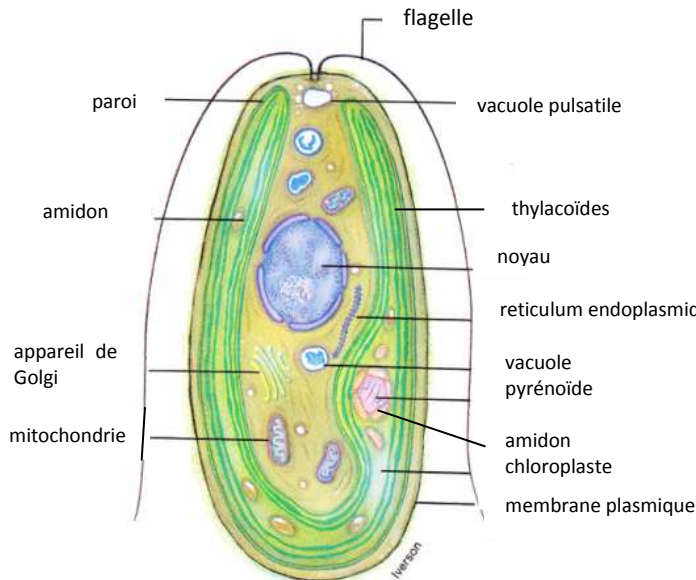


Document 1

Schémas de structures cellulaires de microalgues

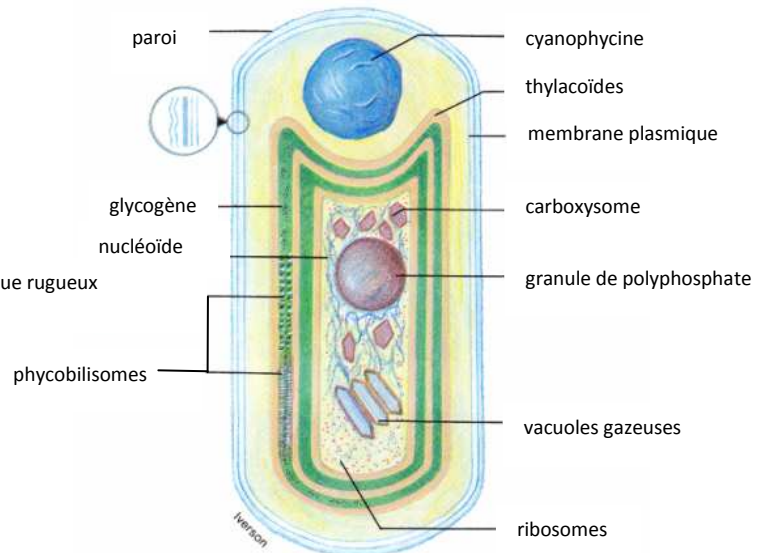
A : algue unicellulaire

cellule de 10 à 20 μm environ



B : cyanobactérie

cellule de 5 μm environ



Source : Prescott, Harley, Klein, *Microbiologie*, Ed. De Boeck Université 1995 p 474, 537.

Les **thylacoïdes** sont les membranes où se déroule la photosynthèse.

Le **pyrénioïde** est une structure cellulaire interne aux chloroplastes, qui concentre les enzymes responsables de la photosynthèse. Le pyrénioïde est un centre de production de l'amidon : des grains d'amidon viennent s'accoler à l'extérieur du pyrénioïde.

Les **phycobilisomes** sont des complexes hétéroprotéiques ancrés dans les thylacoïdes. Ils comprennent entre autres les pigments photosynthétiques.

Le **carboxysome** est un compartiment protéique contenant les enzymes responsables de la photosynthèse.

La **cyanophycine** constitue une réserve d'azote et de carbone.

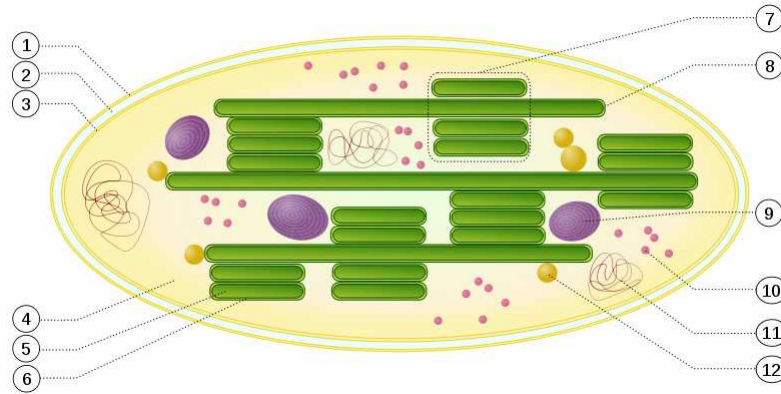
Les **granules de polyphosphate** sont des réserves de phosphates inorganiques quand le milieu est carencé en phosphates.

La **vacuole pulsatile** intervient dans l'équilibre hydrique de la cellule.

Les **vacuoles gazeuses** permettent de moduler la flottabilité de la cellule.

Document 2

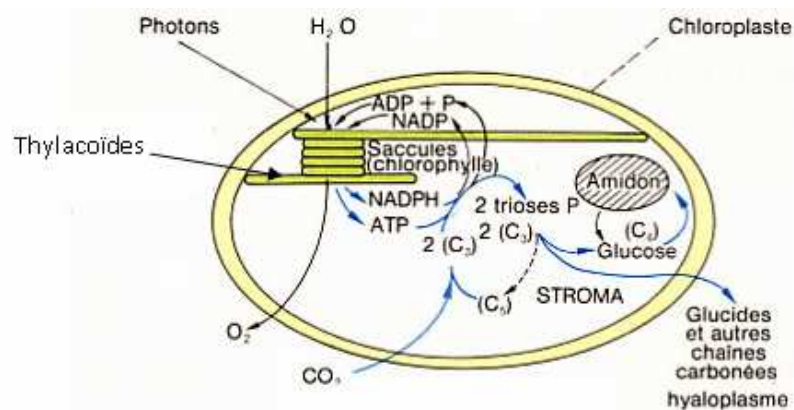
2.a Schéma de l'ultrastructure du chloroplaste



Source : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Chloroplast.svg>

1-membrane externe	2-espace inter-membranaire
3-membrane interne	4-stroma (fluide aqueux)
5-lumière du thylacoïde	6-membrane du thylacoïde
7-granum (thylacoïdes accolés)	8-thylacoïde inter-granaire (lamelle)
9-grain d'amidon	10-ribosome
11-ADN	12-plastoglobule (gouttelette lipidique)

