COURS ET REPÈRES

Photosynthèse : lumière, CO2 et température dans un modèle théorique

Seconde · 45 min

Les séries de résultats de ces exercices sont construites pour l'activité et ne proviennent pas d'une étude réelle.

Photosynthèse : de l'énergie lumineuse à la matière organique

La photosynthèse est l'ensemble des réactions par lesquelles les cellules chlorophylliennes d'un végétal, d'une algue ou d'une cyanobactérie utilisent l'énergie lumineuse pour fabriquer de la matière organique à partir de matière minérale. Chez les végétaux et les algues, elle se déroule dans les chloroplastes, qui contiennent la chlorophylle, pigment capable d'absorber la lumière ; les cyanobactéries, dépourvues de chloroplastes, réalisent aussi la photosynthèse.

Bilan : énergie et matière

- La lumière apporte de l'énergie, pas de la matière. Elle n'est pas transformée en glucides : son énergie est convertie en énergie chimique stockée dans les molécules organiques.
- Le carbone des glucides provient du dioxyde de carbone (CO_2) prélevé dans l'air ou dissous dans l'eau.
- L'eau est utilisée, et le dioxygène libéré provient de l'eau.
- Bilan simplifié : CO_2 + eau, en présence de lumière, donnent des glucides + dioxygène. On n'attribue pas ici chaque atome d'oxygène du glucose à une origine précise.

Des facteurs qui limitent l'activité

L'intensité lumineuse, la disponibilité en CO_2, la température et l'eau influencent l'activité photosynthétique. Un facteur est dit limitant lorsque, étant le plus défavorable, il fixe le niveau d'activité : augmenter un autre facteur ne change alors rien. Pour l'identifier, on enregistre un témoin puis on ne modifie qu'un seul facteur à la fois.

Un modèle théorique pour raisonner

Nous utilisons un modèle explicite, sans bruit. La lumière L et le CO_2 C sont des indices de disponibilité de 0 à 100, sans unité. La température T varie de 0 à 50 °C, avec 25 °C par défaut. L'eau est supposée suffisante. Réglages par défaut : L = 60 et C = 60. L'indice d'activité est :

$$\mathbf{I = 100 \times \min(L/100\ ;\ C/100) \times \max(0\ ;\ 1 - ((T - 25)/25)^2)}$$

Le minimum traduit le facteur limitant entre lumière et CO_2. Le dernier terme, compris entre 0 et 1, traduit l'effet de la température. L'optimum à 25 °C et l'activité nulle à 0 et 50 °C sont des hypothèses artificielles, pas des valeurs valables pour toutes les espèces. L'indice I n'est ni une mesure de dioxygène net ni une biomasse.

Exemple calculé

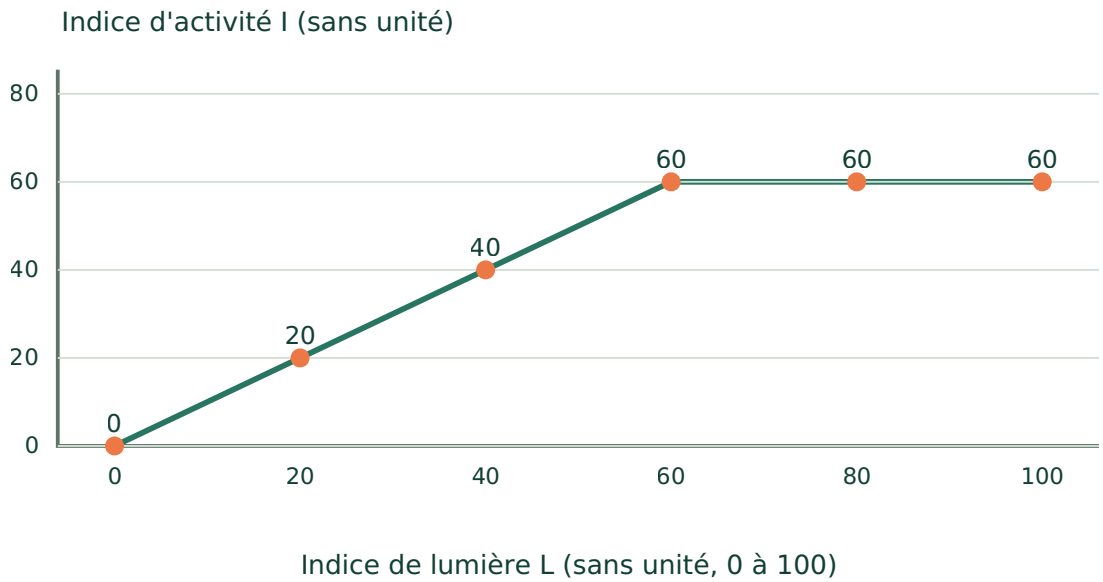
L	C	T (°C)	min(L/100 ; C/100)	Terme température	I
80	40	25	0,4	1	40
80	80	25	0,8	1	80
80	80	40	0,8	0,64	51,2
0	60	25	0	1	0

Pour T = 40 °C : $(40 - 25)/25 = 0,6$; $0,6^2 = 0,36$; $1 - 0,36 = 0,64$; $I = 80 \times 0,64 = 51,2$.

Respiration et limites

La respiration consomme du dioxygène et libère du CO_2 dans les cellules, à la lumière comme à l'obscurité. Elle est hors modèle. Une mesure réelle de dioxygène à la lumière est donc un bilan net : production par photosynthèse moins consommation par respiration. L'absence de photosynthèse à l'obscurité ne signifie pas l'absence de synthèses : une plante peut continuer à fabriquer des molécules et à croître en utilisant ses réserves, pendant un temps limité.

Activité photosynthétique I selon l'indice de lumière L



Données d'un modèle théorique sans bruit, pas de mesures réelles : C = 60 et T = 25 °C sont maintenus constants. I augmente avec la lumière L jusqu'à L = 60, puis reste à 60, car le CO2 devient le facteur limitant.

Page de la ressource : https://svtlab.fr/outils/photosynthese-experiences/

Sources du cadre pédagogique :

Cadre pédagogique et scientifique : https://planet-vie.ens.fr/thematiques/manipulations-en-svt/la-photosynthese-generalites

Programmes de SVT au lycée, Éduscol : https://eduscol.education.gouv.fr/5835/programmes-et-ressources-en-sciences-de-la-vie-et-de-la-terre-voie-gt

ENS : expériences sur la photosynthèse : https://planet-vie.ens.fr/thematiques/manipulations-en-svt/experiences-sur-la-photosynthese