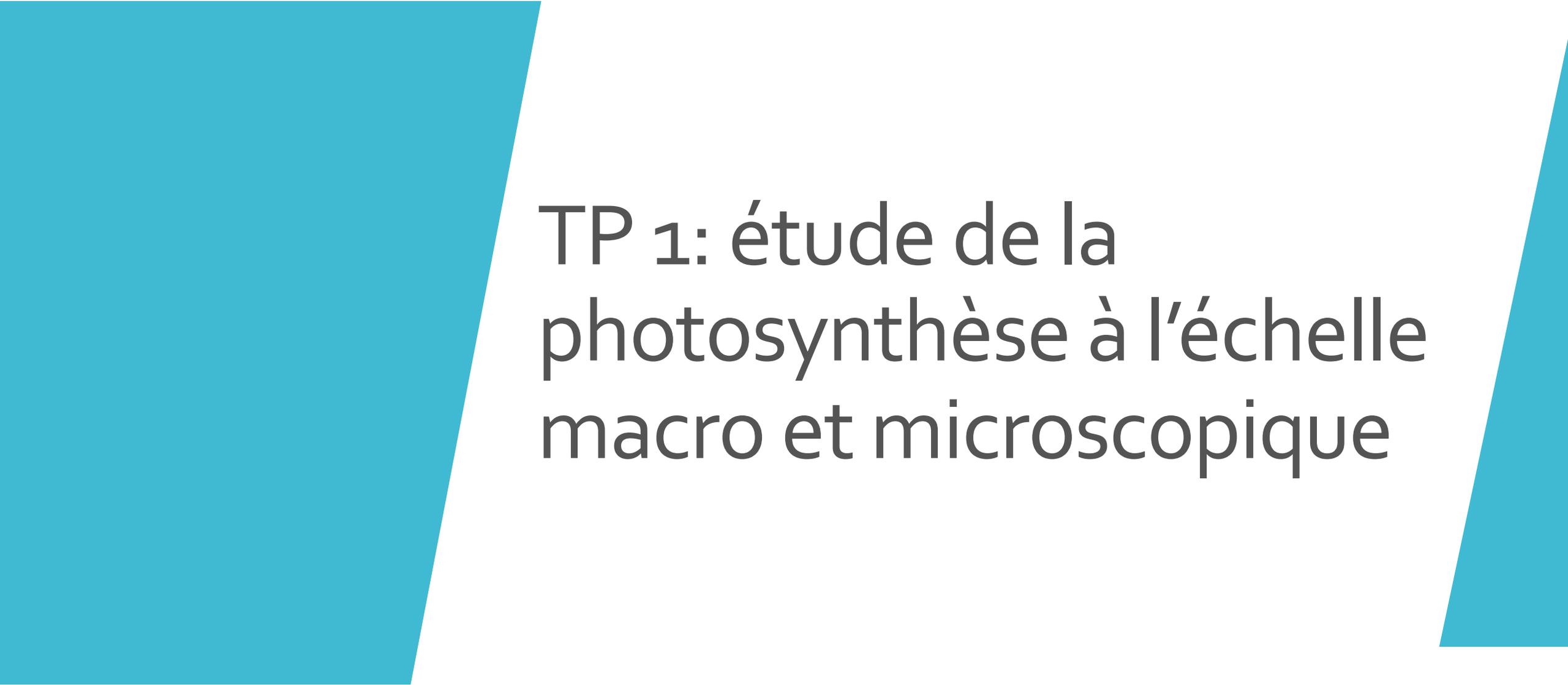


2.3- Une conversion biologique de l'énergie solaire : la photosynthèse

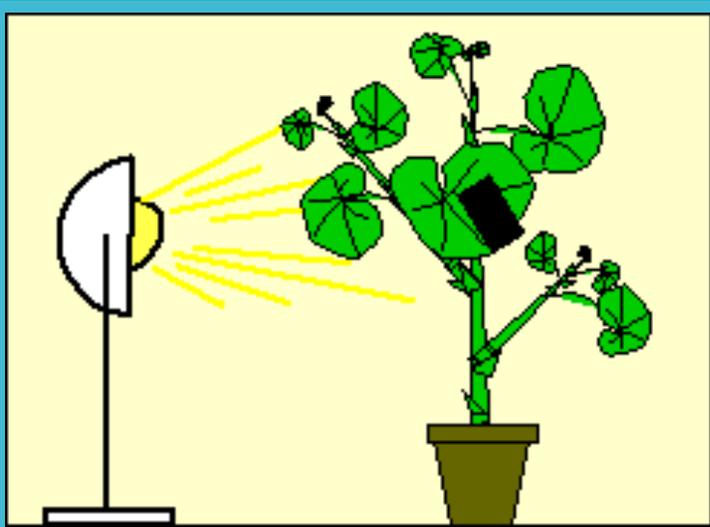
Cours (4 séances)





TP 1: étude de la photosynthèse à l'échelle macro et microscopique

Mise en évidence expérimentale du rôle de l'énergie lumineuse et des chloroplastes chlorophylliens dans la photosynthèse



Un pot de Pélargonium à feuilles panachées est mis au soleil direct pendant 4 heures. La partie blanche des feuilles ne contient pas de chlorophylle.



Les 4 heures de lumière ont permis à la photosynthèse de se dérouler

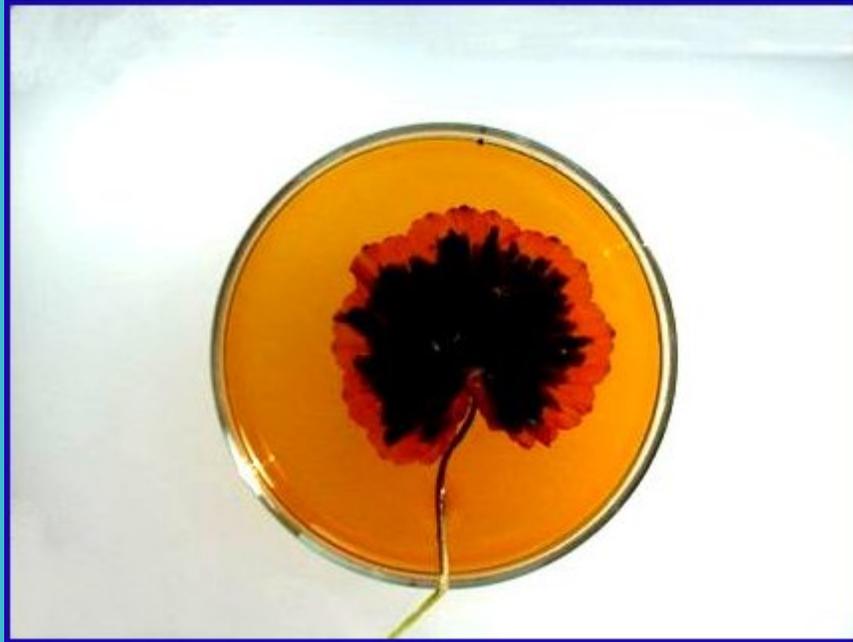
<http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/Photosynthese/exp13.html>

Décoloration de la feuille de pélagonium en vue d'un test à l'eau iodée, colorant spécifique de l'amidon, polymère de glucose



Ac-reims.fr

On place la feuille prélevée dans l'alcool bouillant. Elle en ressort décolorée après 3 minutes. Intérêt: les pigments verts chlorophylliens ont une grande affinité pour l'alcool. Ils vont donc quitter la feuille et se solubiliser dans l'alcool. Ainsi, lors de l'ajout de l'eau iodée (jaune) la coloration due (noire si présence d'amidon) à ce réactif sera nettement visible.



La feuille subit le test de l'eau iodée (2-3 min) pour détecter la présence d'amidon (coloration noire).



Pour terminer, la feuille est rincée à l'eau.



L'eau iodée est le réactif spécifique de l'amidon. De couleur jaune, il devient noir en présence d'amidon.

Analyse des résultats de l'expérience

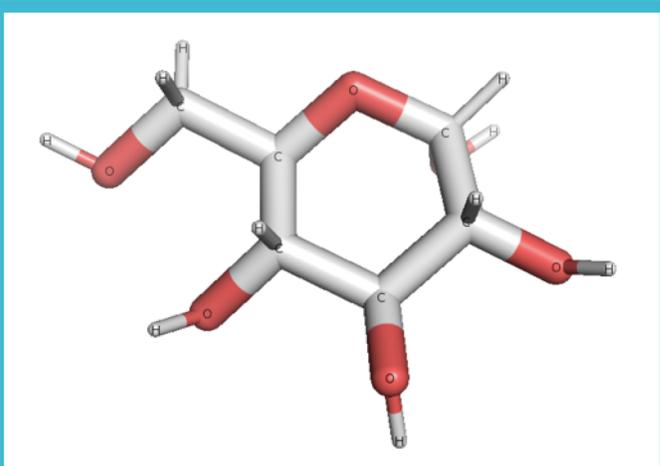
- **On constate** après décoloration de la feuille à l'alcool bouillant puis ajout d'eau iodée: une coloration noire dans la partie anciennement verte et une absence de coloration dans la partie anciennement blanche.
- **Or on sait** que l'eau iodée est un réactif spécifique de l'amidon et que la partie verte contenait de la chlorophylle exposée 4h à la lumière.
- **On en déduit** que la **chlorophylle** est nécessaire à la synthèse d'amidon en présence de **lumière** (et d'eau et de CO₂).

Lumière,
chlorophylle,
eau et CO₂
sont les
éléments
nécessaires à
la
photosynthèse

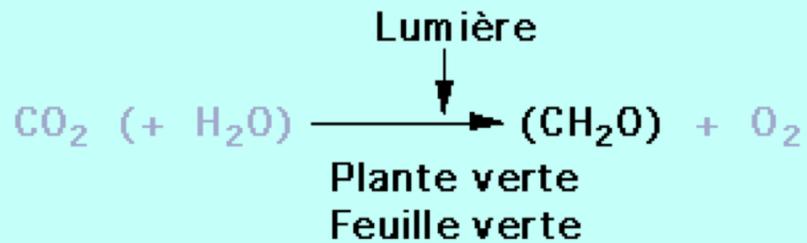
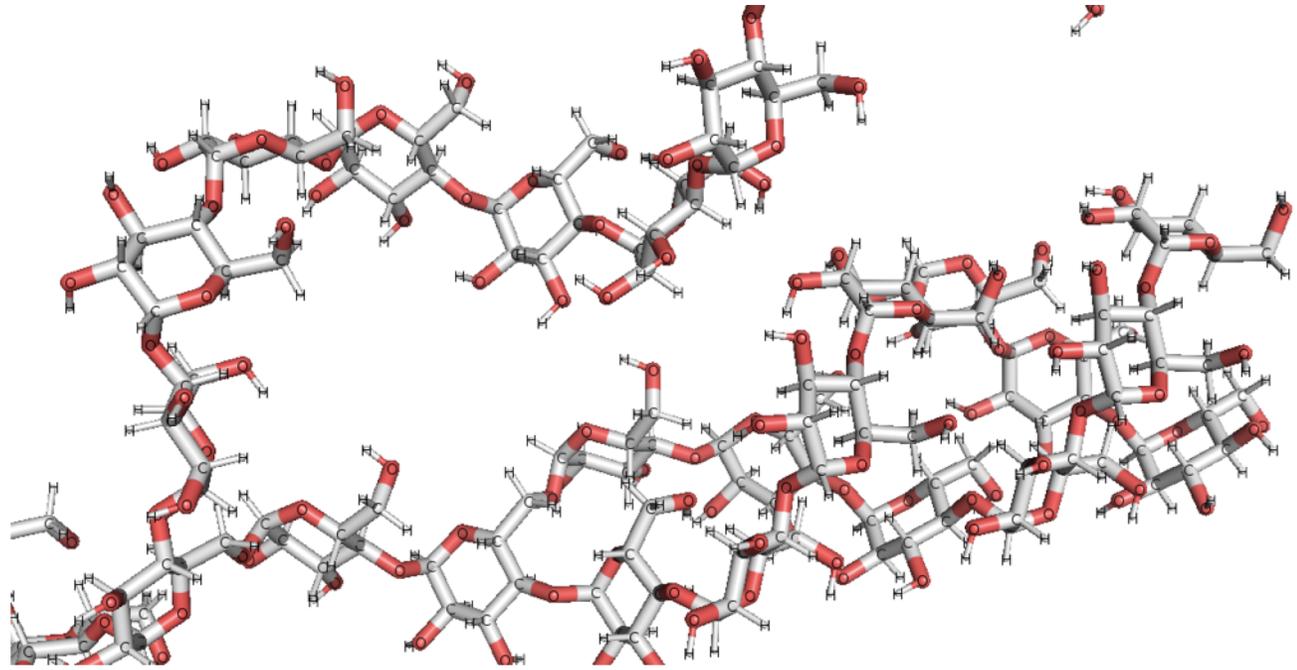


Même expérience réalisée sur une feuille panachée. A gauche, une feuille de coleus, la partie extérieure est verte (chlorophylles), la partie intérieure est rouge (anthocyanes), la zone intermédiaire est brune ; à droite, après exposition à la lumière, décoloration à l'éthanol bouillant puis coloration par le lugol, les régions vertes et brunes sont colorées en bleu-noir, elles ont donc synthétisé de l'amidon. La couleur brune est due à l'association de deux pigments photosynthétiques (anthocyanes et chlorophylles).

