

# ***PRODUCTION PRIMAIRE ET MINÉRALISATION DANS L'ÉCOSYSTÈME FORÊT***

*L'étude sera restreinte à la forêt caducifoliée en région tempérée. Un écosystème est un ensemble constitué d'une biocénose, de son biotope et des interrelations qui les associent.*

## Introduction

L'écosystème forêt caducifoliée en région tempérée est un peuplement d'arbres feuillus qui perdent leurs feuilles en automne et en créent de nouvelles au printemps suivant. Les feuilles sont les organes de la photosynthèse ou assimilation chlorophyllienne conférant à ces végétaux l'autotrophie au carbone. Sous les arbres, poussent d'autres plantes, herbacées et ou arbustives et cet ensemble abrite une faune abondante.

Les végétaux chlorophylliens sont qualifiés de producteurs primaires car en produisant ce carbone organique à partir du carbone minéral, ils sont à la base des réseaux trophiques. L'oxydation de cette matière organique lors des processus respiratoires est à l'origine de l'énergie cellulaire.

Lors de leur chute, les feuilles alimentent la litière du sol dont la décomposition participe au retour à l'état minéral. Les **sols bruns** ou **brunisols**, sont la forme classique de sol évolué que l'on rencontre sous forêt feuillue en zone tempérée. Cette minéralisation fait intervenir un ensemble d'organismes dont l'activité métabolique participe aux cycles biogéochimiques du carbone et de l'azote, qui avec hydrogène et oxygène constituent la base des biomolécules.

Ainsi, nous pouvons nous demander quelle est la contribution de ces deux processus métaboliques fondamentaux dans le fonctionnement de l'écosystème forêt.

Après avoir montré que les producteurs primaires assurent l'entrée de matière dans les réseaux trophiques, nous montrerons que les minéralisateurs sont responsables du recyclage de la matière au sein de l'écosystème forestier. La troisième partie sera alors consacrée aux contrôles biotique et abiotique de ces deux processus métaboliques.

# I- PRODUCTION DE BIOMASSE FORESTIERE ET ENTREE DE MATIERE DANS LES RESEAUX TROPHIQUES

*La production primaire est envisagée à différentes échelles, du peuplement forestier aux organites*

## I.1- La mise en évidence de la production de biomasse

Schéma de la stratification en forêt : arborescente, arbustive, herbacée, muscinale

Succession écologique et stade climacique

Expérience d'une feuille avec un cache noir et mis en évidence de l'amidon, exp de Calvin et Benson

Réseau trophique alimenté par la production primaire : insectes, oiseaux, petits mammifères, cervidés.

## I.2- Producteurs primaires de la forêt et ressources du sol

Structure du sol, CAH, CEC

Rôle des lombrics : aération, mobilisation de la matière organique

Disponibilité de l'eau du sol

### **I.3- L'arbre, un ligneux vivace à port dressé, principal producteur de la forêt**

Croissance indéfinie extensive ; port dressé. Importance des composés pariétaux (lignine et cellulose)

Schéma d'une feuille en coupe

Echanges entre organes sources et organes puits

### **I.4 L'autotrophie au Carbone et à l'azote à l'échelle cellulaire**

Schéma d'un chloroplaste :

Cycle de Calvin, rubisco, bilan, schéma simplifié

*Photolithotrophie, pigments, schéma fonctionnel mb thyl*

*Diazotrophie par les bactéries du sol*

Réduction des nitrates et synthèse des acides aminés. Assimilation. Couplage C/N

*Chez les arbres à feuilles caduques, la chute des feuilles alimente de façon discontinue le sol où des processus de dégradation se produisent.*

## II- MINERALISATEURS DE LA FORET ET FONCTIONNEMENT CYCLIQUE DE L'ECOSYSTEME

*La nécromasse ou matière organique morte est transformée mécaniquement et chimiquement, par oxydation assurant ainsi le processus de minéralisation.*

### II.1 La nécromasse est dégradée par les organismes du sol

Importance de la litière, Mycètes et dégradation des parois

Schéma de l'histoire d'une feuille morte : spirale amenuisante : fragmentation mécanique, saprophagie, détritivorie

