

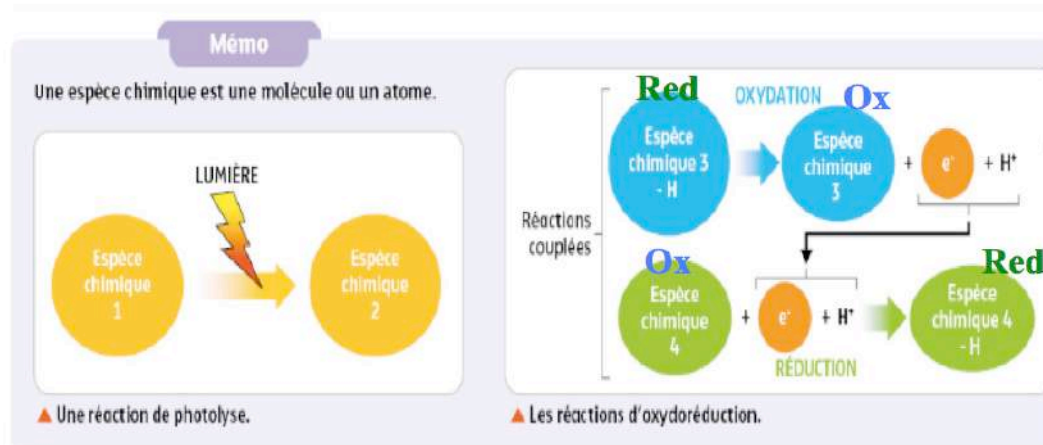
TP 21 : Les réactions chimiques de la photosynthèse

Objectif : Comprendre comment l'énergie lumineuse est à l'origine des produits de la photosynthèse.

Capacités : Etudier des expériences historiques sur la photosynthèse

Les plantes, autotrophes, sont à la base des réseaux alimentaires grâce à leur capacité à réaliser la photosynthèse. Au cours de cette réaction, la **lumière absorbée par les pigments est convertie en énergie chimique**. La photosynthèse comprend de nombreuses réactions chimiques dont les scientifiques ont réussi à déterminer la nature dans la 1^{ière} partie du XX^e siècle. A travers les résultats d'expériences historiques, on cherche à **caractériser ces réactions qui se déroulent lors de la photosynthèse**.

Consigne : à partir de l'exploitation des différents documents, démontrer que la photosynthèse est une réaction d'oxydo-réduction qui correspond au couplage de deux réactions que vous définirez et qui a pour équation bilan : $6H_2O + 6CO_2 \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$



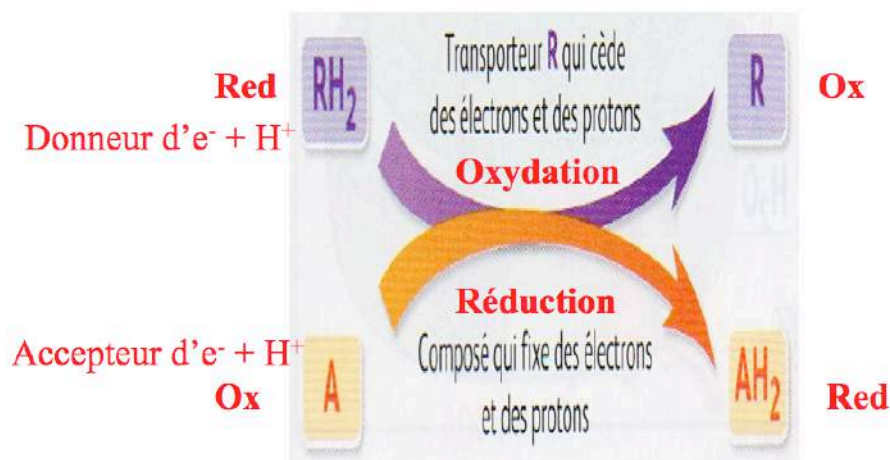
Oxydation: perte d'électrons (e^-) et de protons (H^+)

Réduction: gain d'électrons (e^-) et de protons (H^+)

Oxydant : accepteur d'électrons et de protons

Réducteur: donneur d'électrons et de protons

Principe d'une réaction d'oxydo - réduction



Oxydant : accepteur d'électrons et de protons

Réducteur: donneur d'électrons et de protons

Document 1 : Tableau de différentes expériences utilisant les isotopes de l'oxygène et du carbone

Expérience	Auteurs et années	Protocole	Résultat
1	Ruben et Kamen, 1938 - 1941	Euglènes (plante aquatique) éclairées en présence d'eau lourde ($H_2^{18}O$).	Dégagement de $^{18}O_2$, déchet de la photosynthèse.
2		Euglènes à l'obscurité en présence d'eau lourde ($H_2^{18}O$).	Pas de dégagement de $^{18}O_2$.
3	Calvin, Benson et Bassham, 1952 - 1959	Chlorelles (algue unicellulaire) éclairées en présence de CO_2 marqué au ^{14}C (radioactif).	Présence importante d'amidon radioactif.
4		Chlorelles mises à l'obscurité en présence de CO_2 marqué au ^{14}C (radioactif).	Absence d'amidon.
5		Chlorelles préalablement éclairées sans CO_2 radioactif puis immédiatement mises à l'obscurité en présence de CO_2 marqué au ^{14}C (radioactif).	Présence peu importante d'amidon radioactif.

