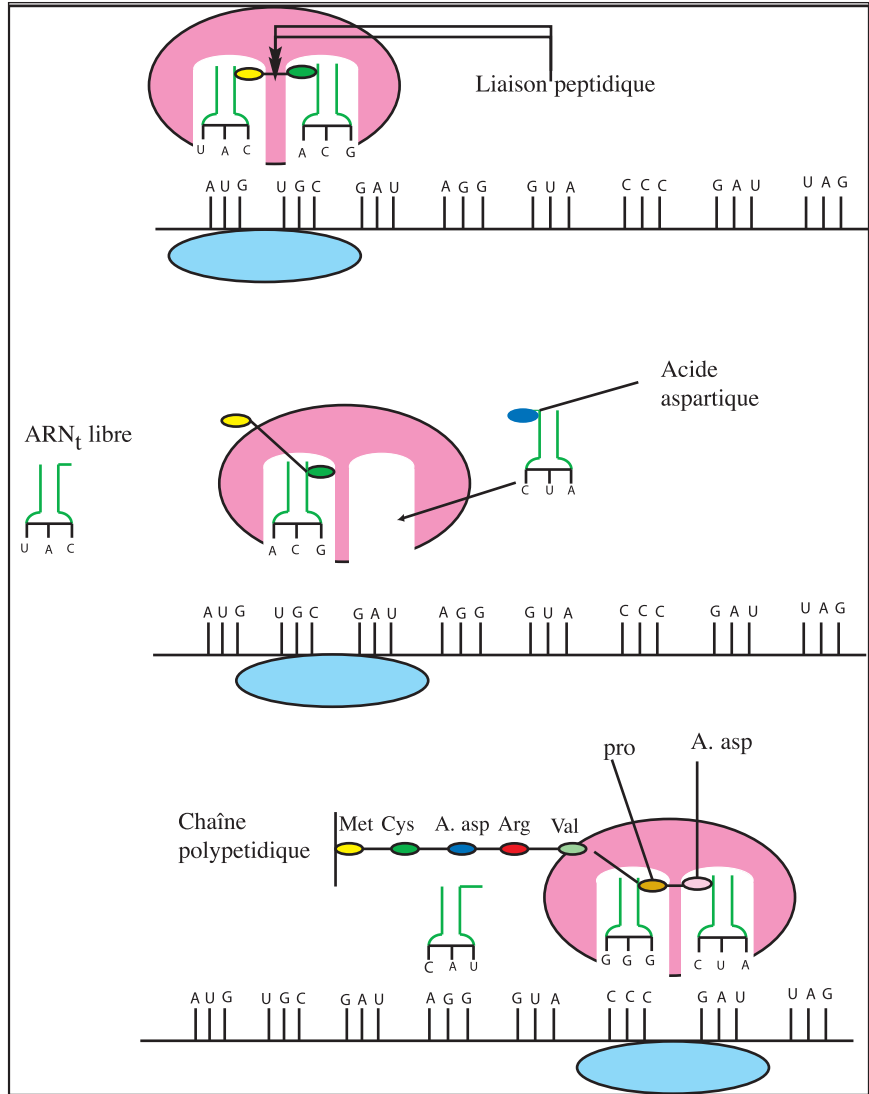


24. Phase d'initiation

**b) Phase d'élongation :**

( document 25 ci- contre )

Elle correspond à la lecture des autres codons de l'ARN<sub>m</sub> et à la mise en place d'acides aminés ce qui conduit à l'élongation du polypeptide.

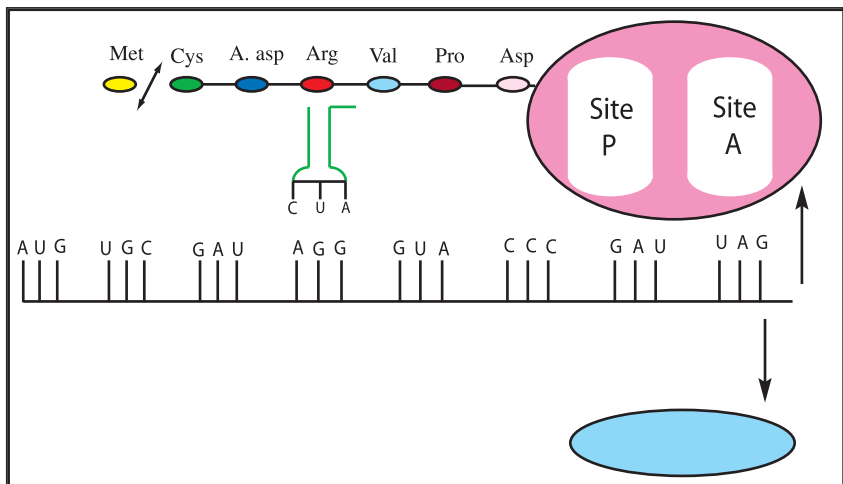


25. Phase d'élongation

**c) Phase de terminaison :**

( document 26 ci- contre )

Elle correspond à la lecture d'un codon stop de l'ARN<sub>m</sub> et à l'arrêt de la traduction.



26. Phase de terminaison

Décrivez par écrit les différents évènements qui se produisent à chaque phase.

## 1 De l'information génétique au phénotype

Le phénotype est l'expression du génotype qui est une information génétique constituée par une séquence de triplets de bases dans l'ADN chromosomique.

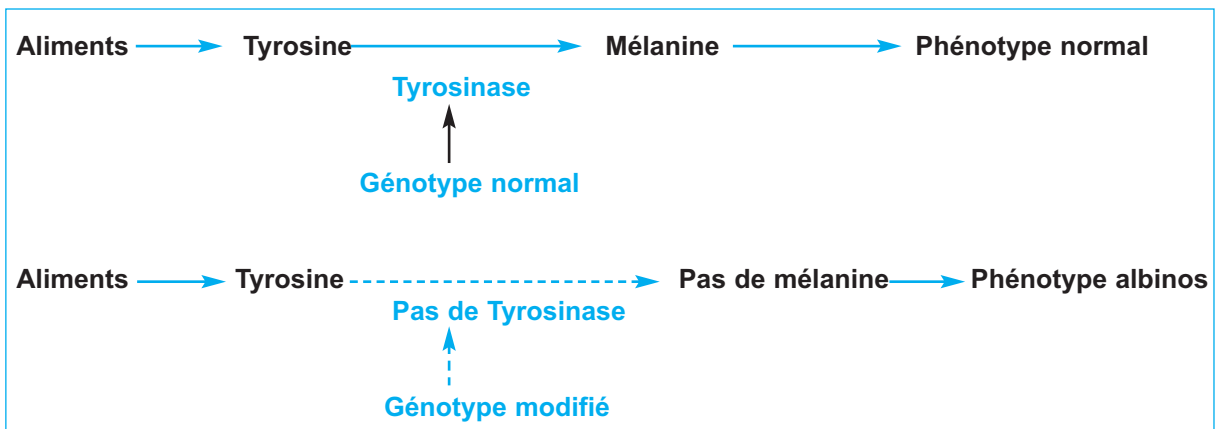
Le mécanisme de la détermination du phénotype par le génotype correspondant peut être expliqué à l'aide des exemples suivants :

**a)** Chez l'Homme, le phénotype normal «peau pigmentée» est déterminé par une information génétique ou génotype qui contrôle la production, par les mélanocytes, d'un pigment : la mélanine. La synthèse de la mélanine se fait à partir d'un acide aminé : la tyrosine en présence d'une enzyme la tyrosinase.



Le phénotype albinos (peau dépigmentée) est déterminé par un génotype qui ne contrôle pas la production de la mélanine par les mélanocytes. Ce défaut résulte de l'incapacité des mélanocytes à produire l'enzyme Tyrosinase.

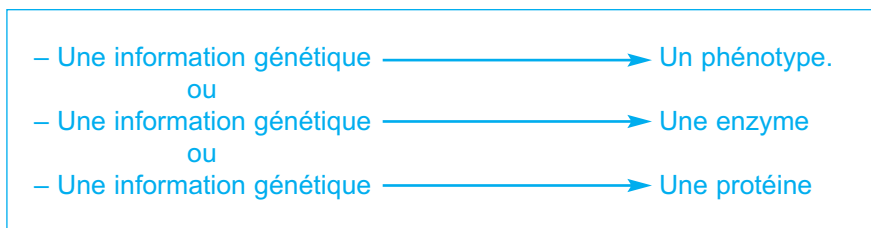
Cet exemple montre que le phénotype "peau pigmentée" et le phénotype "peau albinos" dépendent de la capacité ou de l'incapacité de l'information génétique à produire l'enzyme Tyrosinase.



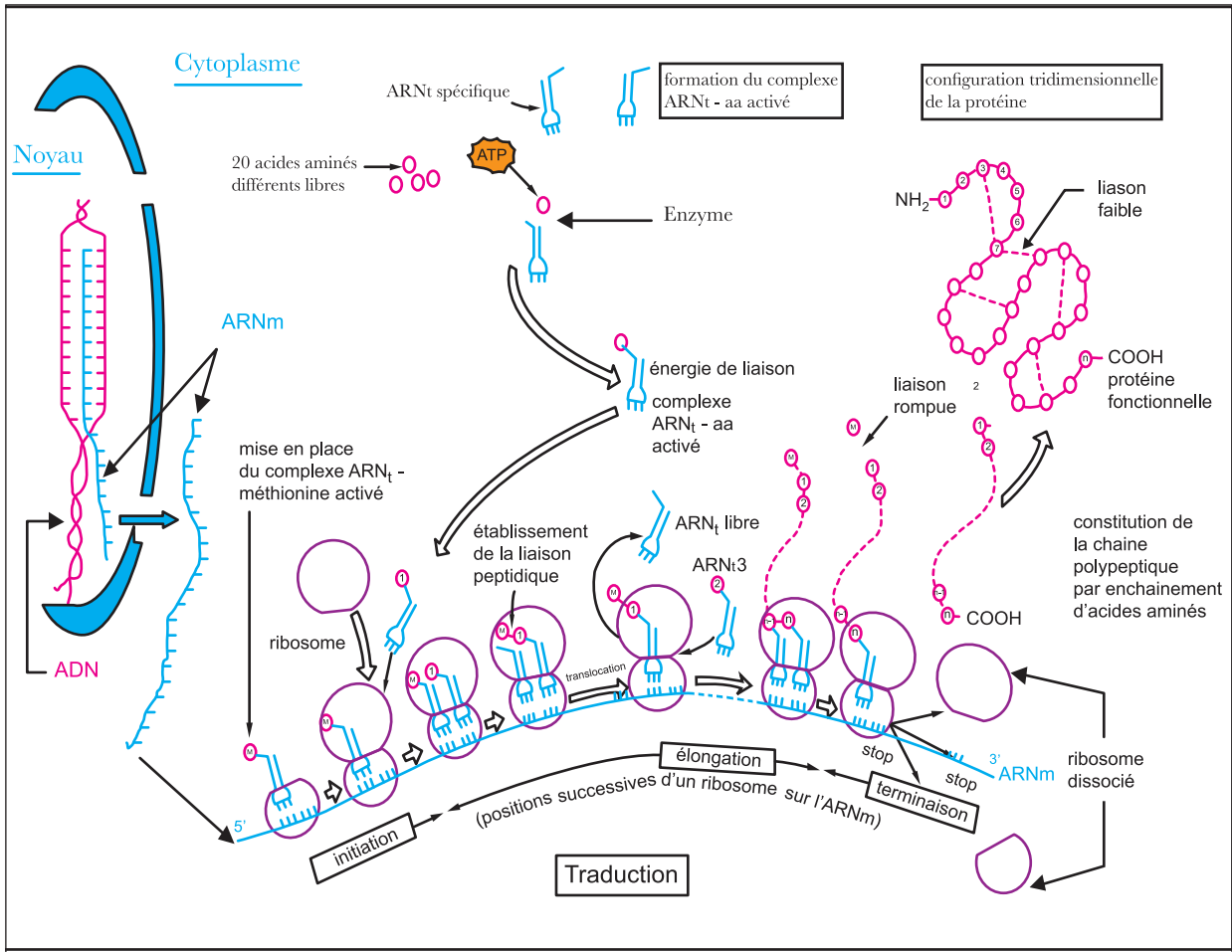
L'étude de l'exemple précédent sur la couleur de la peau montre que l'information génétique ou génotype détermine le phénotype correspondant grâce à la synthèse d'une enzyme, c'est à dire d'une protéine, qui active une réaction biochimique.

**b)** Dans l'exemple de l'ovalbumine, l'information génétique dans les cellules des oviductes de la poule contrôle la synthèse de cette protéine par ces cellules. L'excrétion de l'ovalbumine en dehors des cellules permet d'envelopper le jaune d'œuf et de participer ainsi à la réalisation d'un phénotype de l'œuf : sa structure.

On peut donc formuler les correspondances suivantes :



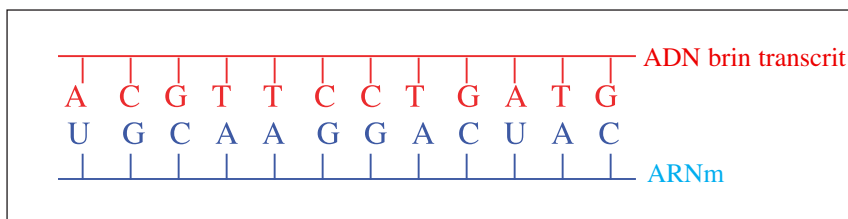
## 2 La synthèse protéique, expression de l'information génétique



27. Schéma des étapes de la synthèse protéique

### A - 1<sup>ère</sup> étape : La transcription

À partir de molécules libres dans le nucléoplasme, et en présence d'une enzyme l'ARN polymérase, il y a synthèse de l'ARNm au contact d'un brin de la molécule d'ADN (brin codant). Au cours de cette synthèse, il y a transcription des triplets de bases de l'ADN sous forme de codons ( 3 bases ) de l'ARNm selon le principe de la complémentarité des bases.



## B - 2<sup>ème</sup> étape : La traduction

Dans le cytoplasme, la traduction de l'information génétique constituée par les différents codons de l'ARNm aboutit à la synthèse d'un polypeptide.

La traduction implique de nombreux acteurs : **ARNm**, **ribosomes**, **ARNt**, **ATP**, **enzymes**, et comporte 3 phases :

### a) phase d'initiation :

C'est le début de la traduction :

- Une petite sous unité ribosomale prend place sur l'ARNm au niveau du codon d'initiation ( AUG ).
- Il y a lecture de ce codon par le ribosome ce qui entraîne l'appel d'un ARNt à anticodon complémentaire, et porteur d'un acide aminé : la **méthionine**.
- Cet ARNt se fixe sur le site P du ribosome.
- La grande sous unité ribosomale s'associe à la petite sous unité au niveau de l'ARNm.

### b) phase d'élongation :

- La lecture du 2<sup>ème</sup> codon de l'ARNm fait venir un 2<sup>ème</sup> ARNt à anticodon complémentaire et porteur d'un 2<sup>ème</sup> acide aminé bien déterminé par le code génétique.
- Fixation de cet ARNt sur le site A.
- Une liaison peptidique s'établit entre le 1<sup>er</sup> et le 2<sup>ème</sup> acide aminé.
- Le 1<sup>er</sup> ARNt est libéré dans le cytoplasme.
- Le ribosome se déplace alors sur l'ARNm au niveau d'un 3<sup>ème</sup> codon.
- La lecture de l'ARNm recommence : il y a appel d'un 3<sup>ème</sup> ARNt et mise en place d'un 3<sup>ème</sup> acide aminé. Le polypeptide à 3 acides aminés ainsi formé peut continuer à s'allonger par la mise en place d'autres acides aminés grâce à la répétition des mêmes événements :
  - \* association codon-anticodon
  - \* formation de liaison peptidique entre deux acides aminés par l'utilisation de l'énergie
  - \* translocation

#### Anticodon

triplet de bases de l'ARNt complémentaires à un codon de l'ARNm.

#### Translocation

déplacement du ribosome sur l'ARNm, d'un codon à l'autre.

### c) phase de terminaison :

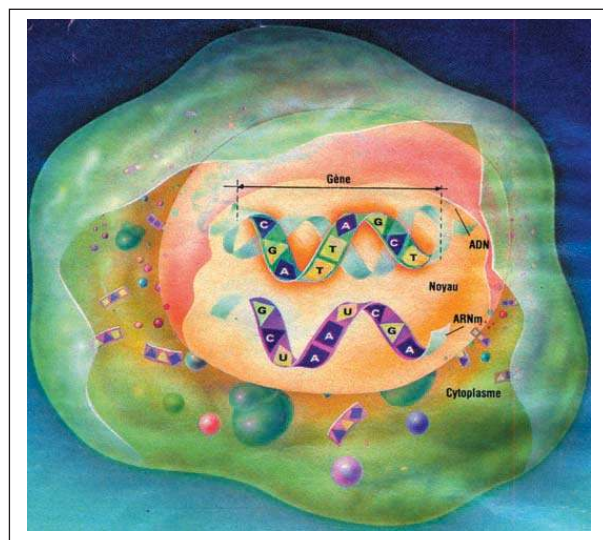
- C'est la fin de la traduction qui se produit lorsque le ribosome passe par un codon stop. Il y a dissociation des deux sous-unités ribosomales et libération du polypeptide dans le cytoplasme.

## 3 Un gène, une protéine

On appelle gène, la séquence de triplets de bases de l'ADN qui est transcrite en codon d'ARNm et qui détermine la synthèse d'une protéine. On dit que le **gène est une unité de fonction**.

La protéine synthétisée est soit :

- Une **protéine de structure** : entrant dans la constitution des cellules.
- Une **protéine de fonction** : enzymes et hormones impliquées dans le métabolisme de la cellule.