La photosynthèse utilise l'énergie solaire à des fins de synthèse organique



Glucose: monomère carboné CHO

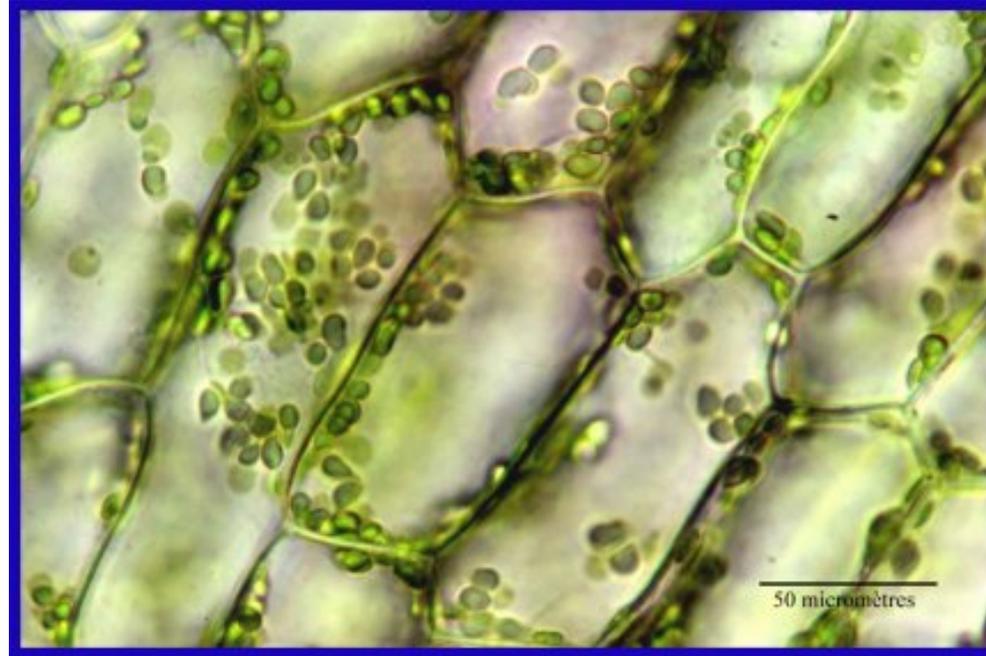


- On constate la répétition (polymère) d'une unité (monomère) comportant C, H et O. Il s'agit donc d'une molécule organique, plus précisément d'un glucide.
- Ainsi la photosynthèse est une réaction chimique, qui se produit grâce à l'énergie lumineuse, provenant du Soleil, et qui permet de synthétiser une molécule organique à partir de molécules minérales.

Observation au MO de cellules d'Elodée



L'élodée est une plante aquatique. L'espèce *Elodea canadensis*, naturalisée en Europe, vit dans les eaux claires des ruisseaux. Dans les magasins spécialisés, on trouve une autre espèce (photographie) destinée à oxygéner les aquariums.



Ac-reims.fr

Les feuilles de l'élodée, contrairement à celles des plantes terrestres, ne sont constituées que de deux couches de cellules. Leur observation est donc plus aisée.

On observe dans les cellules, de nombreux chloroplastes colorés en vert par la chlorophylle.

Observation au MO de cellules d'Elodée après ajout d'eau iodée

La photosynthèse fait intervenir des organites cytoplasmiques chlorophylliens, les chloroplastes



Ac-reims.fr

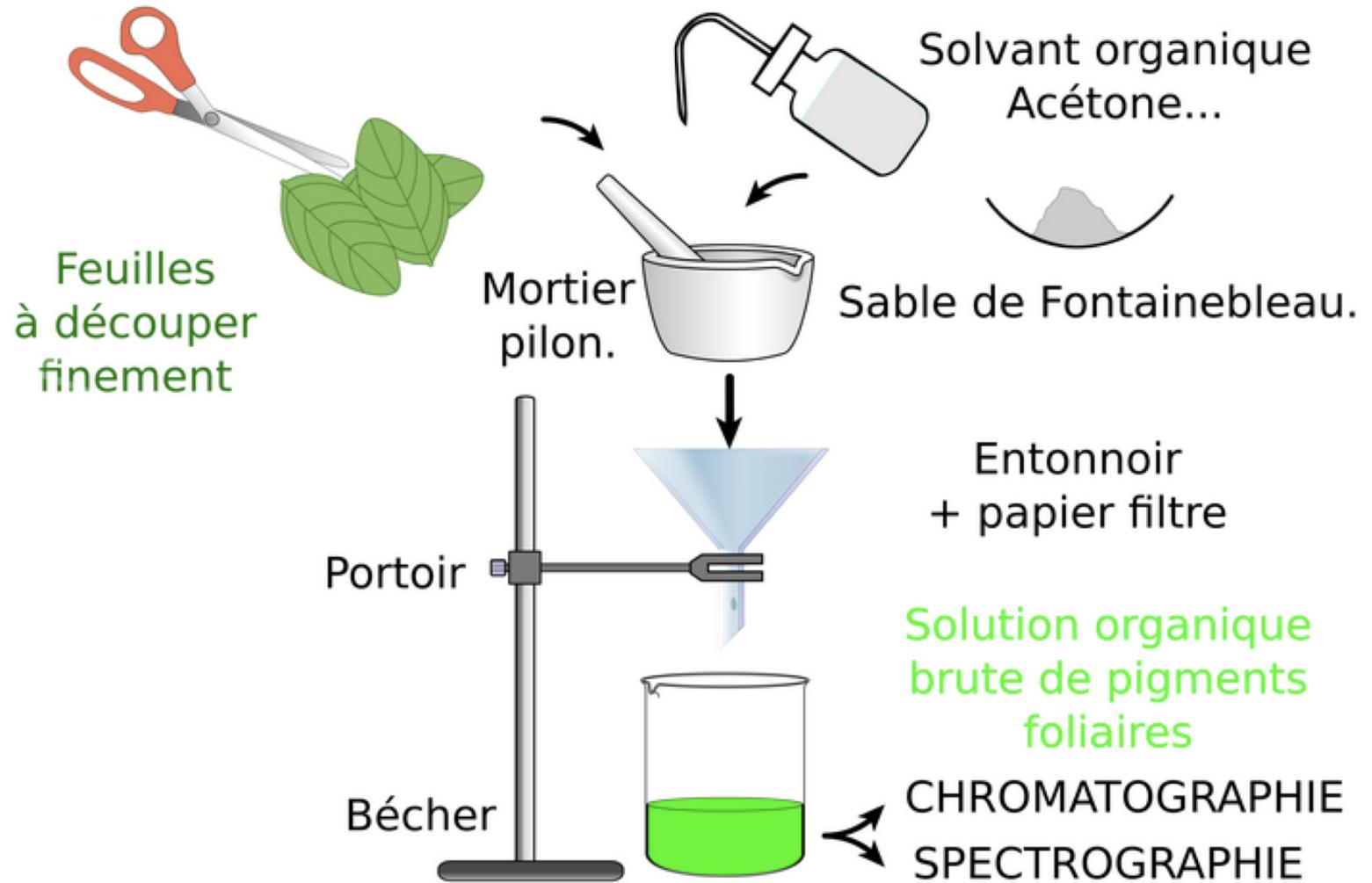
On constate que l'eau iodée s'est fixée uniquement dans les chloroplastes. Et on sait (expérience 1) que la chlorophylle est nécessaire à la photosynthèse.

On en déduit que ce sont les chloroplaste, organites cytoplasmiques, qui contiennent la chlorophylle nécessaire à la photosynthèse. Elle aboutit à la synthèse d'amidon qui se retrouve donc dans les chloroplastes.

TP 2: Étude des pigments photosynthétiques et des longueurs d'onde absorbées

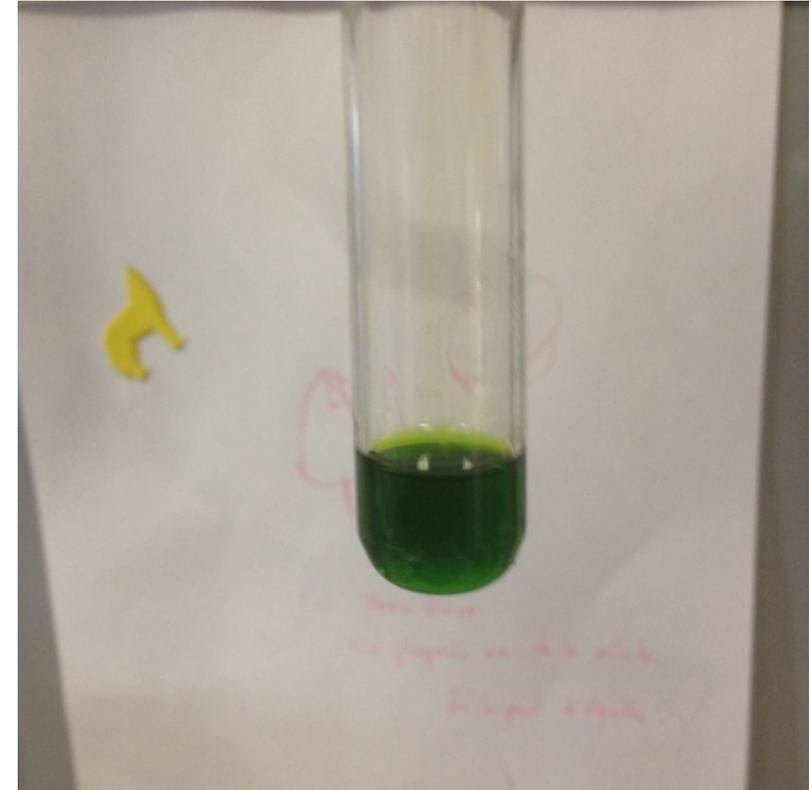
Extraction des pigments bruts

La feuille est broyée dans de l'alcool absolu ou de l'acétone. Les pigments chlorophylliens solubles dans les solvants organiques sont extraits. Après filtration pour éliminer les débris cellulaires, on obtient une solution brute de pigments.

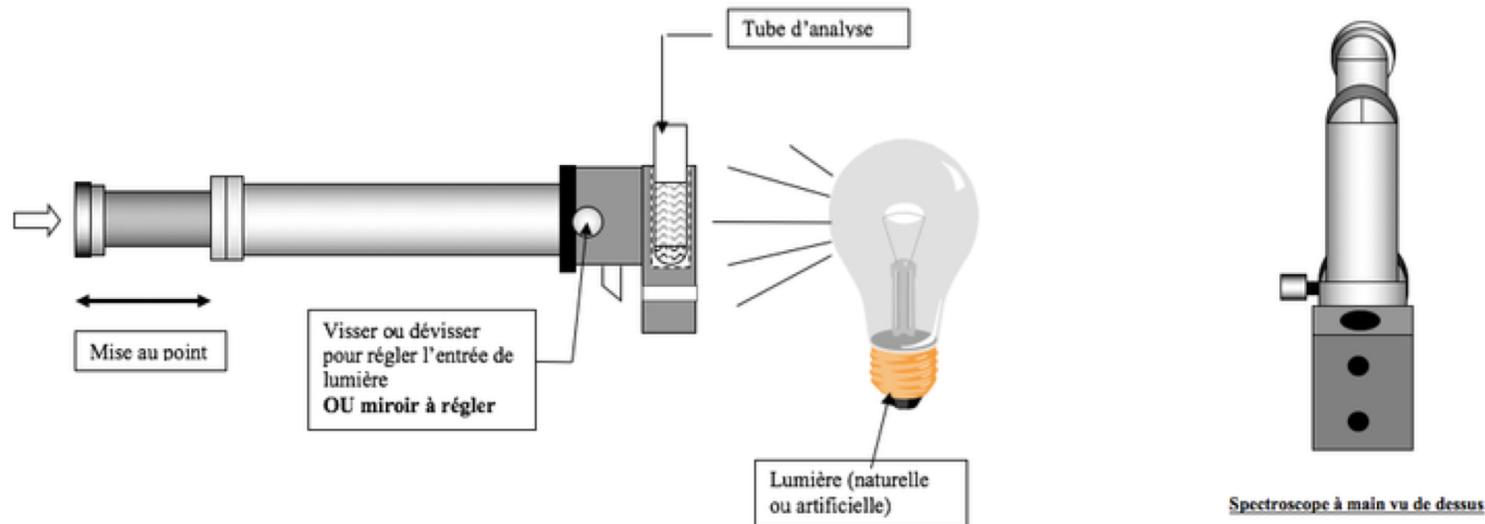


Extraction des pigments foliaires

Extraction
dans un
solvant
organique,
l'éthanol à 95°
des pigments
chlorophylliens



DESCRIPTION DU SPECTROSCOPE A MAIN



NOTICE D'UTILISATION DU SPECTROSCOPE A MAIN

Un spectroscope contient un prisme qui décompose la lumière blanche en un spectre de radiations colorées que l'on observe par l'oculaire de cet appareil. Si, avant le prisme, on introduit un tube d'analyse contenant un peu de solution de pigments, on peut constater son effet sur la lumière.



POUR OBSERVER LE SPECTRE DE LA LUMIERE BLANCHE:

- Pointer le spectroscope vers une source lumineuse blanche (rayons solaires ou lumière artificielle) et observer par l'oculaire.

POUR OBSERVER LE SPECTRE DE LA SOLUTION DE PIGMENTS:

- Verser un peu de la solution dans le tube d'analyse
- Placer le tube d'analyse dans l'orifice du spectroscope prévu à cet effet
- Pointer le spectroscope vers une source lumineuse blanche et observer par l'oculaire

REMARQUE : une dilution de la solution alcoolique de pigments peut favoriser une bonne observation.

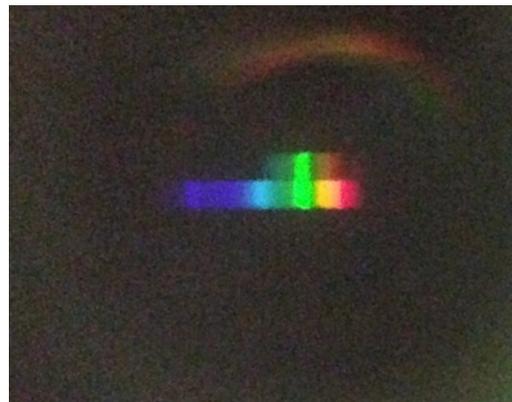
Observation du spectre d'absorption à l'aide du spectroscope à main



Les spectromètre permet d'observer la lumière passant ou non à travers une solution. Avec un solvant translucide, on observe toutes les radiations de la lumière visible. Avec une solution de pigments extraits dans ce même solvant, les radiations absorbées ne sont plus visibles.

