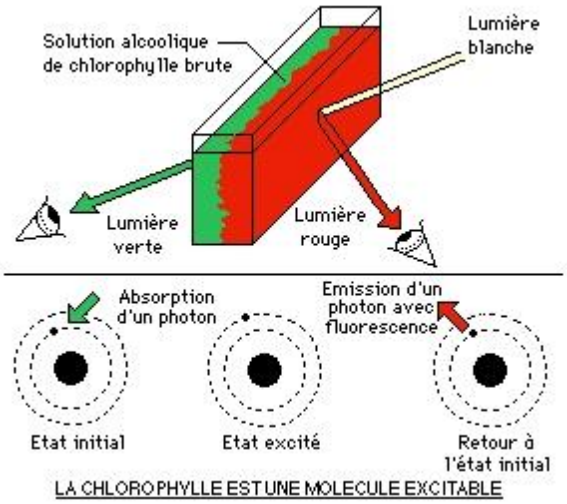
TP1 – LA CAPTURE DE L'ENERGIE LUMINEUSE AU SEIN DU CHLOROPLASTE

La **photosynthèse** est une réaction réalisée par les **organismes autotrophes** qui produisent de la matière organique (glucose) à partir de molécules minérales (CO_2) et d'énergie lumineuse. La capture de l'énergie lumineuse a lieu durant la **phase photochimique** de la photosynthèse et nécessite des **pigments** (chlorophylle).

Problématique: quel est le fonctionnement général de la photosynthèse (localisation, équation bilan), et quel est le rôle des pigments ?

- IN VITRO: Une solution de chlorophylle brute éclairée et vue par transparence paraît verte. Par réflexion, la même solution paraît rouge, c'est le phénomène de fluorescence (voir ci-contre)

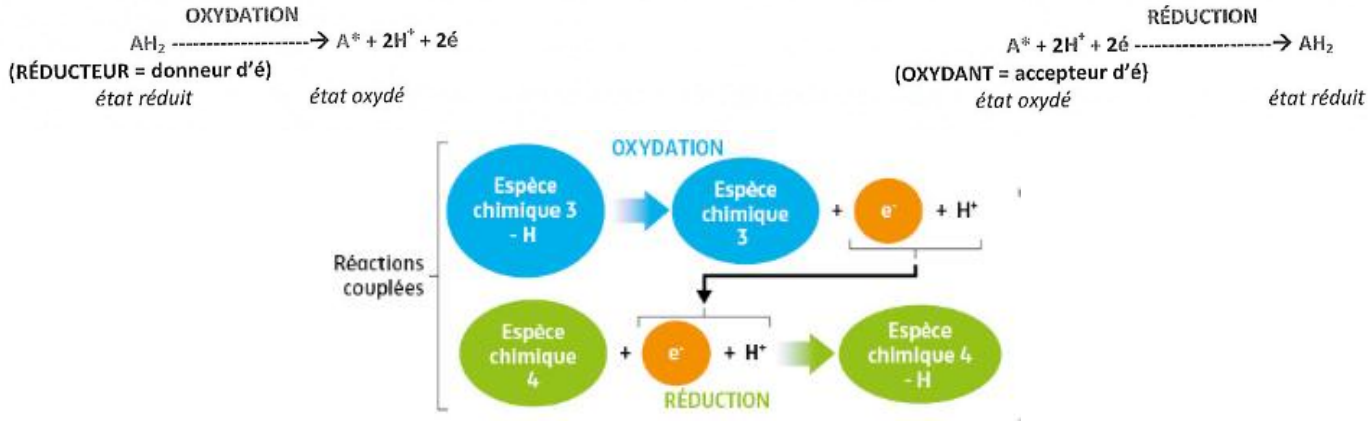


Explication: Lorsqu'un photon frappe un électron d'un atome de chlorophylle, celui-ci est excité et change de niveau d'énergie. Il est donc instable. il revient donc à son énergie initiale en redonnant un photon mais comme un peu d'énergie à été perdue, le photon émis est moins énergétique et donc d'une longueur d'onde supérieure, c'est à dire dans le rouge!

