



LES ÉCHANGES GAZEUX CHEZ LES PLANTES VERTES.



I- La mise en évidence des échanges gazeux chlorophylliens

1. La mise en évidence de l'absorption de CO<sub>2</sub> par les plantes

La consommation de CO<sub>2</sub> peut se mesurer de manière indirecte avec un indicateur coloré liquide, le rouge de crésol.

- Une **augmentation** de CO<sub>2</sub> dans le milieu se traduit par une coloration **jaune** de la solution.
- Une **diminution** de CO<sub>2</sub> dans le milieu se traduit par une coloration **rouge** de la solution.

<p>Début de l'expérience</p> <p>Lumière</p> <p>Rouge de crésol</p> <p>Feuille</p> <p>Témoin</p> <p>Quelques heures plus tard</p> <p>Lumière</p> <p>Témoin</p>	<p>Début de l'expérience</p> <p>Rouge de crésol</p> <p>Feuille</p> <p>Témoin</p> <p>Quelques heures plus tard</p> <p>Témoin</p>
<p><b>LUMIERE</b></p>	<p><b>OBSCURITE</b></p>

Document 1

Analyser les résultats de l'expérience puis déduire les conditions d'absorption du CO<sub>2</sub> par les plantes.

- Au niveau du tube témoin, il n'y a pas de changement de coloration.
- En présence de lumière, le liquide devient rouge. Le milieu connaît donc une diminution de la quantité de CO<sub>2</sub>. Celui-ci est donc absorbé par la feuille.
- En l'absence de lumière, le liquide devient jaune. Le milieu connaît donc une augmentation de la quantité de CO<sub>2</sub>. Celui-ci est donc produit par la feuille.

2. La mise en évidence du dégagement d'Oxygène par les plantes

On expose une plante aquatique (l'élodée) à la lumière, selon le protocole expérimental schématisé ci-dessus.

Au début de l'expérience le tube renversé est plein d'eau.

Au fil du temps le végétal dégage des bulles gazeuses qui s'accumulent au fond du tube.

Pour caractériser ce gaz, une baguette de bois enflammée puis éteinte (extrémité encore incandescente) est plongée dans un tube de dégagement. La baguette se rallume.

La même expérience réalisée dans l'obscurité ne montre aucun dégagement de gaz.

**La libération d'oxygène, à la lumière, par des plantes vertes aquatiques**

début de l'expérience

fin de l'expérience

Document 2



**Analyser** les résultats de l'expérience, et **conclure** les conditions du dégagement de O<sub>2</sub> par les plantes.

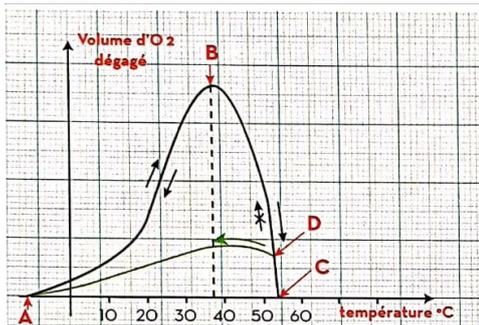
la baguette de bois incandescente qui se rallume est témoin de la présence d'oxygène. On en conclut que, placés à la lumière, les rameaux d'élodée dégagent du O<sub>2</sub> dans le milieu. Au contraire, en l'absence de la lumière l'oxygène n'est pas dégagé.

**En présence de la lumière les végétaux chlorophylliens absorbé le CO<sub>2</sub> et produisent le dioxygène pour synthétiser leur matière organique ce sont les échanges gazeux chlorophylliens**

Bilan



## II- Les facteurs influençant les échanges gazeux chlorophylliens



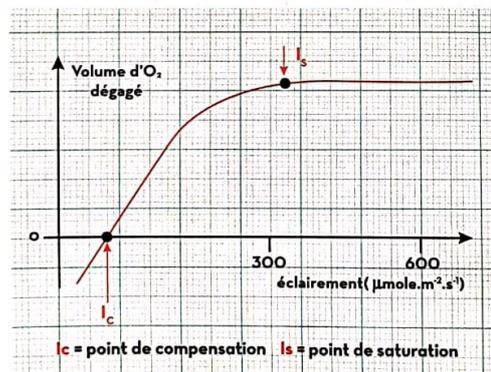
▲ Fig : a : Variation de la quantité d'O<sub>2</sub> dégagée par des feuilles de pomme de terre, en fonction de la température dans les conditions lumineuses optimales et dans une atmosphère 0.22% de CO<sub>2</sub>.