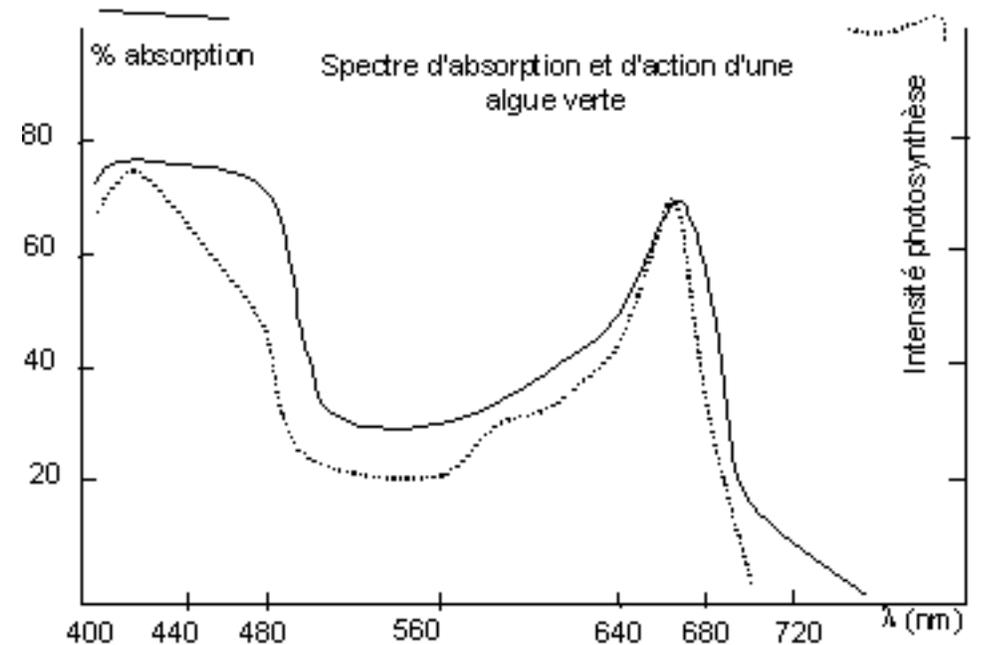


Témoin sans chlorophylle, avec éthanol



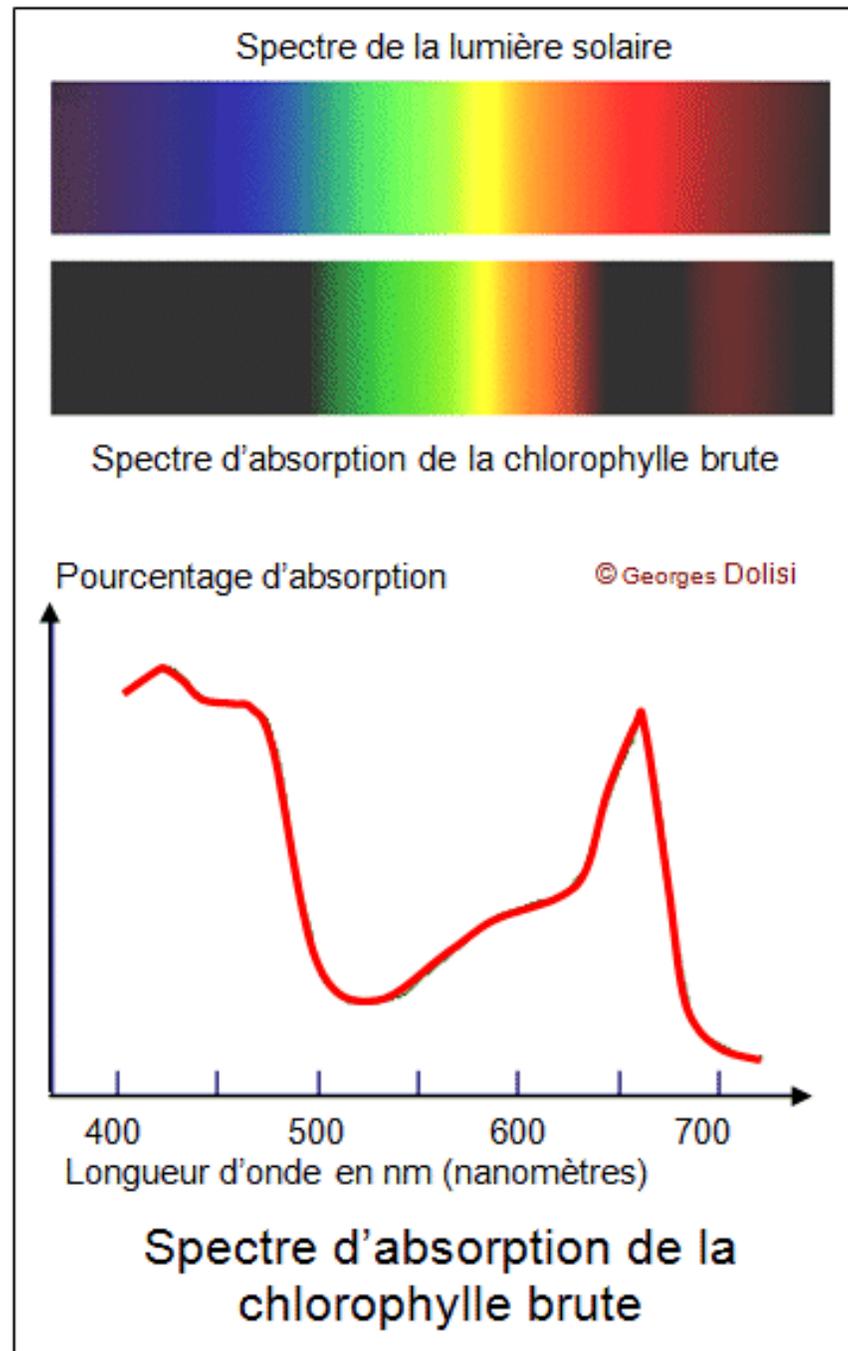
Avec chlorophylle (dans éthanol)

S. Dalaine



Les spectres d'action et d'absorption se superposent aux alentours de 400-480 nm (bleu), et 660 nm (rouge). On en déduit que les cellules chlorophylliennes via leur pigment vert, la chlorophylle sont efficaces. Mais le Soleil émettant dans toutes les longueurs d'onde du visible, on en déduit aussi qu'un faible % de l'énergie solaire reçue par la feuille est converti en matière organique.

On estime que seule 1% de l'énergie solaire reçue par la feuille est converti en énergie chimique (dans les chloroplastes sous forme de glucose).



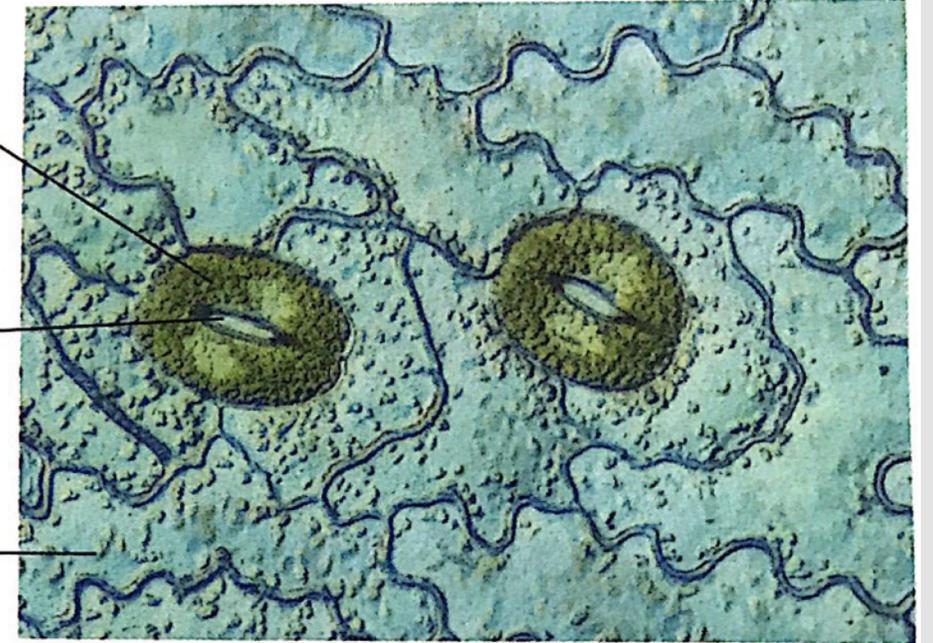


Bilan sur la photosynthèse à différentes échelles

L'entrée de CO₂ dans la feuille passe par des structures cellulaires particulières: les stomates

L'eau évaporée sous l'effet de la lumière absorbée s'échappe de la feuille par de petits orifices, les stomates*. Ce phénomène est appelé évapotranspiration. Ces stomates sont constitués de deux cellules

de garde laissant entre elles un petit espace, l'ostiole, qui permet les échanges gazeux entre la feuille et l'atmosphère. Les stomates, selon les conditions de l'environnement, peuvent s'ouvrir ou se fermer.



cellules de garde

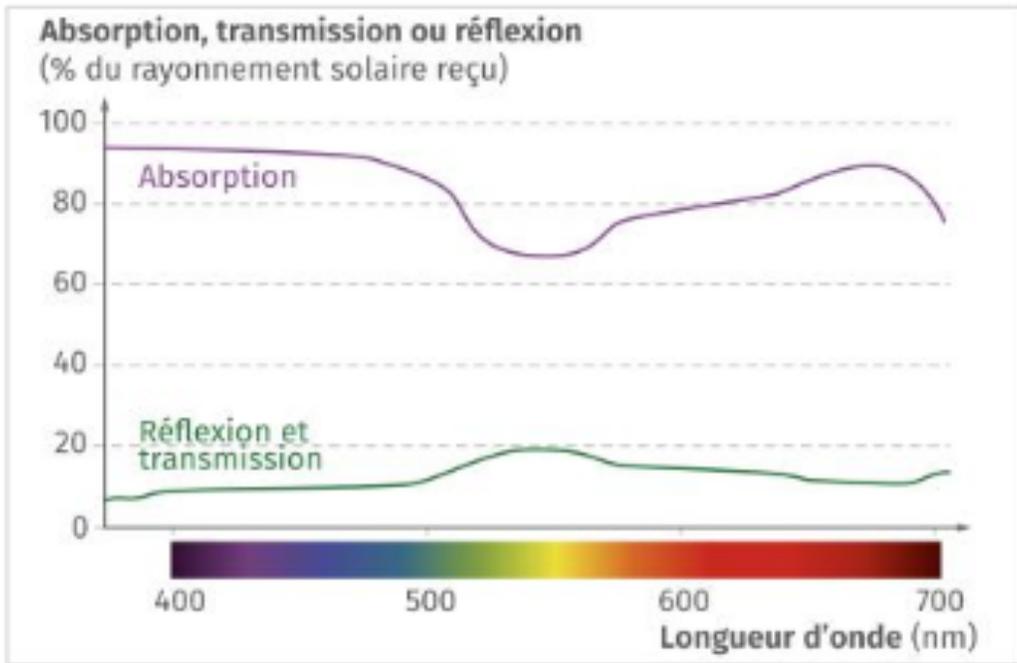
ostiole

cellules épidermiques

a

b

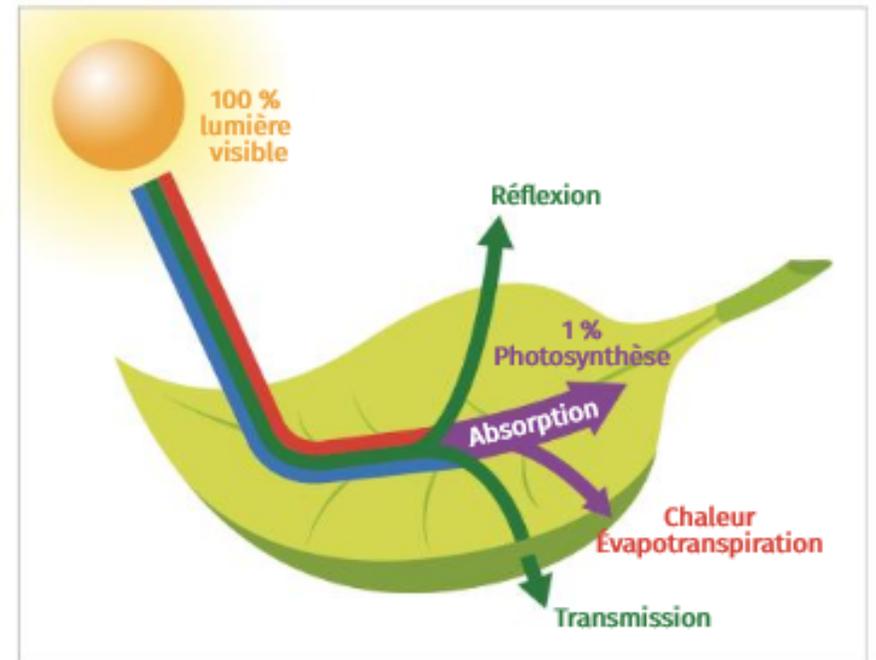
Stomates de l'épiderme inférieur d'une feuille de polypode observés au microscope optique (× 600), à l'obscurité (**a**) et quelques minutes après avoir été exposés à la lumière (**b**).



► Spectres d'absorption, de transmission et de réflexion de la lumière reçue par une feuille de végétal chlorophyllien.