- IN VIVO: La **chlorophylle a** contenue dans la membrane des **thylacoïdes** est excitée en captant les photons: elle **perd des électrons** et se retrouve dans un état oxydé. Pour revenir à l'état fondamental et être de nouveau capable d'intéragir avec un photon elle doit donc récupérer des électrons.

Or il **ne peut y avoir d'électrons libres** dans un système biologique. Vers la fin des années 1930, **Robert HILL** (1899 – 1991), biochimiste anglais, émet l'hypothèse que la production de dioxygène par des chloroplastes nécessite en plus de la lumière la présence d'un **accepteur d'électrons** (c'est à dire un **oxydant**).

RAPPELS: Réactions d'OXYDO-REDUCTION



ETAPE A1: CONCEVOIR UNE STRATEGIE POUR RESOUDRE UNE SITUATION PROBLEME

On cherche à vérifier l'hypothèse de Hill: "la production de dioxygène par une suspension de chloroplastes se fait à la lumière en présence d'un accepteur d'électrons". Cette expérience est connue historiquement sous le terme de **"Réaction de Hill". Concevoir une stratégie réaliste!**

☎Appelez le professeur pour vérification

ETAPE A2: METTRE EN OEUVRE UN PROTOCOLE	
UTILISER UN DISPOSITIF D'EXPERIMENTATION ASSISTEE PAR ORDINATEUR (EXAO) - Suivre le protocole de la fiche technique pour: **<u>PHASE 1:</u> OBTENIR UNE SUSPENSION DE CHLOROPLASTES** **<u>PHASE 2</u>: MESURER LA CONCENTRATION EN DIOXYGENE DANS LA SUSPENSION DE CHLOROPLASTES**	**Matériel:** **- Feuille d'épinard** (ou menthe, persil, ou plantain lancéolé) **- Mortier/pilon - sable - ciseaux** **- Solution tampon, eau distillée** **- Accepteur d'électrons:** ferrocyanate de potassium **- Eprouvette graduée (20mL)** **- Pipette (5 mL)** **- Entonnoir - filtres** **- Dispositif EXAO: logiciel d'acquisition (Atelier scientifique), bioréacteur, sonde à O2, luxmètre, lampe**

ETAPE B: PRESENTER LES DONNEES ET EXPLOITER LES RESULTATS

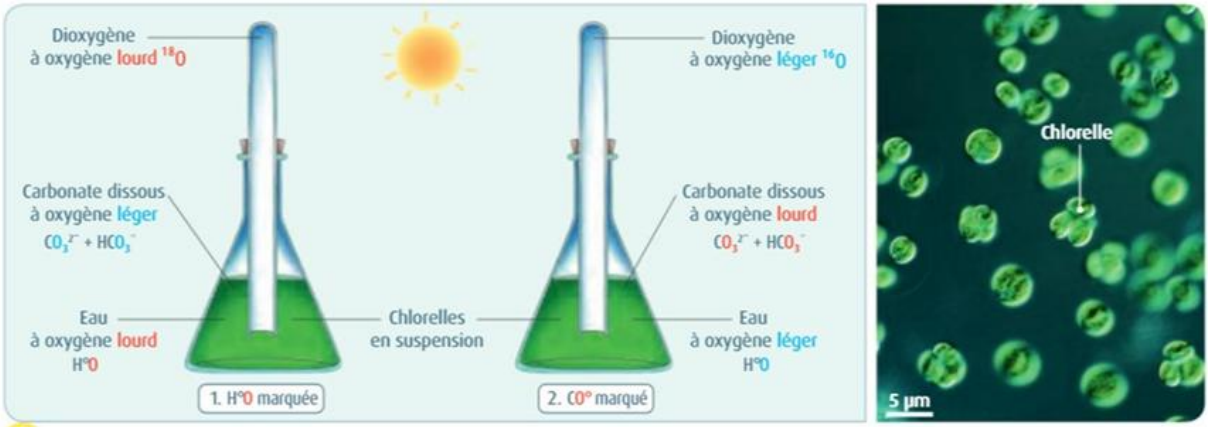
- A l'aide de l'exploitation des documents fournis et de vos résultats, **montrer que la photosynthèse est une suite de deux réactions couplées au cours desquelles des réactions d'oxydoréduction permettent le transfert d'électrons** (= d'une énergie électrochimique)

- **Réaliser un schéma fonctionnel**: sur une feuille blanche, vous schématiserez l'ensemble des réactions chimiques photosynthétiques se déroulant au sein d'une cellule chlorophyllienne.