Les échanges gazeux photosynthétiques sont influencés par les facteurs de l'environnement : la lumière (source d'énergie), le CO<sub>2</sub> (source de carbone) et la température (qui affecte l'ensemble des réactions biochimiques).

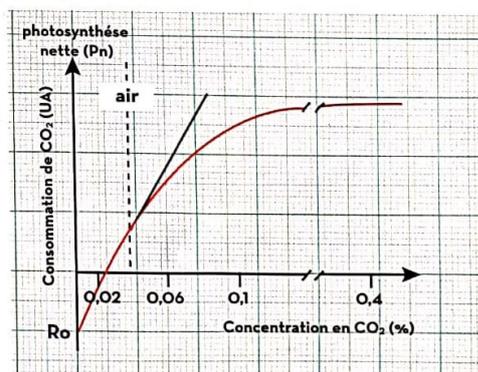
L'intensité des échanges gazeux est alors mesurée soit par le dégagement d'oxygène soit par la consommation de gaz carbonique, on évalue ainsi la photosynthèse nette.

Les figures suivantes a, b et c représentent l'influence de certains facteurs sur l'intensité photosynthétique.

**Analyser** les deux courbes de la fig.a et nommez les point A, B, C, **montrer** que la température est un facteur limitant.



▲ Fig : b : Influence de l'éclairement sur le dégagement d'oxygène chez une plante verte.



▲ Fig : c : Influence de la concentration en CO<sub>2</sub> de l'air sur la consommation de CO<sub>2</sub> chez une plante verte.

**Analyser** la courbe de la fig.b, et **déduire** une définition des points Is et Ic.

**Analyser** la courbe de la fig.c et **déterminer** la valeur du point de compensation.

### Document 3

#### Analyse de la courbe fig. a :

Aux basses températures, la photosynthèse nette (volume d'O<sub>2</sub> dégagé) est très faible. Elle avec l'augmentation de la température. Le maximum de volume de CO<sub>2</sub> dégage est atteint à 37°C (température optimale). Au-dessus de 40°C, la photosynthèse nette diminue rapidement pour s'annuler vers 50°C.

#### Explication :

Au niveau de point A où la température est de -10°C, l'intensité photosynthétique (IPS) est nulle, car les protéines qui interviennent dans la photosynthèse sont inactive, mais elles reprennent leur activité progressivement avec l'augmentation de température.

Au 40°C, IPS diminue car les protéines sont détruites par l'excès de température ce qui explique la courbe DA et ceci est irréversible donc la température est un facteur limitant de la photosynthèse.

#### •fig.b:

À partir du point de compensation I<sub>c</sub> qui représente la valeur de l'éclairement où la photosynthèse compense la respiration, c'est-à-dire que la photosynthèse nette est nulle, on assiste à une augmentation de dégagement d'O<sub>2</sub> en



fonction de l'augmentation de l'éclairement jusqu'au point  $I_s$  correspondant à l'intensité d'éclairement saturante où la photosynthèse est maximale est stable quel que soit l'éclairement.

●fig.c:

La consommation de  $CO_2$  (IPS) croît avec la teneur en  $CO_2$  de l'air jusqu'à un optimum (la concentration de  $CO_2$  dans l'air n'est que de 0,03% ce qui est loin de l'optimum) puis se stabilise quel que soit la concentration de  $CO_2$ . La valeur du point de compensation  $I_c=0,03\%$ .

Les échanges gazeux chlorophylliens sont influencés par des facteurs externes comme l'intensité de la lumière et la consommation du  $CO_2$  et de la température. Ces facteurs agissent indépendamment les uns des autres. L'intensité de la photosynthèse est limitée par le facteur qui représente la valeur minimale optimale c'est la loi du facteur limitant.