### II.2 La minéralisation rapide du carbone par le catabolisme oxydatif

Décarboxylations oxydatives par les bactéries et les champignons : 2/3 du CO<sub>2</sub> produit

Respiration mitochondriale, cycle de Krebs simplifié

Exsudation racinaire, entretien de certaines bactéries

### II.3 La minéralisation de l'azote : ammonification et nitrification

Les 2 voies d'ammonification (aa → NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)

Nitrification (NH<sub>4</sub><sup>+</sup> → NO<sub>3</sub><sup>-</sup>): Bactéries nitrifiantes chimiosynthétiques: schéma fonctionnel de la mb de Nitrobacter

*Importance de la minéralisation dans les cycles biogéochimiques de C et N et rôle fondamental des forêts qui alimentent tout un réseau trophique*

### **III- PRODUCTION PRIMAIRE ET MINERALISATION SONT SOUS CONTRÔLE BIOTIQUE ET ABIOTIQUE**

*Les organismes vivants, dont l'homme, et des facteurs du milieu exercent un contrôle direct ou indirect sur ces deux processus*

#### **III.1. La vitesse de transformation de la litière est contrôlée**

Mull et moder : rôle des tanins, du pH, rapport C/N.

sols forestiers à litière mince ou épaisse Notion de feed-back ou boucle de rétroaction

#### **III.2. Facteurs abiotiques, biotiques et productivité de l'écosystème forêt**

Facteurs : lumière, T°C, dispo en eau et en elts mx (N, K, P), taux de CO<sub>2</sub>, notion de facteur limitant

Symbiose ecto-mycorhizienne et rdt carboné et azoté

Compétition vis à vis de la lumière ; Etagement vertical des espèces héliophiles et sciaphiles

Rôle de l'effet Janzen-Connel positif

#### **III.3- L'humain et l'écosystème forestier**

Les services écosytémiques: production (sylviculture et stade juvénile productif), bien-être, régulation (stockage de C)

Déforestation et stockage du carbone, temps de résidence du C dans un réservoir

Artificialisation des sols : érosion par ruissellement,

Mégafeux



## **Conclusion (quelques pistes)**

Rappel des idées forces : forêt est un lieu de vie, qui est à la base de réseaux trophiques et dont la chute des feuilles alimente la litière, lieu de minéralisation.

La forêt lieu de recyclage : la *minéralisation fortement impliquée dans les cycles biogéochimiques de C et N*

Biodiversité fonctionnelle et maintien de l'équilibre dynamique

Responsabilité humaine dans la gestion de l'écosystème forestier.

Résilience de l'écosystème forestier : Capacité à retrouver un fonctionnement normal après une perturbation importante.