2.b Schéma fonctionnel du chloroplaste



Source : G. Alkan-CART-P. Morin, *Biologie Term.D*, Ed. F. Nathan, p333

2.c Expérience

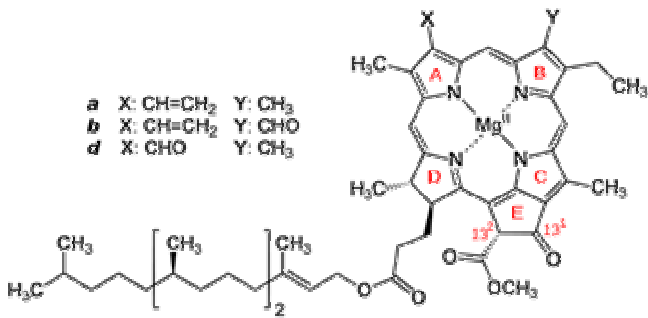
Culture après 6 jours



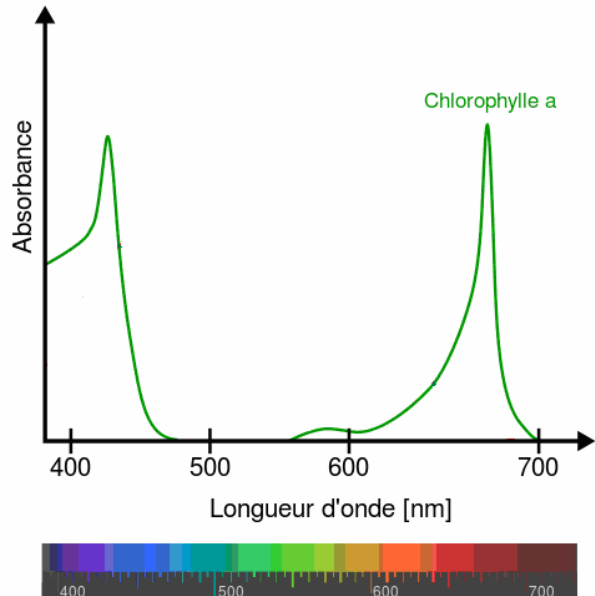
Des algues unicellulaires ont été mises en culture dans un milieu minéral et placées à la lumière. La photographie ci-contre montre la culture obtenue six jours après l'inoculation du milieu.

Document 3

Structures moléculaires des chlorophylles et spectre d'absorption

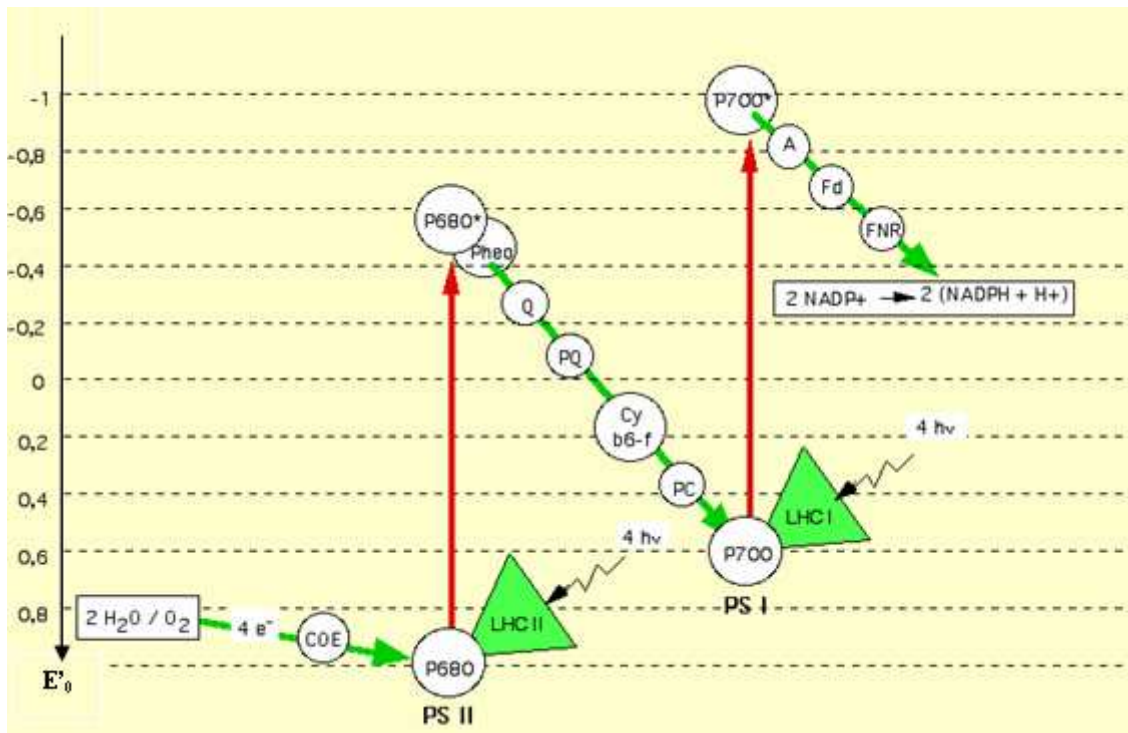


Source : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Chlorophylle>



Document 4

Schéma "en Z" de la photosynthèse, transfert acyclique des électrons.



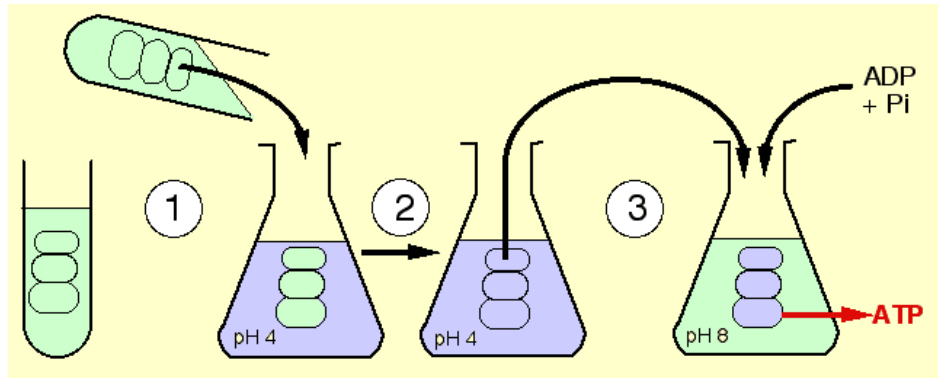
Source : <http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/Photosynthese-cours/image/Z1.gif>

PSI et PSII sont les photosystèmes I et II qui contiennent chacun une molécule de chlorophylle comme centre réactionnel.

Les LHC (light harvesting complex) sont des ensembles de pigments et de protéines qui collectent l'énergie lumineuse pour la distribuer aux centres réactionnels des photosystèmes.

