

## Thème 2 Chapitre 6 - Une conversion naturelle de l'énergie solaire : la photosynthèse

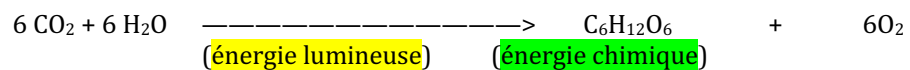
Un système moléculaire capable de transformer l'énergie lumineuse reçue du soleil en énergie chimique est apparu sur Terre sous une forme rudimentaire il y a près de 4 milliards d'années. Ce système a évolué et est aujourd'hui présent chez de très nombreux êtres vivants photosynthétiques. Nous rappellerons ce qu'est la photosynthèse puis nous montrerons son importance à l'échelle planétaire et nous préciserons le lien entre le rayonnement solaire et sa conversion en énergie chimique, avant d'évoquer la variété des formes de stockage de cette énergie chimique.

### 1. La photosynthèse, processus essentiel du vivant (rappel)

La **photosynthèse** est un processus de conversion d'énergie lumineuse en énergie chimique. À partir d'énergie lumineuse, d'eau et de dioxyde de carbone, les cellules photosynthétiques produisent de la matière organique et du dioxygène.

La **matière organique** désigne l'ensemble des molécules produites par les êtres vivants, qui se répartissent dans quatre grandes familles (protides, glucides, lipides et acides nucléiques). Les molécules organiques comportent un **squelette carboné**, c'est à dire un squelette d'atomes de carbone qui sont reliés entre eux par des **liaisons chimiques covalentes**. Ce sont ces liaisons qui constituent ce qu'on appelle l'énergie chimique; leur rupture nécessite des conditions particulières et libère l'énergie qu'elles contiennent.

L'**équation-bilan de la photosynthèse** du glucose (un glucide simple) permet de résumer l'essentiel du processus:



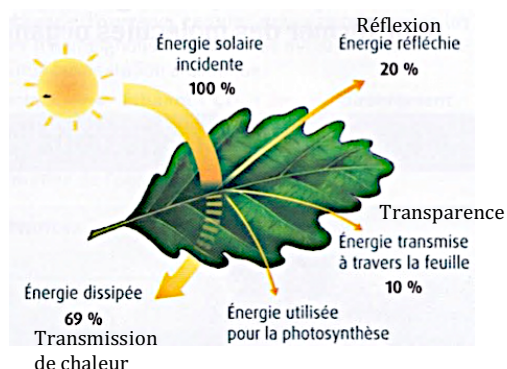
La matière organique produite par photosynthèse est une forme d'énergie chimique mais peut aussi servir de matériau pour la croissance et le développement des êtres photosynthétiques.

### 2. La vie capte l'énergie solaire à une échelle planétaire

Les êtres vivants capables de photosynthèse sont les **producteurs primaires** à l'origine de la plupart des chaînes alimentaires. Ils ont colonisé la plupart des milieux terrestres marins et continentaux. Cependant, l'intensité de la photosynthèse est plus importante dans les endroits où sont réunies les **conditions nécessaires à la photosynthèse**: abondance de lumière, d'eau et de sels minéraux; par exemple dans les zones côtières subtropicales où le plancton végétal (phytoplancton) est très abondant.

À l'échelle de la planète, les producteurs primaires utilisent en moyenne pour la photosynthèse **environ 0,1% de la puissance solaire totale** disponible.

### 3. La photosynthèse dans la feuille



#### Bilan des échanges d'énergie dans une feuille

- Une partie est **réfléchié** par la surface de la feuille
- Une partie est absorbée mais convertie en chaleur, en fluorescence ou en mouvement dans le phénomène d'**évapotranspiration** qui contribue à faire circuler la sève
- Une partie est transmise à travers la feuille (**transparence**)

Finalement la photosynthèse n'utilise qu'environ **1% de la puissance radiative reçue**. Cette fraction de l'énergie est captée par les **pigments photosynthétiques** des cellules de la feuille, des molécules colorantes,

principalement les chlorophylles a et b (vertes) , le carotène (orange) et les xanthophylles (jaunes). Ces pigments absorbent principalement le bleu et le rouge du spectre de la lumière blanche solaire, comme le montrent les pics de leur **spectre d'absorption**.