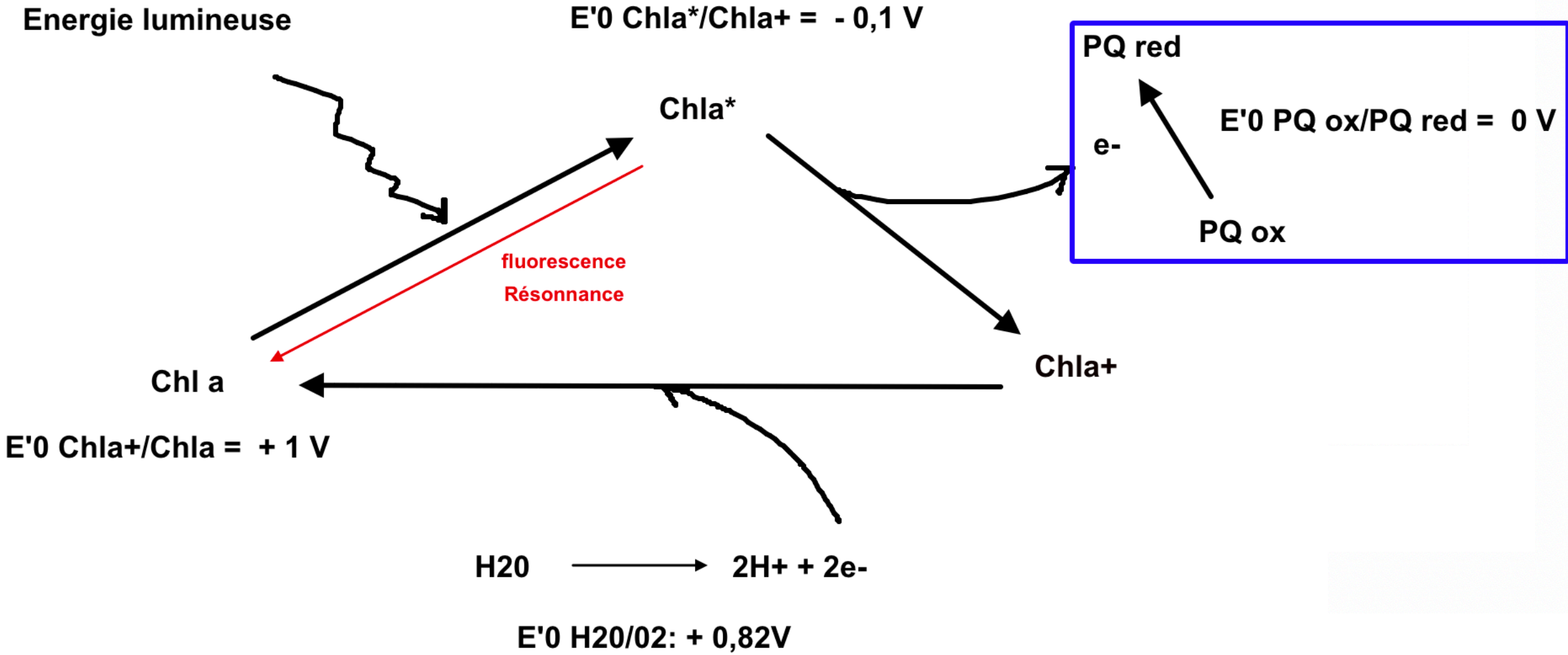
Action anthropique et érosion de la biodiversité : perturbation des réseaux trophiques et perte de stabilité des écosystèmes.