28. Un gène, contrôle la synthèse d'une protéine

# E

## xercices

### EXERCICE 1/Q.C.M

Chaque série d'affirmations peut comporter une ou plusieurs réponse(s) exacte(s). Repérez les affirmations correctes.

**1- L'ARN :**

- a- est un polynucléotide.
- b- est le support de l'information génétique.
- c- est une molécule monocaténaire ( un seul brin ).
- d- comporte des nucléotides à cytosine, à guanine, à thymine et à uracile.

**2- Un codon est un triplet de :**

- a- l'ADN.
- b- l'ARN<sub>r</sub>.
- c- l'ARN<sub>t</sub>.
- d- l'ARN<sub>m</sub>.

**3- La transcription :**

- a- se déroule dans le noyau.
- b- se déroule dans le cytoplasme.
- c- permet la synthèse de plusieurs types d'ARN<sub>m</sub>.
- d- permet la synthèse d'une copie conforme de l'ADN.

**4- La traduction :**

- a- a lieu dans le noyau.
- b- nécessite de l'énergie.
- c- a lieu dans le cytoplasme au niveau des ribosomes.
- d- commence toujours au niveau du codon initiateur UAA.

**5- L'ARN<sub>m</sub> :**

- a- est dissocié après la traduction.
- b- détermine la synthèse des enzymes.
- c- présente une séquence d'anticodons.
- d- est l'acide désoxyribonucléique messenger.

**6- Les substances suivantes sont des acides aminés :**

- a- tyrosine.
- b- tyrosinase.
- c- phénylalanine.
- d- acide phénylcétonurique.
- e- phénylalanine hydroxylase.

**7- L'albinisme :**

- a- est un caractère héréditaire.
- b- résulte de l'absence de mélanine.
- c- résulte de l'absence de la tyrosine.
- d- résulte de l'absence de mélanocytes.
- e- résulte de l'absence de la phénylalanine hydroxylase.

**8- La déficience intellectuelle liée à la phénylcétonurie :**

- a- est un caractère héréditaire.
- b- résulte de l'absence de la tyrosinase.
- c- résulte de l'absence de la phénylalanine hydroxylase.
- d- résulte d'une grande consommation de l'acide phénylcétonurique.
- e- résulte de l'accumulation de l'acide phénylcétonurique dans le tissu nerveux.

## EXERCICE 2

Soit la séquence de bases de l'ARNm impliquée dans la synthèse d'un polypeptide :

A U G C A A G A A U C C C A C A G C A A A C C A G G A A U U U G G U A A G C A U U A G G G C C A U

- 1- Ecrivez la séquence de l'ADN transcrit.
- 2- Représentez la séquence d'acides aminés du polypeptide correspondant.

## EXERCICE 3

L'insuline est un polypeptide synthétisé par les cellules  $\beta$  des îlots de Langerhans chez tous les mammifères.

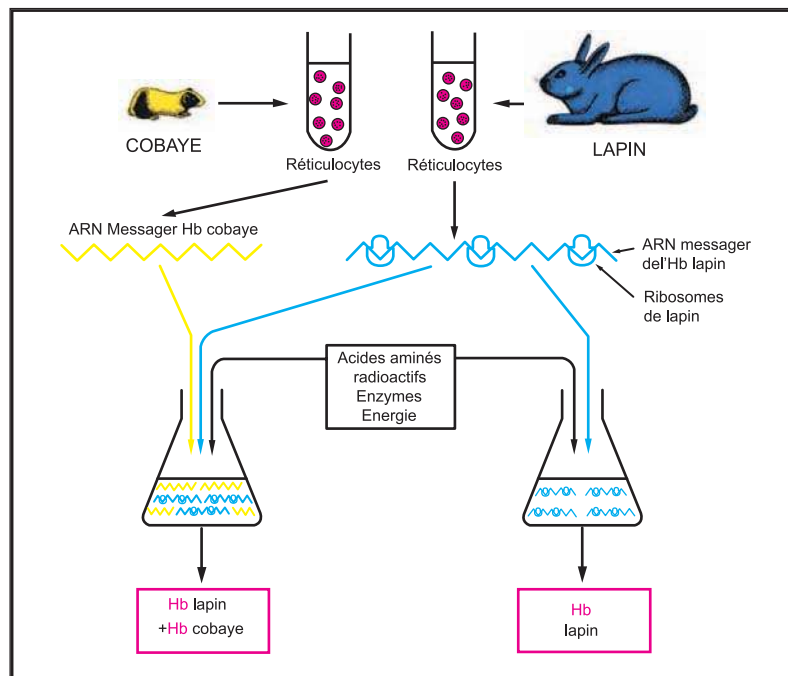
L'insuline humaine est formée de deux chaînes A et B comprenant respectivement 21 et 30 acides aminés. Le document suivant représente la séquence d'acides aminés de la chaîne B.

Phe-Val-Asn-Gln-His-Leu-Cys-Gly-Ser-His-Leu-Val-Glu-Ala-Leu-Tyr-Leu-Val-Cys-Gly-Glu-Arg-Gly-Phe-Phe-Tyr-Thr-Pro-Lys-Thr.

A l'aide du code génétique, retrouvez la séquence en nucléotides du fragment du gène portant l'information génétique pour la synthèse de la chaîne B de l'insuline chez l'Homme.

## EXERCICE 4

Le document suivant présente une expérience qui montre la biosynthèse in vitro de l'Hémoglobine.



A partir de l'analyse des données de cette expérience :

- 1- Préciser pourquoi la synthèse de l'Hémoglobine in vitro est-elle qualifiée de biosynthèse.
- 2- Distinguer parmi les acteurs impliqués dans la biosynthèse de l'Hémoglobine :
  - ceux qui interviennent de façon spécifique dans la biosynthèse de chacun des deux types d'Hémoglobine.
  - ceux qui interviennent de façon non spécifique pour les deux types d'Hémoglobine.

## Chapitre 3 : L'INFORMATION GÉNÉTIQUE : ORIGINE DE LA DIVERSITÉ

«Tous semblables et tous différents !»

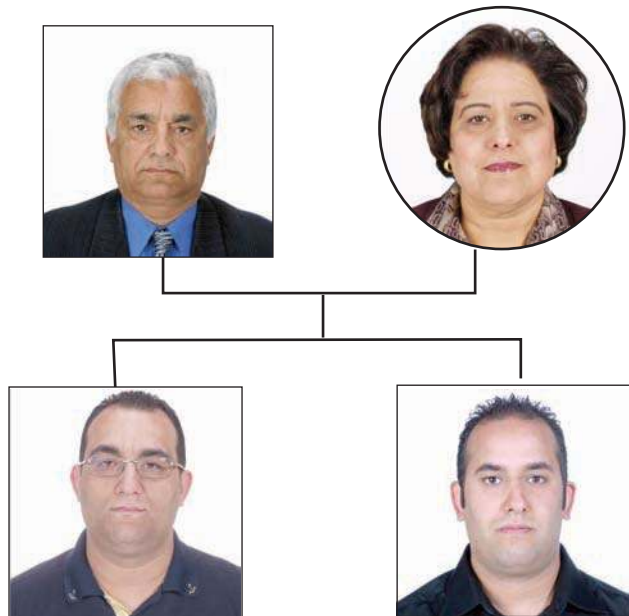
Les individus d'une même espèce ont tous en commun les caractères de l'espèce. En revanche chacun d'eux se distingue par des **caractères individuels**. A part les vrais jumeaux, les faux jumeaux ainsi que les frères et sœurs nés à plusieurs années d'intervalle ne sont pas identiques entre eux.

Chaque descendant n'est identique à aucun de ses parents.

**Exemple**, chacun se caractérise par ses empreintes digitales qui font partie de son **identité génétique**. On parle de **diversité génétique**.

La reproduction sexuée apparaît comme une source de diversité génétique. Elle assure la formation de descendants génétiquement différents.

Chaque **individu** est **unique**. Il possède une **information génétique originale**.



1. Une famille tunisienne



Vraies jumelles



Faux jumeaux

## OBJECTIFS

*L'élève sera capable :*

- ❖ **d'expliquer** l'origine de la diversité génétique des individus
- ❖ **de définir** les mutations
- ❖ **de montrer** comment les mutations modifient l'information génétique parentale.
- ❖ **d'expliquer** comment la reproduction sexuée donne des descendants génétiquement différents.

# SITUATION PROBLÈME

## Faits d'observation sur la diversité

1

Dans une culture de colibacilles (bactéries vivant normalement dans l'intestin de l'Homme) de souche originelle, dite souche sauvage, **sensible à un antibiotique** la streptomycine, apparaissent, parfois, accidentellement des bactéries **résistantes à cet antibiotique**. Contrairement à la souche sauvage, les colibacilles nouvellement apparus ou mutants se développent en présence de l'antibiotique.

2

Dans une population de poussins issus de plusieurs croisements entre poules et coqs de même lignée pure peut apparaître brusquement un poussin à plumage de couleur différente (document 2).

3

Dans un élevage de souris de laboratoire à pelage blanc, peuvent apparaître des mutants de couleurs noire, grise....,

4

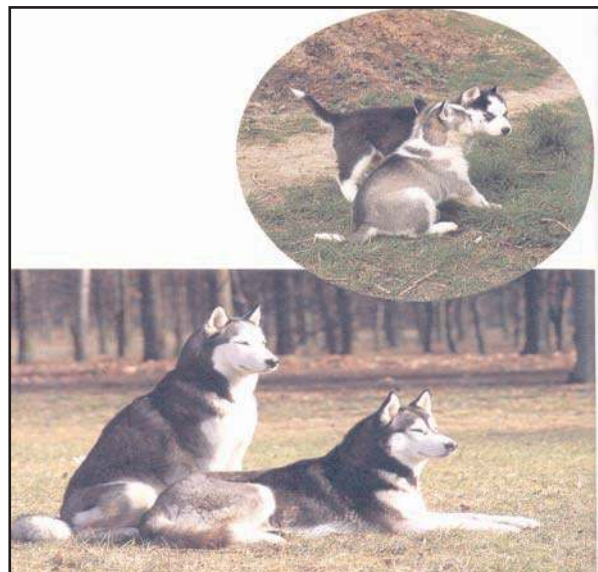
Une portée de chiots est formée d'animaux qui se distinguent les uns des autres et de leurs parents par leurs caractères individuels. Par exemple la forme ou la taille des poils, la couleur ...

La reproduction asexuée ou reproduction conforme aboutit à la formation de descendants identiques entre eux et identiques à l'unique parent qui leur a donné naissance. Au contraire dans la reproduction sexuée, **chaque individu est unique** et provient d'une cellule œuf, qui résulte de la fécondation entre un gamète ♂ et un gamète ♀.

**La diversité génétique des individus issus de mêmes parents résulte de la diversité génétique des gamètes fournis par ces parents.**



4 Population de poussins



5. Couple de chiens Husky et sa descendance

- 1- Qu'est ce qu'une mutation ?
- 2- Comment expliquer l'apparition de nouveaux phénotypes ou mutants ?
- 3- Comment se forment les gamètes chez les plantes à fleurs ?
- 4- En quoi consiste la diversité génétique des gamètes ?
- 5- Quel est le rôle de la fécondation dans la diversité génétique ?

# P RÉACQUIS

## 1 Le caryotype

Les caryotypes du document 5 sont ceux d'un homme et d'une femme :

- 1- Identifiez en justifiant votre réponse chaque caryotype.
- 2- Écrivez la formule chromosomique de chacun.

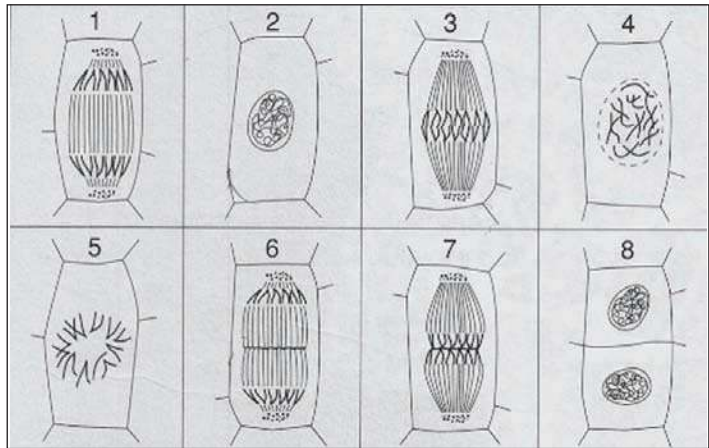


5. Caryotypes humains

## 2 La mitose

Le document 6 ci-contre représente schématiquement les étapes de la mitose d'une cellule végétale.

- 1- Nommez et décrivez les différentes étapes.
- 2- Classez, dans l'ordre chronologique, ces différentes figures de mitose.



6. Figures de mitose d'une cellule végétale

## 3 Reproduction sexuée chez l'Homme

- 1- Nommez les cellules sexuelles mâles et femelles.
- 2- Nommez les organes reproducteurs où se forment ces cellules sexuelles.
- 3- Indiquez le résultat de la fécondation.

## 4 La synthèse protéique

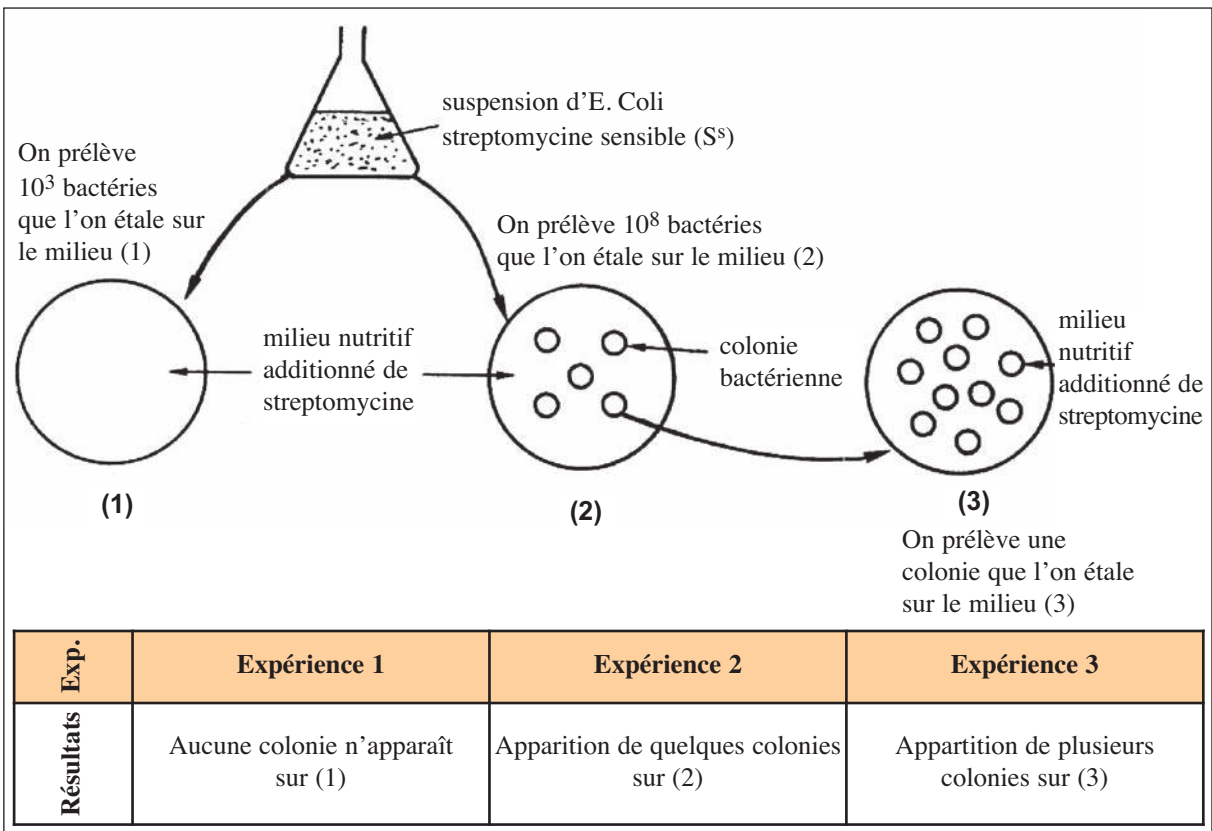
- 1- Rappelez les étapes de la synthèse protéique en précisant à chaque étape les organites cellulaires et les molécules mis en jeu dans la réalisation de cette synthèse.
- 2- Précisez en quoi consiste la diversité des protéines dans le monde vivant.
- 3- Expliquez l'origine de cette diversité.

### I- LES MUTATIONS SOURCES DE DIVERSITÉ GÉNÉTIQUE

#### 1 Une mutation bactérienne, la résistance à un antibiotique

Sur une suspension de **Colibacilles sensibles à la streptomycine** ( $S^S$ ), on prélève 2 volumes contenant chacun  $10^3$  et  $10^8$  bactéries que l'on étale respectivement sur deux milieux nutritifs 1 et 2 contenant de la streptomycine.

