

Entraînement à l'argumentation :

Une succession d'expériences historiques a permis d'élucider le déroulement de la photosynthèse.

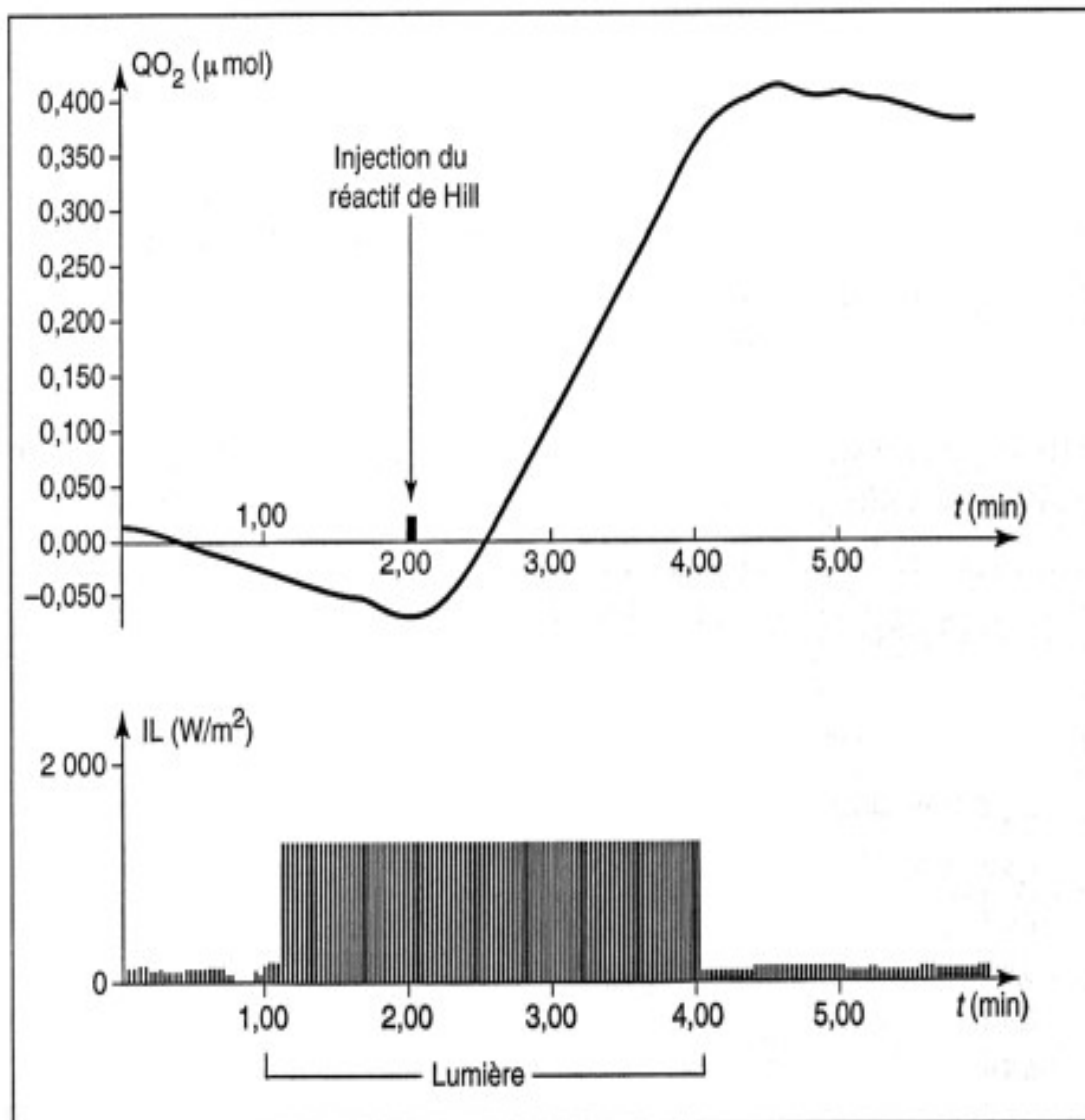
Pour chacune des expériences décrites ci-dessous :

- Vous présenterez et analyserez les résultats obtenus
- Vous préciserez quel aspect du cours peut être argumenté à partir de ces résultats.