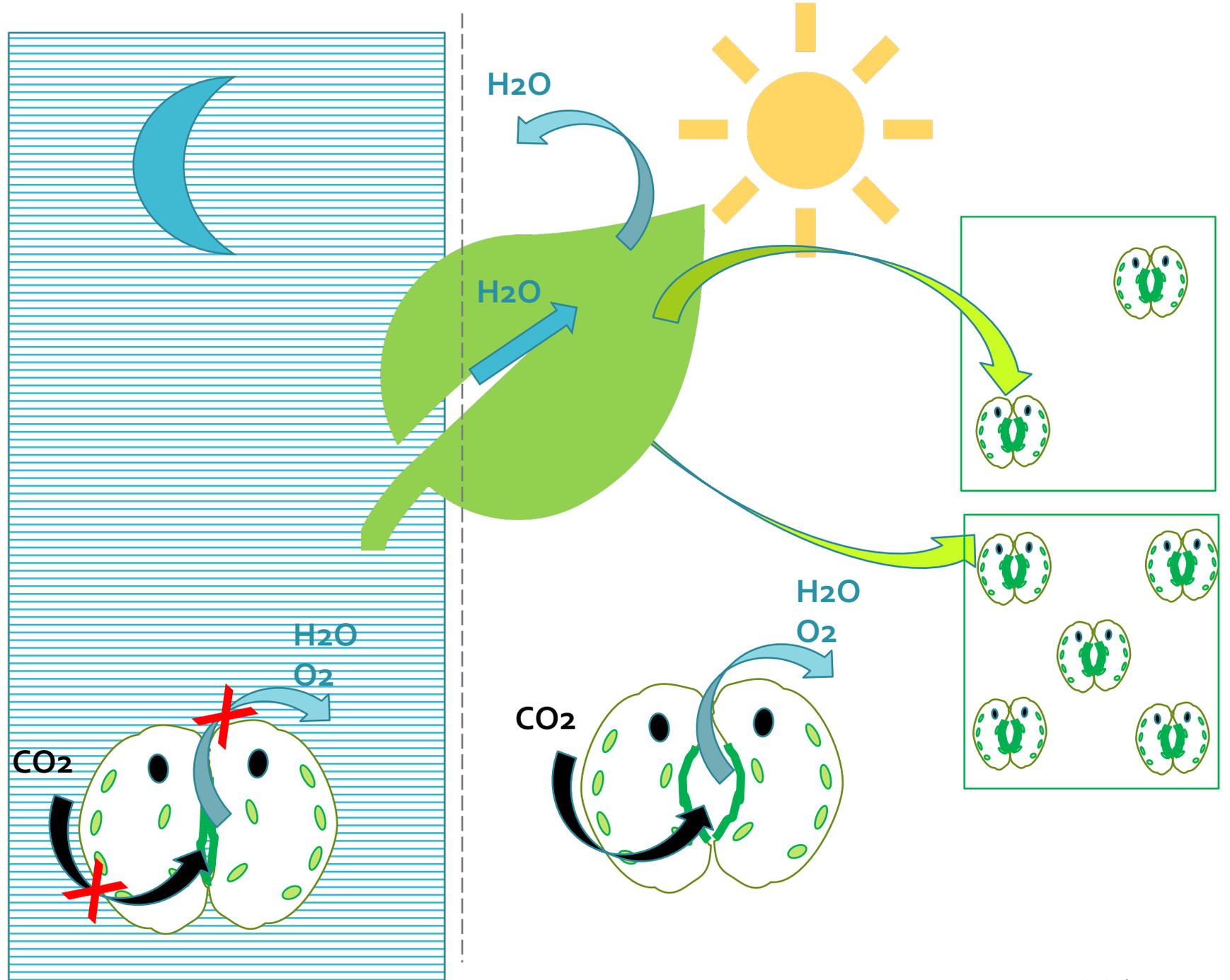
Seulement 1% de l'énergie solaire reçue est utilisé pour la photosynthèse

Doc. 2 Devenir de l'énergie incidente sur une feuille



► L'évapotranspiration est la perte d'eau transformée en vapeur au niveau des feuilles. Ce changement d'état de l'eau consomme de l'énergie.

Schéma bilan sur le rôle des stomates dans les échanges gazeux



Les stomates et le échanges gazeux foliaires

Les **stomates**, constitués de deux cellules accolées, sont présents à la surface des feuilles. Fermés la nuit, ils s'ouvrent le jour permettant **l'entrée de CO₂** nécessaire à **la photosynthèse**. L'eau, élément minéral, entrant également dans l'équation bilan de la photosynthèse est absorbée par les racines et remonte via les vaisseaux vers les feuilles consommatrices d'eau.

L'échauffement produit par les rayons solaires sur les feuilles entraîne une perte hydrique (via l'ouverture des stomates), on parle d'**évapotranspiration** (émission d'eau à l'état de vapeur lorsque l'atmosphère est sous saturée en eau). Ainsi, l'ouverture des stomates est nécessaire à l'entrée de CO₂ mais en revanche s'accompagne d'une perte hydrique. À midi, lorsque le soleil est au zénith, la chaleur solaire sur les feuilles est maximale et induit une fermeture momentanée des stomates (= dépression de midi), limitant ainsi les pertes d'eau.

Chez les espèces à disposition du feuillage horizontal, la densité de stomates est maximale du côté inférieur de la feuille, limitant ainsi les pertes hydriques. L'évapotranspiration des feuilles est nécessaire à l'ascension de la sève et donc de l'eau.

La **transpiration consomme 40 % de l'énergie solaire** captée par la plante. Outre son rôle essentiel dans l'ascension de la sève brute et le contrôle de l'équilibre hydrique, elle contribue aussi aux mouvements de la sève élaborée et permet d'abaisser la température des feuilles de quelques degrés par fortes chaleurs.

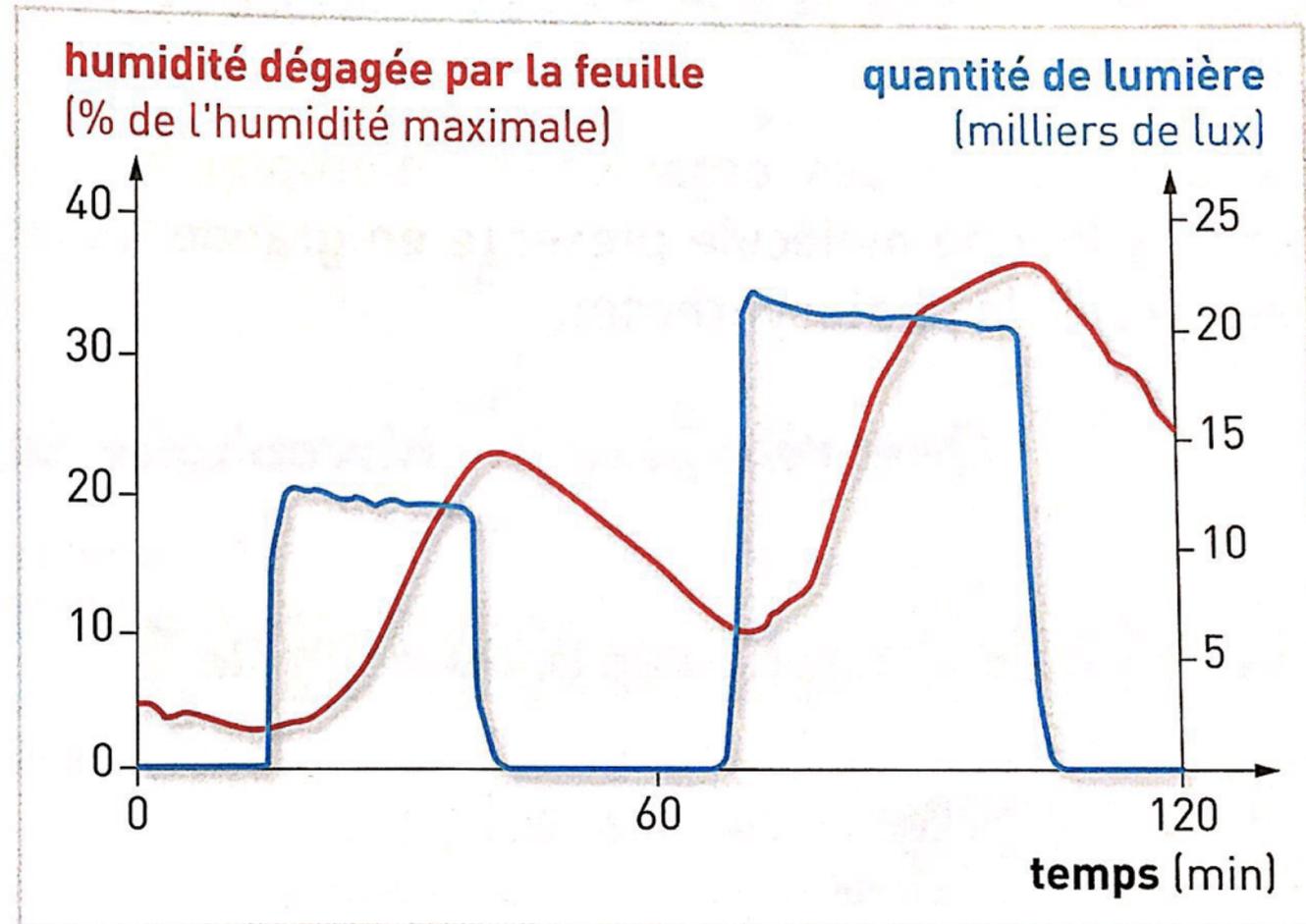
Les feuilles, organes photosynthétiques, perdent de l'eau en ouvrant leurs stomates

On mesure l'humidité dégagée par une plante soumise à des variations d'intensité lumineuse (figure ci-contre).

L'évaporation d'un litre d'eau nécessite un apport d'énergie de 2 265 kJ.

On estime ainsi que 72 % de l'énergie lumineuse absorbée par la feuille est à l'origine d'un échauffement provoquant l'évaporation de l'eau qu'elle contient.

■ Humidité dégagée par une plante soumise à des changements d'intensité lumineuse en fonction du temps.



Les espèces à
feuilles caduques
limitent les pertes
hydriques en hiver,
saison
physiologiquement
sèche car l'eau est
peu disponible
(glace= état solide)



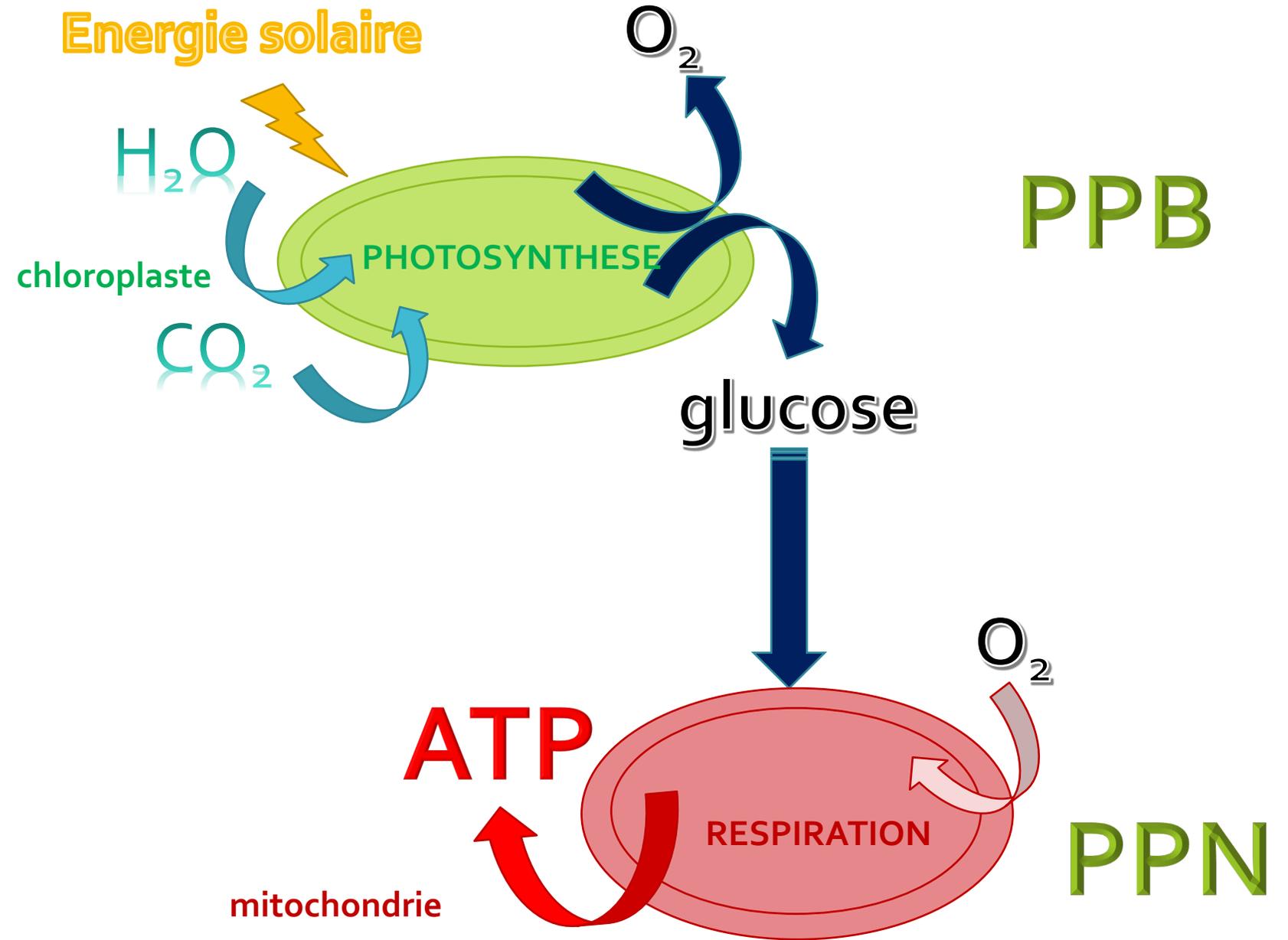
1 Variation saisonnière de l'indice foliaire.
L'indice foliaire est la surface totale de feuilles
par unité de surface du sol.