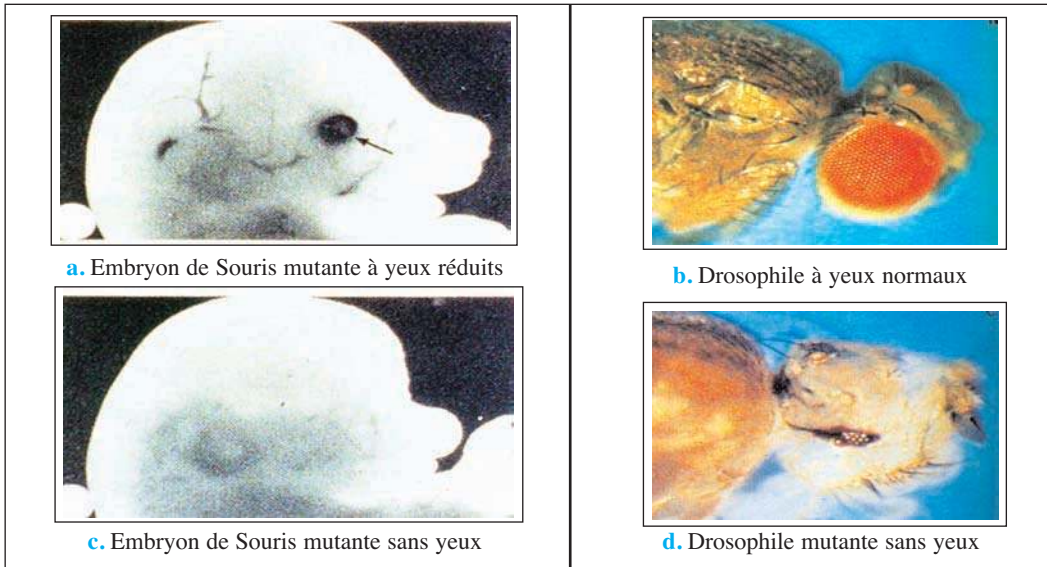
Après une journée à température et à humidité convenables, on constate que dans le milieu (1) il ne se développe aucune colonie alors que dans le deuxième milieu, apparaissent quelques colonies. Si l'on repique l'une d'elles sur un milieu nutritif (3) contenant de la streptomycine, celle-ci engendre de nouvelles colonies à phénotype différent de la souche sauvage.



7. Expériences montrant l'apparition d'un nouveau caractère chez E. Coli

- 1- Indiquez quel caractère des bactéries est mis en évidence dans l'expérience n° 2 ?  
Comment pouvez-vous expliquer son apparition ?
- 2- Précisez pourquoi ce caractère n'apparaît pas dans l'expérience n° 1 ?
- 3- Dites si ce caractère est héréditaire ?

## 2 Mutation de l'œil chez des animaux !



### 8. Mutation de l'œil chez la Souris et la Drosophile

Le développement des yeux est déterminé par un gène. Ce gène a été identifié ( et isolé ) en 1991 chez l'Homme et en 1993 chez la drosophile et d'autres animaux.

Des modifications de ce gène produisent des mutations qui s'expriment par l'apparition de nouveaux phénotypes de l'œil.

#### 1 - Mutations chez la Souris

- Les souris qui ont au niveau d'une paire de chromosomes homologues, une copie normale du gène et **une copie défectueuse de ce gène**, sont atteintes d'une réduction de la taille des yeux : **microphthalmie ou Small eyes**.
- Les souris qui ont les **deux copies du gène muté** ( au niveau de deux chromosomes homologues ) meurent, et ont un système nerveux anormal.

#### 2 - Mutations du gène de l'œil chez l'Homme

- Certaines personnes sont atteintes d'une maladie héréditaire : elles ont de **petits yeux sans iris** ( aniridie ). Ce phénotype mutant résulte d'une mutation d'une copie du gène alors que la 2<sup>ème</sup> copie ( sur le chromosome homologue ) reste fonctionnelle.
- La mutation des 2 copies de ce gène entraîne l'absence totale des yeux et la mort au stade de fœtus.

#### 3 - Mutations du gène Eye less chez la Drosophile

Le gène **Eye less** qui contrôle le développement des yeux est localisé sur **les chromosomes n° 4**. Sa mutation entraîne la réduction ou l'absence des yeux. Cette mutation a été décrite depuis 1915.

**En vous appuyant sur vos connaissances, sur la nature et l'expression du gène :**

- 1- Précisez en quoi consiste une mutation du gène de développement des yeux.**
- 2- Expliquez pourquoi les mutations de ce gène entraînent de nouveaux phénotypes différant du phénotype normal.**
- 3- Dégagez, à partir de ces exemples, deux propriétés des mutations.**

### 3 Mutation pathologique des muscles : la myopathie

La myopathie de Duchenne (décrite en 1860 par Guillaume Duchenne) est une maladie héréditaire mortelle qui se manifeste par une détérioration progressive des muscles.

Chez les **myopathes**, les chercheurs ont constaté l'absence d'une **protéine** : la **dystrophine** qui joue un rôle essentiel dans le maintien de la structure des cellules musculaires. L'**allèle** responsable a été localisé sur le **chromosome X**.



16. La dystrophine, une protéine essentielle du muscle

- 1- Expliquez pourquoi la myopathie est héréditaire ?
- 2- Établissez une relation entre le gène, la dystrophine et la maladie.

### 4 Une pathologie métabolique d'origine génique : la phénylcétonurie

Il s'agit d'une maladie héréditaire due à une mutation du gène qui code pour la synthèse de la PAH (phénylalanine hydroxylase) qui est une enzyme de 450 acides aminés impliquée dans la transformation de la phénylalanine en tyrosine. Chez certains individus, l'absence d'enzyme fonctionnelle provoque une accumulation de phénylalanine transformée en corps cétoniques qui sont éliminés par l'urine ; c'est une maladie caractérisée surtout par une arriération mentale.

Le document suivant ( 17 ) donne des fragments du gène de la PAH chez 4 individus : **Les individus B, C et D sont atteints de phénylcétonurie et l'individu A en est indemne**. Sur ces fragments, les triplets de bases sont numérotés après le triplet d'initiation.

N° des triplets	277	410
Individu A	... TAT AAC CCC GAA CCT GAC ...	GCC TCT CTG GGT GCA ... ATA CCT CGG ...
Individu B	... TAT AAC CCC AAA CCT GAC ...	GCC TCT CTG GGT GCA ... ATA CCT CGG ...
Individu C	... TAT AAC CCC GAA CCT GAC ...	GCC TCT CCG GGT GCA ... ATA CCT CGG ...
Individu D	... TAT AAC CCC GAA CCT GAC ...	GCC TCT CTG GGT GCA ... ATA CCT TGG ...

17. Fragments du gène de la PAH chez 4 individus

- 1- En vous basant sur votre acquis sur l'expression d'un gène et en utilisant le code génétique, écrivez la portion de la séquence protéique de la PAH de l'individu A.
- 2- Identifiez les modifications de l'ADN chez les individus malades B, C et D et indiquer leurs conséquences sur la séquence polypeptidique. Que pouvez-vous déduire ?
- 3- Donnez un argument qui justifie le caractère héréditaire de la maladie.

5

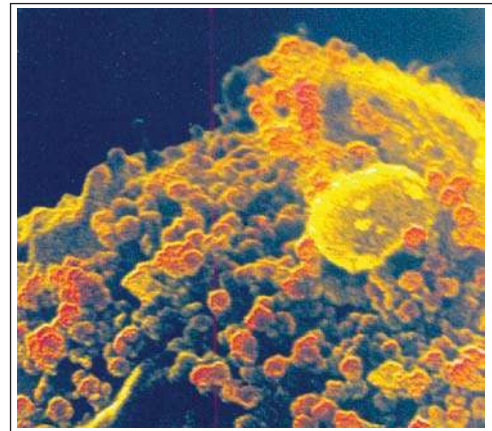
**Le virus du SIDA, une étonnante variabilité génétique, et un pouvoir de mutation exceptionnel !**

Le VIH ( virus de l'immunodéficience humaine) est le virus responsable de la maladie du SIDA. (syndromes d'immunodéficience acquise).

Il est constitué d'une enveloppe protéique contenant une molécule d'ARN et une enzyme : la transcriptase réverse.

Ce virus à génome à ARN ou rétrovirus infecte des cellules immunitaires appelées lymphocytes. Cette infection se traduit par l'introduction du génome viral dans la cellule hôte qui va produire un grand nombre de virus provoquant sa destruction.

Chez une personne infectée par le VIH le nombre de virus fabriqués par les cellules infectées atteint plusieurs milliards.



18. Accumulation de virus VIH à la surface d'une lymphocyte ( cellule immunitaire)

**19. Constatations**

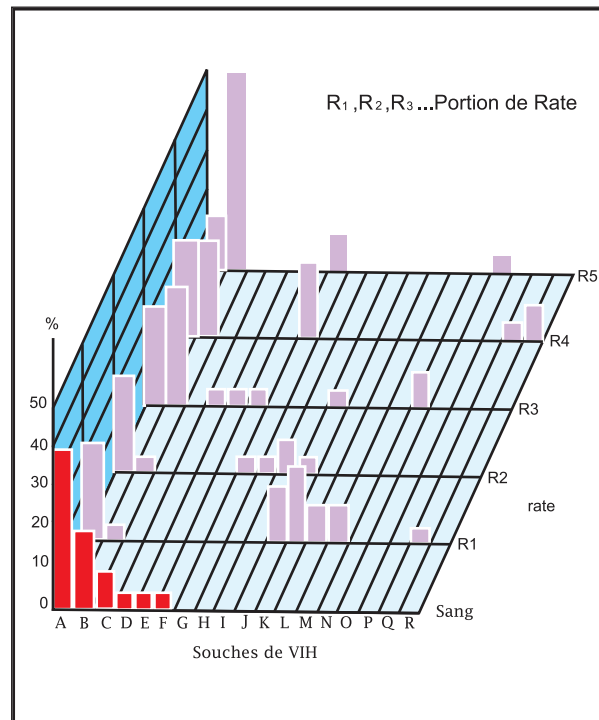
- L'analyse du génome de VIH prélevé chez une personne infectée révèle l'existence d'une grande diversité de souches de virus différant par certains nucléotides ( document 20 ).
- Les souches de VIH diffèrent également selon les individus infectés.
- La diversité des souches de VIH d'une même personne, n'est pas stable dans le temps : au cours du temps, il y a disparition de certaines souches et apparition de nouvelles souches.

1- Analysez les documents 19 et 20.

2- Proposez une hypothèse permettant d'expliquer l'origine de la variabilité génétique du VIH.

**21. Origine de la diversité génétique des VIH**

L'ARN viral introduit dans la cellule hôte est transcrit en ADN viral grâce à la transcriptase réverse. L'ADN viral est inséré dans l'ADN de la cellule hôte. Cette opération conduit à la production de nombreux virus. Au cours de la transcription de l'ADN en ARN, il se produit de nombreuses erreurs au niveau de la nature et de l'ordre des bases. Il y a en moyenne 1 erreur de transcription pour 10000 nucléotides. Ceci conduit à une diversité de souches de VIH.



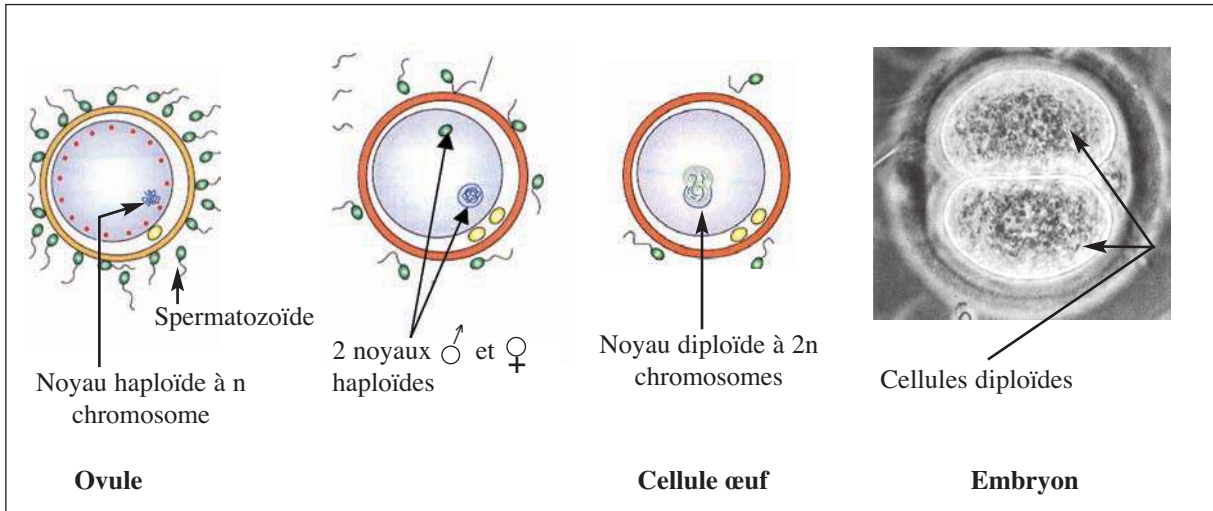
20. Variabilité génétique de VIH dans le sang et la rate d'un homme

3- Analysez le document 21.

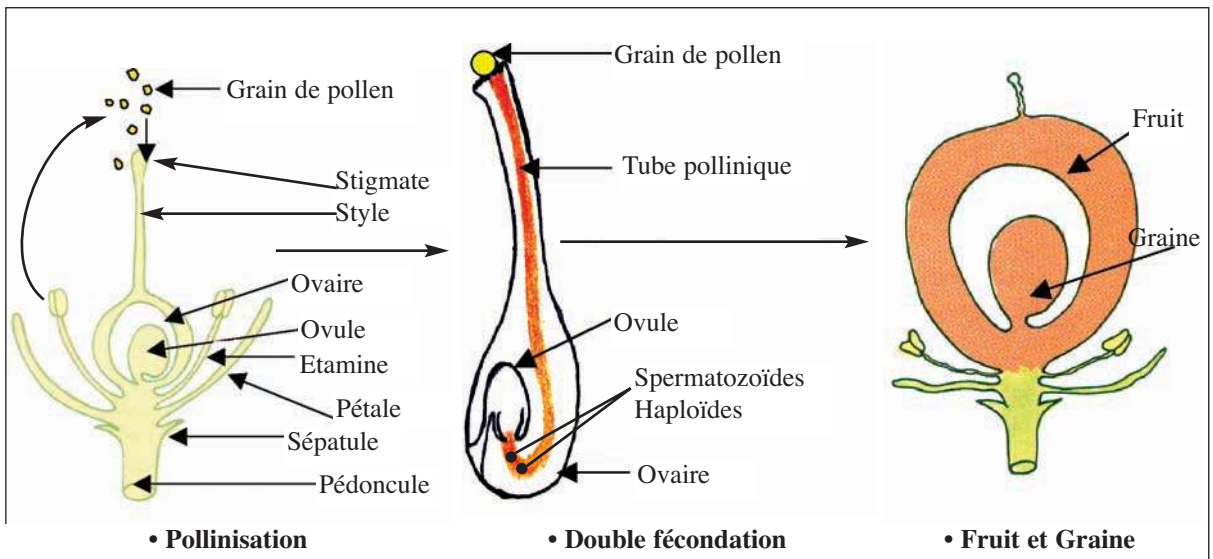
4- Déduisez une relation entre la variabilité génétique et le pouvoir de mutation du VIH.

## II- LA REPRODUCTION SEXUÉE SOURCE DE DIVERSITÉ

### 1 Chaque être vivant naît de l'union de deux gamètes ♂ et ♀



1. Formation de l'œuf et de l'embryon chez l'Homme



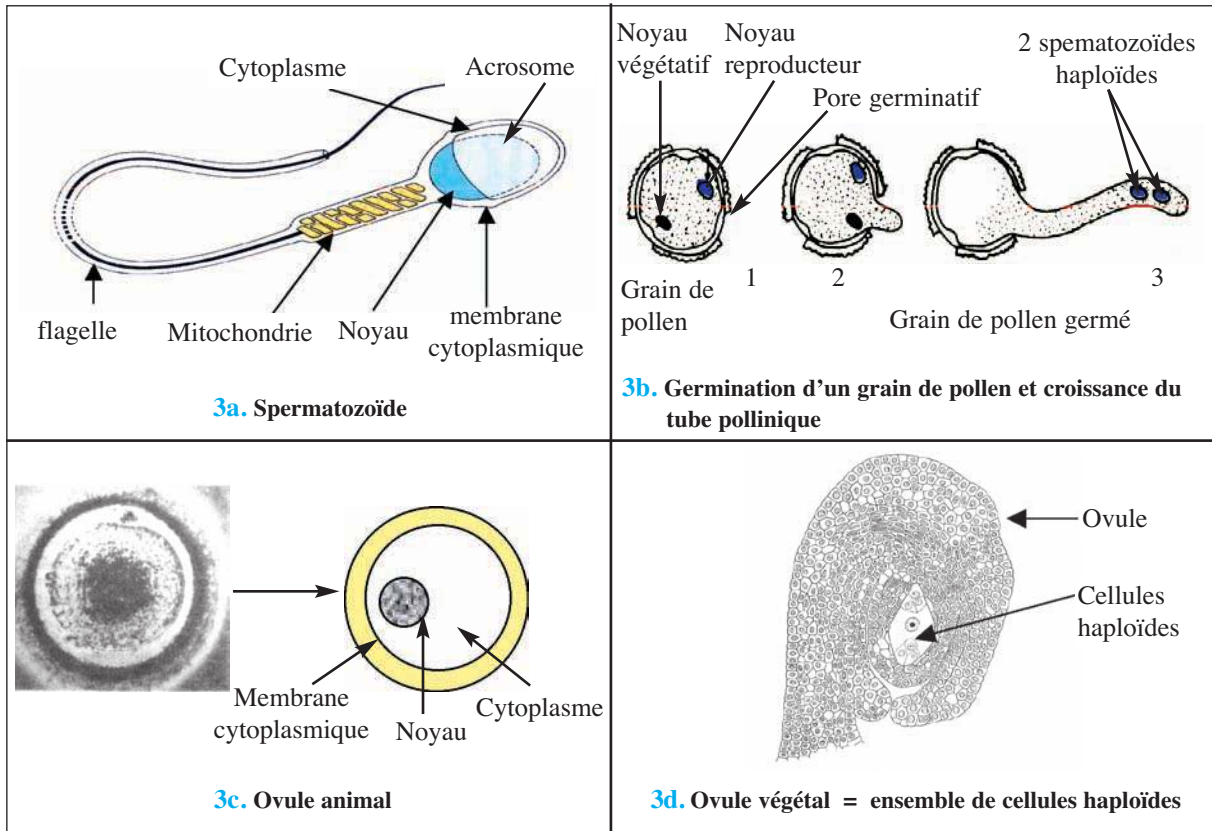
2. Formation de la graine chez un végétal

Un être vivant animal ou végétal naît de l'union entre une cellule sexuelle ♂ (gamète ♂) et une cellule sexuelle ♀ (gamète ♀)

- 1- Nommez les gamètes animaux ♂ et ♀.
- 2- Nommez les gamètes végétaux ♂ et ♀.
- 3- Indiquez le résultat de la fécondation chez les animaux et les végétaux.