Document 1 : l'expérience de Hill (1937).

La réaction globale de la photosynthèse montre qu'il s'agit d'une réaction d'oxydo-réduction. Hill cherche à savoir si la réduction du CO_2 en matière organique et l'oxydation de l'eau en O_2 sont des phénomènes séparés. Il va réaliser ses expériences sans source de CO_2 dans la solution.

Il prépare une suspension de chloroplastes éclatés. Il broie des feuilles dans des conditions qui évitent de dénaturer les enzymes. Il filtre sur gaze et coton. Ensuite cette suspension de chloroplastes éclatés est mise dans une enceinte expérimentale alternativement à l'obscurité puis à la lumière, en l'absence ou en présence de ferricyanure de potassium (le réactif de Hill, un oxydant puissant).

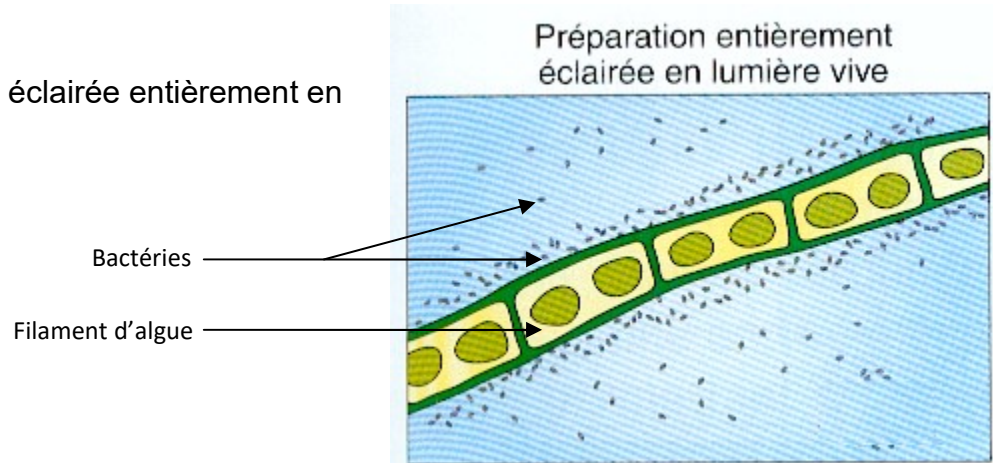


Document 2 : L'expérience d'Engelmann (1885)

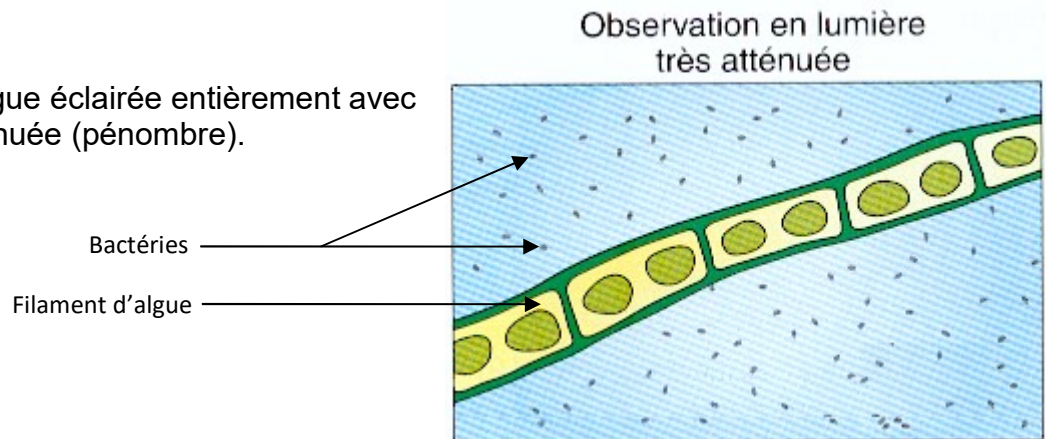
Engelmann place une algue filamenteuse dans une goutte d'eau contenant des bactéries *Bacterium thermo*. Ces bactéries peuvent se déplacer et sont attirées par le dioxygène.

Il effectue alors trois éclairagements différents sur sa préparation et observe au microscope.