Or les couleurs absorbées sont aussi celles qui sont les plus efficaces pour la photosynthèse, comme le montre le **spectre d'action** d'un végétal : l'intensité de la photosynthèse (mesurée en absorption de CO<sub>2</sub>) est maximale en lumière bleue ou rouge. Donc, ce sont bien les pigments photosynthétiques des feuilles qui sont le « point d'entrée » de la lumière solaire pour sa conversion en énergie chimique organique.

#### 4. La photosynthèse, une conversion énergétique

L'énergie captée par les pigments photosynthétiques est utilisée pour former certaines molécules organiques. Ces molécules peuvent être ensuite transformées par **respiration** ou **fermentation** pour libérer l'énergie nécessaire au métabolisme des êtres vivants. Lors des réactions de respiration et de fermentation, les liaisons covalentes entre les atomes des molécules organiques sont rompues, ce qui s'accompagne d'un important dégagement d'énergie qui peut alors avoir différents usages au sein de l'organisme (production de mouvement, de chaleur, d'une autre forme d'énergie chimique, bioluminescence etc...).

	DEGRADATION DE LA MATIERE ORGANIQUE	PRODUCTION D'ENERGIE CHIMIQUE	CONDITIONS
Respiration	Totale (carbone final sous forme de CO <sub>2</sub> )	Plus importante	Dioxygène (milieu aérobie)
Fermentation	Incomplète (carbone final sous forme de petites molécules organiques (éthanol, acide lactique...))	Moins importante (environ 40 fois moins que lors de la respiration)	Dioxygène pas nécessaire (milieu aérobie ou anaérobie)

Comparaison simplifiée du bilan la respiration et des fermentations

Par ailleurs, la matière produite par photosynthèse sert d'alimentation aux **phytophages** (« herbivores ») et est ainsi à l'origine de la plupart des **chaînes alimentaires** naturelles.

#### 5. L'être humain, un consommateur

L'être humain consomme de l'eau, des sels minéraux, mais aussi de la matière organique provenant de végétaux et d'animaux, ce qui fait de lui un **consommateur** des chaînes alimentaires.

Ses besoins en matière organique varient notamment selon **le sexe, l'âge et l'activité physique**. Pour mesurer ces besoins on utilise comme unité la **calorie** (1 calorie = 4,18 Joule). Les calories mesurent l'énergie apportée par les nutriments. En effet, tous les nutriments n'apportent pas la même quantité d'énergie : ils n'ont pas la même **valeur énergétique** c'est à dire la quantité d'énergie thermique libérée à partir d'un kilogramme de nutriment

Valeurs énergétiques des principaux nutriments :

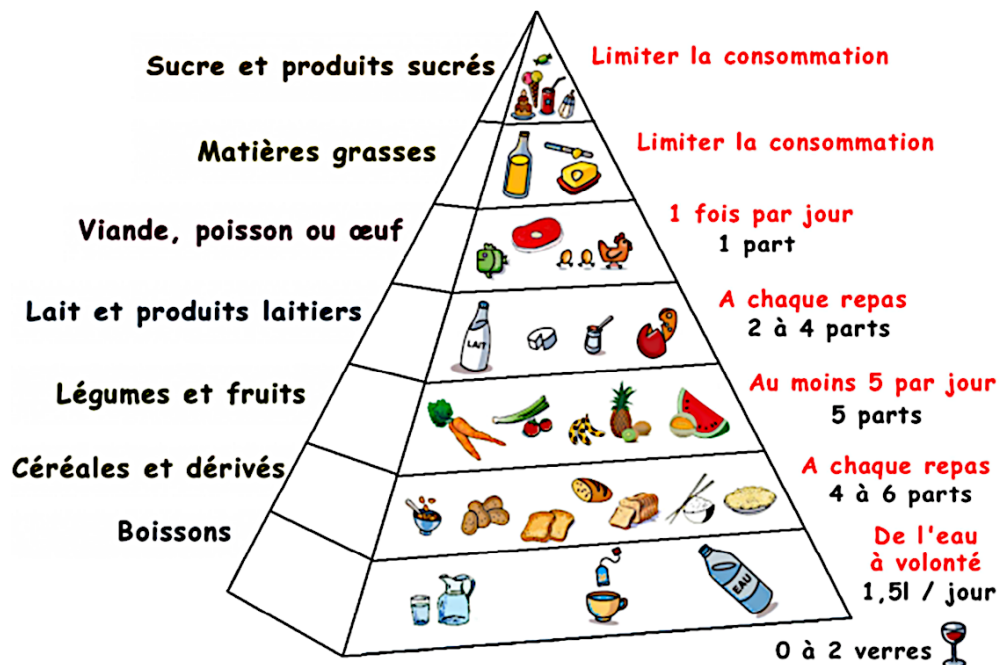
Acide lactique	13 KJ/g
Glucides	17 KJ/g
Protides	17 KJ/g
Éthanol (alcool) :	29 KJ/g
Lipides	37 KJ/g