Bilan

### III- Structures des stomates et leur rôle dans les échanges gazeux chlorophylliens

#### 1. La mise en évidence de l'évapotranspiration



Expérience 1	Expérience 2
<p>Pour mettre en évidence le phénomène de la transpiration (vapeur d'eau au niveau des feuilles des plantes), on utilise le chlorure de Cobalt dont la couleur est bleue dans un milieu sec et rose dans un milieu humide (présence d'eau). Deux papiers imbibés par le chlorure de Cobalt et laissés sécher (deviennent bleus) sont placés sur les deux faces d'une feuille verte. Au bout d'un certain temps, on décolle le papier et l'on y observe de nombreuses petites taches roses.</p> <p style="text-align: center;">papier imbibé par le chlorure de cobalt</p> <p style="text-align: center;">ponctuations roses face inférieure      ponctuations roses face supérieure</p>	<p>On recouvre de vernis incolore les deux faces d'une feuille chlorophyllienne. Lorsque le vernis est sec, on retire ses pellicules que l'on observe au microscope dans une goutte d'eau entre lame et lamelle. Les faces qui étaient en contact avec la feuille sont placées vers le haut. Les résultats de l'observation au fort grossissement sont représentés dans la fig.a.</p>
Document 4	

**Mettre** en relation les résultats des expériences afin **d'identifier** les voies foliaires responsables de l'émission de l'eau et des gaz.

Les ponctuations roses sur le papier imbibé de chlorure de Cobalt indiquent de la plante rejetée de l'eau par ces feuilles. C'est le phénomène de la transpiration.

Ces ponctuations sont plus nombreuses dans le papier placé sur la face inférieure de la feuille, et moins nombreuses dans le papier placé sur la face supérieure.

L'observation au fort grossissement montre la présence de structures foliaires appelées stomates. Ces structures peuvent être corrélées aux ponctuations observées précédemment.



Les feuilles portent, surtout sur la surface inférieure, des structures épidermiques d'émission d'eau et des gaz appelées stomates.



## 2- Structure des stomates

Structure d'une feuille simple.	Coupe transversale d'une feuille.	Schéma de la structure d'un stomate.
Fig.a	Fig.b	Fig.c

Document 5

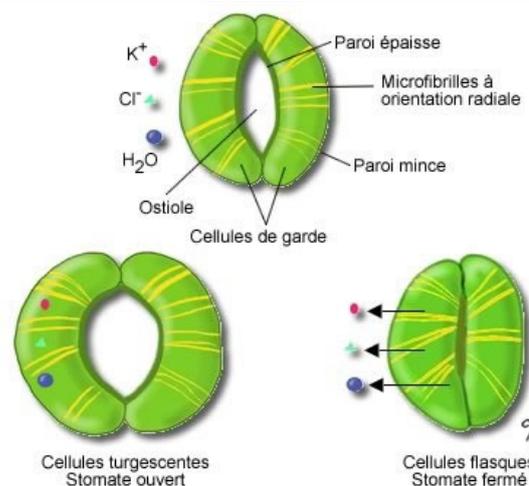
**Préciser** l'emplacement des stomates au niveau du tissu foliaire et **décrire** leur structure.

Un stomate est un orifice de petite taille présent dans l'épiderme des organes aériens (feuilles) des végétaux. Il permet les échanges gazeux entre la plante et l'air ambiant.

Il est constitué de deux cellules de garde chlorophylliennes = cellules stomatiques limitant une ouverture : l'ostiole. Ces cellules sont déformables et renferment des chloroplastes. L'ostiole donne sur la chambre sous stomatique et communique avec les autres tissus du végétal.

## 3- Mécanisme d'ouverture et de fermeture des stomates

- À la lumière, les cellules de garde produisent de l'énergie et des sucres, par transport actif, les ions  $K^+$  se déplacent des cellules épidermiques vers les cellules stomatiques, ce qui entraîne l'augmentation de la pression osmotique au niveau de ces cellules suivi par entrée d'eau et la turgescence d'où ouverture des stomates.
- À l'obscurité, il y a diffusion de  $K^+$  des cellules stomatiques vers les cellules épidermiques, ceci entraîne une augmentation de  $P_o$  au niveau de ces cellules, sortie d'eau et plasmolyse des cellules de garde d'où fermeture des stomates.



Document 6



#### 4. La relation entre l'ouverture des stomates et les échanges gazeux

Variation de l'intensité de la transpiration foliaire d'un pied de tournesol, à l'obscurité totale, en fonction de l'humidité relative de l'air.	Variation de l'ouverture des stomates en fonction de la lumière.	Ouverture des stomates en fonction des heures de la journée.
		<p>A : Journée d'automne froide et pluvieuse B : Journée d'été chaude et pluvieuse C : Journée d'été chaude et sèche D : Journée d'été très sèche</p>
<p><b>Fig.a</b> Document 7</p>	<p><b>Fig.b</b></p>	<p><b>Fig.c</b></p>

#### Analyser et interpréter ces résultats.

Fig. a : À l'obscurité, la transpiration foliaire diminue progressivement en fonction de l'augmentation de l'humidité relative de l'air.