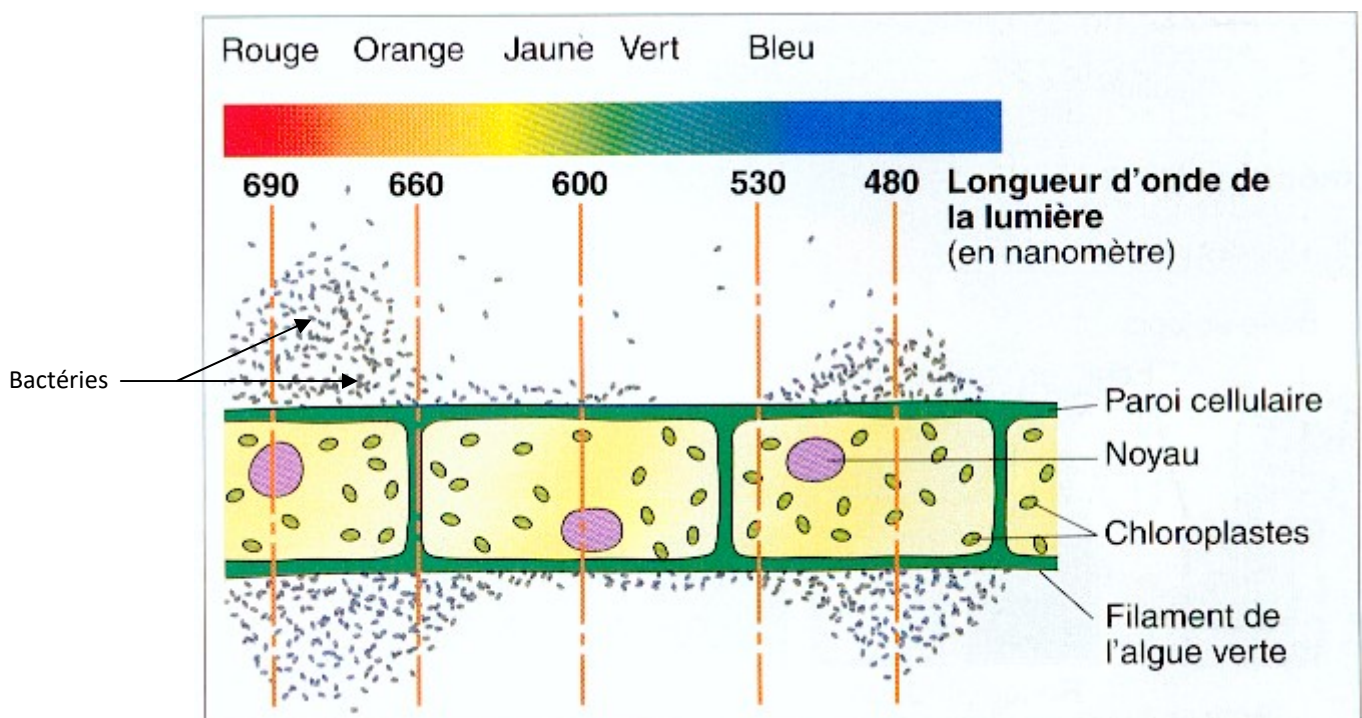
Préparation n°1 : algue éclairée entièrement en lumière vive



Préparation n°2 : algue éclairée entièrement avec une lumière très atténuée (pénombre).



Préparation n°3 : algue éclairée par un spectre de lumière blanche. **Noter que chaque fragment du filament d'algue reçoit une longueur d'onde différente.**



Document 3 : expérience de Ruben et Kamen (1941).

En 1941, les chimistes Ruben et Kamen ont permis de comprendre l'origine du dioxygène produit au cours de la photosynthèse. On pensait jusque là qu'il provenait du dioxyde de carbone.

Dans ces expériences on cultive des chlorelles (algues unicellulaires) à la lumière, dans un milieu enrichi en dioxyde de carbone.

L'atome d'oxygène possède 3 isotopes stables : ^{16}O , ^{17}O et ^{18}O . L'isotope ^{16}O est majoritaire à plus de 99% dans les molécules mais il y a toujours un petit pourcentage d'atomes d'oxygène de type ^{17}O ou ^{18}O .