Document 5

5.a Expérience de Jagendorf et Uribe (1966)



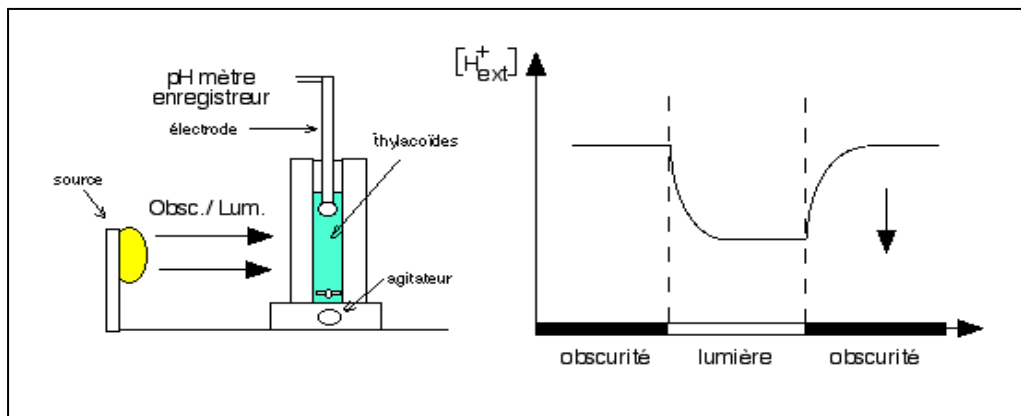
A partir d'une suspension de chloroplastes, les chloroplastes sont cassés (par choc osmotique par exemple) et les thylacoïdes sont isolés par centrifugation (le stroma a été éliminé). L'ensemble de l'expérience est effectué à l'obscurité.

- 1 - cette suspension est placée dans un milieu acide tamponné à pH 4,
- 2 - après quelques minutes, le pH des thylacoïdes s'est équilibré avec celui du milieu,
- 3 - on transfère alors les thylacoïdes dans un milieu basique tamponné à pH 8 en présence d'ADP, de phosphate inorganique (Pi) et de magnésium (Mg^{2+}).

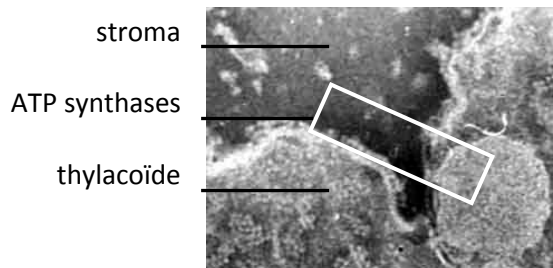
Résultat : un dosage d'ATP dans le milieu de suspension montre qu'il y a eu **synthèse d'ATP**.

5.b Mesure de la concentration en protons dans la suspension de thylacoïdes

Le dispositif de mesure (à gauche) permet l'enregistrement des variations de concentration en protons dans le milieu de suspension des thylacoïdes lors de transitions obscurité / lumière (à droite).



5.c Thylacoïdes en coloration négative observés en microscopie électronique à transmission

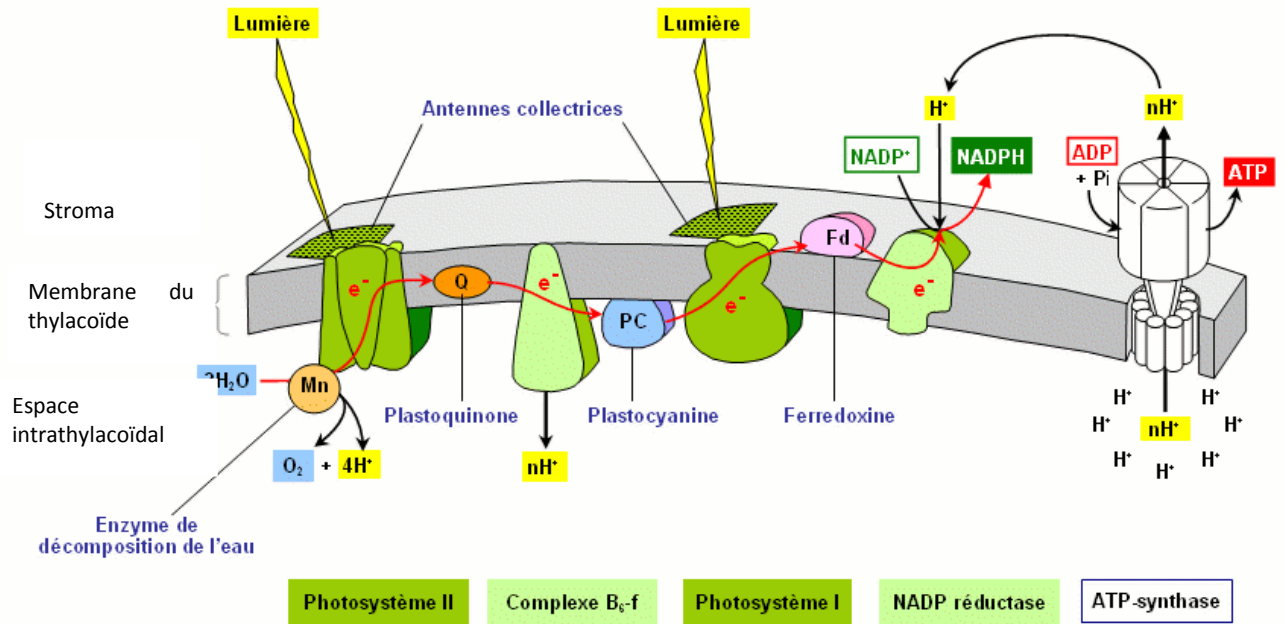


(Cliché : Marcel Signol).

Source : <http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/Chloroplaste/chloneg.htm>