Fig. b : En présence de la lumière, le pourcentage des stomates est élevé, mais pendant l'obscurité le pourcentage des stomates ouverts est très faible donc la lumière influence l'ouverture des stomates.

Fig.c : Le pourcentage d'ouverture des stomates ouverts est maximal, lorsque la température et l'humidité sont élevées. - le pourcentage d'ouverture des stomates est faible, lorsque la température est faible et ceci malgré l'importance de l'humidité.  
- Si la température est très élevée, l'humidité faible, le taux d'ouverture de stomates est faible.

**Donc, la température et l'humidité influencent l'ouverture des stomates.**

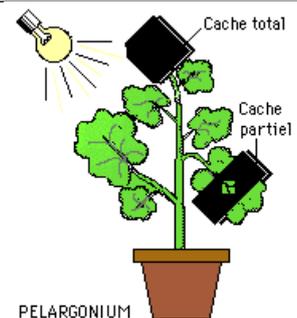
<https://www.youtube.com/watch?v=IImgFYmbAUg>

### II- Production de la matière organique par les plantes (Amidon comme exemple)

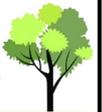
#### 1- Les conditions indispensables à la synthèse de la matière organique (Amidon)

On éclaire une plante verte (pélargonium) pendant 12 heures. Certaines feuilles sont partiellement recouvertes d'un cache de papier noir.

Ces feuilles sont ensuite enlevées de la plante et mises dans l'éthanol bouillant pendant 5 minutes pour détruire les cellules et enlever la couleur verte (la chlorophylle).



Document 8



Analyser puis interpréter les expériences suivantes

Feuille normale	Recouverte partiellement par un cache noir	Feuille panachée	Feuille dans un sac sans CO2
<b>Détacher les feuilles, les décolorer par de l'éthanol bouillant pendant 5 minutes</b>			
<b>les recouvrir de lugol (réactif spécifique de l'amidon) dans une boîte de Pétri et observer.</b>			
Témoin La feuille se colore en noir, il y a de l'amidon partout.	La feuille ne se colore qu'à la lumière (pas sous le cache), il n'y a de fabrication d'amidon qu'en présence de lumière	La feuille ne se colore que là où il y a de la chlorophylle, il n'y a de fabrication d'amidon qu'en présence de chlorophylle	La feuille ne se colore pas, il n'y a pas de fabrication d'amidon en absence de CO2
La photosynthèse a produit du glucose à amidon	La photosynthèse a besoin de lumière	La photosynthèse a besoin de chlorophylle	La photosynthèse a besoin de CO2
<b>Donc la synthèse de glucose nécessite : de la lumière, de la chlorophylle, du CO2</b>			
<b>Document 9</b>			

## 2- La nature chimique de la matière organique produite par les plantes

### a- Les glucides

Les glucides sont des **molécules de sucre qui résultent de l'union entre des molécules de carbone, d'hydrogène et d'oxygène**, d'où leur nom historique d'hydrates de carbone. Ils portent des fonctions Alcools, ce sont des polyalcools.

On distingue entre des Oses et des Osides :

**Les Oses ou monosaccharides**, sont constitués par de simples molécules comme Glucose, Fructose.

**Des Osides :** Ce sont des molécules dont l'hydrolyse fournit 2 ou plusieurs molécules d'oses.

- **Disaccharide (diholoside)** - deux molécules de sucre comme dans le saccharose (sucre blanc), le lactose (lait) et le maltose (bière).
- **Polysaccharide (polyosides)** - plusieurs molécules de sucre comme dans les pâtes, les pommes de terre.