2 Un chêne en hiver.

- Les arbres à feuilles caduques comme le chêne sont caractérisés par la perte de leurs feuilles en hiver. En période de froid, ils entrent en vie ralentie.

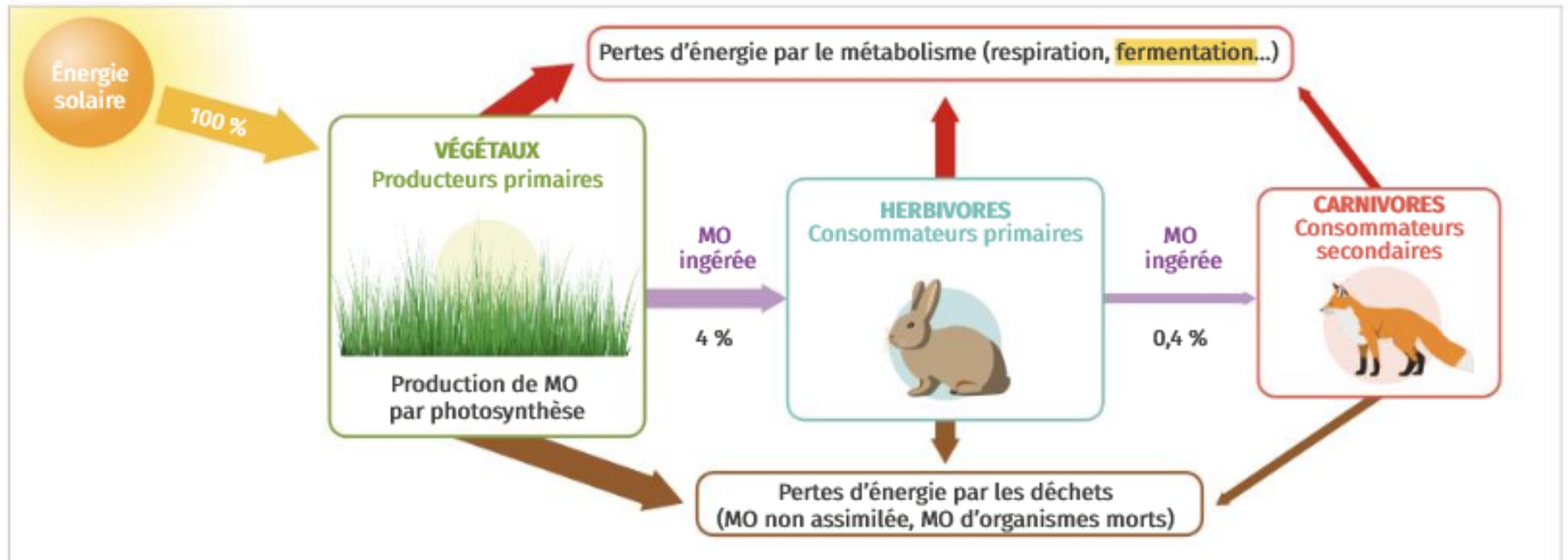
Productivité
Primaire Nette
(PPN) =
productivité
Primaire Brute
(PPB) –
Respiration (R)



**TD 1: La photosynthèse
permet l'entrée de matière
organique au sein des
écosystèmes**

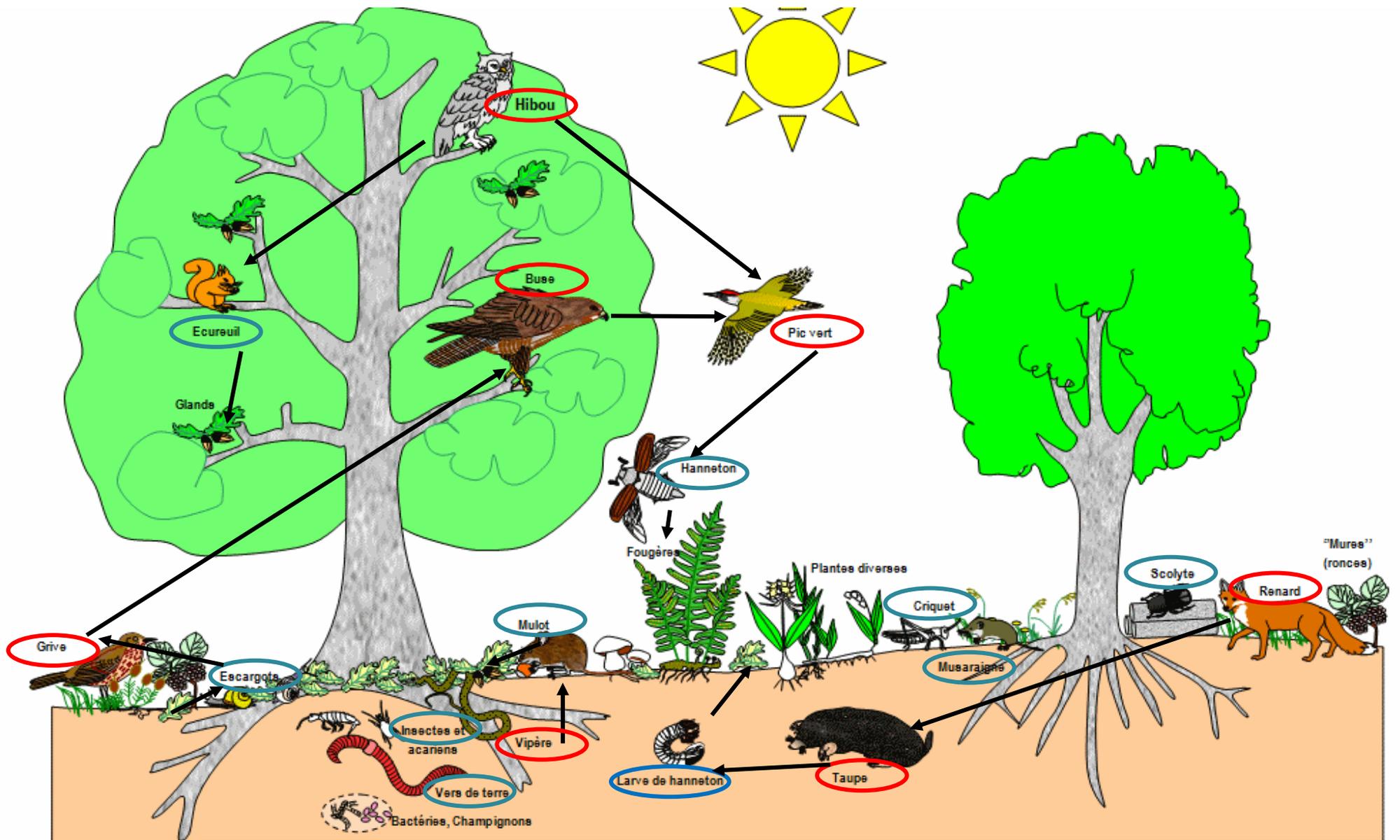
La notion de chaîne alimentaire ou de réseau trophique

Doc. 1 Devenir de l'énergie chimique issue de la photosynthèse



Les pourcentages indiquent la proportion d'énergie transmise par rapport à l'énergie solaire initialement reçue par les végétaux. La largeur des flèches représente l'importance du flux d'énergie. MO signifie « matière organique ».

Relation
s
trophiq
ues
dans un
écosyst
ème.



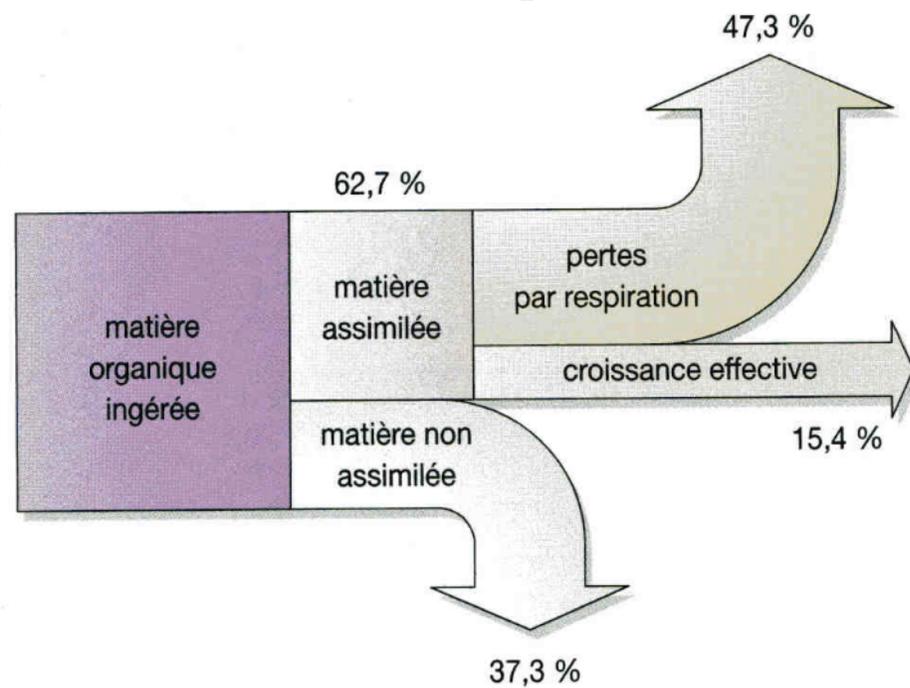
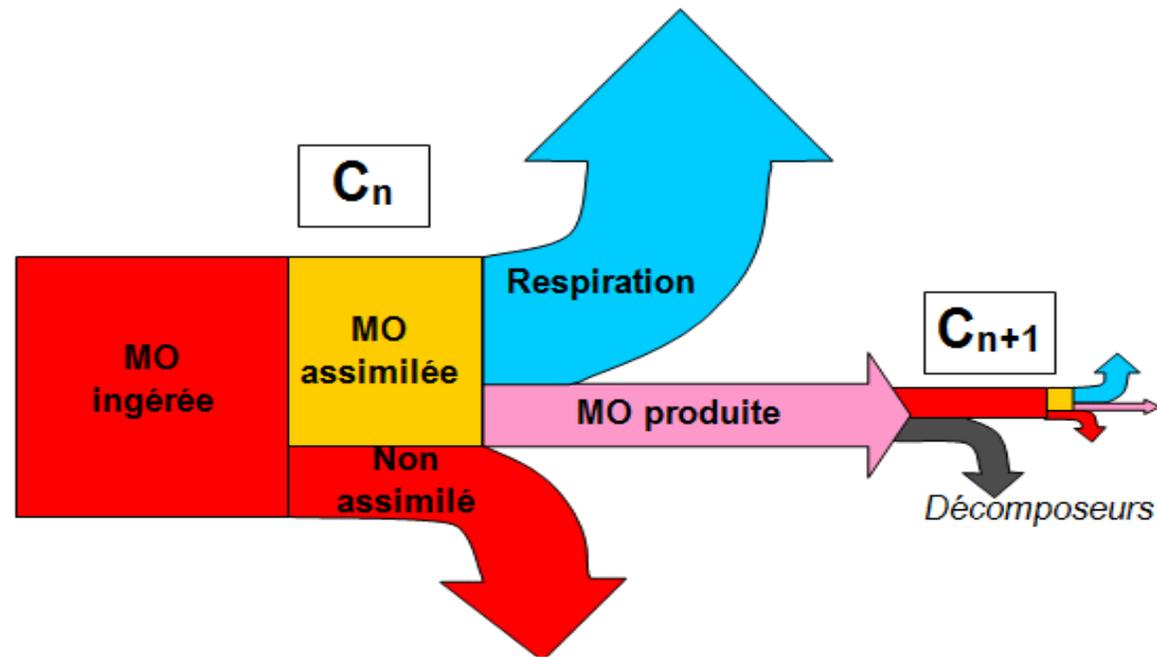
Réseau trophique, maillon, producteur, consommateur

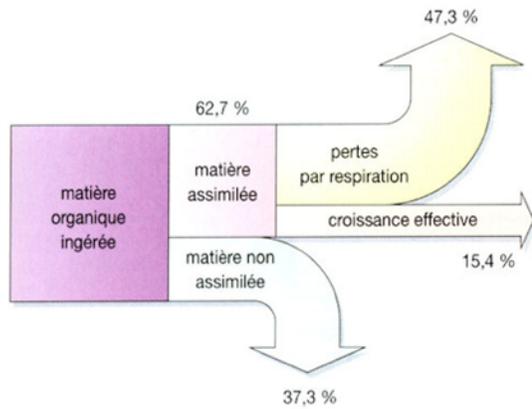
Producteur primaire: organisme chlorophyllien réalisant la photosynthèse, à la base de tout réseau trophique. Ce premier maillon convertit l'énergie solaire en énergie chimique, biomasse consommable par les autres maillons de la chaîne alimentaire.

Consommateur primaire (ou producteur secondaire): second maillon d'un réseau trophique, l'organisme consomme un producteur primaire, donc un végétal chlorophyllien. Un consommateur primaire est donc un herbivore. Un consommateur secondaire est un carnivore, il consomme les consommateurs primaires.

Le soleil fournit la **source d'énergie à la base de tout réseau trophique**. Il fournit l'énergie lumineuse nécessaire à la conversion du carbone minéral en carbone organique par les végétaux chlorophylliens (verts).