1 comparée à 2 : ^{18}O de l'eau est retrouvé dans O_2 dégagé: donc O_2 dégagé provient de H_2O en présence de lumière.

3 comparée à 4 : en présence de lumière, de l'amidon RA est produit à partir du CO_2 marqué au ^{14}C : donc le carbone de l'amidon est produit à partir du C du CO_2

5 : à l'obscurité, un peu d'amidon RA peut être produit à partir du ^{14}C du CO_2 à condition que la plante ait été éclairé avant

Document 2 : Les expériences de Ruben et Kamen

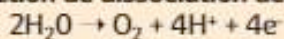
En 1941, les chimistes Ruben et Kamen ont permis de comprendre l'origine du dioxygène produit au cours de la photosynthèse.

Leurs expériences reposent sur le dispositif suivant : Des chlorelles (algues unicellulaires) sont cultivées dans de l'eau enrichie en dioxyde de carbone, et exposées à la lumière.

Le pourcentage de l'isotope ^{18}O est fixé par les expérimentateurs, à la fois dans les molécules d'eau et dans les molécules de dioxyde de carbone. Il diffère selon les expériences (voir les proportions dans le tableau).

Les expérimentateurs recueillent le dioxygène produit par les chlorelles et déterminent sa teneur en ^{18}O .

Réaction de dissociation de l'eau

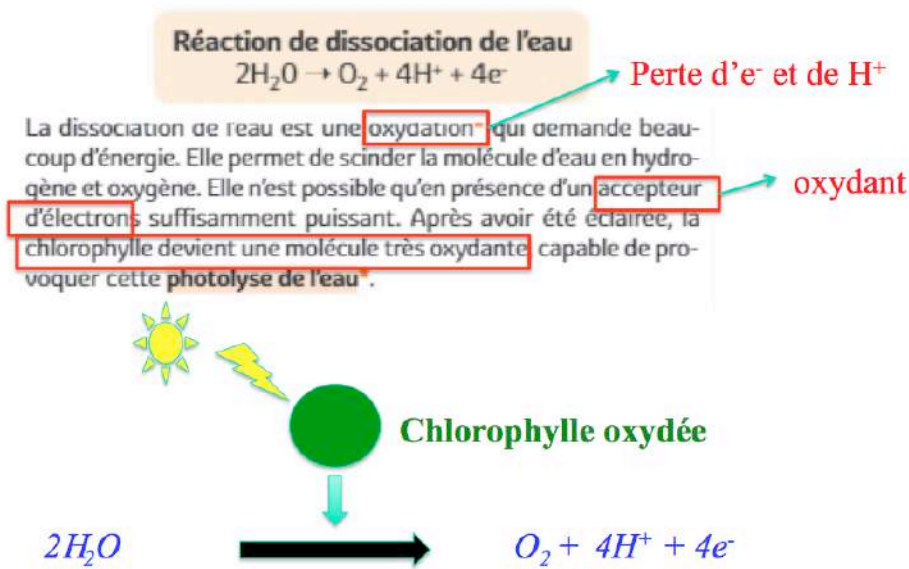


Expériences	H_2O utilisée	CO_2 utilisé	O_2 recueilli
1	0,85 %	0,41 %	0,84 %
2	0,85 %	0,55 %	0,85 %
3	0,85 %	0,61 %	0,86 %
4	0,20 %	0,50 %	0,20 %
5	0,20 %	0,40 %	0,20 %

■ Résultats des expériences : teneurs en ^{18}O dans les molécules d' H_2O , de CO_2 et d' O_2 .

La dissociation de l'eau est une oxydation* qui demande beaucoup d'énergie. Elle permet de scinder la molécule d'eau en hydrogène et oxygène. Elle n'est possible qu'en présence d'un accepteur d'électrons suffisamment puissant. Après avoir été éclairée, la chlorophylle devient une molécule très oxydante, capable de provoquer cette **photolyse de l'eau***.