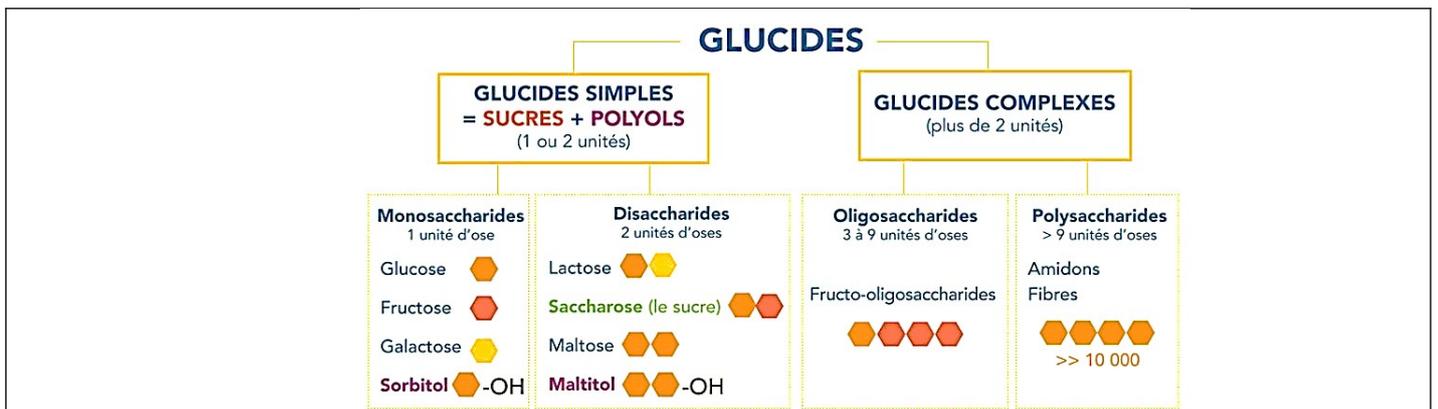


Les oses ou monosaccharides $C_n (H_2O)_n$			
Représentation			
Représentation linéaire			
	Ribose $C_5H_{10}O_5$	Galactose $C_6H_{12}O_6$	Glucose $C_6H_{12}O_6$
			Fructose $C_6H_{12}O_6$

Les osides ou disaccharides $C_{2n} (H_2O)_{2n-1}$	
Représentation cyclique	 <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span>Glucose</span> <span>Fructose</span> </div>
	Saccharose
	 <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span>Glucose</span> <span>Glucose</span> </div>
	Maltose

Les glucides complexes : Polysaccharide $(C_6H_{10}O_5)_n$	
Représentation cyclique	 <div style="text-align: center;">Glucose</div>
	L'amidon

**Document 10**



**Document 11**

Je peux regarder : <https://www.youtube.com/watch?v=yCPFjhZkEw>



**b- Les lipides**

**Structure des lipides**

C'est une famille de molécule très vaste et hétérogène. Ils sont réunis dans cette famille pour leur propriété de solubilité :

- ils sont tous ou presque insolubles dans l'eau,
- mais très solubles dans des solvants organiques apolaires (éthanol, cyclohexane...).

Dans cette grande famille, on retrouve des sous-familles, par exemple les acides gras ou lipides simples. Les acides gras présentent un groupe carboxyle (-COOH) de fonction acide carboxylique.

Les lipides	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Gras</p> <p>Groupe méthyle      Longueur variable de la chaîne carbonée (CH<sub>2</sub>), allant de 2 à 22 carbones      Groupe carboxyle</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Acide</p> </div> </div>	<p style="text-align: center;"><b>Glycérol</b></p>
<b>Acide palmétique C<sub>16</sub>H<sub>32</sub>O<sub>2</sub></b>	
<b>Acide oléique C<sub>18</sub>H<sub>34</sub>O<sub>2</sub></b>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p><b>Glycérol</b></p> </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>Acide palmétique</b></p> <p><b>Acide oléique</b></p> <p><b>Acide palmétique</b></p> </div> <div style="font-size: 3em;">}</div> <div style="text-align: center;"> <p><b>Triglycéride</b></p> </div> </div>	
<b>Exemple l'huile d'olive.</b>	
<b>Document 12</b>	

**Formation des lipides**

Un alcool réagit avec un acide carboxylique pour donner un ester, La réaction est réversible et la réaction inverse (2) est l'hydrolyse.



Je peux regarder : <https://www.youtube.com/watch?v=T-xngKySJnQ>



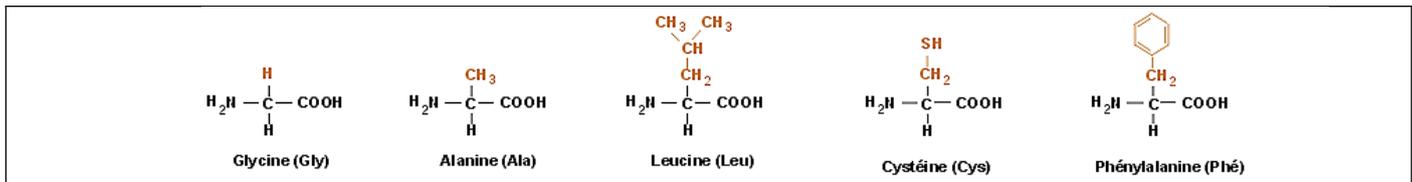
c- Les protides

Communément appelés corps azotés, les protides sont toujours formés essentiellement de quatre éléments : C, H, O et N. Accessoirement, ils peuvent comporter du soufre, du phosphore, du fer ...