Document 6

Transferts d'électrons et de protons au niveau de la membrane du thylacoïde



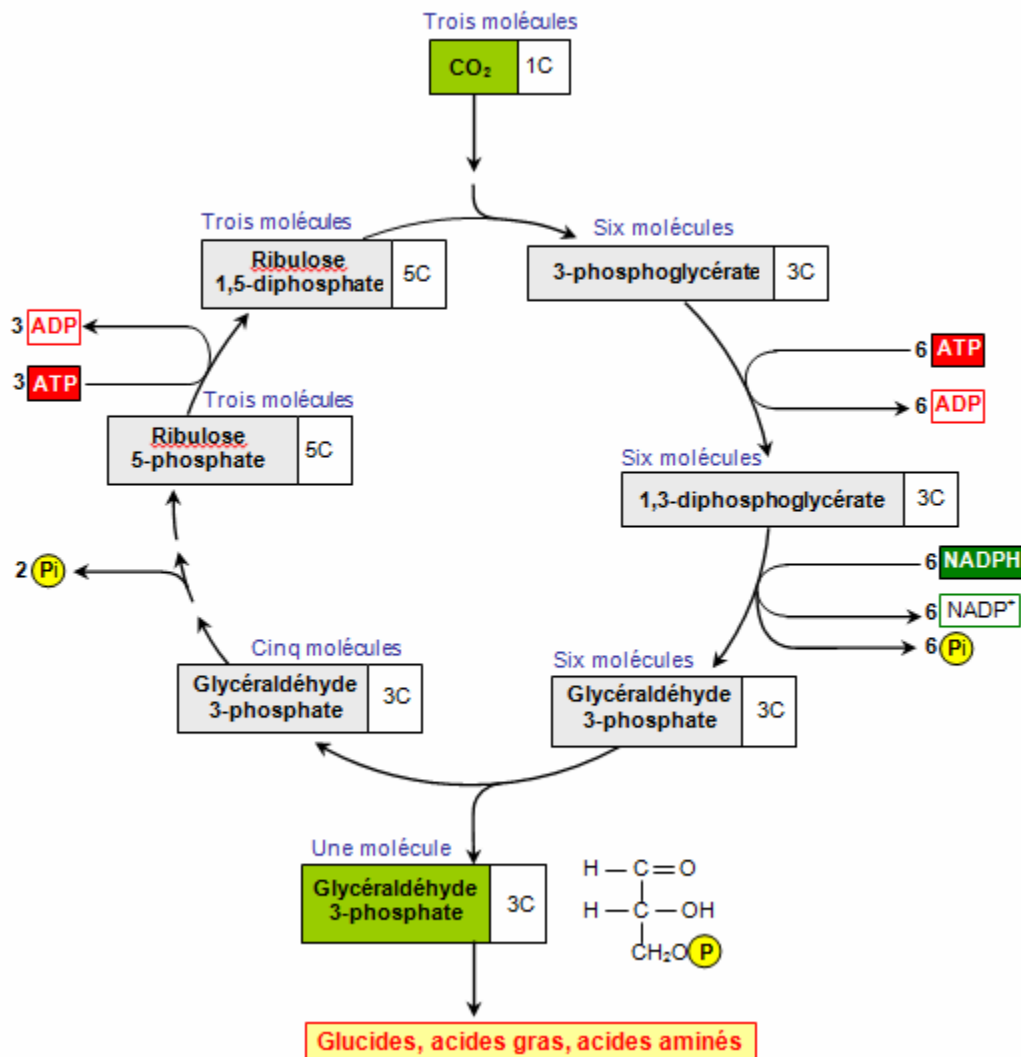
Remarques :

- La plastoquinone (Q) ressemble fortement à l'ubiquinone de la mitochondrie.
- Les ATP-synthases et les autres complexes macromoléculaires enchâssés dans la bicouche lipidique particulièrement fluide en raison de sa teneur élevée en acide gras insaturés se déplacent les uns par rapport aux autres. En conséquent, l'image linéaire et ordonnée du transfert d'électrons que laisse supposer **le schéma en « Z »** proposé par R. Hill et F. Bendall en 1960 **doit être corrigé** (voir le modèle de D. Arnon : Photosynthesis recherche 1995 ; 46 : 47 -71).

Source : http://svt.ac-dijon.fr/schemassvt/affiche_image.php3?id_document=2923

Document 7

Cycle de fixation du CO₂ dans la photosynthèse : cycle de Calvin (version simplifiée)



Source : http://svt.ac-dijon.fr/schemassvt/affiche_image.php3?id_document=2880

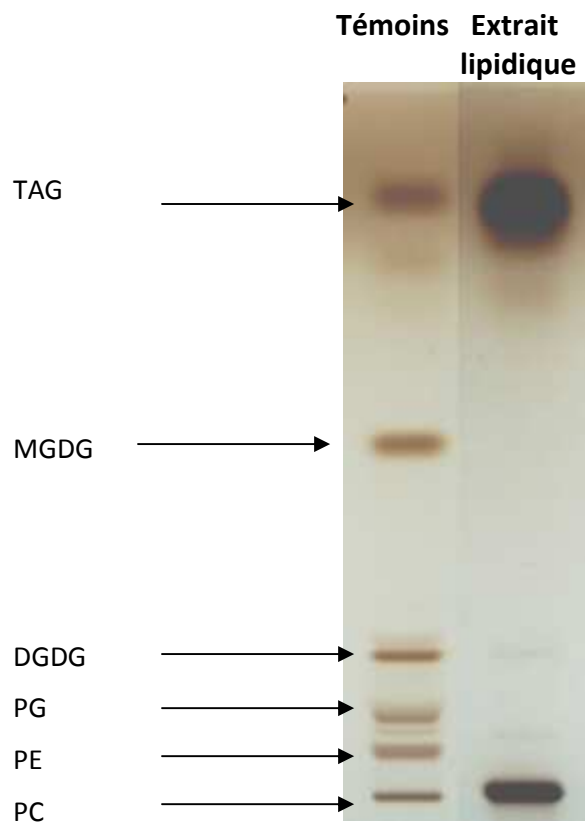
Document 8

Protocole opératoire de l'extraction des lipides totaux des cellules *C. reinhardtii*

Un protocole d'extraction a été décrit par Zhu et al. (2002). Il s'agit d'une modification de la méthode d'extraction par voie humide de Bligh et Dyer (1959). Les cellules sont récoltées par **centrifugation à 8500 tr/min pendant 5 min** et lavées une fois avec de l'eau distillée. Après séchage, les échantillons sont broyés dans un mortier et extraits par un mélange de chloroforme : méthanol (**2:1, v/v**). Après agitation mécanique de l'échantillon pendant 5 h et des ultrasons pendant 30 min, les échantillons sont centrifugés à 3000 tr / min pendant 10 min. La phase solide est séparée avec soin en utilisant un papier filtre. La phase solvant est évaporée dans un évaporateur rotatif sous vide à 60°C. La procédure est répétée trois fois jusqu'à ce que la totalité des lipides soit extraite.





Source : <http://www.ensaia.inpl-nancy.fr/marie/web/ntic/pages/2009/rapport05.pdf>

Document 9
Séparation des lipides totaux de *C. reinhardtii*
par chromatographie sur couche mince



TAG : Triacylglycerol ;
MGDG : Monogalactosyldiacylglycerol ;
DGDG : Digalactosyldiacylglycerol ;
PG : Phosphatidylglycerol ;
PE : Phosphatidylethanolamine ;
PC : Phosphatidylcholine.