## 2 Gamètes ♂ et ♀ : une particularité chromosomique

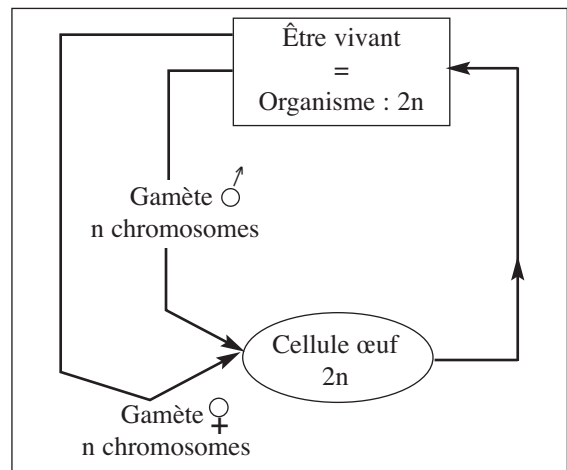
Le document 3 ci-dessous présente des gamètes ♂ et ♀ animaux et végétaux.



- 1- Relevez une caractéristique chromosomique commune à toutes les cellules sexuelles ♂ et ♀, animales et végétales.
- 2- Sachant que toutes les cellules d'organismes diploïdes sont à  $2n$  chromosomes, formulez une question à propos de la formation des gamètes.

Le document 4 ci-contre représente le cycle biologique d'un être vivant diploïde.

- 1- Décrivez le cycle.
- 2- Nommez le mécanisme qui assure la constance de la formule chromosomique entre l'œuf et l'organisme.
- 3- Identifiez les mécanismes qui assurent la constance de la formule chromosomique entre parents et descendants.



4. Cycle biologique



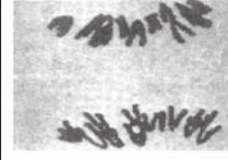

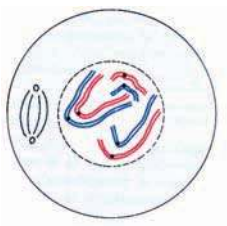
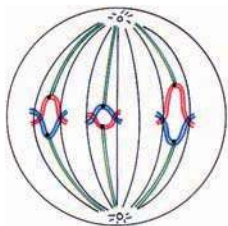
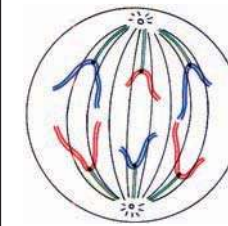
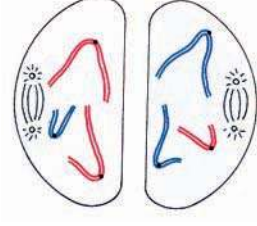



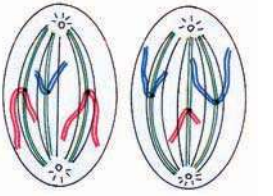
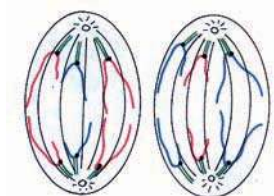
### 3 Formation des gamètes

A maturité sexuelle, un organisme diploïde, animal ou végétal devient capable de produire des gamètes haploïdes.

La formation des gamètes ou gamétogenèse s'accompagne donc d'une réduction du nombre de chromosomes : de  $2n$  à  $n$  chromosomes.

Proposez un mécanisme hypothétique expliquant la réduction chromosomique.

Le document 5 ci-dessous présente des phases et des schémas d'interprétation montrant le mécanisme de la réduction chromosomique au cours de la gamétogenèse.

Photos	<b>A</b> 	<b>B</b> 	<b>C</b> 	<b>D</b> 		
	Schémas d'interprétation (Le nombre des chromosomes $2n$ est simplifié à 6)					
Photos	<b>E</b> 		<b>F</b> 		<b>G</b> 	
	Schémas d'interprétation (Le nombre des chromosomes $2n$ est simplifié à 6)					

5. Les différentes phases de la méiose

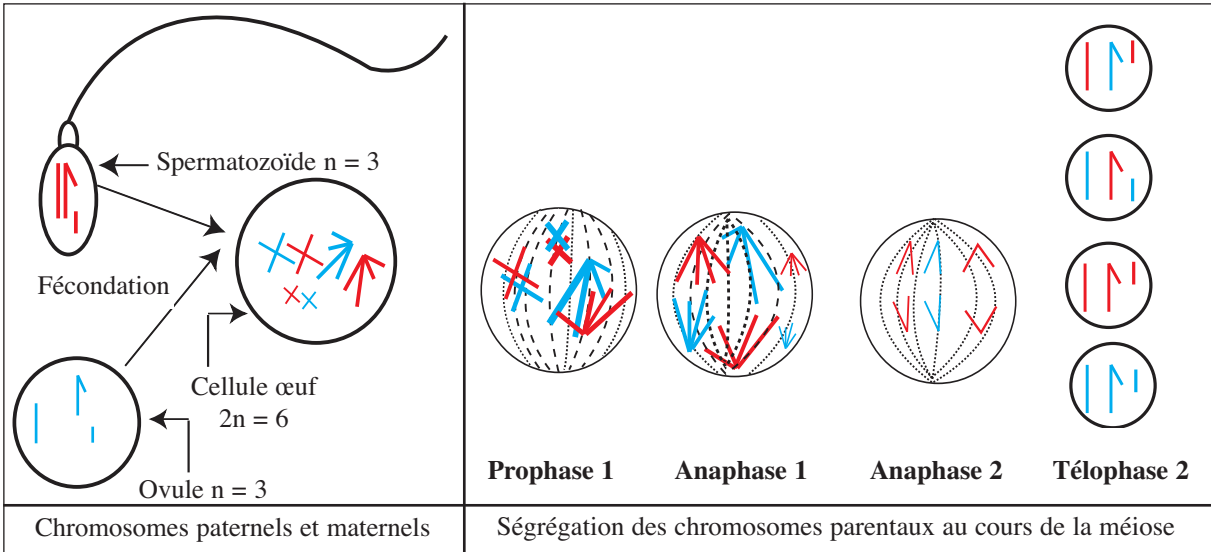
En vous appuyant sur l'observation du document précédent (5) et en utilisant vos connaissances sur la mitose,

- 1- Déterminez la formule chromosomique de la 1<sup>ère</sup> cellule et de la dernière cellule formée.
- 2- Indiquez le nombre de divisions cellulaires présentées.
- 3- Légendez les schémas.
- 4- Nommez les phases de chaque division.
- 5- Décrivez le comportement chromosomique pendant les phases B, C, E et F.

## 4 La méiose et la diversité génétique des gamètes

Ségrégation des chromosomes homologues et brassage des chromosomes paternels et maternels au cours de la méiose.

Le document 6 ci-dessous présente le comportement des chromosomes au cours de certaines phases de la méiose.



### 6. Comportement des chromosomes au cours de certaines phases de la méiose

- 1- Décrivez la ségrégation des chromosomes en anaphase 1 et en anaphase 2.
- 2- Indiquez le nombre de types génétiques de gamètes formés.
- 3- Proposez une autre possibilité de ségrégation des chromosomes :
  - faites les schémas correspondants.
  - comparez le produit de la méiose à celui du cas présenté.
- 4- Déduisez, le rôle de la méiose dans la diversité génétique des gamètes.
- 5- Justifiez l'expression «brassage inter-chromosomique» utilisée pour décrire le mécanisme étudié.
- 6- Calculez le nombre de types génétiques des gamètes formés dans le cas  $2n = 46$  (Homme).

## 5 Rôle de la fécondation dans la diversité génétique des descendants

A la fécondation, il y a rencontre au hasard des gamètes ♂ et des gamètes ♀ pour former des cellules œufs à l'origine de nouveaux individus.

- 1- Comparez le nombre possible de cellules œufs avec:
  - le nombre de gamètes ♂.
  - le nombre de gamètes ♀.
  - la somme des gamètes ♂ et ♀.
- 2- Calculez le nombre possible de cellules œufs, donc de personnes dans le cas de la reproduction de l'Homme ( $2n = 46$  chromosomes).
- 3- Déduisez le rôle de la fécondation dans la diversité génétique des individus issus de la reproduction sexuée.

		Différents types de gamètes ♂				
		a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	a <sub>4</sub>	.....a <sub>n</sub>
Différents Types De gamète ♀	b <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>n</sub> b <sub>1</sub>
	b <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>				
	b <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>				
	b <sub>4</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>			a <sub>4</sub> b <sub>4</sub>	
	⋮					
	b <sub>n</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>n</sub>				

**P** : Probabilité d'avoir la cellule œuf a<sub>1</sub> b<sub>1</sub>  
 $P(a_1 b_1) = P_1(a_1) \times P_2(b_1)$   
 P<sub>1</sub> : probabilité d'avoir a<sub>1</sub>  
 P<sub>2</sub> : probabilité d'avoir b<sub>1</sub>

## L'ORIGINE DE LA DIVERSITÉ GÉNÉTIQUE

Les sources de la diversité génétique sont les mutations et la reproduction sexuée.

### 1 La mutation, source de diversité

#### A - Qu'est-ce qu'une mutation ?

La mutation est une modification brusque de l'information génétique. Elle peut être :

– **chromosomique** affectant le nombre ou la structure d'un ou de plusieurs chromosomes.

– **génique** modifiant une ou plusieurs séquences de bases au niveau de certains gènes.

En modifiant les gènes, la mutation produit de nouveaux phénotypes appelés **phénotypes mutants**. Ces phénotypes sont différents du phénotype original ou **phénotype sauvage**.

Les gènes modifiés par mutation sont appelés **gènes mutés** ou **allèles**. Par la production de nouveaux allèles et de nouveaux phénotypes, les mutations apparaissent comme source de diversité génétique.

#### B - Caractères des mutations

– La mutation est un accident génétique **rare** qui se produit au **hasard**. La fréquence varie de  $10^{-6}$  à  $10^{-8}$  selon les organismes (plus fréquente chez les virus et les bactéries).

– La mutation est **héréditaire** :

Si une mutation affecte des cellules qui sont impliquées dans la formation des gamètes, cette mutation sera transmise des parents à leurs descendants. Alors qu'une mutation qui n'atteint que des cellules somatiques ne sera pas héréditaire.

– La mutation est un phénomène **spontané** qui n'affecte que quelques individus d'une population soumise aux mêmes conditions du milieu.

– Certains facteurs du milieu peuvent augmenter la fréquence des mutations. Ce sont les agents **mutagènes** tels que RX, les nitrites, l'ultraviolet...

– La mutation peut affecter n'importe quel gène et par conséquent la structure et le fonctionnement de n'importe quelle protéine ou organe.

Exemples : \* **Myopathie** : incapacité de synthèse d'une protéine musculaire appelée dystrophine.

\* **Phénylcétonurie** : synthèse d'enzyme non fonctionnelle incapable de transformer la phénylalanine.

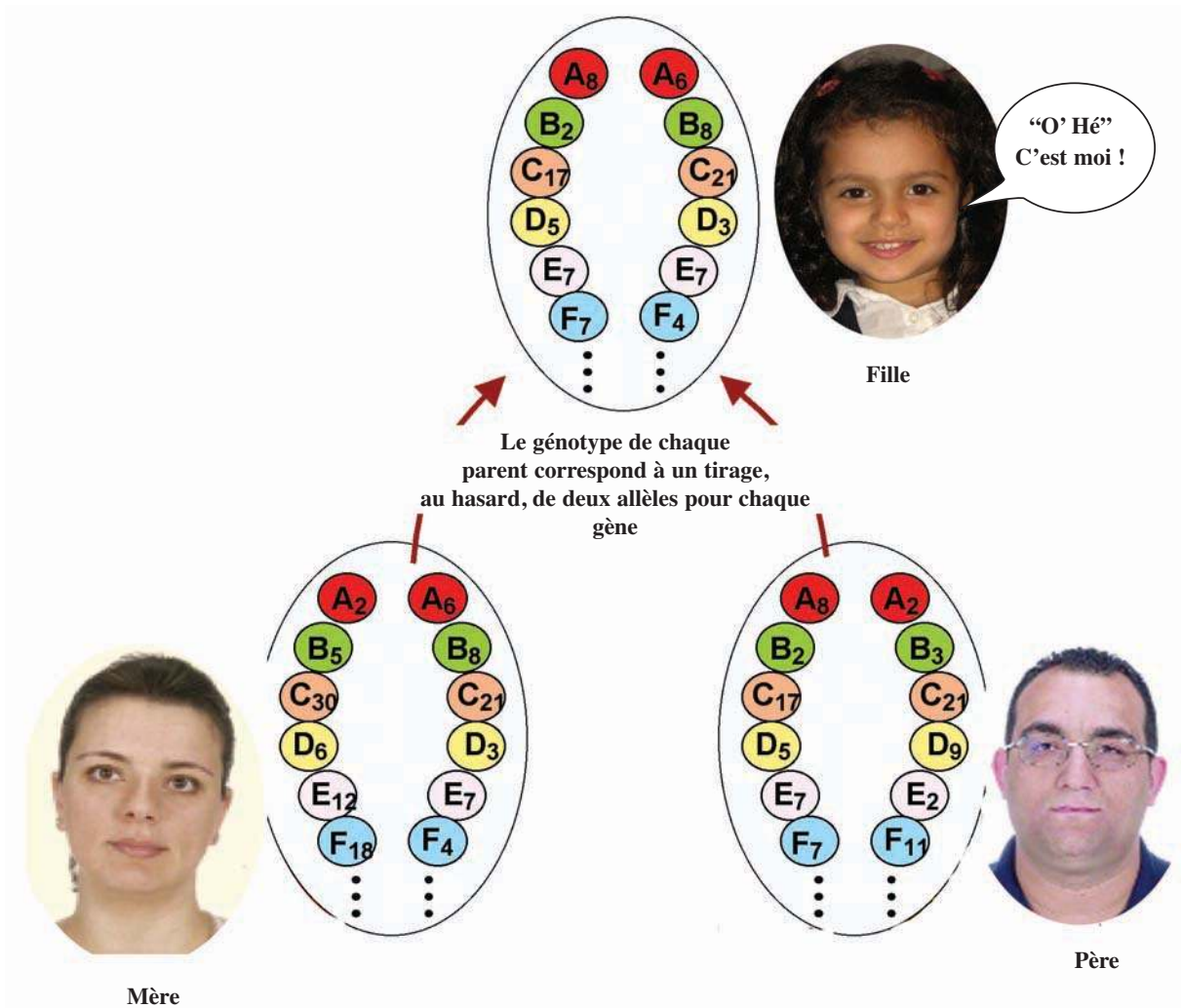
\* **Microphthalmie** : mutation réduisant les yeux chez la souris.

– Certaines mutations sont **létales**, (qui entraînent la mort). Ce sont les mutations qui affectent les organes vitaux : système nerveux, cœur...

– La mutation peut être **réversible**. Ainsi chez le Colibacille une mutation peut remplacer le caractère sensible à un antibiotique par le caractère résistant et inversement.

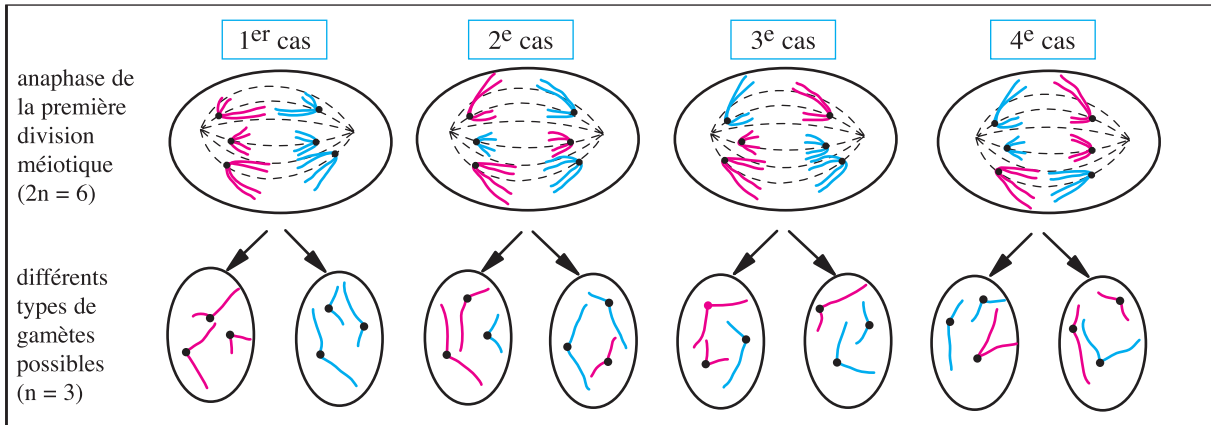
## 2 La reproduction sexuée source de diversité génétique

Le **polymorphisme** des descendants de mêmes parents (animaux et végétaux) s'explique par le **brassage chromosomique** au cours de la **méiose** et par la **fécondation**.