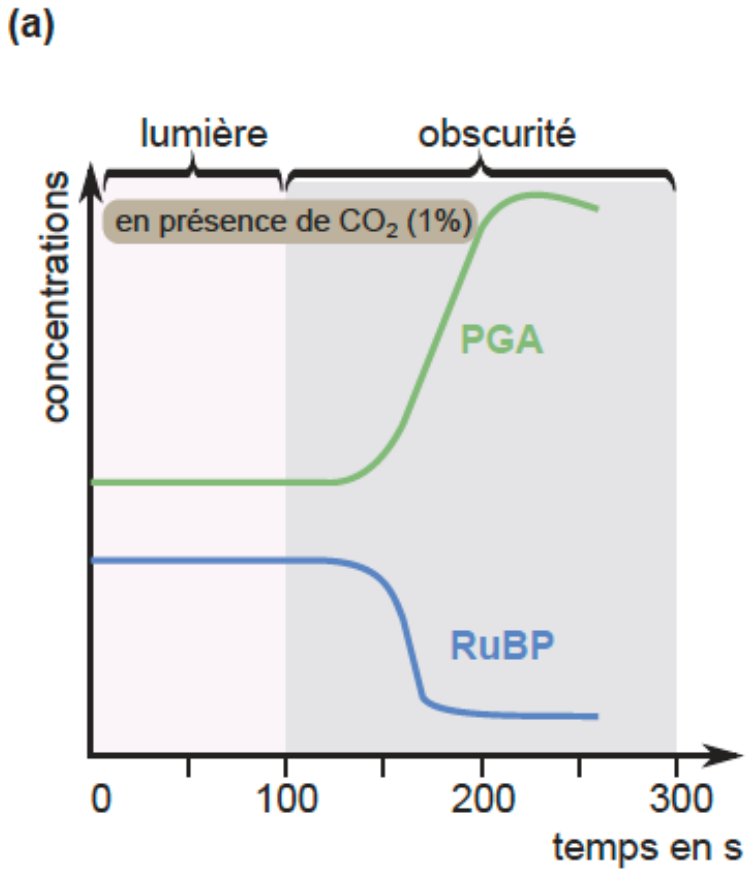
Forêt et services écosystémiques

Rapports AP/ANP et reconstitutions paléoclimatiques

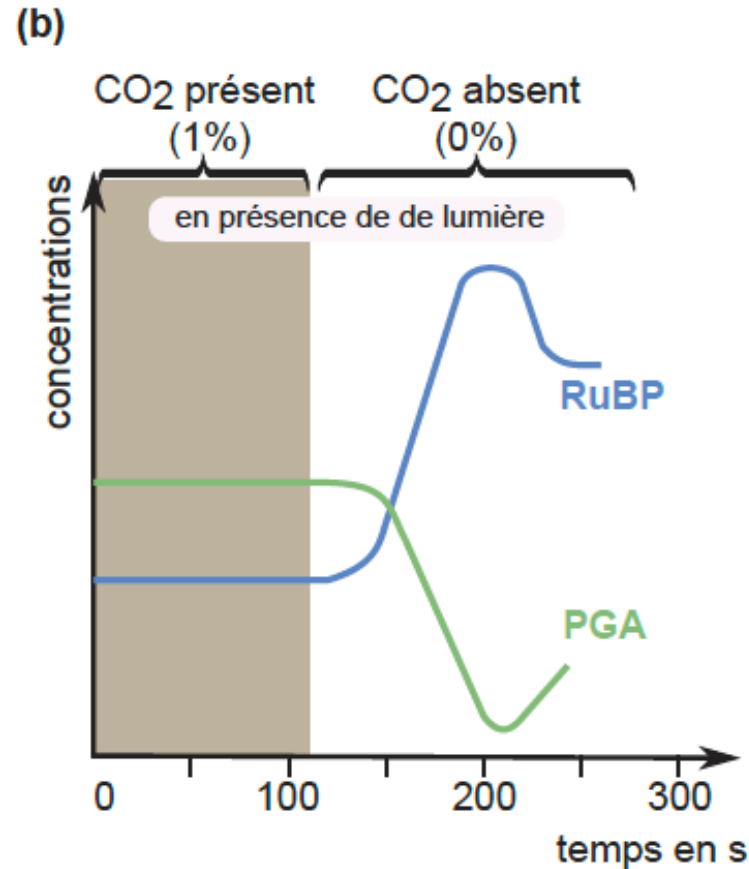
Forêt de filicophytes du carbonifère et piégeage du C sous forme de roches carbonées

Dans l'expérience de Hill, le réactif constitue un accepteur d'électron (phéophytine dans le chloroplaste intact)





En a, le passage de la lumière à l'obscurité conduit à une accumulation de PGA qui n'est plus transformé ce qui suggère qu'il est le réactif d'une séquence réactionnelle utilisant les produits des réactions photochimiques, NADPH, H<sup>+</sup> et ATP. Le temps de latence de 50 secondes environ pourrait correspondre au délai de consommation de ces derniers



Dans l'expérience b, l'évolution des concentrations est inverse ; le RuBP s'accumule dès l'absence de CO<sub>2</sub>, suggérant que sa transformation nécessite ce composant, et la teneur en PGA chute, suggérant que ce dernier est le produit de cette transformation