Document 10

Réactifs révélateur	Classement SGH (Sécurité)				
	Chlorure de manganèse et méthanol en milieu sulfurique				
	SGH 02	SGH 05	SGH 06	SGH 07	SGH 08

Document 11

<i>Danger Physique</i>	
Pictogramme	Danger
 SGH 01	<p>Produits explosifs</p> <p>Ces produits peuvent exploser au contact d'une flamme, d'une étincelle, d'électricité statique, sous l'effet de la chaleur, d'un choc, de frottements, ...</p>
 SGH 02	<p>Produits inflammables</p> <p>Ces produits peuvent s'enflammer, suivant le cas :</p> <ul style="list-style-type: none"> - au contact d'une flamme, d'une étincelle, d'électricité statique, ... ; - sous l'effet de la chaleur, de frottements, ... ; - au contact de l'air ; - au contact de l'eau, s'ils dégagent des gaz inflammables (certains gaz s'enflamment spontanément, d'autres au contact d'une source d'énergie : flamme, étincelle, ...).
 SGH 03	<p>Produits comburants</p> <p>Ces produits peuvent provoquer ou aggraver un incendie, ou même provoquer une explosion s'ils sont en présence de produits inflammables.</p>
 SGH 04	<p>Gaz comprimés</p> <p>Ces produits sont des gaz sous pression contenus dans un récipient. Certains peuvent exploser sous l'effet de la chaleur ; il s'agit des gaz comprimés, des gaz liquéfiés et des gaz dissous. Les gaz liquéfiés réfrigérés peuvent, quant à eux, être responsables de brûlures ou de blessures liées au froid appelées brûlures et blessures cryogéniques.</p>
 SGH 05	<p>Produits corrosifs pour les métaux</p> <p>Ces produits attaquent ou détruisent les métaux.</p> <p><i>SGH 05 représente à la fois un danger physique et un danger pour la santé</i></p>

Danger chimique

Pictogramme	Danger
 SGH 05	<p>Produits corrosifs pour la peau et/ou les yeux</p> <p>Ces produits peuvent ronger la peau et/ou les yeux en cas de contact ou de projection.</p> <p>SGH 05 représente à la fois un danger physique et un danger pour la santé</p>
 SGH 06	<p>Produits toxiques (toxicité aiguë)</p> <p>Ces produits empoisonnent rapidement, même à faible dose. Ils peuvent provoquer des effets très variés sur l'organisme : nausées, vomissements, maux de tête, perte de connaissance ou d'autres troubles plus importants entraînant la mort.</p>
 SGH 07	<p>Produits altérant la santé</p> <p>Ces produits chimiques ont un ou plusieurs des effets suivants :</p> <ul style="list-style-type: none">- ils empoisonnent à forte dose ;- ils sont irritants pour les yeux, la gorge, le nez ou la peau ;- ils peuvent provoquer des allergies cutanées (eczémas) ;- ils peuvent provoquer une somnolence ou des vertiges.
 SGH 08	<p>Produits portant gravement atteinte à la santé (CMR, STOT, Danger par aspiration)</p> <p>CMR : Cancérigène, Mutagène, Reprotoxique STOT : Toxicité spécifique pour certains organes cibles.</p> <p>Ces produits rentrent dans une ou plusieurs de ces catégories :</p> <ul style="list-style-type: none">- produits cancérogènes : ils peuvent provoquer le cancer ;- produits mutagènes : ils peuvent modifier l'ADN des cellules et peuvent alors entraîner des dommages sur la personne exposée ou sur sa descendance (enfants, petits-enfants, ...) ;- produits toxiques pour la reproduction : ils peuvent avoir des effets néfastes sur la fonction sexuelle, diminuer la fertilité ou provoquer la mort du fœtus ou des malformations chez l'enfant à naître ;- produits qui peuvent modifier le fonctionnement de certains organes comme le foie, le système nerveux, ... Selon les produits, ces effets toxiques apparaissent si l'on a été exposé une seule fois ou bien à plusieurs reprises ;- produits qui peuvent entraîner de graves effets sur les poumons et qui peuvent être mortels s'ils pénètrent dans les voies respiratoires (après être passés par la bouche ou le nez ou bien lorsqu'on les vomit) ;- produits qui peuvent provoquer des allergies respiratoires (asthme, par exemple).
Danger pour l'Environnement	
Pictogramme	Danger
 SGH 09	<p>Danger pour le milieu aquatique</p> <p>Ces produits provoquent des effets néfastes sur les organismes du milieu aquatique (poissons, crustacés, algues, autres plantes aquatiques, ...).</p>

Document 12

La Rubisco d'après UC Davis - University of California - Ressources

The limiting reaction within the Calvin Cycle is carried out by the enzyme Ribulose 1, 5-bisphosphate carboxylase, commonly referred as Rubisco_(figure 1).

This enzyme was discovered by Melvin Calvin at Berkeley in the 1940's. Rubisco_has since been named as the most abundant protein on earth.

The enzyme is located in the chloroplasts' stroma, consisting of at least 15% and up to 50% of the chloroplast protein. The high concentration of Rubisco_indicates a significant role for the metabolism. It is estimated that $4 \cdot 10^{10}$ kg of the enzyme is made every second on earth.

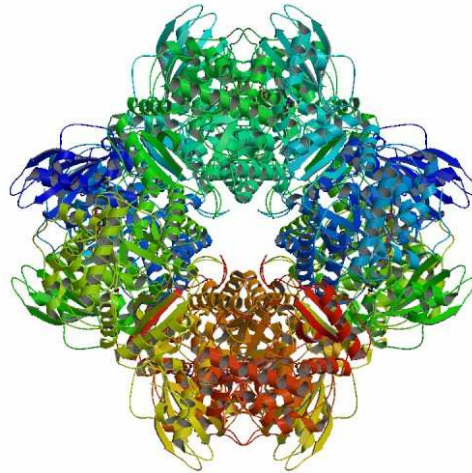


Figure 1. Crystal structure ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase from green alga *Chlamydomonas reinhardtii*

Source: <http://www.rcsb.org/pdb/explore/explore.do?structureId=1IR1>

Rubisco's_shape directly relates to its function. In order for Rubisco_to function, it requires substrates supplied from the surrounding environment. These include carbon dioxide and Ribulose 1,5 bisphosphate (RuBP).

The enzyme will perform a conformation change and essentially 'slam' the Carbon dioxide onto RuBP. The result is a highly unstable six-carbon reaction intermediate

Due to the molecules instability the carbon splits into two molecules of 3-phosphoglycerate (3GP). In the Calvin Cycle each of the 3GP molecules will be synthesized into Glyceraldehyde 3-phosphate (G3P).

In the analysis of the active site within Rubisco it has been studied that there is the involvement of Mg^{2+} . This alkaline earth metal stabilizes formation of an enediolate carbanion equivalent that is subsequently carboxylated by CO_2 , as shown in figure 2. This conformation change, as shown in studies, activates a broadband of visible and infrared emissions. Once in stable formation Mg^{2+} , although not well depicted in figure 2, will form covalent bonds with four Oxygen atoms. This formation can be described as square planar when considering only the immediate ligands around Mg^{2+} .