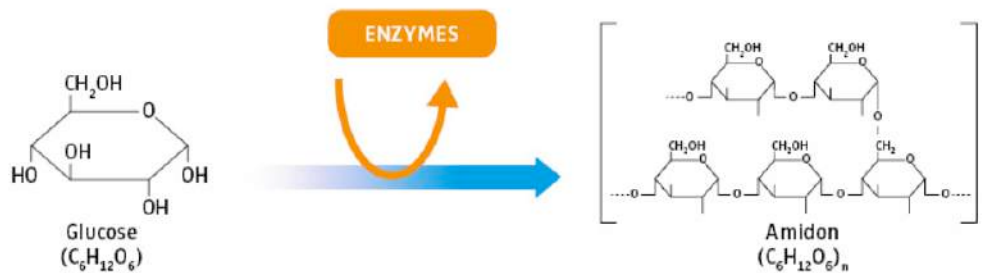
Quelque soit l'expérience réalisée, le % d' ^{18}O trouvé dans le O_2 recueilli est toujours le même que celui de l'eau utilisée et jamais le même que celui du CO_2 . cela confirme bien que **O_2 dégagé lors de la photosynthèse provient de H_2O et pas du CO_2 .**



Photolyse de l'eau = photooxydation de l'eau

Document 3 : La synthèse d'amidon au sein du chloroplaste

L'amidon est un polymère de glucose, c'est-à-dire qu'il est constitué de molécules de glucose (monomère) reliées entre elles par des liaisons particulières grâce à l'action d'enzymes contenues dans le chloroplaste.

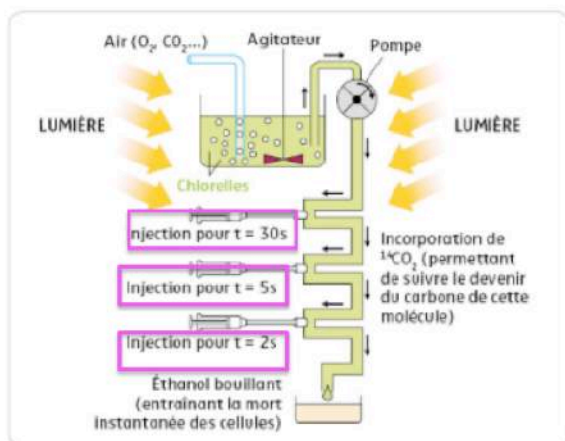


L'amidon, polymère de glucose provient de la liaison de nombreuses molécules de glucose grâce à l'action d'enzymes du chloroplaste

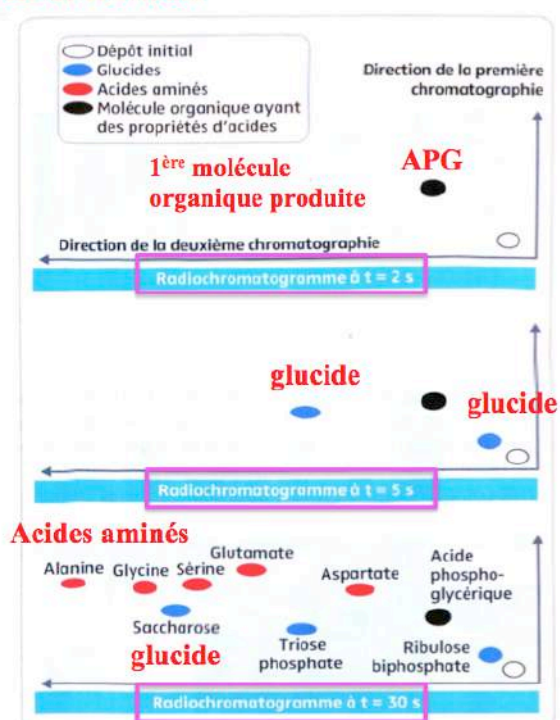
Document 4 : les expériences de Calvin et Benson

Dans les années 1950, Calvin, Benson et Bassham réalisent des expériences sur les chlorelles, des algues unicellulaires capables de réaliser la photosynthèse. Ces chercheurs américains construisent un dispositif particulier permettant d'incorporer du dioxyde de carbone radioactif ($^{14}\text{CO}_2$) à ces algues avant de bloquer toute réaction chimique à l'aide d'éthanol bouillant. L'objectif de leur expérience est de découvrir les molécules incorporant le dioxyde de carbone marqué.

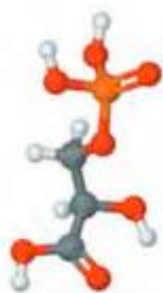
Une fois les réactions chimiques bloquées, ils réalisent une chromatographie bidimensionnelle afin de séparer les molécules produites, puis une autoradiographie permettant de révéler les molécules radioactives.



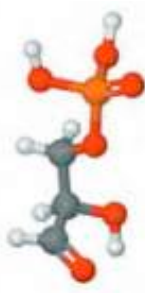
4 Schéma du dispositif expérimental utilisé par Calvin, Benson et Bassham.



5 Schémas des résultats des chromatographies suivies d'une autoradiographie après 2, 5 et 30 secondes en présence de dioxyde de carbone radioactif.



APG : acide phosphoglycérique



Triose phosphate



Glucose



Saccharose



Glutamate

Quelques molécules produites par la réduction du CO_2

A partir du C du CO_2 , il y a synthèse de molécules organique variées = produits de la photosynthèse

Consigne: à partir de l'exploitation des différents documents, démontrer que la photosynthèse est une réaction d'oxydo-réduction qui correspond au couplage de deux réactions que vous définirez et qui a pour équation bilan :

