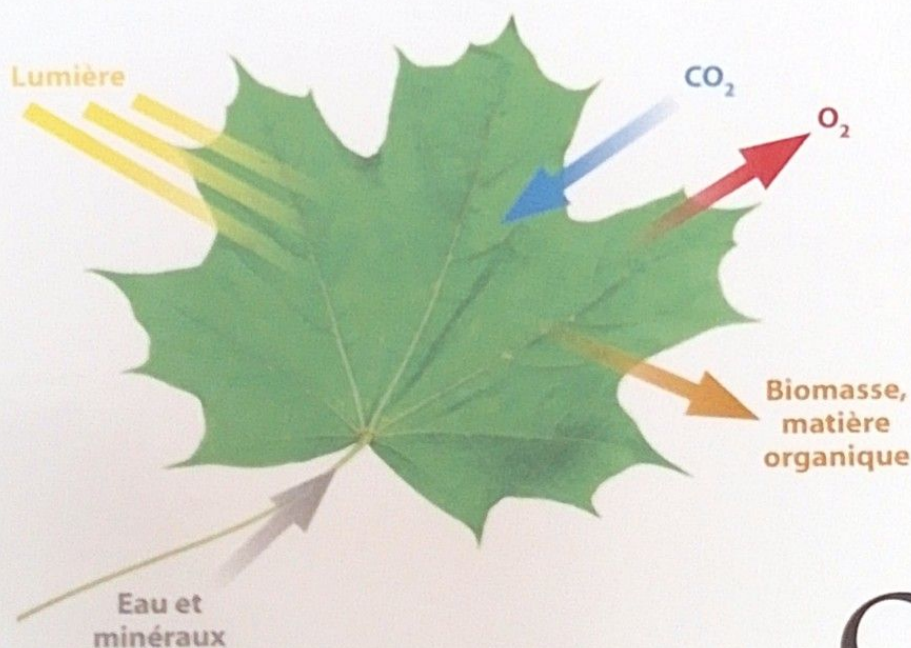


Jack Farineau
Jean-François Morot-Gaudry



La photosynthèse

Processus physiques,
moléculaires et physiologiques



éditions
Quæ

Table des matières

Avant-propos	15
Remerciements	19

I. LE PROCESSUS PHOTOSYNTHÉTIQUE : INTRODUCTION

1. La découverte du processus photosynthétique	23
Premières hypothèses et mise en évidence des échanges gazeux (1650-1860)	23
Expérience de Van Helmont	23
La composition chimique de l'air	23
La « purification de l'air » par les plantes	24
Rôle de la lumière et du CO ₂	24
Découverte du rôle et de la nature des pigments photosynthétiques (1850-1930)	26
Origine de l'oxygène photosynthétique et réactions d'oxydo-réduction (1930-1965)	27
Photosynthèse anoxygénique et oxygénique	27
Origine de l'oxygène photosynthétique	28
Réactions d'oxydo-réduction lors de la libération de l'oxygène (et du soufre) durant l'activité photosynthétique	29
Rôle des électrons	29
Origine du NADH et du NADPH en liaison avec l'émission d'oxygène ...	30
Émission d'oxygène par des chloroplastes isolés	30
Découverte du métabolisme photosynthétique	32
Annexe. L'oxydo-réduction	34
Oxydo-réduction et composés rédox	34
La notion de potentiel d'oxydo-réduction	35
Définitions	35
Échelle de potentiels rédox	36
Potentiels rédox de différents composés (rédox) photosynthétiques	37
Énergétique du transfert d'électrons	37
Variation du potentiel rédox des donneurs primaires d'électrons .	37

2. Lumière et pigments photosynthétiques	39
Nature de la lumière	39
Les pigments photosynthétiques	40
Chlorophylles et bactériochlorophylles	41
Caroténoïdes	45
Phycobilines	45
Absorption de la lumière par les pigments photosynthétiques	47
Absorption de la lumière	47
L'état excité d'un pigment photosynthétique	48
Les chlorophylles et les bactériochlorophylles	48
Les caroténoïdes	51
Propriétés des états excités (excitons)	51
Origine du flux d'électrons induit par la lumière	53
Capture de la lumière : les antennes	53
Conversion de l'énergie de la lumière : les centres réactionnels ...	54
3. Organisation de l'appareil photosynthétique	59
L'appareil photosynthétique chez une bactérie verte : <i>Chlorobium</i>	59
Les structures protéiques photosynthétiques dans la cellule de <i>Chlorobium</i>	59
Le complexe antennaire de <i>Chlorobium</i>	60
Le centre réactionnel de <i>Chlorobium</i>	64
Chaîne de transfert d'électrons chez <i>Chlorobium</i>	67
L'appareil photosynthétique des différents organismes phototrophes	71
Les complexes antennaires chez l'ensemble des phototrophes	72
Organisation moléculaire des antennes : pigments et protéines associées	72
Propriétés spectroscopiques des pigments liés au sein des antennes	74
Séparation de fractions protéiques pigmentées par des méthodes biochimiques	75
Les transferts d'excitons	75
Les différents types de centres réactionnels	78
Structure protéique des centres réactionnels	78
Les deux types de transferts d'électrons : non cycliques et cycliques ..	82
Transferts non cycliques ou linéaires	82
Transferts cycliques d'électrons	83
4. Classification des organismes photosynthétiques	85
Organismes à photosynthèse anoxygénique	85
Les bactéries pourpres	86
Les bactéries vertes	86
Autres bactéries phototrophes	86
Les héliobactéries	86
Bactéries phototrophes en aérobiose	86
<i>Rhizobium</i> et <i>Bradyrhizobium</i>	87