+ Acides aminés

<p>Les acides aminés constituent les molécules unités des protides.</p> <p>Les polypeptides sont formés par un enchaînement d'acides aminés ; si le nombre dépasse 100, on parle de protéines : ce sont des polymères d'acides aminés.</p> <p>Les êtres vivants produisent des milliers de protéine à partir de 20 sortes d'acides aminés qui peuvent être arrangés en un très grand nombre de séquences différentes.</p>	<div style="text-align: center;"> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un <b>groupe amine (NH<sub>2</sub>)</b></li> <li>• Un <b>groupe acide (COOH)</b></li> <li>• Une <b>portion variable</b> d'un acide aminé à l'autre (indiqué par la lettre R sur la molécule ci-contre; R pour <i>radical</i>).</li> </ul>
---	---

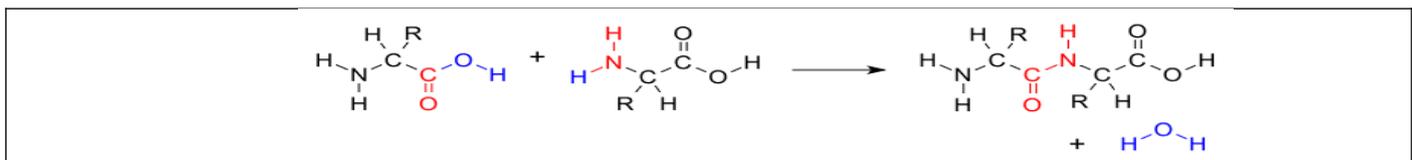
Document 13



Document 14

+ Les polypeptides :

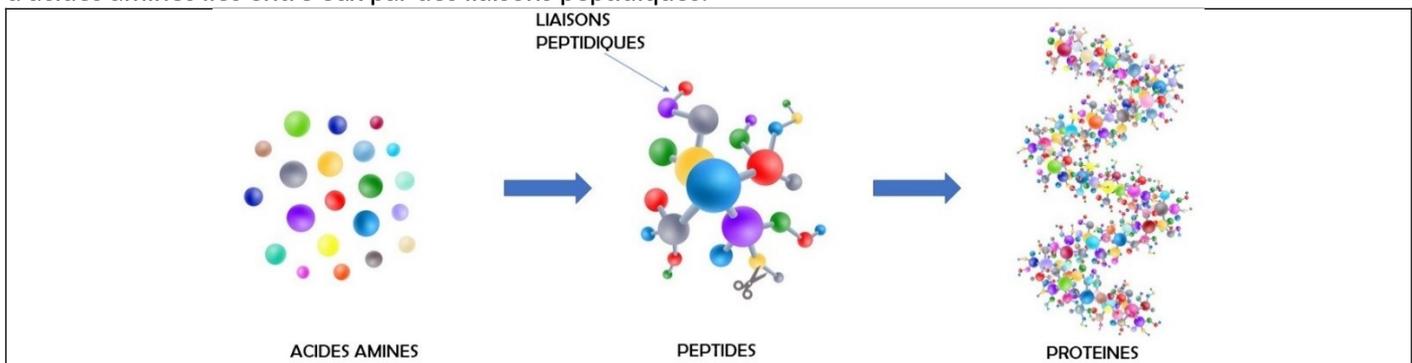
Les polypeptides résultent de l'union de plusieurs acides aminés. Ces derniers se lient entre eux, avec une réaction semblable à celle des lipides et glucides :



Document 15

+ Les protéines

Les protéines sont des macromolécules biologiques présentes dans toutes les cellules vivantes. Elles sont formées d'une ou de plusieurs chaînes polypeptidiques. Chacune de ces chaînes est constituée de l'enchaînement de résidus d'acides aminés liés entre eux par des liaisons peptidiques.



Document 16

Je peux regarder : <https://www.youtube.com/watch?v=kxdamVXZeOg>