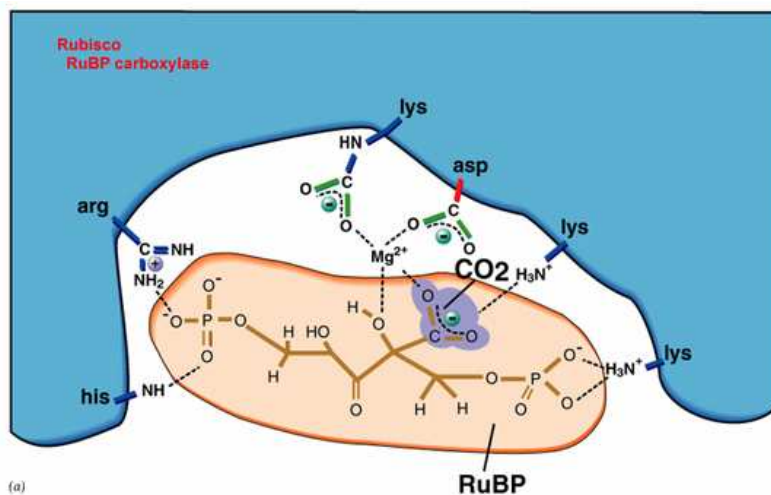


Figure 2: Active site of the Rubisco (From UC Davis - University of California - Ressources)

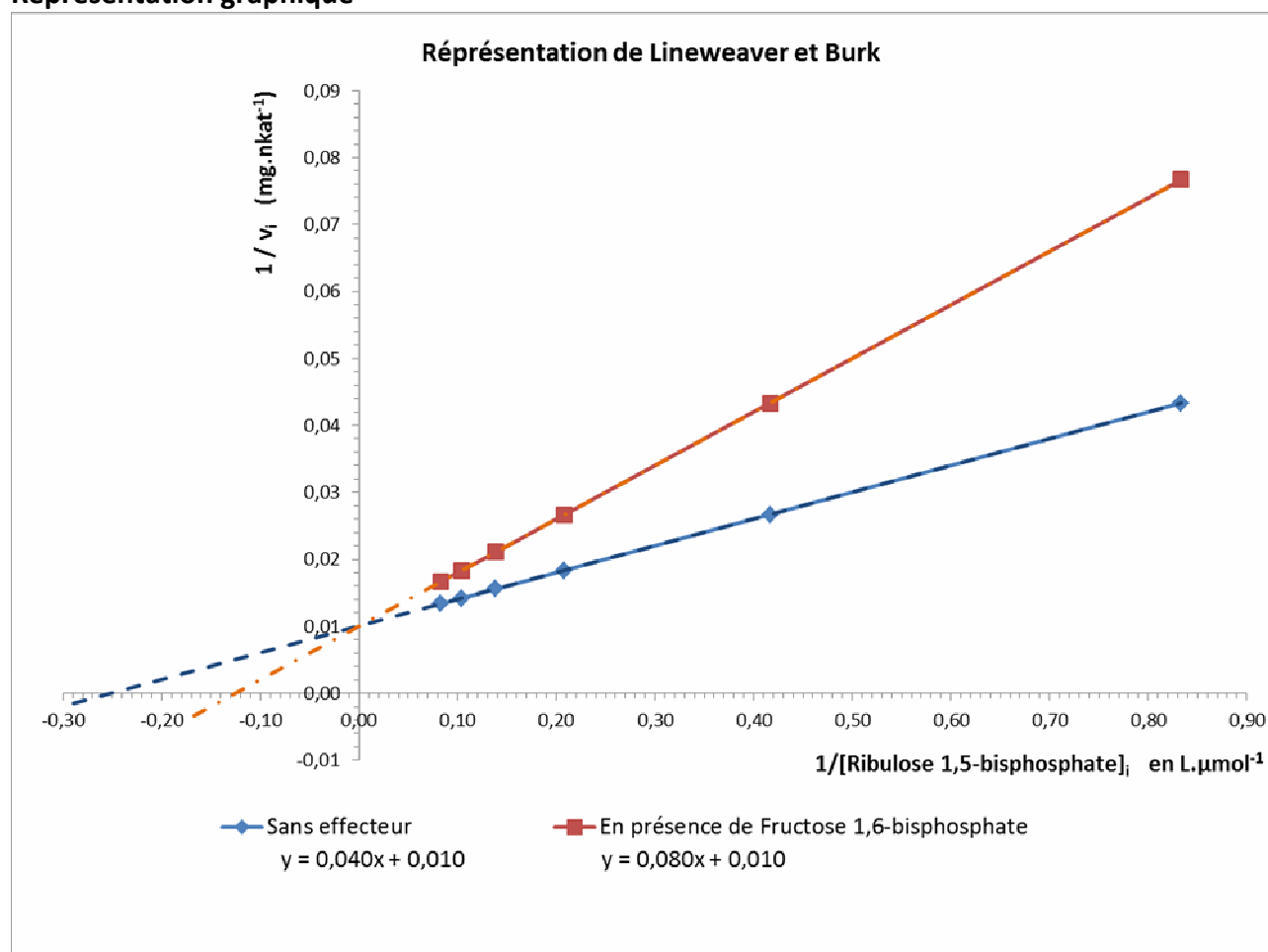
Document 13

Détermination des grandeurs cinétiques de la Rubisco

Résultats d'une étude expérimentale

[Ribulose 1,5-bisphosphate] ($\mu\text{mol.L}^{-1}$)	0,0	1,2	2,4	4,8	7,2	9,6	12,0	24,0	32,0
v_i sans effecteur (nkat.mg^{-1})	0,0	23,1	37,5	54,5	64,3	70,6	75,0	81,0	81,0
v_i en présence de Fructose 1,6-bisphosphate (nkat.mg^{-1})	0,0	13,0	23,1	37,5	47,4	54,5	60,0	66,0	66,0

Représentation graphique



Rappel :

La représentation de Lineweaver et Burk (ou représentation des doubles inverses), a pour

équation :

$$\frac{1}{v_i} = \frac{K_M}{v_{(c,S)imax}} \cdot \frac{1}{[\text{Ribulose 1,5 bisphosphate}]_i} + \frac{1}{v_{(c,S)imax}}$$

Document 14

Composition du milieu de culture Tris – Acétate – Phosphate avec azote (TAP+N)

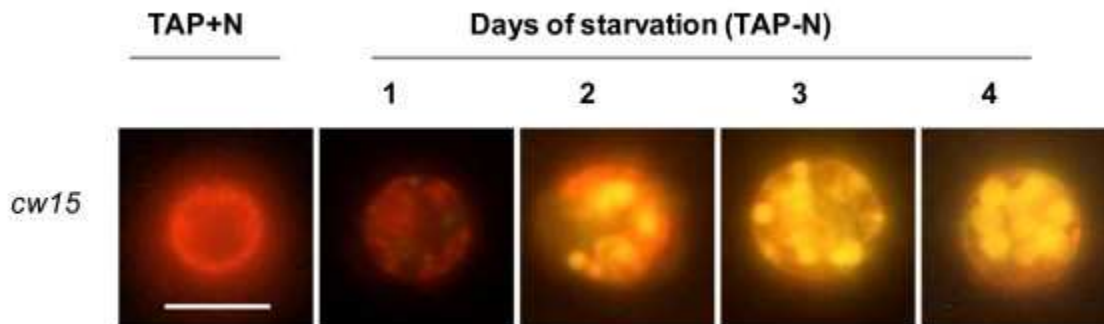
Le milieu de culture est réalisé à partir des solutions mères suivantes :

- **Solution A** (pour 1 L) : NH_4Cl 8 g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ 2 g, $\text{CaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ 1 g.
- **Tris 0,2 M** (pour 1 L) : $\text{C}_4\text{H}_{11}\text{NO}_3$ 24,2 g, ajuster le pH à 7,0 à l'aide d'acide acétique glacial.
- **Tampon II** (pour 100 mL) : K_2HPO_4 9,35 g, KH_2PO_4 6,3 g, ajuster le pH à 7,0.
- **Solution minérale** (pour un litre) : EDTA 50 g, H_3BO_3 11,4 g, ZnSO_4 22 g, MnCl_2 5,06 g, FeSO_4 4,9 g, CoCl_2 1,61 g, CuSO_4 1,57 g, $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ 1,1 g.