Le polymorphisme chez l'Homme, comme chez d'autres espèces, est déterminé par le brassage chromosomique (méiose) et par la fécondation. « qui fait un œuf fait du neuf » [A. Langaney](#).

### A - Le brassage interchromosomique



Les **chromosomes homologues** d'origine paternelle et maternelle appariés au cours de la prophase 1 et la métaphase 1 se **séparent** à l'anaphase 1, au hasard.

Il y a **brassage des chromosomes** d'origine **paternelle** et **maternelle**, ce qui conduit à la formation de gamètes haploïdes, caractérisé chacun par une **combinaison originale de chromosomes parentaux**.

Et comme les chromosomes sont des porteurs de gènes, les gamètes formés lors de la méiose représentent des collections très variées par la combinaison de gènes paternels et maternels.

### B - La fécondation amplifie la diversité génétique

Les gamètes ♂ et ♀ se rencontrent au hasard lors de la **fécondation**.

La diversité génétique des cellules œufs et par conséquent des descendants est supérieure à la diversité des gamètes.

Pour l'Homme  $2n = 46$ , il y a  $2^n$  types génétiques de gamètes ♂ et  $2^n$  types de gamètes ♀, ce qui donne  $(2^n \times 2^n = 2^{2n})$  types de cellules œufs.

Ainsi la probabilité que 2 gamètes ♂ identiques rencontrent 2 gamètes ♀ identiques pour produire 2 cellules œufs identiques, est pratiquement nulle.

Sur le plan génétique, chaque cellule œuf (donc chaque être vivant) dispose d'une combinaison de chromosomes d'origine paternelle et d'origine maternelle tout à fait originale.

Et comme les chromosomes sont les supports des gènes, la cellule œuf qui peut se former à la fécondation représente un **assortiment (combinaison) de gènes paternel et maternel unique** qui déterminera **l'unicité du futur être vivant**.

# E

## xercices

### EXERCICE 1/Q.C.M

Donnez la (ou les) bonne(s) réponse(s)

#### 1- Les mutations :

- a- modifient les gènes.
- b- produisent de nouveaux allèles.
- c- sont, toujours, héréditaires.
- d- produisent, toujours, de nouveaux phénotypes.

#### 2- Les mutations :

- a- sont spontanées, dans les conditions naturelles.
- b- peuvent être provoquées par certains facteurs.
- c- peuvent être létales.
- d- sont, toujours, désavantageuses.

#### 3- La méiose :

- a- concerne toutes les cellules de l'organisme.
- b- comporte 2 divisions identiques.
- c- produit des gamètes haploïdes.
- d- réduit le nombre de chromosomes.

#### 4- Au cours de la méiose, le brassage inter-chromosomique a lieu en :

- a- prophase 1.
- b- anaphase 1.
- c- télophase 1.
- d- anaphase2.

#### 5- Le brassage inter-chromosomique :

- a- a pour origine la séparation des 2 chromatides de chaque chromosome.
- b- a pour origine la séparation des 2 chromosomes homologues de chaque paire.
- c- produit des gamètes identiques.
- d- produit des gamètes génétiquement différents.

### EXERCICE 2

Soit la séquence de nucléotides d'un gène, représentée ci-dessous :

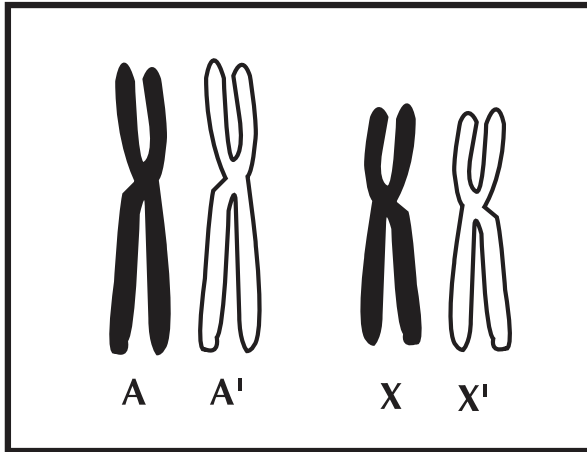
→ **Sens de lecture.**

T - A - C - G - A - C - C - A - C - C - T - C - T - C - C - A - C - G - G - A - C  
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21

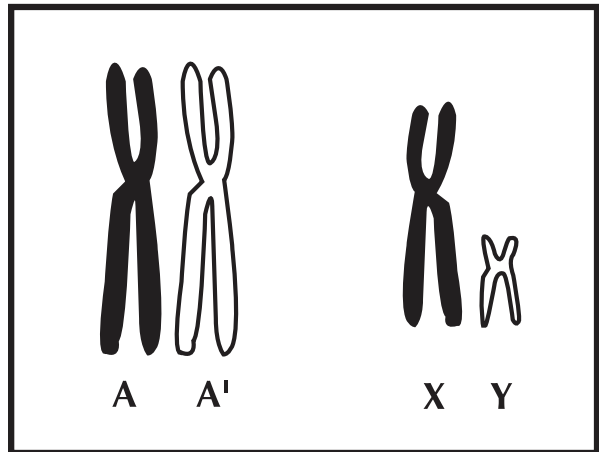
- 1- En vous aidant du tableau du code génétique page135, donnez la séquence de la chaîne polypeptidique dont ce gène gouverne la synthèse.
- 2- Indiquez quelle conséquence aurait, sur la structure de ce polypeptide, le remplacement sur le brin d'ADN transcrit du nucléotide de la position 4 par un nucléotide à adénine ?
- 3- Indiquez quelle conséquence aurait, sur la structure de ce polypeptide, l'incorporation sur le brin d'ADN transcrit d'un nucléotide à thymine entre 6 et 7 et la disparition du nucléotide à cytosine à la position 21 ?

**EXERCICE 3**

Les deux figures du document suivant représentent chacune deux paires de chromosomes : une paire d'autosomes AA' et une paire de chromosomes sexuels XX et XY pris de caryotypes de femme et d'homme.



Chez la femme

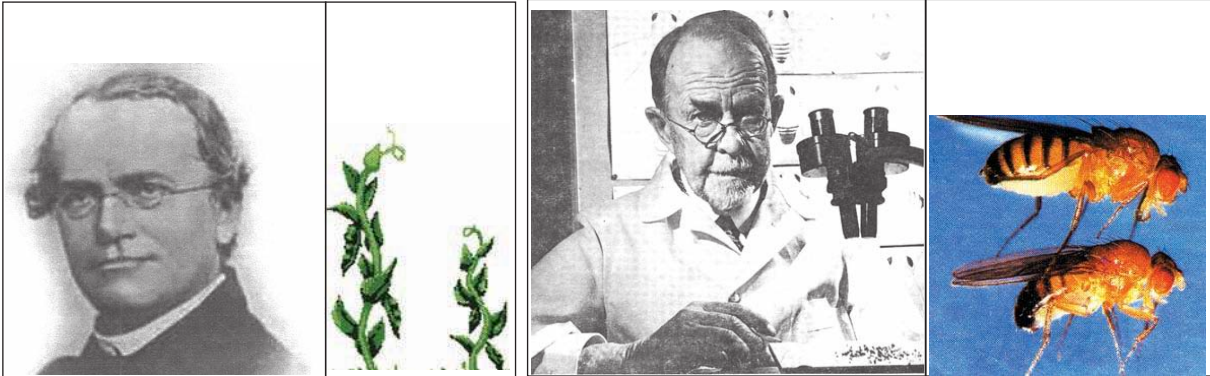


Chez l'homme

- 1- en utilisant les chromosomes schématisés dans le document, représenter la garniture chromosomique des différents types de gamètes ♂ et ♀ que peut donner chacun de ces individus.
- 2- Remplir le tableau suivant en utilisant les lettres A, A', X, X' et Y pour représenter les gamètes ♂ et ♀, ainsi que les zygotes obtenus de leurs rencontres.
- 3- Comparer les garnitures chromosomiques des zygotes obtenus avec celles du document ci-dessus. Que peut-on déduire.

Gamètes ♂	△	△	△	△
Gamètes ♀	○	○	○	○
○	○	○	○	○
○	○	○	○	○
○	○	○	○	○
○	○	○	○	○

## Chapitre 4 : L'INFORMATION GÉNÉTIQUE : SA TRANSMISSION



**1.** Le moine Grégor Mendel ( 1822 – 1884) est le fondateur de la génétique. Ses expériences sur le croisement du petit pois lui ont permis d'établir des lois : les lois de Mendel qui sont universelles et ce, avant même la découverte des chromosomes.

**2.** Thomas Morgan ( prix Nobel de génétique ) a établi en 1910, à partir d'expériences sur les croisements de la Drosophile, la théorie chromosomique de l'hérédité. Il a déterminé la position des gènes sur les chromosomes, chez la Drosophile.

Chaque être vivant, animal ou végétal présente des caractères d'origine paternelle et maternelle, mais parfois il présente des caractères de l'un des parents et parfois des caractères différents des caractères parentaux.

Au cours de la reproduction sexuée, deux parents, mâle et femelle, transmettent par leurs gamètes, à leurs descendants, un lot de **gènes paternels** et un lot de **gènes maternels**. Ces deux lots de gènes réunis dans l'œuf déterminent le sexe et les caractères de chaque descendant.

La **génétique dite formelle** ( fondée par Mendel ) qui a précédé historiquement la **génétique moléculaire** a établi des **lois** qui expliquent la **transmission des caractères à travers des générations**.

Cette science explique le comportement des gènes paternels et maternels lors de la méiose et à la fécondation. Elle explique les conditions de l'expression de ces gènes chez les descendants.

## OBJECTIFS

*L'élève sera capable :*

- ❖ **d'expliquer** la transmission des caractères héréditaires entre parents et descendants.
- ❖ **de raisonner** en utilisant des symboles et un vocabulaire génétique adéquats.
- ❖ **de résoudre** des problèmes de génétique, en appliquant des lois de Mendel.

# SITUATION PROBLÈME



3. Cheval pur-sang arabe



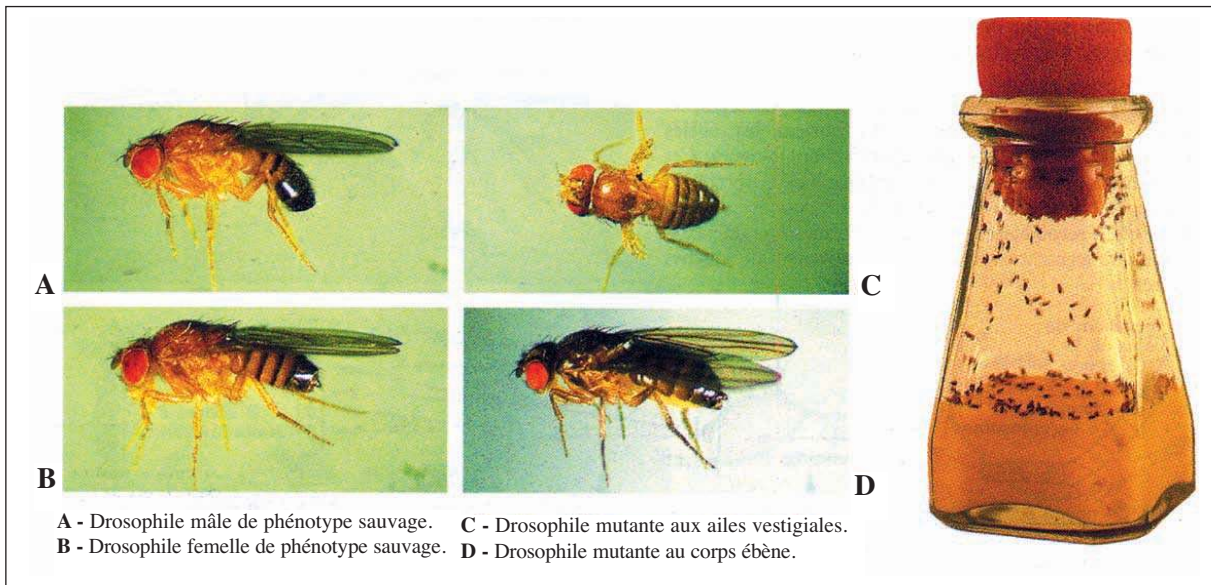
4. Cheval pur-sang anglais



5. Variété de blé hybride au milieu des 2 variétés parentales

- 1- Le pur-sang arabe et le pur-sang anglais sont deux **racés pures** de chevaux de grande valeur. La 1<sup>ère</sup> race se caractérise par l'harmonie, la beauté du corps, et la grande rapidité dans les courses. La 2<sup>ème</sup> race se distingue par la grande taille et l'endurance dans les courses ( moins rapide mais peut courir plus longtemps ). Les éleveurs cherchent à créer une autre race plus performante : l'anglo-arabe, à partir de croisements entre ces deux races.
- 2- Le blé tendre est une céréale d'importance capitale dans la nutrition de la population mondiale. Les agronomes cherchent, toujours et depuis longtemps, à **créer de nouvelles variétés** ( lignées ) pures plus rentables : taille plus grande de la tige, nombre de graines par épi plus grand, pourcentage en gluten dans les graines plus grand, résistance aux maladies. Chaque année des dizaines de nouvelles **lignées pures** sont commercialisées et cultivées pour augmenter le rendement. Mais la création d'une nouvelle lignée est le fruit d'une dizaine d'années d'expériences avec de nombreux croisements entre différentes lignées préexistantes. Il y a actuellement dans le monde plus de 30 000 lignées pures de blé.
- 3- L'agriculteur qui cultive une lignée pure peut, chaque année **stocker des semences pour les cultiver l'année suivante**. Mais depuis une 20<sup>aine</sup> d'années de nombreuses semences de qualité, de blé, de tomate, de piment, de pastèque, de maïs... ne peuvent être cultivées qu'une seule fois et l'agriculteur doit les acheter chaque année, ce sont les **variétés hybrides** qui sont **supérieures aux variétés pures**.

- 1- Comment réaliser des croisements entre animaux et entre végétaux ?
- 2- Qu'est ce qu'une lignée pure ?
- 3- Qu'est ce qu'un hybride ?
- 4- Comment identifier des individus de lignée pure et des individus hybrides ?
- 5- Comment se comportent les gènes paternels et les gènes maternels dans les gamètes et chez les descendants.
- 6- Les lois de la génétique permettent-elles de prévoir le résultat d'un croisement ?



### 6. Quelques mutations chez la drosophile

- Les caractères héréditaires se transmettent de parents aux descendants, ce sont des caractères d'espèce, de lignée et individuels.
- Un caractère héréditaire présente un ou plusieurs phénotypes, chaque phénotype est l'expression d'un génotype bien déterminé ( information génétique ou séquence d'ADN )
- Chaque gène occupe un emplacement bien déterminé sur un chromosome appelé locus.
- Les mutations modifient l'information génétique : les génotypes modifiés déterminent de nouveaux phénotypes.  
Les mutations favorisent la diversité génétique.
- Les cellules somatiques sont diploïdes à  $2n$  chromosomes.  
Les gamètes sont des cellules haploïdes à  $n$  chromosomes.  
La méiose réduit le nombre de chromosomes dans les gamètes : passage de  $2n$  à  $n$  chromosomes.  
La fécondation rétablit la diploïdie :  $n + n = 2n$  chromosomes.
- Les chromosomes paternels contenus dans les gamètes ♂ portent un lot de gènes paternels.  
Les chromosomes maternels contenus dans les gamètes ♀ portent un lot de gènes maternels.  
Ces deux lots sont réunis dans l'œuf et dans les cellules qui en proviennent par mitose.

### 1 « Les cobayes » des généticiens

#### 7. Petit pois (*Pisum sativum*)



C'est une légumineuse choisie par Mendel pour ses expériences. Cette espèce est facile à cultiver et son cycle de développement est assez court : quelques mois de la graine à la graine.

Il existe plusieurs variétés de petit pois : à tiges longues ou courtes, à graines vertes ou jaunes, à cotylédons jaunes ou verts, à graines lisses ou ridées, etc...

Cette plante se caractérise par une fleur bisexuée (pistil et étamines). La fleur est fermée et autoféconde.

C'est une espèce prolifique : une graine donne une plante qui produit, après fécondation, de nombreux fruits appelés gousses. Chaque gousse contient de nombreuses graines.

Un croisement entre deux plants peut donner une centaine de graines.

La méthode d'étude utilisée en génétique est fondée sur la réalisation de croisements expérimentaux. Le croisement est réalisé entre des individus ♀ et des individus ♂ (les parents) de même espèce mais appartenant à deux lignées différentes.

Les documents 7 – 8 – 9 et 10 présentent des espèces très utilisées par les généticiens dans leurs expériences.

**Saisissez des informations pour argumenter le choix de ces espèces.**

#### 8. Drosophile (*Drosophila mélanogaster*)



C'est une petite mouche de 3 à 4 mm qui est fréquente au printemps et en été, sur des fruits très mûrs (raisins, banane...), en fermentation (d'où son appellation mouche de vinaigre). Elle se nourrit de levure.

La drosophile est un insecte qui se caractérise par :

- la facilité de son élevage.
- la facilité de l'identification des ♂ et des ♀ et donc de leur séparation pour contrôler les croisements.



Abdomen ♂



Abdomen ♀

- la brièveté de son cycle de développement : après 12 jours de leur éclosion, les larves deviennent des adultes et se reproduisent.

- la fécondité : Une femelle peut donner 200 à 300 descendants au cours de sa vie.

- l'existence d'un grand nombre de lignées mutantes présentant des caractères héréditaires très variés : couleur des yeux, couleur du corps, aspect des ailes.