Dans cette expérience, les expérimentateurs font varier le pourcentage de ^{18}O dans les molécules de H_2O et de CO_2 fournies aux chlorelles. Ils recueillent le dioxygène dégagé et mesurent dans la molécule d' O_2 le pourcentage d'isotope ^{18}O .

Les résultats sont présentés ci-dessous :

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 %

Teneur en isotope ^{18}O dans les molécules d'eau et de dioxyde de carbone fournies aux chlorelles (cette teneur est **imposée** par les expérimentateurs)

Teneur en isotope ^{18}O dans les molécules de dioxygène dégagées par les chlorelles (cette teneur est **mesurée** par les expérimentateurs)

Document 4 : expérience d'Arnon (1958).

Au cours de la phase chimique de la photosynthèse le CO_2 est réduit en molécules organiques. Arnon cherche à identifier les éléments nécessaires à la réduction du CO_2 . Il parvient à séparer le stroma des chloroplastes et les thylakoïdes. Il fournit ensuite du $^{14}\text{CO}_2$ (dioxyde de carbone contenant un isotope radioactif du carbone) à des solutions contenant ces fragments de chloroplastes. Les résultats sont présentés ci-dessous :

	Expérience 1	Expérience 2	Expérience 3
Conditions dans lesquelles est placé le stroma	Stroma seul, maintenu à l'obscurité et alimenté en $^{14}\text{CO}_2$	Stroma maintenu à l'obscurité et alimenté en $^{14}\text{CO}_2$ + thylakoïdes ayant séjourné à la lumière	Stroma seul maintenu à l'obscurité et alimenté en $^{14}\text{CO}_2$, RH_2 et ATP
Résultats	Pas de fixation de $^{14}\text{CO}_2$ (aucune molécule organique radioactive)	Fixation de $^{14}\text{CO}_2$ dans diverses molécules organiques	Fixation de $^{14}\text{CO}_2$ dans diverses molécules organiques

Démarche de résolution personnelle		
2	1	0
Construction d'une démarche cohérente bien adaptée au sujet	Construction insuffisamment cohérente de la démarche	Absence de démarche ou démarche incohérente

Le problème est posé en introduction et la démarche **permet d'expliquer**.

Idées essentielles :

- ☐ l'oxydation de l'eau nécessite de la lumière et un accepteur d'électron (réactif en TP, RH₂ dans la réalité)
- ☐ la photosynthèse utilise uniquement certaines longueurs d'ondes du spectre visible (bleu et rouge)
- ☐ le dioxygène des végétaux est produit à partir de la molécule d'eau
- ☐ la réduction du CO₂ a lieu dans le stroma mais elle nécessite des molécules produites par les thylakoïdes (ATP et coenzymes réduits) en présence de lumière

Analyse des documents et mobilisation des connaissances ⁴ , dans le cadre du problème scientifique posé			
3	2	1	0
Informations issues des documents pertinentes, rigoureuses et complètes et connaissances mobilisées pertinentes et complètes pour interpréter	Informations issues des documents incomplètes ou peu rigoureuses et connaissances à mobiliser insuffisantes pour interpréter	Seuls quelques éléments <i>pertinents</i> issus des documents et/ou des connaissances	Absence ou très mauvaise qualité de traitement des éléments prélevés

Doc 1

- ☐ on teste s'il y a oxydation de l'eau sans réduction du CO₂
- ☐ φ1 : sans lumière et sans accepteur d'électron, il n'y a pas de production de dioxygène (=pas d'oxydation de l'eau)
- ☐ φ2 : avec lumière et sans accepteur d'électron, il n'y a pas de production de dioxygène
- ☐ φ3 : avec lumière et un accepteur d'électron, il y a production de dioxygène (l'eau est oxydée)
- ☐ φ4 : en présence d'un accepteur d'électron mais sans lumière il n'y a pas de production de dioxygène

Doc 2

- ☐ on cherche avec des bactéries mobiles et sensibles au dioxygène à voir les conditions nécessaires pour produire du dioxygène.
- ☐ à la lumière les bactéries se rapprochent de l'algue
- ☐ à l'"obscurité" les bactéries sont dispersées autour de l'algue
- ☐ on trouve beaucoup de bactéries au niveau des zones éclairées par du rouge et du bleu