Composition en solutions mères pour 1L de milieu TAP+N	Volumes
Tris	100 mL
Solution A	50 mL
Tampon II	1 mL
Solution minérale	1 mL
pH ajusté à 7	

Document 15

Détection de l'accumulation de lipides neutres dans les cellules d'une souche commune de *Chlamydomonas reinhardtii* (cw15)



Detection of neutral lipid accumulation in *cw15*, a common laboratory strain of *C. reinhardtii* using Nile red staining.

The yellow fluorescence observed in the presence of Nile red indicates the presence of neutral lipids while the red fluorescence corresponds to chlorophyll autofluorescence.

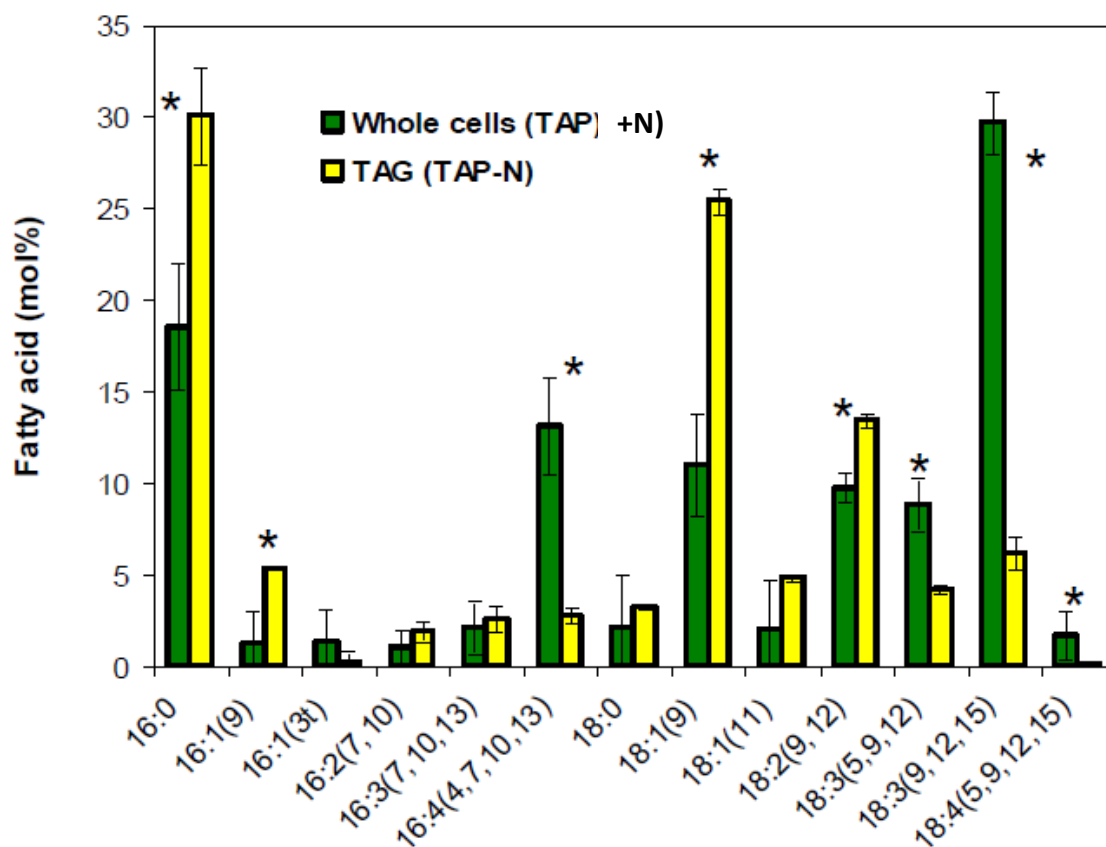
TAP+N : standard growth medium. TAP-N : nitrogen-depleted TAP medium. Bars = 8 μm .

Source : Siaut M. (2011) *BMC Biotechnology*

Document 16

Analyse de la composition en acides gras de *C. reinhardtii*

16. a Analyse de la composition en acides gras de *C. reinhardtii* :



Analysis of fatty acid composition in *C. reinhardtii*. Comparison of the fatty acid composition of the TAG fraction and total lipids. The TAG fraction was isolated from cells cultivated in TAP-N for 2 days while total lipids were from cells grown in TAP+N medium. Asterisks denote a statistically significant difference.