#### 9. La souris (*Mus musculus*)



C'est un petit mammifère omnivore facile à élever au laboratoire. Cette espèce comprend de nombreuses lignées différentes par la couleur du pelage et la longueur de la queue. En une année, la femelle peut s'accoupler plusieurs fois et donner plusieurs portées successives. Chaque portée comporte 8 à 12 souriceaux qui arrivent à maturité sexuelle après quelques mois.

#### 10. Le Maïs (*Zéa mays*)



C'est une céréale cultivée par l'Homme depuis 7000 ans. Cette espèce comprend des centaines de variétés (> 300). Parmi les variétés connues, on cite le maïs rouge, le maïs blanc, le maïs noir, le maïs sucré, le maïs denté, le maïs corné, le maïs farineux... La plante issue de la germination d'une graine porte des fleurs ♂ et des fleurs ♀ séparées. Les fleurs ♀ fécondées donnent de grands épis. Les graines portées par un épi sont nombreuses et constituent une génération.

2

**Transmission d'un couple d'allèles chez les diploïdes :  
Comment réaliser des croisements ?**

**A - Chez les animaux**

**a) Choix des lignées :** On choisit deux lignées d'une même espèce qui présentent une stabilité du caractère à étudier : les individus de chaque lignée transmettent le phénotype considéré sans modification, au cours de plusieurs générations. Ainsi une lignée de souris grise se reproduit en ne donnant que des souris grises à travers des générations successives, on parle de lignée pure.

**b) Accouplement des parents :** On réunit des mâles et des femelles des deux lignées pour favoriser leur accouplement. On isole les femelles en gestation jusqu'à la mise bas. Les descendants sont contrôlés dans un élevage isolé : C'est la 1<sup>ère</sup> génération ou F1. A maturité sexuelle, les ♂ et les ♀ de la F1 sont accouplés à leur tour ; leurs descendants constituent la 2<sup>ème</sup> génération ou F2. Ces deux types de croisements doivent être répétés afin d'obtenir des descendants suffisamment nombreux permettant une analyse statistique.

**B - Chez les végétaux**

**a) Choix des lignées :** Le choix des variétés se fait de la même façon que chez les animaux.

**b) Autofécondation et fécondation croisée :** Le croisement de deux plantes de deux lignées pures différentes donne des graines qui constituent la 1<sup>ère</sup> génération (F<sub>1</sub>).

Pour croiser deux plantes de deux lignées, on réalise une pollinisation artificielle qui entraîne une fécondation croisée : le pollen de l'une féconde les ovules de l'autre.

**Fleur unisexuée :** On pollinise artificiellement les fleurs femelles d'une plante de la première lignée ( parent femelle ) par le pollen prélevé sur les étamines des fleurs d'une plante de la 2<sup>ème</sup> lignée ( parent mâle ).



11. Castration de la fleur du Blé

**Fleur bisexuée :** Chez la plante de la 1<sup>ère</sup> lignée pure, on coupe manuellement les étamines avant leur maturation. On peut aussi les stériliser chimiquement. La fleur ainsi traitée est dite castrée, c'est une fleur femelle ( parent femelle ) qu'on peut polliniser artificiellement en déposant sur son pistil le pollen prélevé sur les étamines d'une plante de la 2<sup>ème</sup> lignée pure ( parent ♂ ).

Pour obtenir la 2<sup>ème</sup> génération (F<sub>2</sub>) on laisse les plants de la F1 s'autoféconder.

Lorsque la fleur est de type fermé ( exemple du pois ), l'autofécondation est assurée. Mais pour les fleurs ouvertes, il faut isoler la fleur si l'on veut éviter l'arrivée d'un pollen étranger.

Chez le Maïs les fleurs ♂ et les fleurs ♀ sont séparées. Dans ce cas il faut contrôler l'arrivée du pollen sur l'inflorescence ♀ de la même plante, si l'on veut assurer l'autofécondation.

	Pollinisation artificielle : Fécondation croisée	Pollinisation naturelle : Autofécondation
Petits pois	<p>HIBRIDATION</p> <p>étamines sectionnées avant maturités</p> <p>pollen</p> <p>pistil</p> <p>F<sub>1</sub></p>	<p>AUTOFECONDATION</p> <p>F<sub>2</sub></p>
Blé	<p>Épillet</p> <p>Pollén étranger</p> <p>Bâillement</p> <p>Lodicule</p> <p>Épi</p> <p>On peut couper les étamines ou les stériliser chimiquement, la fleur ainsi traitée s'ouvre (baille), ce qui permet la pollinisation artificielle.</p>	<p>Épillet</p> <p>Glumette</p> <p>Anthère</p> <p>Pollen</p> <p>Filet</p> <p>Étamine</p> <p>Ovaire</p> <p>Épi</p>
Maïs		

12.

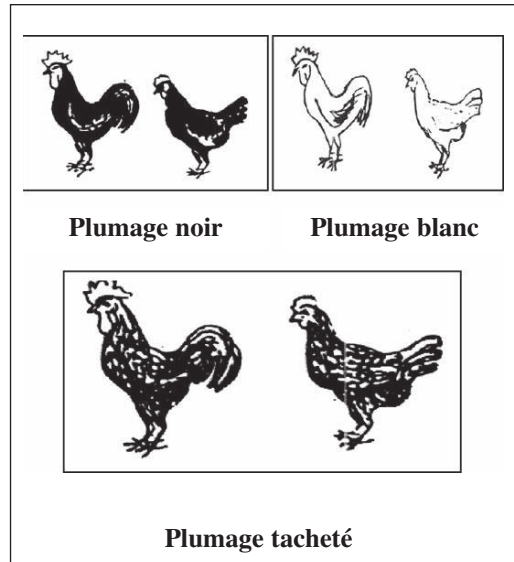
En vous aidant des informations saisies dans ces documents, décrivez les techniques de croisements entre 2 lignées pures différentes chez le petit pois et chez le Maïs permettant de donner des descendants de 1<sup>ère</sup> et de la 2<sup>ème</sup> génération.

### 3 Interpréter des croisements : croisements entre des volailles

#### A - Données du problème

Dans un élevage de volailles les coqs et les poules peuvent être à plumage noir, à plumage blanc ou à plumage tacheté ( juxtaposition de points noirs et de points blancs ) appelé aussi plumage «bleu». Pour étudier la transmission du caractère couleur du plumage, on réalise les croisements suivants :

- **premier croisement** : le croisement entre un coq et des poules noirs donne toujours des descendants noirs sur des générations successives.
- **deuxième croisement** : le croisement entre un coq blanc et des poules blanches donne toujours des descendants blancs sur plusieurs générations successives.
- **troisième croisement** : le croisement entre un coq et une poule, l'un à plumage blanc et l'autre à plumage noir donne des descendants à plumage tacheté.
- **quatrième croisement** : le croisement entre un coq et des poules tachetés donne une descendance hétérogène : des volailles noires, des volailles blanches et des volailles tachetées.



13. Volailles présentant les trois phénotypes étudiés

La composition numérique de cette descendance est indiquée dans le tableau du document 14.

Analysez et interprétez les résultats des différents croisements.

Couvée n°	Volailles blanches	Volailles noires	Volailles tachetées
1	5	5	9
2	4	6	11
3	4	6	11
4	6	5	10
5	6	4	9
6	5	5	12
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>62</b>

14. Résultats du 4<sup>ème</sup> croisement

#### B - Analyse des résultats des croisements

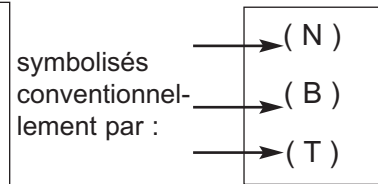
##### Analyser un croisement, c'est :

- Indiquer si les individus croisés sont de même lignée ou de lignées différentes.
- Identifier les différentes lignées croisées.
- Indiquer le nombre de caractères étudiés.
- Indiquer le nombre de phénotypes correspondant au caractère étudié.
- Proposer des symboles phénotypiques.
- Représenter les croisements en utilisant des symboles phénotypiques.
- Déterminer la composition statistique des descendants.
- Comparer les phénotypes des descendants à ceux des parents.

- Les individus croisés sont de même espèce.
- Ils appartiennent à 3 lignées : lignée noire, lignée blanche, lignée tachetée.
- Le caractère étudié est :

- Il se manifeste par 3 phénotypes :

.....
.....
.....



- Représentez les croisements par des symboles phénotypiques.
- Déterminer la répartition statistique des descendance.

**Reproduisez et complétez le tableau suivant :**

	1 <sup>er</sup> croisement	2 <sup>ème</sup> croisement	3 <sup>ème</sup> croisement	4 <sup>ème</sup> croisement
- Parents croisés - Phénotypes	$P_1 \text{ ♂ } \times P_2 \text{ ♀}$ $(N) \quad (N)$			
- 1 <sup>ère</sup> génération F <sub>1</sub> - Phénotypes - %	$\text{♂ } \downarrow \text{ ♀}$ $(N) \quad (N)$ <p>100%</p>			
- Croisement F <sub>1</sub> x F <sub>1</sub> - Phénotypes	$\text{♂ } F_1 \times \text{♀ } F_1$ $(N) \quad (N)$			
- 2 <sup>ème</sup> génération F <sub>2</sub> - Phénotypes - %	$\text{♂ } \downarrow \text{ ♀}$ $(N) \quad (N)$ <p>100%</p>			

Il y a une relation entre le 3<sup>ème</sup> et le 4<sup>ème</sup> croisement.

- 1- Indiquez ce que représentent les parents croisés dans le 4<sup>ème</sup> croisement par rapport à ceux du 3<sup>ème</sup> croisement.
- 2- Indiquez ce que représente la descendance du 4<sup>ème</sup> croisement par rapport aux parents du 3<sup>ème</sup> croisement.

C - Interprétation des résultats

a) Interpréter un croisement, c'est :

- Identifier parmi les individus croisés ceux qui sont de lignée pure et ceux qui sont de lignée hybride ( non pure ).
- Formuler des hypothèses sur :
  - \* Le nombre de gènes qui déterminent le caractère étudié.
  - \* La relation entre le gène paternel et le gène maternel lorsqu'ils sont différents et se réunissent dans les descendants.
- Utiliser ces hypothèses pour expliquer les données du problème :
  - \* Déterminer les génotypes des parents et des descendants.
  - \* Montrer comment les gènes paternels et maternels se transmettent par les gamètes et se réunissent dans les œufs.
  - \* Déterminer les répartitions statistiques réelles et théoriques de la descendance.
- Vérifier la validité des hypothèses : comparer les résultats théoriques et les données expérimentales.

Le document 14 ci-contre présente des définitions.

- 1- Nommez les lignées pures et les hybrides dans les croisements étudiés.
- 2- Précisez quel type d'hybridation correspond au croisements étudiés

**Lignée pure ou race pure** : des individus sont dits de même lignée pure lorsque croisés entre eux, ils donnent des descendants qui ont le même phénotype, à toutes les générations.

**Hybridisme** : croisement entre deux lignées différent par 1 ou plusieurs caractères.

**Hybride** : descendant issu du croisement de deux parents de même espèce et différent par un ou plusieurs caractères héréditaires.

**Monohybridisme** : Croisement entre 2 lignées différent par un seul caractère. **Dihybridisme** : Croisement entre 2 lignées différent par deux caractères.

Document 14.

b) Hypothèse :

**Hypothèse 1** : On considère l'hypothèse la plus simple : un seul gène détermine le caractère étudié ( couleur du plumage ). Ce gène occupe une position bien déterminée : le locus sur une paire de chromosomes homologues. Au niveau de ce locus, une version du gène appelée allèle détermine le phénotype plumage noir. Une deuxième version du gène ou deuxième allèle détermine le phénotype plumage blanc ( voir document ci-contre ).

On symbolise chacun des deux allèles par une lettre :

**A** : est l'allèle qui détermine le phénotype noir.

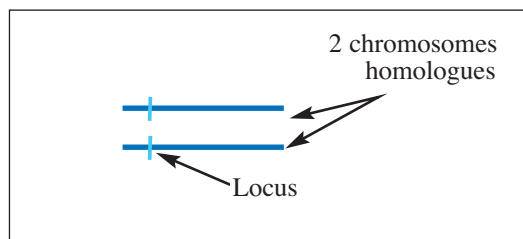
A → ( N )

**B** : est l'allèle qui détermine le phénotype blanc.

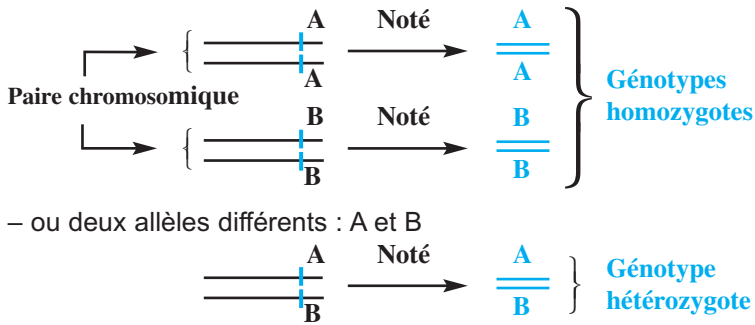
B → ( B )

**Hypothèse 2** : Un coq ou une poule est un individu diploïde à 2n chromosomes. Pour une paire de chromosomes donnée les 2 loci ( pluriel de locus ) peuvent être occupés soit par :

- la même version du gène, c'est à dire le même allèle.



Le locus est occupé par un gène qui détermine le caractère couleur du plumage. Au niveau d'une paire de chromosomes homologues, le gène comprend un couple d'allèles : chaque allèle occupe le même locus sur un des deux chromosomes homologues.



**Génotype** : le génotype est l'ensemble de gènes qui contrôlent un caractère.

Dans l'exemple étudié, le génotype correspond à un gène ou couple d'allèles.

**Génotype homozygote** : c'est un couple d'allèles identiques ; soient :

$$\frac{\text{A}}{\text{A}} \text{ ou } \frac{\text{B}}{\text{B}}$$

**Génotype hétérozygote** : c'est un couple d'allèles différents ; soit :

$$\frac{\text{A}}{\text{B}}$$

Notre deuxième hypothèse précise la relation entre les deux allèles A et B au niveau d'un génotype hétérozygote.

Elle répond à la question : A quel phénotype correspond le génotype A/B ? 3 cas possibles se présentent :

1<sup>er</sup> cas : le génotype A/B  $\xrightarrow{\text{détermine}}$  ( N ) c'est à dire l'allèle A domine l'allèle B

2<sup>ème</sup> cas : le génotype A/B  $\longrightarrow$  ( B ) c'est à dire l'allèle B domine l'allèle A

3<sup>ème</sup> cas : le génotype A/B  $\longrightarrow$  ( T ) c'est à dire les deux allèles sont codominants.

**Précisez laquelle de ces 3 hypothèses est la plus probable à adopter dans l'exemple étudié ?**

**c) Application des hypothèses :**

\* Détermination des génotypes des parents et des descendants.

**Reproduisez et complétez le tableau suivant.**

	1 <sup>er</sup> croisement	2 <sup>ème</sup> croisement	3 <sup>ème</sup> croisement
- Parents ( 2n )	P <sub>1</sub> ♂ x P <sub>2</sub> ♀		
- Phénotypes	(N) (N)		
- Génotypes	$\frac{\text{A}}{\text{A}}$ $\frac{\text{A}}{\text{A}}$		
- Gamètes ( n )	↓ ↓		
- Génotypes	$\frac{\text{A}}{\text{A}}$ $\frac{\text{A}}{\text{A}}$		
- %	100% 100%		
- F <sub>1</sub> ( 2n )	↙ ↘		
- Génotypes	$\frac{\text{A}}{\text{A}}$		
- Phénotypes	(A)		
- %	100%		

\* **Déduire des conclusions** : complétez les phrases suivantes en choisissant les mots qui conviennent :

- Uniforme
  - Hétérogène
  - Homozygote
  - Hétérozygote
- Un individu de lignée pure a un génotype .....
  - Un individu hybride a un génotype .....
  - La F<sub>1</sub> issue du croisement de deux lignées pures est .....

Interprétation du 4<sup>ème</sup> croisement :

La descendance du 4<sup>ème</sup> croisement correspond à la F<sub>2</sub> du 3<sup>ème</sup> croisement : elle résulte du croisement des hybrides de la F<sub>1</sub> issue du 3<sup>ème</sup> croisement.

**Reproduisez et complétez le tableau suivant.**

Descendance du 4 <sup>ème</sup> croisement = F <sub>2</sub> du 3 <sup>ème</sup> croisement			
<b>Parents ( 2n )</b>	$\text{♂ F}_1$ ( )	x	$\text{♀ F}_1$ ( )
- Phénotypes			
- Génotypes	$\frac{\cdot}{\text{=}}$		$\frac{\cdot}{\text{=}}$
<b>Gamètes ( n )</b>	$\text{♂}$		$\text{♀}$
- Génotypes	$\frac{\cdot}{\text{—}}$ $\frac{\cdot}{\text{—}}$		$\frac{\cdot}{\text{—}}$ $\frac{\cdot}{\text{—}}$
- %	·		·
<b>F<sub>2</sub> ( 2 n )</b>	Gamètes $\text{♂}$	$\frac{\cdot}{\text{—}}$	$\frac{\cdot}{\text{—}}$
	Gamètes $\text{♀}$	$\frac{\cdot}{\text{=}}$ ( )	$\frac{\cdot}{\text{=}}$ ( )
	$\frac{\cdot}{\text{—}}$	$\frac{\cdot}{\text{=}}$ ( )	$\frac{\cdot}{\text{=}}$ ( )
<b>Tableau de rencontre des gamètes ou échiquier</b>			

\* **Déduire des conclusions** : complétez les phrases suivantes par les mots convenables.