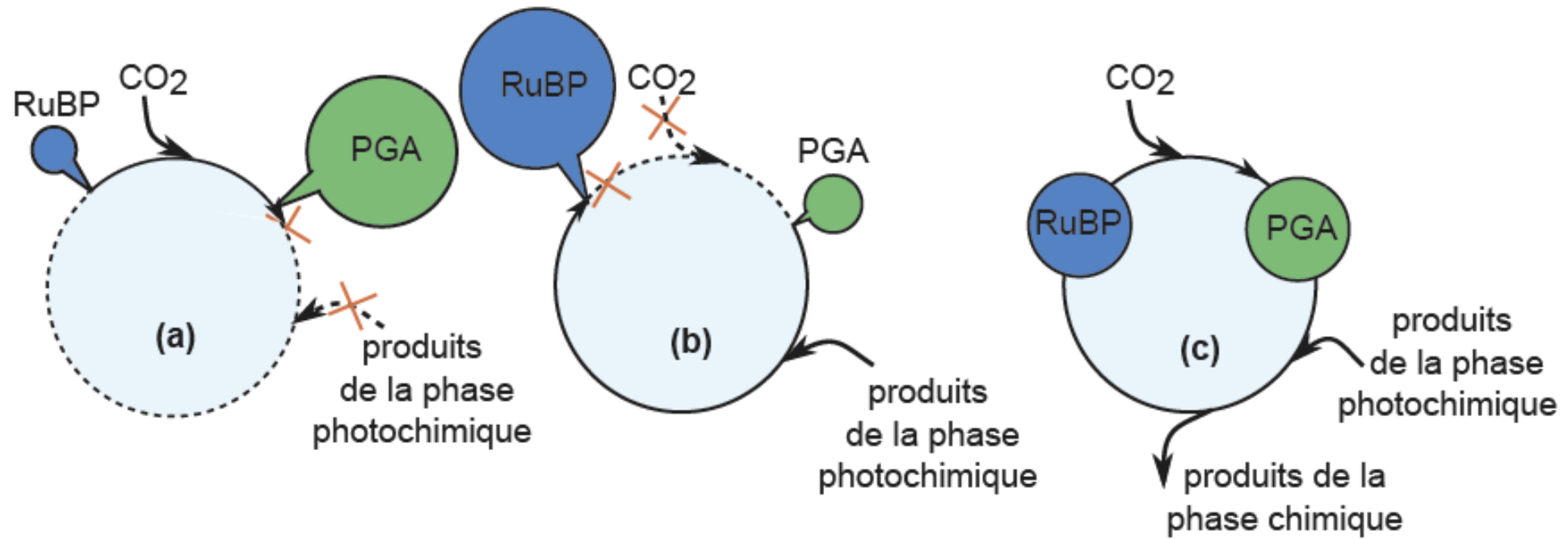
L'équipe de Calvin mesure les quantités de PGA (3C) et de RuBP (5C) à la lumière et à l'obscurité, dans une atmosphère avec ou sans dioxyde de carbone

On constate une anti-corrélation de l'évolution des concentrations en PGA et RuBP, suggérant un couplage entre ces deux composés.

Évolution des teneurs de PGA et de RuBP lors de deux expériences.

**PGA** : acide 3-phosphoglycérique ou phosphoglycérate

**RuBP** : ribulose 1,5-bisphosphate



(a) et (b) : interprétation des données de l'expérience de Calvin ; (c) : hypothèse d'un cycle.  
 La taille des « bulles » indique les concentrations relatives en chaque substance.

La quasi-disparition du RuBP peut s'interpréter comme le résultat de sa transformation en PGA d'une part, et de sa non régénération d'autre part, elle aussi dépendante des produits de la phase photochimique. (figure a).

Le RuBP s'accumule dès l'absence de CO<sub>2</sub>, suggérant que sa transformation nécessite ce composant, et la teneur en PGA chute, suggérant que ce dernier est le produit de cette transformation (figure b).

Ces évolutions sont des arguments en faveur d'un cycle de réactions (c) dans lequel le dioxyde de carbone est fixé sur un pentose, le RuBP, engendrant du PGA. La transformation de ce dernier nécessite les produits des réactions photochimiques et participe à la régénération du RuBP.

# Le cycle de Calvin-Benson ou cycle en C3.

CCC : couplages chimiochimiques ;  
 RuMP : ribulose monophosphate ;  
 1-3bisPGA : 1-3 bisphosphoglycérate.  
 Pgald : 3-phosphoglyceraldéhyde  
 En marron: nombre d'oxydation du C

Non exigible  
 Étoiles: étapes irréversibles  
 Cercles roses: points de contrôle du cycle.