Doc 3

- ☐ Ruben et Kamen cherchent à identifier l'origine du dioxygène qui peut provenir soit du CO₂ soit de H₂O
- ☐ ils utilisent des atomes de ¹⁸O qui marquent soit H₂O, soit du CO₂.
- ☐ Avec 0.85% de radioactivité dans l'eau et ~0.5% dans le CO₂, on retrouve 0.85% de radioactivité dans l'O₂.
- ☐ Avec 0.2% de radioactivité dans l'eau et ~0.45% dans le CO₂, on retrouve 0.2% de radioactivité dans l'O₂.

Doc 4

- ☐ on cherche l'origine des molécules (RH₂ et ATP) nécessaires à la réduction du CO₂.
- ☐ on travaille sur le stroma éclairé ou non additionné ou non de thylakoïdes.
- ☐ avec le stroma seul à l'obscurité et addition de ¹⁴CO₂. Aucune radioactivité dans la MO
- ☐ avec le stroma maintenu à l'obscurité et additionné de lumens éclairés et de ¹⁴CO₂ on retrouve de la radioactivité dans la MO.
- ☐ avec le stroma maintenu à l'obscurité et additionné de RH₂, ATP et de ¹⁴CO₂ on retrouve de la radioactivité dans la MO.

Connaissances :

- ☐ la présence du CO₂ n'est pas nécessaire à l'oxydation de la molécule d'eau.
- ☐ les pigments chlorophylliens n'absorbent pas la totalité du spectre mais majoritairement les longueurs d'ondes bleue et rouge
- ☐ l'oxydation de l'eau se nomme la photolyse, elle fait intervenir la lumière comme source d'énergie.
- ☐ la réduction du CO₂ en MO est déconnectée de l'oxydation de l'eau. Elle se déroule dans le stroma du chloroplaste grâce aux molécules produites lors de la phase photochimiques à savoir les coenzymes réduits RH₂ et l'ATP.

Exploitation (mise en relation/cohérence) des informations prélevées et des connaissances ³ au service de la résolution du problème			
3	2	1	0
Argumentation complète et pertinente pour répondre au problème posé	Argumentation incomplète ou peu rigoureuse		Argumentation absente et/ou réponse explicative absente ou incohérente
Réponse <i>explicative, cohérente et complète</i> au problème scientifique	Réponse explicative cohérente avec le problème posé	Absence de réponse ou réponse non cohérente avec le problème posé	

Doc 1

- ☐ pour qu'il y ait oxydation de l'eau il faut de la lumière (comparaison des phases 1 et 3) et il faut un accepteur d'électron (comparaison des phases 2 et 3)
- ☐ la présence de CO_2 n'est pas nécessaire à cette oxydation.

Doc 2

- ☐ à la lumière les bactéries sont attirées vers l'algue. A la lumière l'algue a commencé à faire la photosynthèse et à produire du dioxygène ce qui attire les bactéries.
- ☐ les bactéries se rapprochent des zones où il y a le plus de O_2 . Il y a donc beaucoup d' O_2 aux endroits éclairés par du rouge et du bleu, c'est-à-dire que la photosynthèse est la plus efficace aux endroits éclairés par les radiations bleu et rouge.
- ☐ toutes les longueurs d'onde ne sont donc pas efficaces pour la photosynthèse

Doc 3

- ☐ le pourcentage de ^{18}O retrouvée dans O_2 correspond dans les deux cas au pourcentage de ^{18}O qu'il y avait dans l'eau
- ☐ les atomes d'O du dioxygène proviennent donc de la dissociation de la molécule d'eau

Doc 4

- ☐ En comparant 1 et 2 on voit que sans lumen il n'y a pas de réduction du CO_2 . Alors qu'avec le lumen éclairé il y a cette réduction en MO.
- ☐ Des molécules nécessaires à la réduction du CO_2 sont donc fournies par le lumen éclairé.
- ☐ En comparant 2 et 3 on voit qu'avec l'ATP et les RH2 fournis on a la réduction du CO_2 en MO.
- ☐ Le lumen fournit donc de l'ATP et des coenzymes réduits pour qu'il y ait la réduction du CO_2 .