Besoins énergétiques quotidiens moyens :

Jeune fille de 17 ans	2300 Kcal
Jeune homme de 17 ans	2900 Kcal
Jeune fille de 17ans + sport quotidien	3200 Kcal
Homme de plus de 70 ans	2300 Kcal
Femme de plus de 70 ans	1800 Kcal

Une **alimentation équilibrée** est celle qui apporte à l'organisme tous les nutriments dont il a besoin, sans excès. Les nutriments sont les composants organiques ou minéraux issus de la digestion qui passent dans le sang et sont distribués à nos cellules (eau, sels minéraux, vitamines, oligo-éléments, petites molécules protéiques, lipidiques et glucidiques).

Du point de vue des apports énergétiques, on parle d'**équilibre alimentaire** lorsque l'énergie apportée par les nutriments est égale à l'énergie dépensée par le corps pour l'ensemble de ses activités (respiration, régulation thermique, digestion, activité physique ou intellectuelle...). Le plus souvent, il n'est pas nécessaire de faire appel au médecin pour être à l'équilibre alimentaire : il suffit de respecter certaines règles : manger varié en respectant la pyramide des sept types d'aliments, ajuster selon son activité, ne pas manger trop vite ou sauter des repas, pratiquer régulièrement une activité physique.



La pyramide des aliments

## 6. Soleil et sources d'énergies

De nombreuses **sources d'énergies** proviennent directement ou non de l'énergie solaire :

- Les combustibles fossiles sont formés à partir de la **matière organique** du plancton et de végétaux, elle-même provenant de la **photosynthèse** des producteurs primaires. Cette matière organique est transformée en profondeur pendant des dizaines de millions d'années au lieu de se décomposer en surface.
- L'énergie photovoltaïque en est directement issue ;
- L'énergie des barrages électrique, des éoliennes et hydroliennes dépend du **cycle de l'eau** (évaporation, déplacement par les vents, précipitation et ruissellement), alimenté par l'énergie solaire responsable de l'évaporation et des vents ;
- La **biomasse** est une matière organique directement utilisable comme source d'énergie (bois de chauffage, biocarburants). L'énergie de la biomasse est libérée par fermentation ou par combustion.

Les **énergies renouvelables** sont des énergies dont la durée de formation et la durée prévisible d'épuisement sont du même ordre de grandeur (pour simplifier)

- Pour le pétrole, la durée prévisible d'épuisement au rythme de consommation actuel est de 50 ans. La durée de formation du pétrole est de l'ordre de 50 millions d'années (Ma).
- Pour l'uranium  $^{235}\text{U}$ , la durée prévisible d'épuisement au rythme de consommation actuel est de 150 ans. L'uranium est un élément chimique dont le stock terrestre s'est formée en même temps que le système solaire ; la durée de formation d'un gisement d'uranium est de l'ordre de 50 millions d'années (Ma).

- Pour le bois de chauffage (biomasse), la durée de formation d'un stock est d'environ 20 ans. La durée prévisible de l'épuisement du stock de bois de chauffage est de quelques années.

Ainsi l'énergie photovoltaïque, les barrages, les éoliennes et hydroliennes et la biomasse sont des énergies renouvelables (auxquelles on peut ajouter la géothermie), mais pas les combustibles fossiles ni le nucléaire.

#### Mots clés du chapitre

Photosynthèse, matière organique, squelette carboné, liaisons covalents, énergie solaire/énergie chimique, réflexion, évapotranspiration, transparence, pigments photosynthétiques, chlorophylle, carotène, xanthophylles, producteurs primaires, respiration, fermentation, phytophages, chaînes alimentaires, consommateurs, calorie, valeur énergétique, équilibre alimentaire, pyramide alimentaire, énergie renouvelable, cycle de l'eau, biomasse