- identiques
  - différents
  - hétérogène
  - uniforme
- Un individu de génotype homozygote donne des gamètes .....
  - Un individu de génotype hétérozygote donne des gamètes .....
  - La descendance issue du croisement de deux individus hybrides est .....

**d) Comparaison des résultats théoriques et des résultats réels :**

- Pour le 1<sup>er</sup>, le 2<sup>ème</sup>, et le 3<sup>ème</sup> croisement, le résultat théorique est identique au résultat réel.
- Pour le 4<sup>ème</sup> croisement.

Résultats théoriques		Résultats réels
Génotypes	Phénotypes	Phénotypes
A // A 25 %	→ ( N ) 25 % soit $\frac{(30 + 31 + 62) \times 25}{100} = 30,2$	( N ) = 31
B // B 25 %	→ ( B ) 25 % soit $\frac{(30 + 31 + 62) \times 25}{100} = 30,2$	( B ) = 30
A // B 50 %	→ ( T ) 50 % soit $\frac{(30 + 31 + 62) \times 50}{100} = 61,5$	( T ) = 62

La répartition statistique théorique et la répartition statistique réelle ne sont pas identiques, mais sont très proches. Les différences constatées sont dues au hasard.

**D - Conclusions**

- a)** L'hypothèse qu'un gène ou couple d'allèles détermine le caractère couleur du plumage étudié ainsi que l'hypothèse de la codominance entre les deux allèles A et B de ce gène nous ont permis :
- d'expliquer la transmission de ce caractère des parents à leurs descendants.
  - d'expliquer la répartition statistique des phénotypes obtenus dans les différentes descendance.
- Les deux hypothèses adoptées sont donc validées.

**b) Les lois de Mendel :**

En 1865 Mendel a établi deux lois, à partir de ses travaux en génétique sur des croisements de lignées de petit pois. Ces lois sont devenues universelles : valables pour tous les descendants.

<b>1<sup>ère</sup> loi de Mendel : loi de l'uniformité de la F<sub>1</sub></b>
La F <sub>1</sub> issue du croisement de deux lignées pures est uniforme : de même génotype et de même phénotype.
<b>2<sup>ème</sup> loi de Mendel : loi de la pureté des gamètes</b>
Un individu hybride est de génotype hétérozygote ( A // B par exemple ) donne deux types de gamètes : chaque gamète ne contient qu'un seul allèle à la fois : l'allèle A ou l'allèle B on dit qu'il y a disjonction ( séparation ) des deux allèles à la gamétogenèse. L'allèle contenu dans le gamète garde son information génétique intacte. Le gamète est dit pur.

**c) Une répartition caractéristique :**

Toute descendance composée de 3 phénotypes, avec des proportions de 1/4, 1/4 et 1/2 .	→	est caractéristique d'une F <sub>2</sub> de monohybridisme avec codominance.
---	---	--

## 4 Interprétation de croisements : croisement de deux variétés de blé

### A - Données du problème

Le **Blé** est une espèce végétale diploïde à  $2n = 42$  chromosomes. Il existe de nombreuses variétés pures de Blé qui se distinguent par divers caractères héréditaires : taille de la plante, taille de l'épi, nombre de graines par épi, pourcentage en gluten (protéine), résistance au froid, résistance à la sécheresse, résistance aux maladies, etc...

Lorsqu'on cultive une **variété pure**, l'agriculteur peut prélever, chaque saison, des semences pour la saison suivante. Mais les agriculteurs préfèrent, depuis des années, la culture des **Blés hybrides** qui présentent des avantages sur les deux variétés parentales pures. Or les semences obtenues à partir du Blé hybride ne sont pas bonnes à cultiver.

L'agriculteur doit donc acheter, chaque saison, de nouvelles semences. Pour expliquer les faits constatés on étudie la transmission d'un caractère héréditaire dans les croisements suivants :

**Exemple** : Variété pure de Blé à taille haute et variété pure de Blé à taille courte.

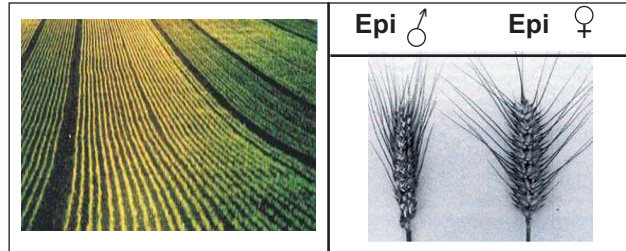
Premier croisement : L'autofécondation des plants d'une variété pure de Blé à taille haute donne des plants de la même variété, à n'importe quelle génération.

Deuxième croisement : L'autofécondation des plants d'une variété pure de Blé à taille courte donne des plants de la même variété, à toutes les générations.

Troisième croisement : Le croisement d'une variété à taille haute avec une variété à taille courte donne une  $F_1$  uniforme à taille haute.

Quatrième croisement : Lorsqu'on laisse les plantes de la  $F_1$  s'autoféconder, on obtient une  $F_2$  hétérogène :

- 754 plants à tailles hautes.
- 246 plants à tailles courtes.



#### Qu'est ce que le Blé hybride ?

Le Blé hybride s'obtient par croisement de deux lignées pures :

- une lignée dont les épis sont à étamines coupées ou à pollen stérilisé chimiquement. C'est la **lignée mâle stérile** ou **parent femelle** qui sera le porte graine.
- l'autre lignée à épi fertile joue le rôle de pollinisateur de la première lignée c'est le **parent mâle**.

#### Comment réaliser la fécondation croisée entre deux lignées ?

Les deux lignées pures sont cultivées en bandes alternées. Avant la floraison, on pulvérise sur une lignée un produit chimique qui stérilise les étamines. Cette bande mâle stérile constitue le parent femelle. Cette dernière est pollinisée par le pollen de l'autre lignée non traitée.

#### Pourquoi préfère-t-on le Blé hybride ?

« ... En conditions identiques, il atteint toujours un rendement  $> 7$  quintaux, voire bien davantage : plus l'année est sèche, plus l'écart est favorable au Blé hybride.

La rusticité de l'hybride permet quelques économies de traitements. Pas de souci avec les limaces, car elles ne l'aiment pas. Beaucoup moins sensible aux maladies, les doses (de pesticides) peuvent être réduites. Il résiste à la gelée et à l'humidité »

*Propos d'un agriculteur.*

1- Quelles conclusions pouvez-vous dégager de l'analyse de ces croisements ?

2- Interprétez les résultats obtenus.

B - Analyse

Reproduisez et complétez le tableau suivant :

Analyse	Conclusion
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Les deux variétés croisées appartiennent à la même espèce : Blé.</li> <li>– Les deux variétés croisées diffèrent par un caractère héréditaire : taille de la tige.</li> <li>– La F<sub>1</sub> est uniforme : toutes les plantes ont le phénotype taille haute.</li> <li>– La F<sub>2</sub> est hétérogène mais ne présente pas 3 phénotypes selon la répartition 1/4 , 1/2 , 1/4.</li> </ul>	

C - Interprétation des résultats

a) Hypothèses :

Proposer deux hypothèses sur :

- Le nombre de gènes impliqués.
- La dominance entre les allèles impliqués.

b) Détermination des phénotypes et des génotypes :

Le couple d'allèles ( A/a ) contrôle le

Caractère : taille de la tige.

L'allèle "A" détermine le phénotype taille haute ( H ).

L'allèle "a" détermine le phénotype taille courte ( c ).

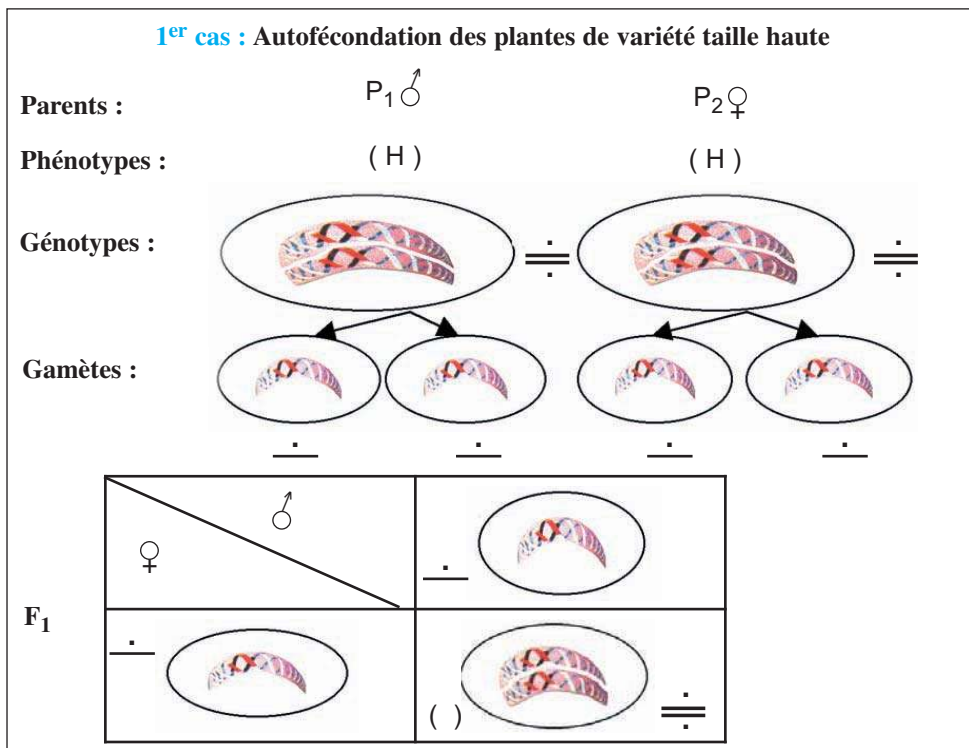
A → ( H )

a → ( c )

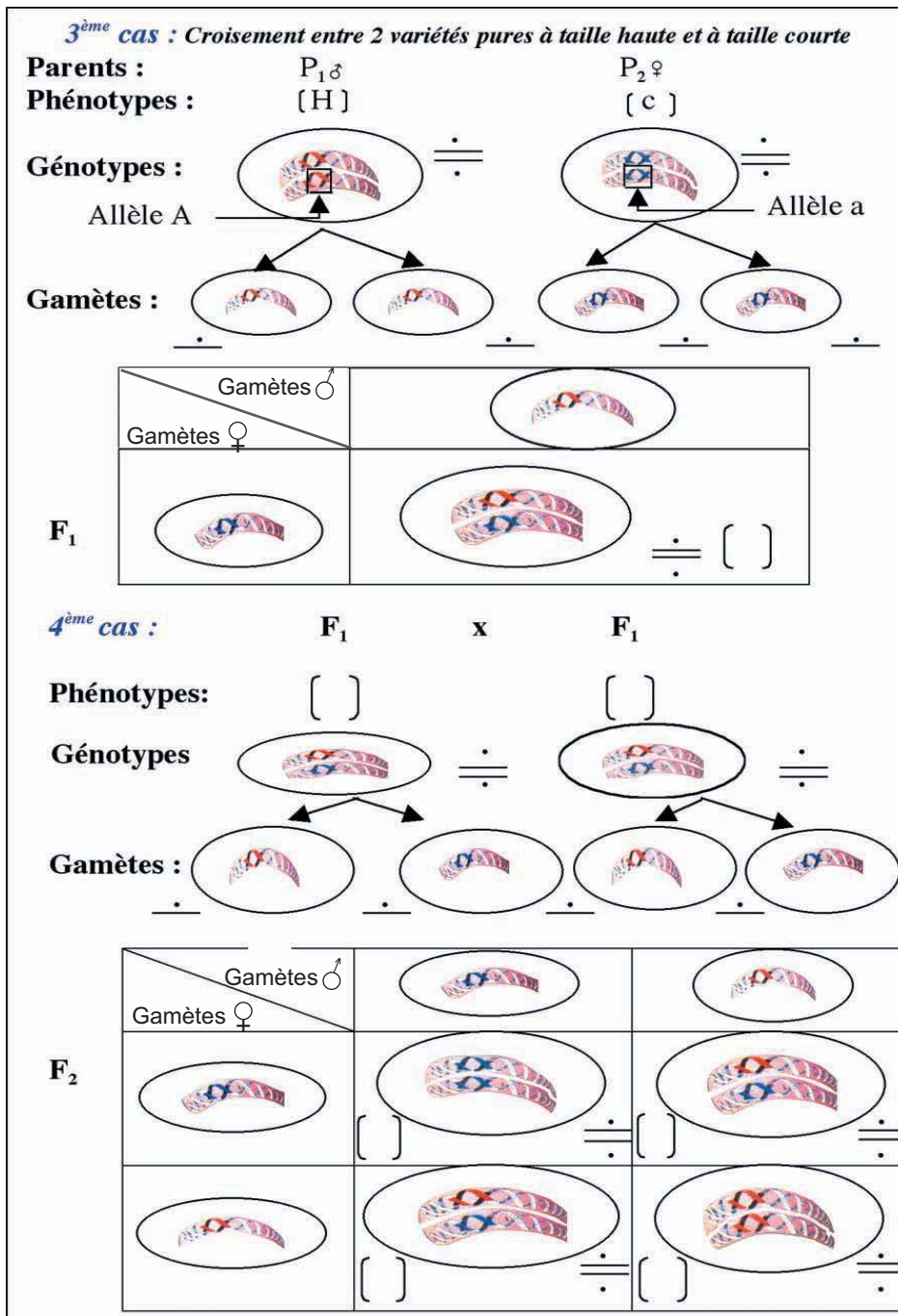
A : allèle dominant, ( H ) phénotype dominant.

a : allèle récessif, ( c ) phénotype récessif.

Le document 15 présente l'interprétation chromosomique du croisement entre les plantes de même phénotype : tiges hautes.



15. Résultats théoriques du premier croisement



16. Résultats théoriques du troisième et quatrième croisement

Le document 16 présente l'interprétation chromosomique d'un croisement entre deux lignées qui diffèrent par la longueur des tiges, et d'un croisement entre les individus F<sub>1</sub>.

La F<sub>1</sub> est composée d'hybrides de phénotype parental dominant H .  
En réalité les hybrides de la F<sub>1</sub> ont une taille supérieure à celle de la variété pure à taille haute. ( Voir document 5 ).



**6** *Hérédité liée au sexe*

**A - Données du problème**

En 1914 – 1915 Thomas Morgan et ses collaborateurs ont réalisé des expériences sur le croisement de deux lignées de Drosophiles :

- la lignée sauvage à yeux rouges.
- une lignée mutante à yeux blancs ( mutation white ).

Les résultats obtenus sont donnés dans le document ci-dessous.

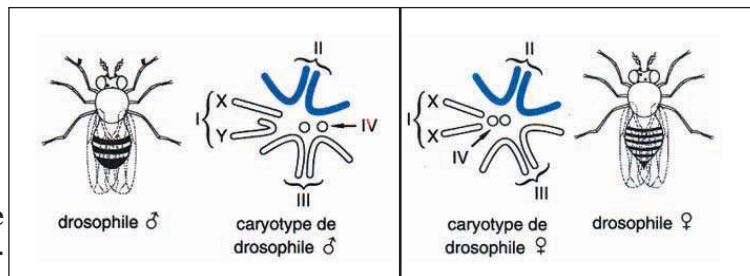
1 <sup>er</sup> croisement	2 <sup>ème</sup> croisement ou croisement réciproque
Le croisement d'une drosophile ♀ sauvage avec une drosophile ♂ mutante «white» donne une descendance composée de 50 % de ♂ et 50 % ♀ mais toute cette descendance présente le phénotype parental sauvage (yeux rouges).	Le croisement réciproque, entre une drosophile ♂ sauvage de lignée pure et une drosophile ♀ mutante «white» donne une descendance composée de 50 % de ♂ et 50 % de ♀ mais toutes les ♀ sont de phénotype sauvage ( yeux rouges ) et tous les ♂ sont de phénotype white.

**Quelles questions pose l'analyse des résultats de ces deux croisements ?**

**Quelles hypothèses peut-on avancer en réponse à ces questions ?**

**B - Hérédité du sexe**

**a)** Le document ci-contre présente les caryotypes ♂ et ♀ chez la Drosophile.

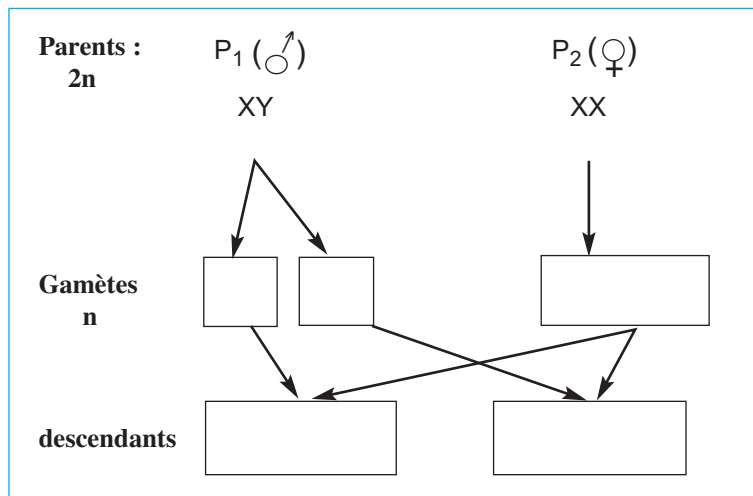


18. Caryotype de la Drosophile 2n = 8

**Montrer, à partir de l'analyse de ces caryotypes, que la détermination du sexe est chromosomique chez la Drosophile (chez l'Homme aussi).**

**b)** Les chromosomes sexuels sont :  
 – parfaitement homologues chez la ♀ ; ils sont notés X X .  
 – partiellement homologues chez le ♂ ; ils sont notés XY .