Les pertes énergétiques d'un maillon à l'autre





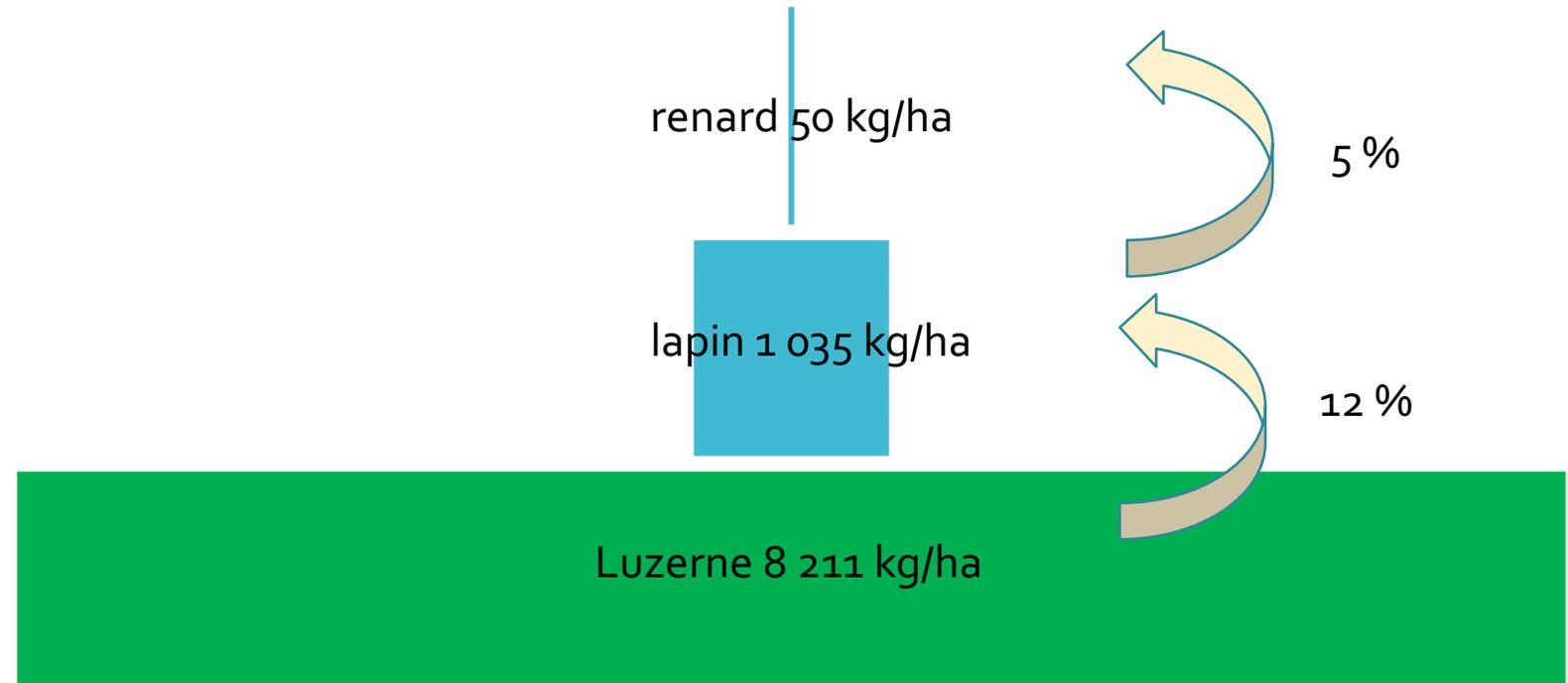
Producteur	Biomasse (kg / ha de culture)
Luzerne (producteur primaire)	8211
Lapin (phytophages, producteurs secondaires)	1035
Renard (zoophage, consommateur secondaire)	50
Lombrics, Bactéries, champignons (décomposeurs)	5

Calcul du rendement de biomasse dans un réseau trophique

- Rendement $_{\text{lapin}} = (1035/8211) * 100 = 12,6 \%$
- Rendement $_{\text{renard}} = 550/1035^{\circ} * 100 = 4,8\%$
- Le passage d'un maillon à l'autre s'accompagne d'une perte importante de rendement. Il est ainsi plus économique de consommer le premier maillon que le dernier maillon.
- Ces pertes de biomasse et donc ces pertes énergétiques s'expliquent d'une part, par le fait que la matière ingérée ne soit pas totalement assimilée (excréments, sudation). De plus la matière assimilée est en grande partie métabolisée à des fins énergétiques (métabolisme basal, thermorégulation, déplacement, reproduction) plus qu'à des fins de croissance effective (gain de muscle).

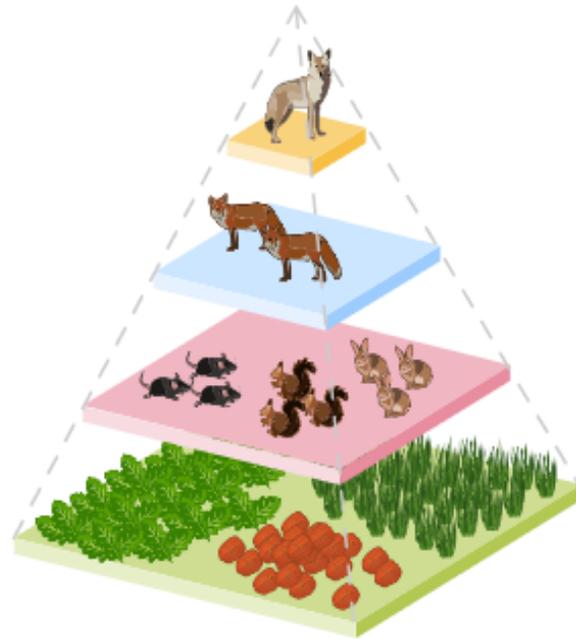
Construction d'une pyramide des biomasses

Pyramide des biomasses de l'écosystème luzerne-lapin-renard

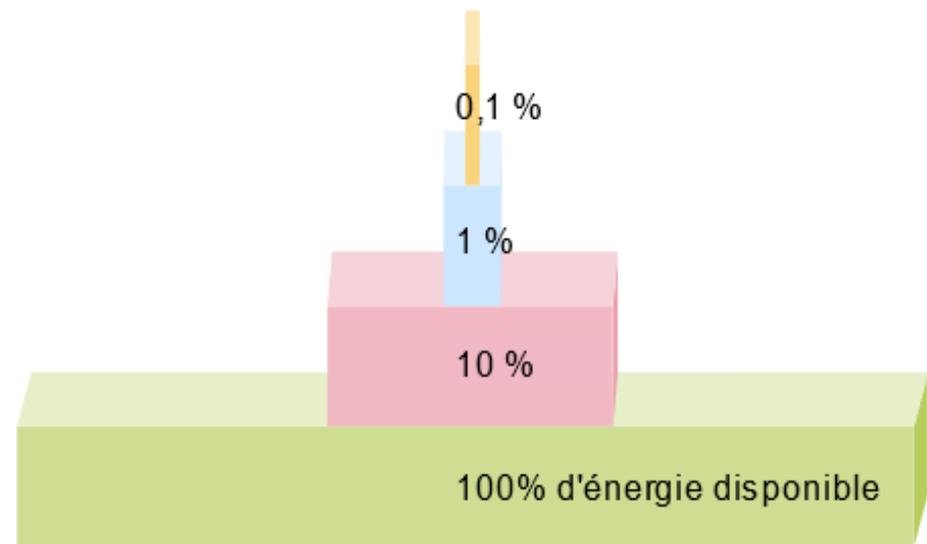


échelle: 1cm = 500 kg/ha

Pyramide des énergies



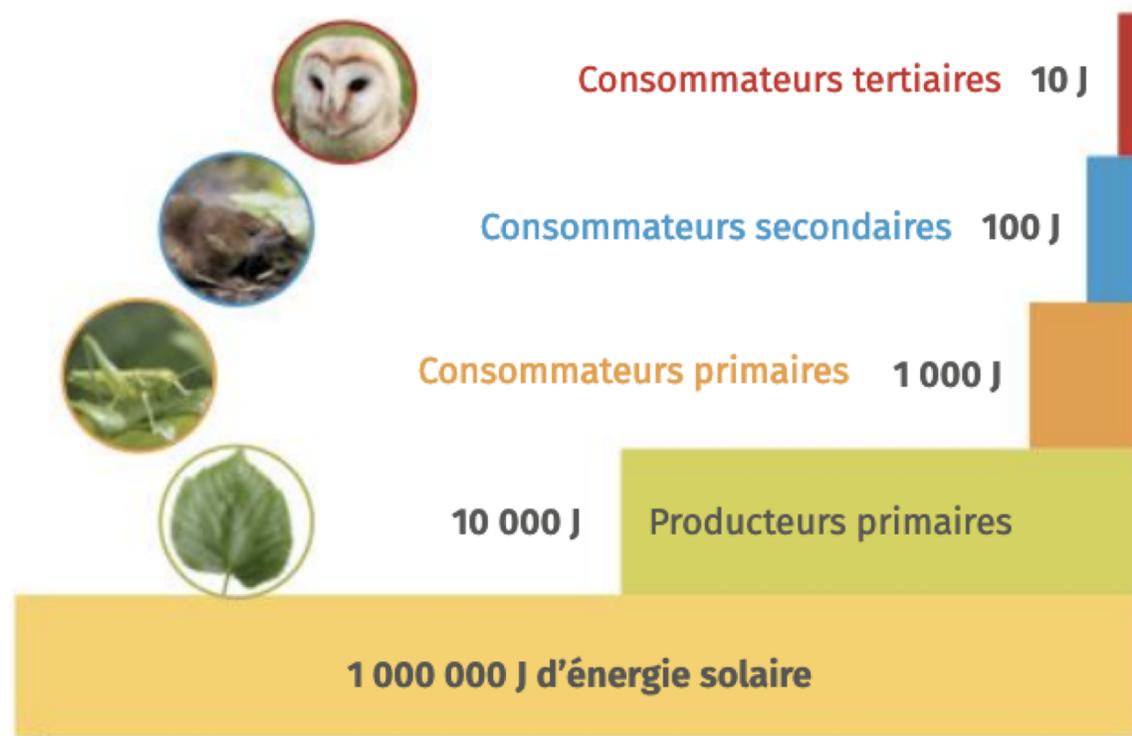
- Pyramide des énergies
- Pyramide de la biomasse
- Pyramide des nombres
- Pyramide des toxines



Échelles non respectées

D'après Edumédia

Des pertes d'énergie chimique d'un maillon à l'autre du réseau trophique, dues notamment à la respiration

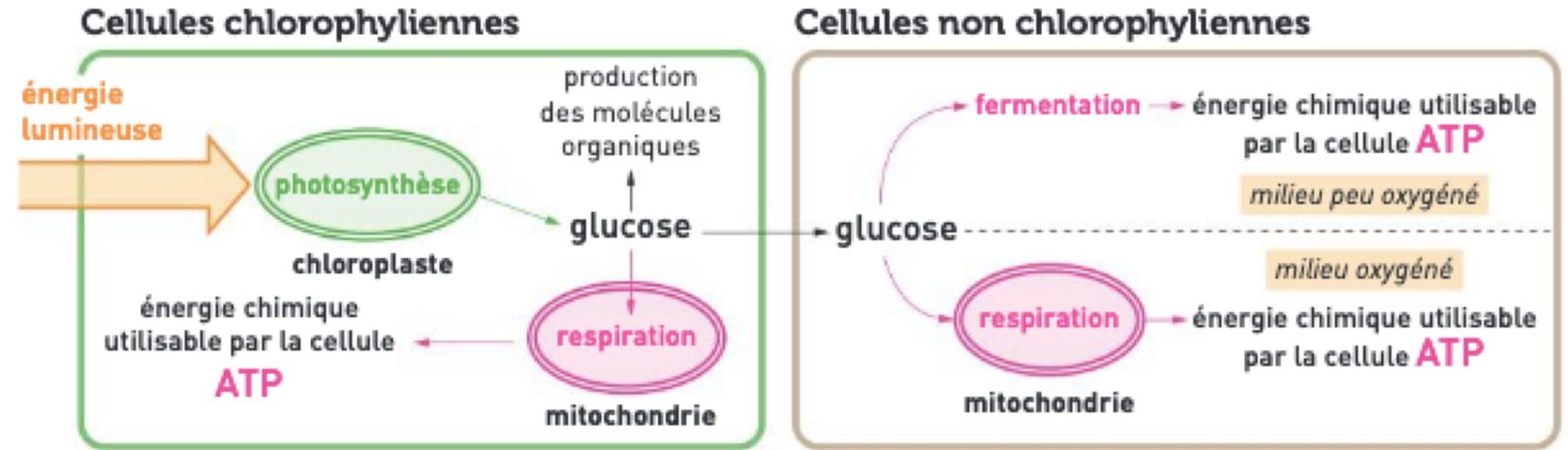


Pyramide théorique de production nette.

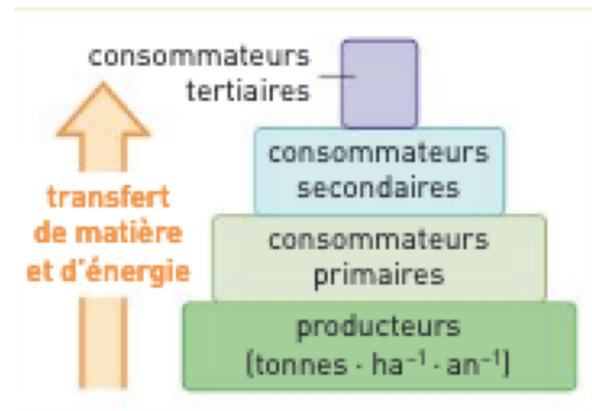
Les valeurs indiquent l'énergie de chaque niveau, en partant d'une énergie solaire de 1 MJ.

Une pyramide de production nette montrant les transferts d'énergie au sein des différents niveaux d'un écosystème. Cette pyramide donne des valeurs théoriques, car en réalité les transferts varient selon l'écosystème. Le rendement écologique d'un niveau trophique est la quantité d'énergie d'un niveau par rapport à celle disponible.