Organismes à photosynthèse oxygénique	87
Procaryotes	88
Eucaryotes	89

II. LA PHOTOSYNTHÈSE OXYGÉNIQUE

5. Feuilles et chloroplastes	93
La feuille	93
Le limbe	93
Les nervures	94
La cellule foliaire	95
Le chloroplaste	95
Aspect et structure d'un chloroplaste	95
Organisation supramoléculaire des thylacoïdes des plantes supérieures	98
6. Les photosystèmes des organismes oxygéniques	101
Organisation générale des photosystèmes	101
Le photosystème I	104
Structure du photosystème I	104
Le photosystème I des plantes supérieures et des algues	104
Le photosystème I chez une cyanobactérie	106
Comparaison du PS I chez les plantes et les cyanobactéries	111
Fonctionnement du photosystème I	111
Mouvements d'électrons associés au fonctionnement du PS I	114
Le photosystème II	115
Le complexe antennaire du PS II	115
L'antenne périphérique ou LHC II	115
L'antenne intermédiaire	117
L'antenne interne	118
Le centre réactionnel du photosystème II	118
Structure	118
Fonctionnement du centre réactionnel du PS II	126
Mécanisme du transfert d'électrons entre Q_A et Q_B	128
Inhibition du transfert d'électrons entre Q_A et Q_B	129
Inhibition par des inhibiteurs chimiques	130
Fonctionnement du complexe à manganèse	130
Réduction du P680	131
Libération de protons	132
Stabilité des états S	134
L'amortissement de l'émission d'oxygène en séquence d'éclairs	135
Luminescence du PS II	135
Annexe. Étude par spectroscopie d'éclairs des variations d'état rédox de quelques transporteurs d'électrons	136
Principe	136
Montage utilisé	137

Au cours de l'évolution des organismes vivants, la photosynthèse a été le processus principal de l'élaboration de la matière organique sur notre planète. Phénomène complexe, la photosynthèse implique des mécanismes à la fois physiques et biochimiques par lesquels les plantes et certaines bactéries utilisent l'énergie solaire pour assimiler le carbone du gaz carbonique de l'atmosphère (phase lumineuse), l'incorporer et synthétiser ensuite les molécules organiques (phase métabolique).

Dans cette approche résolument originale, le déroulement de la phase lumineuse est d'abord exposé à partir d'un modèle simple, *Chlorobium*, une bactérie verte vivant en anaérobiose, manifestant une photosynthèse sans émission d'oxygène (photosynthèse anoxygénique). Il est ensuite détaillé pour les organismes émetteurs d'oxygène à la lumière (photosynthèse oxygénique), principalement les plantes supérieures, mais aussi les algues et les cyanobactéries.

Sur la phase métabolique, l'ouvrage offre un point complet des connaissances biochimiques, moléculaires et génétiques en matière d'équipements enzymatiques et de régulation *in situ* de leurs activités. Les auteurs étudient également le rôle des facteurs de l'environnement sur l'activité photosynthétique à travers les échanges entre plantes et atmosphère.

Cette nouvelle édition fait état des avancées scientifiques les plus remarquables sur les nanostructures de la machinerie photosynthétique, sans oublier les nouvelles applications qui découlent de ces progrès ni les effets sur le climat dans le contexte du réchauffement planétaire.

Pédagogique et largement illustré, muni d'un index indispensable, ce livre s'adresse à un lectorat scientifique très large : étudiants des universités, candidats aux concours du Capes et de l'agrégation, enseignants en agronomie, pharmacie et biologie.

Jack Farineau, ancien élève de l'École normale supérieure de Saint-Cloud, agrégé de biologie, docteur ès sciences, a exercé une activité de recherche au Centre d'études nucléaires (CEA) de Saclay et a été chargé de cours à l'université de Versailles-Saint-Quentin-en-Yvelines.

Jean-François Morot-Gaudry, directeur de recherche honoraire à l'Inra, membre de l'Académie d'agriculture de France dont il a été président en 2011, est un spécialiste des mesures globales de photosynthèse et des mécanismes d'assimilation du carbone chez les plantes cultivées. Il a enseigné comme professeur associé au sein des universités de Versailles, Évry et Paris VI.

éditions
Quæ

Éditions Cirad, Ifremer, Inra, Irstea
www.quae.com

49 € :

ISBN : 978-2-7592-2667-2



9 782759 226672

Réf. : 02591