**Montrez comment le croisement de deux drosophiles ♂ et ♀ donne dans la descendance autant de ♂ que de ♀, complétez le raisonnement présenté dans le document ci-contre.**



C - Hérité lié au sexe

a) Analyse et conclusions :

Reproduisez et complétez le document ci-dessous par des conclusions convenables.

Analyses	Conclusions
– Les deux parents croisés sont de même espèce ( drosophile ) et appartiennent à deux lignées différentes par un seul caractère héréditaire : couleur des yeux.	..... ..... .....
– Le premier croisement entre deux lignées de phénotypes différents donne une descendance homogène.	..... ..... .....
– La F <sub>1</sub> du premier croisement est uniforme et de phénotype parental sauvage.	..... ..... .....
– La composition du premier et du deuxième croisement montre que le changement du sexe des deux lignées parentales croisées entraîne un changement de la composition de la descendance.	..... ..... .....
– La descendance du deuxième croisement issue de parents de lignées pures est hétérogène : les ♂ sont de phénotype mutant et les ♀ sont de phénotype sauvage.	..... ..... .....

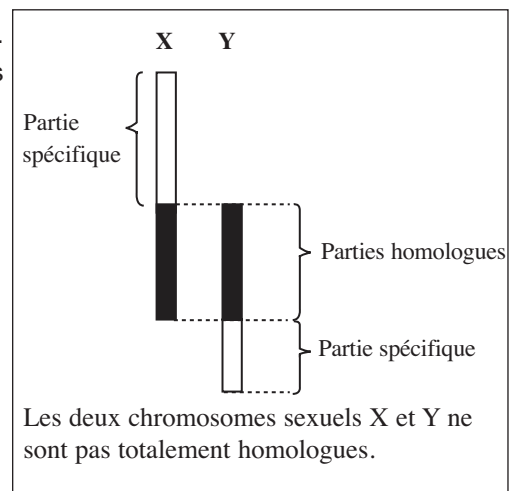
b) Hypothèse :

- Un gène ou couple d'allèles contrôle le caractère étudié.
- Il y a une relation de dominance entre les deux types d'allèles et les deux phénotypes correspondants.
- Le gène impliqué est porté par un chromosome sexuel.

Couple d'allèles { A → (S) Phénotype sauvage.  
a → (w) Phénotype mutant (white).

«A» domine «a»  
(S) domine (w)

Le document ci-contre présente les deux chromosomes sexuels X et Y.



Déterminer, à l'aide d'un raisonnement rigoureux le locus (emplacement) du gène étudié (3 cas sont à discuter).

c) *Interprétation :*

Vérifions l'hypothèse d'un gène ou couple d'allèles qui serait localisé sur la partie spécifique du chromosome X, ainsi que l'hypothèse de dominance du phénotype sauvage sur le phénotype mutant.

Reproduisez et complétez le document ci-dessous :

1 <sup>er</sup> croisement	2 <sup>ème</sup> croisement
<b>Parents :</b> P <sub>1</sub> ♀      P <sub>2</sub> ♂ Phénotypes : ( S )      ( w ) Génotypes : X <sub>A</sub> // X <sub>A</sub> X <sub>w</sub> // Y	<b>Parents :</b> P <sub>1</sub> ♂      P <sub>2</sub> ♀ Phénotypes : ( S )      ( w )
<b>Gamètes :</b> Génotypes : ....      ....      ....      .... %	
<b>F<sub>1</sub> ( 2n ) :</b> Génotypes : Phénotypes : % Descendants ♂      Descendants ♀	

Comparez les résultats théoriques donnés par le raisonnement avec les données expérimentales ( réelles ).

Que pouvez-vous en déduire ?

### 1 Transmission d'un couple d'allèles chez les diploïdes

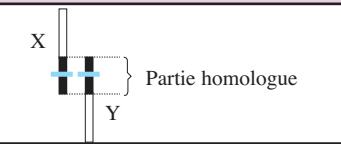
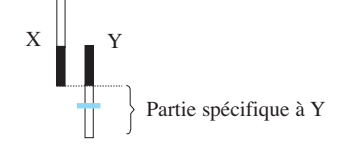
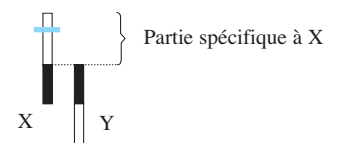
#### A - Hérité autosomale

C'est la transmission d'un caractère héréditaire contrôlé par un gène localisé sur un chromosome autosomal.

Type de monohybridisme	Couple d'allèles impliqués	Descendance		
		F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>2</sub> de test cross ou back cross
Avec codominance	2 allèles codominants A = B	100% hybrides de phénotype non parental.	3 phénotypes : 25% phénotype parental + 25% phénotype parental + 50% phénotype non parental. (intermédiaire entre les phénotypes parentaux)	Le croisement d'un hybride avec une lignée récessive donne 50% phénotype de l'hybride et 50% phénotype parental.
Avec dominance	2 allèles : 1 allèle dominant «A» et 1 allèle récessif «a» A > a	100% hybrides de phénotype parental dominant.	2 phénotypes : 25% phénotype récessif et 75% phénotype dominant.	

### 2 Hérité liée au sexe

C'est la transmission d'un caractère héréditaire contrôlé par un gène localisé sur un chromosome sexuel X ou Y.

Locus du gène		Conséquences : mode de transmission
1 <sup>er</sup> cas : Gène situé sur la partie homologue des chromosomes X et Y.		Le caractère déterminé se manifeste chez les ♂ et les ♀ et se transmet comme un caractère autosomal.
2 <sup>ème</sup> cas : Gène situé sur la partie spécifique de Y.		Le caractère est spécifique aux individus ♂ il se transmet de parent ♂ à ses descendants ♂ exclusivement.
3 <sup>ème</sup> cas : Gène situé sur la partie spécifique de X.		Le caractère déterminé se transmet chez les deux sexes. La composition de la F <sub>1</sub> dépend du sexe des parents croisés.

### 3 Lois de Mendel

1<sup>ère</sup> loi : Loi de l'uniformité de la F<sub>1</sub> : La F<sub>1</sub> issue du croisement de deux lignées pures différentes par un caractère est uniforme : même phénotype et même génotype (ce sont des hybrides).

2<sup>ème</sup> loi : Loi de la pureté des gamètes : Un gamète est haploïde et ne contient qu'un allèle à partir d'un couple d'allèles donné. Chaque allèle garde son expression intacte (non modifiée) au cours de sa transmission à travers les générations.

#### EXERCICE 1/Q.C.M

Chaque série d'affirmations peut comporter une ou plusieurs réponse(s) exacte(s). Repérez les affirmations correctes.

**1- Un individu de lignée pure :**

- a- a un génotype homozygote.
- b- ne donne que des gamètes identiques.
- c- présente un phénotype dominant.

**2- Un individu de phénotype récessif :**

- a- ne peut avoir qu'un génotype homozygote.
- b- ne donne que des gamètes génétiquement identiques.
- c- est aussi fréquent dans la nature, qu'un individu de phénotype dominant.

**3- Le monohybridisme :**

- a- est le croisement de deux espèces voisines.
- b- est le croisement de deux lignées de même espèce différentes par un seul caractère héréditaire.
- c- ne donne que des hybrides à toutes les générations.

**4- Un hybride :**

- a- a un génotype homozygote.
- b- a un génotype hétérozygote.
- c- peut avoir un phénotype non parental.

**5- Un hybride :**

- a- ne donne que des gamètes génétiquement identiques.
- b- ne donne que des gamètes génétiquement différents.
- c- est plus vigoureux que ses parents.

**6- L'hérédité liée au sexe correspond à la transmission :**

- a- de caractères spécifiquement ♂.
- b- de caractères spécifiquement ♀.
- c- de caractères communs aux ♂ et aux ♀.

#### EXERCICE 2

Le document ci-dessous présente quelques résultats de croisements réalisés par Mendel sur le Pois :

Croisements de lignées pures		Nombre de fécondation	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub> = F <sub>1</sub> × F <sub>1</sub>		
P <sub>1</sub>	x P <sub>2</sub>			Total	Répartition	%
P <sub>1</sub> Grains lisses	x P <sub>2</sub> Grains ridés	60	100% à graines lisses	7324	5474 lisses 1850 ridés	
P <sub>1</sub> Téguments gris	x P <sub>2</sub> Téguments blancs	35	100% à téguments gris	929	705 gris 224 blancs	
P <sub>1</sub> Tiges longues	x P <sub>2</sub> Tiges courtes	37	100% à tiges longues	1064	787 longues 277 courtes	

- 1- Justifiez la réalisation d'un grand nombre de croisements par Mendel.
- 2 - Calculez les différentes proportions des phénotypes de la F<sub>2</sub>.
- 3 - Déduisez des conclusions à partir de l'analyse des résultats.
- 4 - Interprétez les 3 croisements.

### EXERCICE 3

La Belle de nuit ( *Mirabilis Jalapa* ) est une plante d'ornementation commune dans les jardins. Ses fleurs sont fermées le jour et ouvertes la nuit d'où son appellation Belle de nuit.

On connaît chez cette espèce de nombreuses variétés : à fleurs blanches, à fleurs rouges, à fleurs roses, à fleurs jaunes, à fleurs panachées ( pétale jaune avec des plages rouges ).

- 1- Quelle hypothèse avancez-vous en ce qui concerne les relations de dominance entre certains de ces phénotypes ?
- 2- Pour comprendre le mode de transmission du caractère couleur de la fleur chez cette espèce, on a réalisé les croisements suivants :
  - **Premier croisement** : Le croisement d'une plante à fleur rose avec une plante à fleur rouge donne des plantes à fleurs rouges et des plantes à fleurs roses dans les mêmes proportions.
  - **Deuxième croisement** : L'autofécondation des plantes à fleurs panachées donne des plantes à fleurs jaunes, des plantes à fleurs rouges et des plantes à fleurs panachées.
  - **Troisième croisement** : L'autofécondation des plantes à fleurs blanches donne des plantes de même phénotype.

a-Déterminez à partir de l'analyse des croisements les génotypes correspondants aux différents phénotypes observés.

b- Calculez les % des différents descendants issus du deuxième croisement.

### EXERCICE 4

Chez la drosophile, on connaît une lignée mutante de couleur sable différente de la lignée sauvage de couleur grise.

- 1- Le croisement d'une ♀ de phénotype sauvage avec un ♂ mutant donne une descendance de phénotype sauvage.

Quelles conclusions pouvez-vous déduire de l'analyse de ce résultat ?.

- 2- Le croisement d'un ♂ de phénotype sauvage ( lignée pure ) avec une ♀ mutante donne une descendance composée de ♂ tous de phénotype mutant et de ♀ toutes de phénotype sauvage. Interprétez ce croisement.

## 1 Biodiversité en Tunisie

Certaines espèces animales et végétales à intérêt agricole présentent une grande biodiversité à travers le nombre de lignées qu'elles comportent.

Réalisez une affiche, un dépliant, un dossier, un CD sur une espèce animale ou végétale en montrant la diversité des lignées correspondantes et leurs caractéristiques.

*Espèces végétales* : Olivier, Palmier dattier, Amandier, Oranger, Blé, Pastèque, Tomate, Piment...

*Espèces animales* : Lapin, Cheval de course, Poule, Vache...

### Tomate hybride : «Ferline»

C'est une variété hybride de Tomate qui présente de nombreux avantages :

– très vigoureuse et très productive tout au long de l'été.

– une grande résistance aux maladies ( en particulier le mildiou ).

– fruits très gros, charnus, d'une belle couleur rouge et d'une saveur extra.

Actuellement, on compte de l'ordre de 500 variétés pures et de 1000 variétés hybrides de Tomates dans le monde.



## 2 Les variétés hybrides : un agent économique

Les variétés végétales hybrides sont, depuis quelques années de plus en plus nombreuses pour diverses espèces : Blé, Tomate, Pastèque, Maïs, Piment... Elles sont préférées par les agriculteurs aux variétés pures car elles apportent plus de productivité, plus de qualité et plus de rusticité qui sont les 3 axes de la rentabilité : P, Q, R.

Réalisez une affiche, un dépliant, un CD... en cherchant des informations sur des exemples d'hybrides et en montrant leurs avantages par rapport aux variétés pures.

## 3 Pour une sauvegarde du patrimoine génétique

L'introduction de lignées plus productives dans l'élevage et les cultures se fait au dépens des lignées locales qui sont de plus en plus délaissées.

Comment sauvegarder nos lignées locales qui sont les plus adaptées à notre environnement ?

Réalisez une affiche, un dépliant, un CD sur une lignée tunisienne « menacée ». Proposez un projet permettant sa protection.

Cherchez des informations auprès de l'I.N.R.A.T, des agriculteurs et sur Internet.

<b>Hétérozygote</b>	Génotype dont les deux allèles sont différents.
<b>Homozygote</b>	Génotype dont les deux allèles sont identiques.
<b>Hybride</b>	Individu issu de croisement entre deux individus de races pures différentes.
<b>Lignée</b>	Groupe d'individus appartenant à une même espèce et ayant en commun des caractères distinctifs. C'est la race ou la variété.
<b>Lignée pure</b>	Ensemble d'individus de même espèce et qui transmettent de façon stable certains caractères d'une génération à une autre.
<b>Locus</b>	Emplacement d'un gène dans le chromosome.
<b>Monohybridisme</b>	Croisement entre deux parents de même espèce qui diffèrent par un seul caractère héréditaire.
<b>Mutation</b>	Changement brusque de l'information génétique par substitution (remplacement d'une base par une autre), délétion (suppression d'un ou plusieurs nucléotides) ou addition (ajout un ou plusieurs nucléotides).
<b>Mutation génique</b>	Modification qui touche le gène.
<b>Mutation chromosomique</b>	Modification qui touche le nombre ou la structure des chromosomes (exemple : Trisomie 21).
<b>Phénotype</b>	C'est une forme d'expression d'un caractère héréditaire. Il correspond à l'expression d'un génotype.
<b>Ribonucléotide</b>	Nucléotide constitué de trois molécules : une base azotée (A, U, G ou C), un sucre en C <sub>5</sub> (Ribose) et un acide phosphorique (H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> ).
<b>Traduction</b>	La synthèse d'une chaîne polypeptidique à partir d'un ARNm.
<b>Transcription</b>	La synthèse d'un ARN (ARNm) à partir d'une séquence d'un brin d'ADN selon le principe de complémentarité des bases en utilisant un complexe enzymatique.

# Bibliographie

- Collection synapse : génétique - Les premières bases.
- Collection synapse : génétique - Des caractères aux gènes
- Biologie Terminale D. Bordas. Collection Tavernier
- Sciences Naturelles. Classe Terminale D. P Vincent. Librairie Vuibert
- Biologie- Terminale D. Regis Demounem et Eric Perilleux. Collection Nathan
- Sciences de la Vie et de la Terre. Regis Demounem- Joseph Gourlaouen et Eric Perilleux.TS
- Sciences de la Vie et de la Terre 1<sup>ère</sup> S. Bordas – R Tavernier. Clizeaux
- Revues Recherche
- Revues Sciences et Vie
- Les Dossiers de la Recherche
- Le Monde De La Nature (Larousse)
- Essential atlas of biology- Barron's
- The High School Biology Tutor. Research and Education Association
- The Practical Geologist
- Biology Made Simple. Rita Mary King
- Biologie et Géologie TS- Collection Calamand- Edition Hachette
- Travaux pratiques de Biologie. DIDIER POL. Bordas
- Docteur Ben Mami Institut de Nutrition de Tunis
- Publication, Docteur Raja Boussetta – Zid (dentiste)
- Les toxi-infections alimentaires collectives (Ridha Hamza).
- Médecine Tropicale. Marc Gentilini-Bernard Duflo.
- Sciences de la vie et de la terre 3<sup>ème</sup> S. Edition Nathan 1999.
- Sciences de la vie et de la terre 2<sup>de</sup> Edition Hatier 2000
- Sciences de la vie et de la terre Term S Bordas 2002
- Biologie Géologie Première S Bordas 1988
- Biologie Géologie Term. S. Hachette 1994
- Sciences Naturelles 2<sup>ème</sup> AS. CNP. 225 201
- Sciences Naturelles 3<sup>ème</sup> AS.
- Encarta 2005 et 2006
- Internet.
- Sciences de la vie et de la terre 1<sup>ère</sup> S. HATIER.
- Point Bac : Sciences de la vie et de la terre : Aide – mémoire Term S. HACHETTE.
- Collection TAVERNIER. BIOLOGIE. Terminale D. Bordas.
- Réflexe SMS : Biologie. Nathan
- PREPA BAC : Sciences naturelles D. HATIER.
- Sciences de la vie et de la terre : Les carnets de TleS. HATIER.
- Biologie Géologie 1<sup>ère</sup> S. Fichier de travaux dirigés. MAGNARD Lycées.
- BIOLOGIE GEOLOGIE 4e. NATHAN : Eric PERILLEUX – Pierre THOMAS
- Les jeunes et la nutrition : Direction de la médecine scolaire et universitaire (Novembre 2005).
- INRAT.

# Sommaire

<b>Thème 1</b> <b>Nutrition</b> <b>et</b> <b>santé</b>	– La malnutrition .....	6
	– Les besoins nutritionnels de l'homme .....	20
	– La ration alimentaire équilibrée.....	50
	– L'alimentation et le développement durable : l'agriculture biologique	63
	– La régulation de la glycémie.....	76
<b>Thème 2</b> <b>Génétique</b>	– L'information génétique : des caractères aux gènes.....	96
	– L'information génétique : Mécanisme de l'expression .....	108
	– L'information génétique : Origine de la diversité .....	126
	– L'information génétique : Sa transmission .....	142