Vous ferez apparaître :

- ☐ les différents compartiments cellulaires concernés,
- ☐ les différentes molécules chimiques,
- ☐ les échanges entre compartiments intracellulaires
- ☐ les différentes réactions chimiques localisées précisément
- ☐ les différentes formes d'énergie

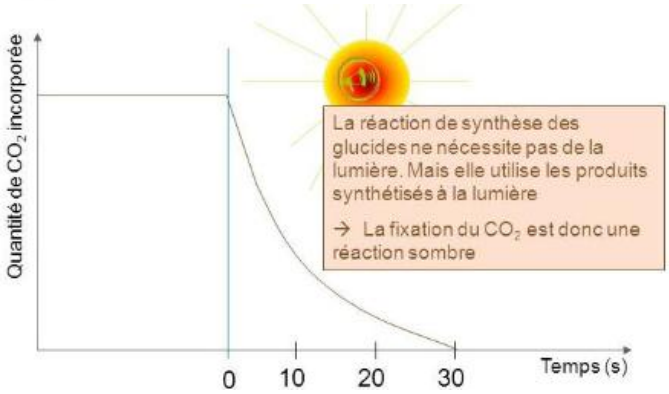
<u>Document 1</u>: expérience de Ruben et Kamen



5 L'expérience de Samuel Ruben (1900-1988) et Martin Camen (1913-2002). En 1941, Ruben et Kamen ont réalisé l'expérience schématisée ci-dessus en utilisant un isotope lourd de l'oxygène, le ^{18}O, pour marquer soit l'eau, soit le dioxyde de carbone (sous forme de carbonate dissous) fourni à des algues vertes unicellulaires (*Chlorella vulgaris*) exposées à la lumière.

<u>Document 2</u> : Expérience de Gaffron (1951)

Du dioxyde de carbone radioactif , est introduit dans une suspension d'algues fortement éclairée et la vitesse d'absorption du carbone radioactif est mesurée. Lorsque la suspension est placée à l'obscurité, le carbone continue à être incorporé pendant 15 à 20 secondes à condition que les algues aient reçu une forte illumination préalable d'eau moins 10 minutes. Dans le cas contraire, l'incorporation du carbone cesse des que les algues sont transférées à l'obscurité.



NB : Au cours de la **photosynthèse**, l'**énergie** véhiculée par les **photons** (lumière) est d'abord captée par les **pigments chlorophylliens** pour être ensuite transformée en **énergie chimique** correspondant à des **molécules organiques carbonées.** Ces réactions qui ont lieu dans les **chloroplastes** peuvent être traduites par une équation très simplifiée (1) :

(1) $6\underline{C}O_2 + 6H_2O \rightarrow (\underline{C}_6H_{12}O_6) + 6O_2$

L'étude de ces réactions complexes a montré que la photosynthèse peut être séparée en <u>2 réactions couplées</u> à un **système d'oxydo-réduction** :

- Une <u>phase photochimique</u> : lorsque la chlorophylle a interagi avec un photon, elle a perdu des électrons. Pour revenir à l'état fondamental et interagir à nouveau avec un photon, la chlorophylle doit récupérer des électrons. Ceux-ci sont fournis grâce à l'oxydation de l'eau. C'est la source de dioxygène dégagé au cours de la photosynthèse (2).

(2) $H_2O \rightarrow 2H^+ + 2\,\underline{é} + ½\,O_2$
État réduit *État oxydé*

- une <u>phase non photochimique</u> au cours de laquelle le **CO_2 absorbé** par la plante va s'incorporer à des **molécules organiques** déjà présentes dans le chloroplaste. Cette incorporation correspond à une réduction du CO_2 (3).

(3) $CO_2 + 2H^+ + 2\underline{é} + \text{Énergie} \rightarrow [CH_2O]_n$
État oxydé *État réduit*