BILAN des transferts de matière et d'énergie au sein d'un organisme, au sein d'un écosystème



- Chaque année les organismes photosynthétiques produisent plus de 800 Milliards de tonnes de matière organique. Cette masse organique végétale est appelée biomasse.
- On appelle productivité primaire brute (PPB), la production de biomasse végétale par unité de surface et par unité de temps.
- Environ 80 % de la PPB est consommée par respiration pour assurer le fonctionnement cellulaire. Les 20% restant correspondent à la productivité primaire nette (PPN), disponible pour le reste de la biosphère.

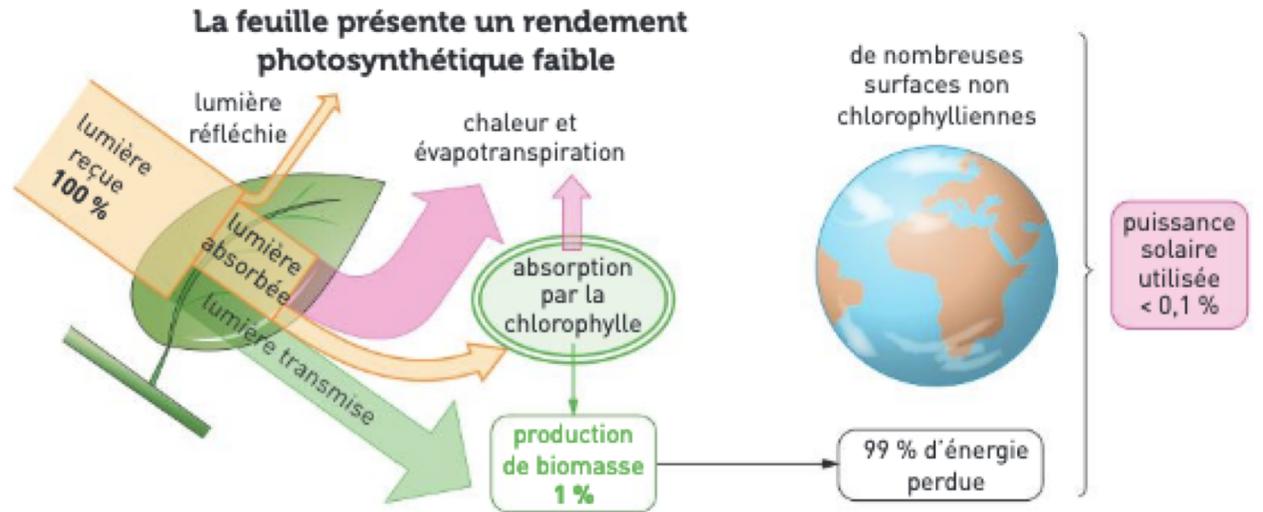


La pyramide des biomasses traduit les pertes entre chaque maillon ou niveau trophique

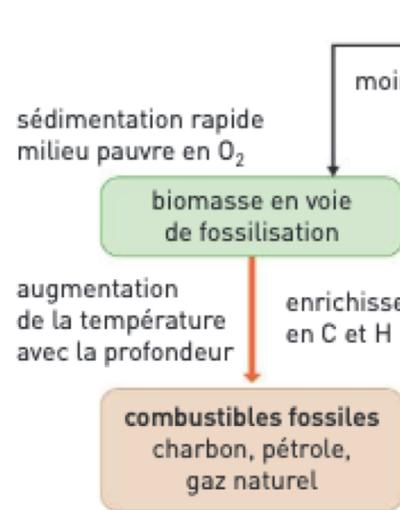
Seul 1% de l'énergie solaire reçue par les feuilles est converti en énergie chimique, utilisable par les êtres vivants

2

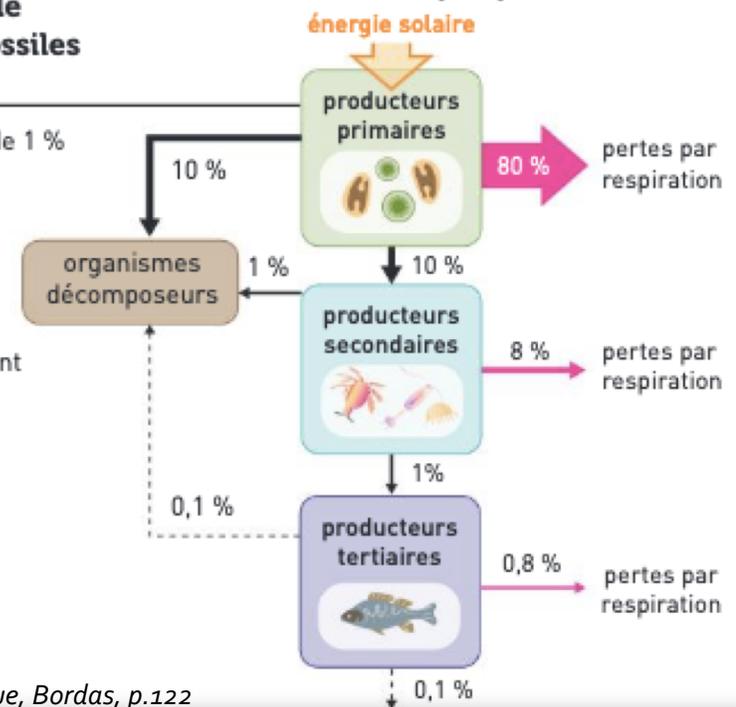
Une voie d'entrée de l'énergie solaire dans la biosphère



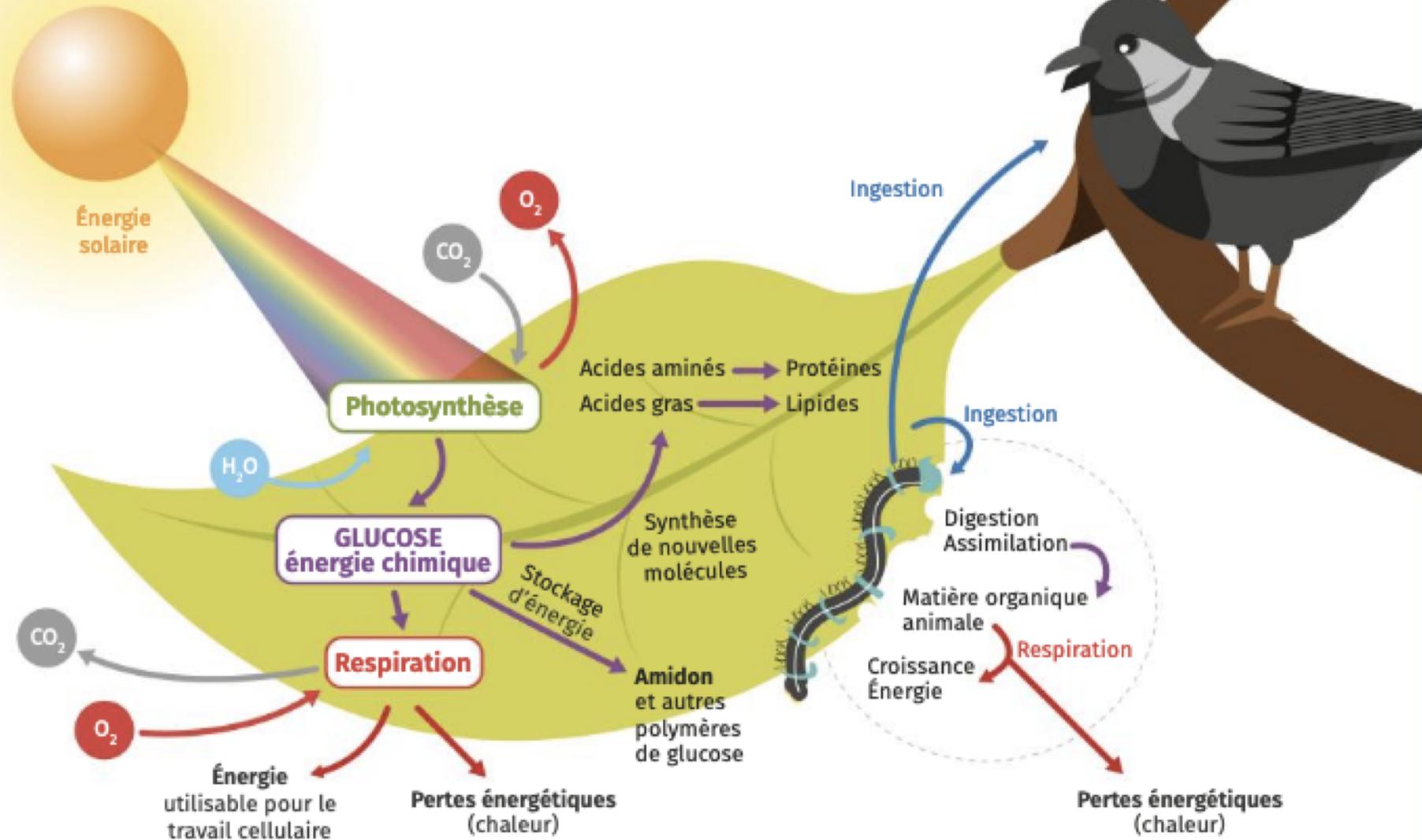
Une lente transformation de la biomasse en combustibles fossiles



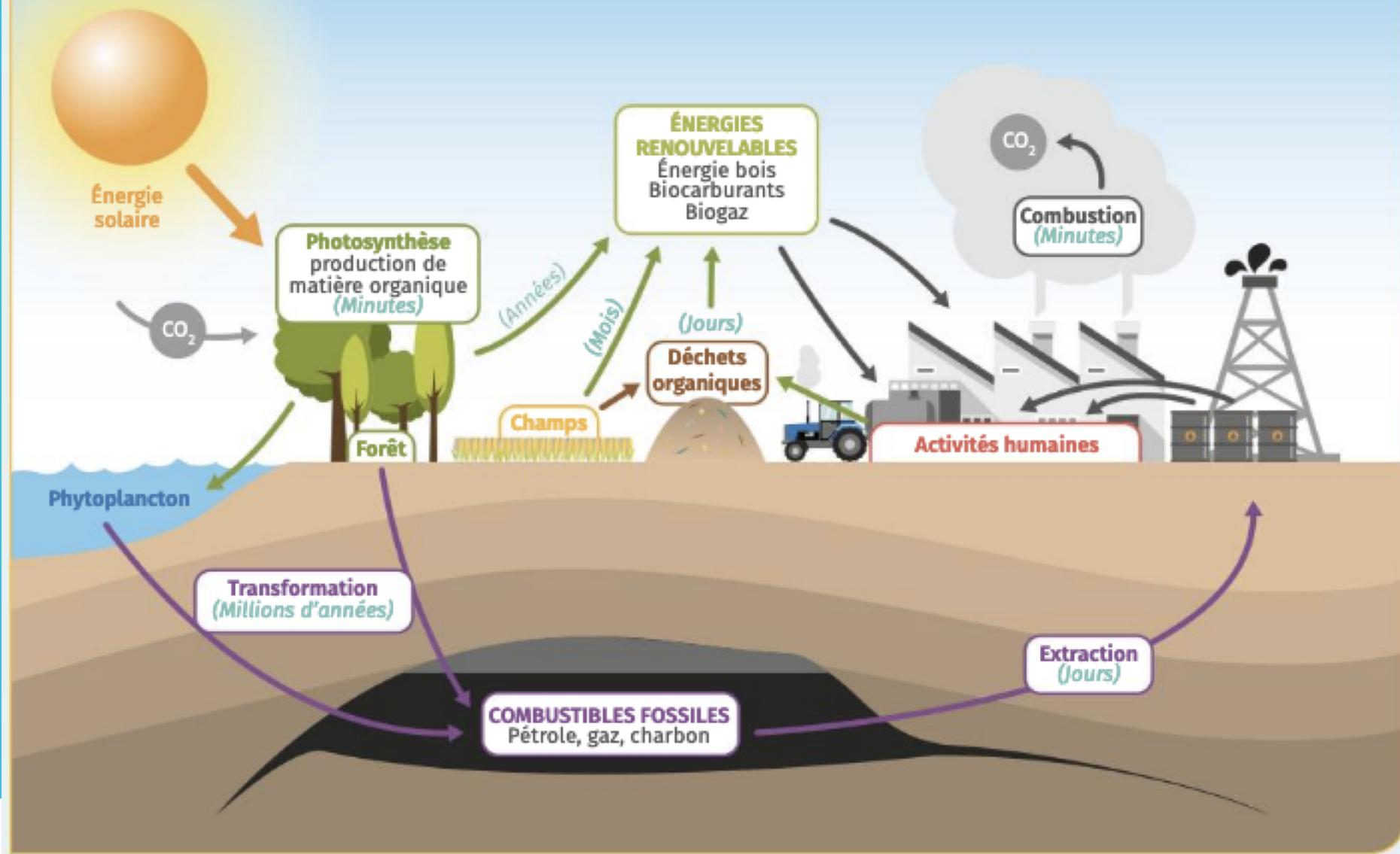
La photosynthèse alimente les réseaux trophiques



La photosynthèse, source d'énergie du monde vivant



Combustibles fossiles et énergies renouvelables



TP 3

2.3- Une conversion biologique de l'énergie solaire : la photosynthèse

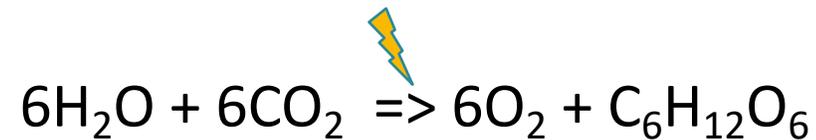
 Traces
écrites

I. **Les végétaux verts, sont des organismes chlorophylliens capables de réaliser la photosynthèse**

A. **Équation bilan du métabolisme photosynthétique**

La photosynthèse est un métabolisme, c'est-à-dire un ensemble de réactions chimiques ayant lieu dans une cellule.

Ces réactions peuvent être résumées par l'équation bilan suivante:



Ce métabolisme convertit du carbone minéral en carbone organique. En effet, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ est une molécule organique (glucose), dans laquelle le carbone est réduit (lié à au moins un atome d'hydrogène). Cette réduction du carbone nécessite de l'énergie lumineuse apportée par le soleil.

B. Les feuilles, des organes photosynthétiques présentant des structures adaptées à la photosynthèse

Chez les plantes, ce sont essentiellement les feuilles qui assurent la photosynthèse. Elles présentent une grande surface d'échange, leur permettant de capter un maximum d'énergie solaire.

A l'échelle cellulaire, elles présentent à leur surface, des stomates, constitués de deux cellules accolées laissant une ouverture –ostiole– permettant des échanges gazeux. Ces échanges sont une entrée de CO_2 et une sortie de H_2O et O_2 .

La photosynthèse nécessitant l'énergie solaire, les stomates sont ouverts le jour et fermés la nuit (chez la plupart des végétaux chlorophylliens). L'entrée de CO_2 est essentielle au déroulement de la photosynthèse, mais la perte d' H_2O l'est aussi indirectement. En effet, les rayons solaires apportent non seulement de l'énergie lumineuse nécessaire à la photosynthèse, mais aussi de la chaleur (énergie thermique) qui induit un phénomène d'évapotranspiration. En s'évaporant, l'eau de la feuille induit une remontée de la sève et avec elle le transport de l'eau des racines vers les feuilles. Cette eau est un des réactifs de la photosynthèse.

C. A l'échelle cellulaire, la photosynthèse et les chloroplastes

À l'échelle cellulaire, la photosynthèse se déroule au sein d'organites verts, contenant des pigments chlorophylliens: les chloroplastes. Ces structures présentent des pigments chlorophylliens capables de capter la lumière solaire dans le bleu et le rouge et de convertir cette énergie lumineuse en énergie chimique. Cette conversion fait intervenir H_2O et aboutit à la synthèse d' O_2 et d'intermédiaires qui permettront la conversion de CO_2 en $C_6H_{12}O_6$,

Ainsi, une partie du rayonnement solaire absorbé par les organismes chlorophylliens permet la synthèse de matière organique à partir d'eau, de sels minéraux et de dioxyde de carbone (photosynthèse).

La photosynthèse permet l'entrée dans la biosphère de matière minérale stockant de l'énergie sous forme chimique.

II. L'énergie solaire à l'échelle de l'écosystème

A. Définition d'un écosystème

Un écosystème est composé d'un ensemble d'organismes vivants, la biocénose, et de l'environnement physique où ils vivent, le biotope. Un écosystème est une unité composée d'organismes interdépendants (relations trophiques, mutualisme ...) qui partagent le même habitat et qui interagissent avec les paramètres physiques et chimiques .

B. Les relations trophiques au sein d'un écosystème

Au sein d'un écosystème , il existe des relations trophiques (alimentaires) entre les différentes espèces. Les producteurs primaires sont les premiers maillons des réseaux trophiques (= chaines alimentaires), ils sont photosynthétiques (donc verts) et produisent une biomasse (matière minérale et organique / surface/ temps) importante. Ils sont consommés par les herbivores (consommateurs primaires) avec un rendement moyen de 10%. Cette perte importante est due à la partie non consommée, la partie non assimilée de la partie consommée, et les pertes énergétiques importantes de la partie assimilée par respiration, fermentation (métabolisme basal). La biomasse nette disponible pour le maillon suivant n'est que de 10% de la biomasse initiale.

Ainsi, en moyenne, d'un maillon à l'autre on passe de 10, à 1 à 0,1% au fur et à mesure que l'on monte dans la pyramide des biomasses ou des énergies.

Les molécules organiques fabriquées grâce à la photosynthèse et consommées par les producteurs primaires **peuvent être transformées par respiration ou fermentation pour libérer l'énergie nécessaire au fonctionnement des êtres vivants** (synthèse de molécules, émission de molécules, division cellulaire, contraction...).

III. A l'échelle de la planète, 0,1% de la puissance solaire reçu est utilisée par les végétaux chlorophylliens

L'utilisation par la photosynthèse d'une infime partie de l'énergie solaire reçue par la planète fournit l'énergie nécessaire à l'ensemble des êtres. À l'échelle de la planète, les organismes chlorophylliens utilisent pour la photosynthèse environ 0,1% de la puissance solaire totale disponible.

Des arbres albinos !

||||||| Longtemps présentés comme des « arbres fantômes » par une légende de Californie, ces séquoias sont en fait les acteurs d'une réalité biologique étonnante.

Habituellement, les végétaux sont verts grâce à la chlorophylle contenue dans les cellules de leurs feuilles. Cette chlorophylle permet la synthèse de la matière organique à partir de l'énergie solaire. Donc, sans chlorophylle, pas de matière organique, donc pas de développement ni de croissance. Pourtant, ces arbres « albinos » ou achlorophylliens (sans chlorophylle) existent et grandissent.

Des études scientifiques menées pour comprendre ce phénomène ont montré que ces arbres possèdent un taux très élevé de métaux lourds (nickel, cuivre et cadmium). On a récemment compris que les arbres albinos sont en association par leurs racines avec leurs voisins chlorophylliens, qui leur fournissent de la matière organique. Les « arbres fantômes » contribuent pour leur part à la réussite de cette association en dépolluant le sol (ils accumulent les métaux lourds toxiques pour les végétaux chlorophylliens).

Numérique

Connectez-vous sur lelivrescolaire.fr pour visionner une vidéo (en anglais) présentant ces arbres étonnants. [LLS.fr/ES1P112](https://lls.fr/ES1P112)



● **Un séquoia dépourvu de chlorophylle.**
Comment des arbres sans chlorophylle peuvent-ils se développer ?

Du bio-bitume à base d'algues

||||| En France, chaque année, plus de 2,5 millions de tonnes de bitume servent à la fabrication de l'asphalte routier. Sa production nécessite l'utilisation de ressources fossiles car le bitume est un composé obtenu après distillation du pétrole brut. Des chercheurs de l'université de Nantes et de l'IFSTTAR (Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux) ont développé un bio-bitume à partir des déchets de l'industrie cosmétique (qui utilise des micro-algues du genre *Scenedesmus* pour la production de lipides). Le projet, nommé Algoroute, permet la revalorisation de ces déchets et reproduit la transformation de la biomasse lors d'un enfouissement qui durerait des millions d'années. Les compositions chimiques du bitume et de ce bio-bitume sont différentes, mais leurs propriétés (résistance et durabilité) sont similaires. Grâce à ce projet, une économie d'un million de tonnes de produits pétroliers peut être envisagée.

Numérique

Connectez-vous sur lelivrescolaire.fr pour visionner une vidéo présentant le projet Algoroute de l'université de Nantes. [LLS.fr/ES1P112](https://lls.fr/ES1P112)



Bio-bitume obtenu à partir des micro-algues. Le procédé utilisé, dit de liquéfaction hydrothermale, utilise de l'eau sous pression.

Entrainement

Exercice 4 Les transferts au sein de l'écosystème forêt



« Si nous devons perdre les forêts, nous perdrons non seulement un nombre considérable d'espèces animales et végétales, mais aussi notre combat contre le réchauffement climatique », WWF France.

Doc. 1

de la forêt tempérée

Organisme	Régime alimentaire
Bactéries du sol	Matière organique en décomposition
Cerf	Herbacées, feuilles des arbres
Chouette effraie	Musaraignes, reptiles, écureuils, mésanges, limaces
Collembole	Déchets végétaux
Écureuil	Glands, baies, fleurs, bourgeons, œufs d'oiseaux, insectes
Gloméris	Végétaux en décomposition
Larve de hanneton	Racines des plantes vertes
Limace	Champignons, végétaux, matière organique morte
Lombric	Matière organique morte, bactéries
Mésange	Larves de hanneton, lombrics, gloméris
Musaraigne	Insectes, escargots, araignées, lombrics, larves de hannetons, gloméris, etc.
Renard	Musaraignes, limaces, fruits, baies, mésanges, lombrics, etc.
Sanglier	Racines, champignons, insectes, oiseaux, lombrics, larves de hannetons

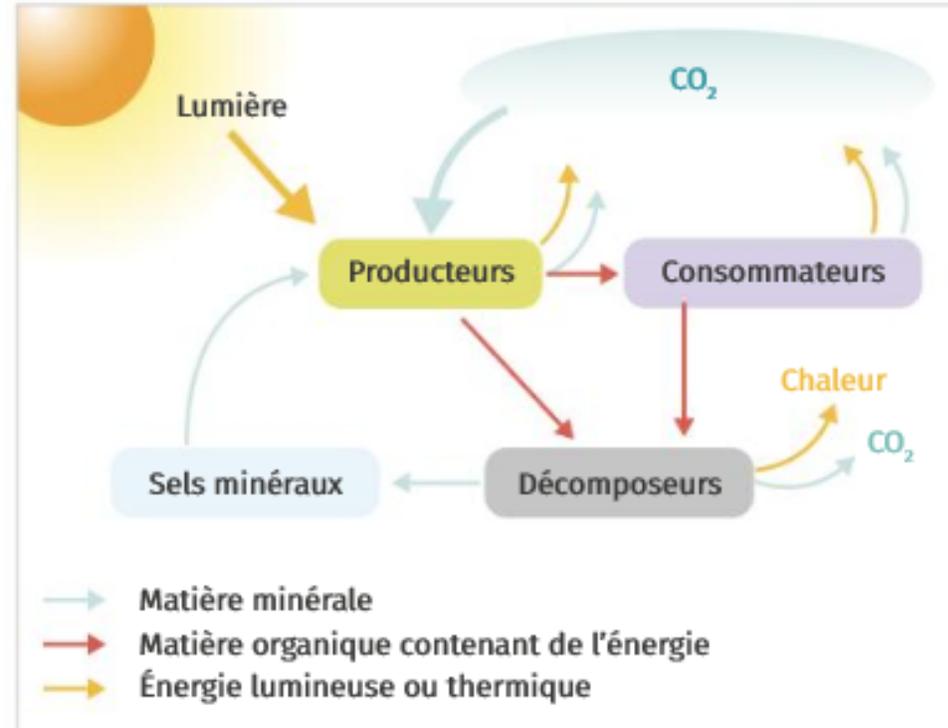
Doc. 2 Caractéristiques des catégories d'organismes d'une forêt tempérée

		Biomasse sèche	Temps de vie
Producteurs primaires	Arbres et troncs	274 t	100 à 500 ans
	Herbacées	1 t	1 an
Consommateurs primaires	Grands mammifères	2 kg	15 à 25 ans
	Petits mammifères	5 kg	1 à 3 ans
Consommateurs secondaires	Oiseaux et mammifères	1,3 kg	2 à 5 ans
Décomposeurs	Vers de terre	600 kg	2 à 3 ans
	Autres animaux du sol	400 kg	-

► Questions

1. Trouver deux chaînes alimentaires de la forêt tempérée. Pourquoi est-il rare de trouver des chaînes alimentaires avec plus de 4 maillons ?
2. Montrer comment à l'échelle de la planète, la photosynthèse permet l'entrée de l'énergie et de la matière dans les écosystèmes.
3. Sachant qu'un gramme de matière organique correspond approximativement à 5 calories (1 cal = 4,18 J), représenter la pyramide des biomasses de la forêt tempérée à l'aide de rectangles correspondant à l'énergie emmagasinée.
4. Expliquer en quoi la lutte contre la déforestation et le reboisement des continents peut continuer à agir contre le réchauffement climatique.

Doc. 3 Transferts de matière minérale et d'énergie dans un écosystème



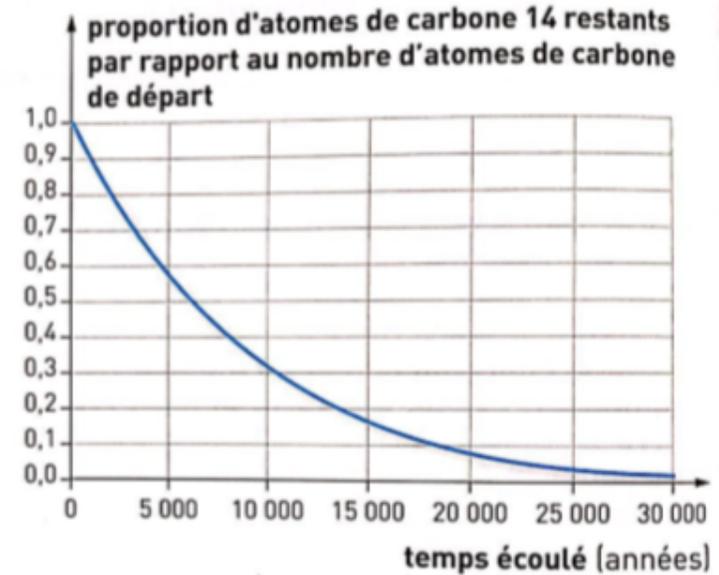
Entrainement

- rappels thème 1

11 Âge d'une momie

Une momie a été découverte en Égypte dans la vallée des Rois. On réalise une datation au carbone 14. Cet élément radioactif, produit en continu dans l'atmosphère terrestre, reste en proportion constante dans les organismes vivants. Le carbone n'étant plus renouvelé à partir du décès, sa proportion diminue comme l'indique le graphique ci-contre.

On mesure une baisse de 40 % de la proportion de carbone 14 de la momie.



1. Pourquoi le carbone 14 n'est-il plus renouvelé à partir du décès des êtres vivants ?
2. En vous aidant de la courbe ci-dessus, dater la momie.
3. Peut-on utiliser la méthode de datation au carbone 14 pour dater les dinosaures qui se sont éteints il y a 65,5 millions d'années ? Pourquoi ?