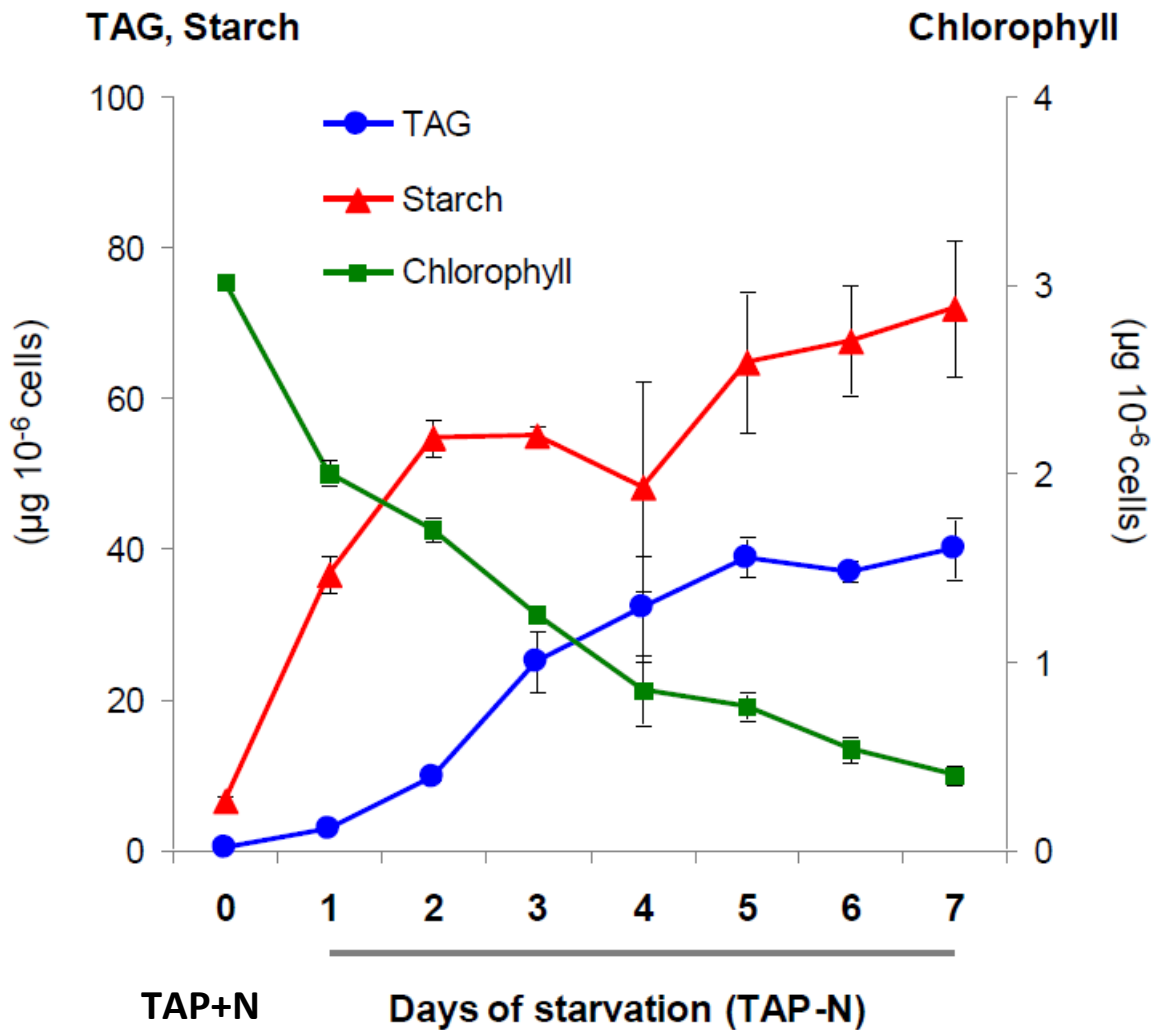
Source : Siaut M.(2011) **BMC Biotechnology**.

16. b Noms systématique et commun des acides gras cités dans le document 16. a :

Symbole	Nom systématique	Nom commun connu	Symbole	Nom systématique	Nom commun connu
16:0	Acide hexadécanoïque	Acide palmitique	18:0	Acide octadécanoïque	Acide stéarique
16:1 (9)	Acide hexadéc-9-énoïque	Acide palmitoléique	18:1 (9)	Acide octadéc-9-énoïque	Acide oléique
16 :1 (3t)	Acide 3-trans-hexadécénoïque		18:1 (11)	Acide octadéc-11-énoïque	Acide vaccénique
16:2 (7,10)	Acide hexadéc-7, 10-diénoïque		18:2 (9, 12)	Acide octadéca-9, 12-diénoïque	Acide linoléique
16:3 (7, 10, 13)	Acide hexadéc-7, 10, 13		18:3 (5, 9, 12)	Acide octadéca-5, 9, 12-triénoïque	Acide pinolénique
16:4 (4, 7, 10, 13)	Acide hexadéc-4, 7, 10, 13-tétraénoïque		18:3 (9, 12, 15)	Acide octadéca-9, 12, 15-triénoïque	Acide α -linoléique
			18:4 (5, 9, 12, 15)	Acide octadéca-5,9, 12, 15-tétraénoïque	Acide coniféronique

Document 17

Cinétique d'évolution des réserves en amidon (starch), TAG et chlorophylle dans les cellules de *C. reinhardtii* cultivées sur le milieu TAP-N



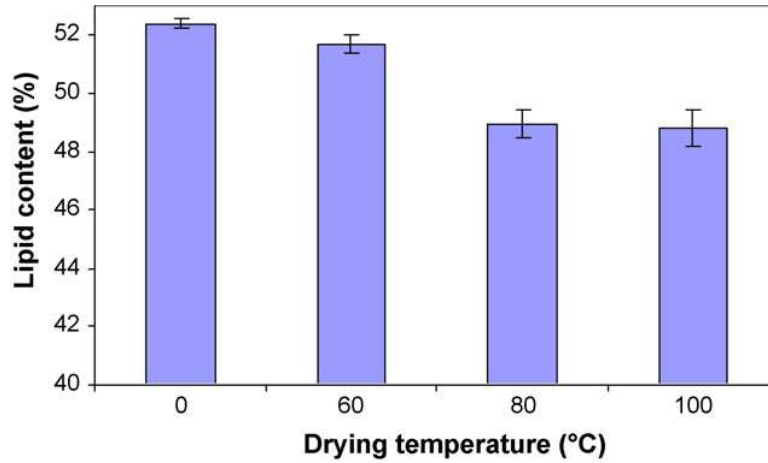
Time course of accumulation of triacylglycerols, starch and chlorophyll in *C. reinhardtii* in response to nitrogen depletion. Precultures of strain cw15 were grown in TAP+N medium for 2 days before changing medium to TAP-N (day 0).

Source : Siaux M.(2011) BMC Biotechnology.

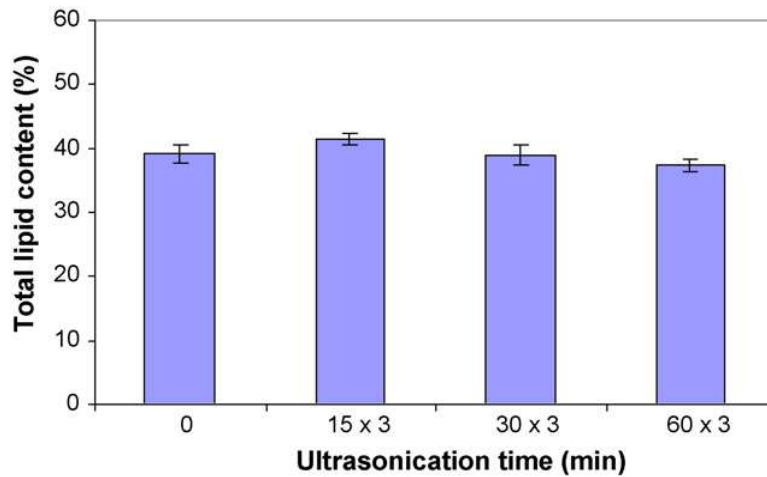
Document 18

Etude des conditions opératoires d'extraction des lipides de la micro-algue *Chlorella vulgaris*.

18. a Effet de la température de séchage des échantillons sur le rendement en lipides :



18 b Effet du temps de traitement des échantillons aux ultrasons sur le rendement en lipides :

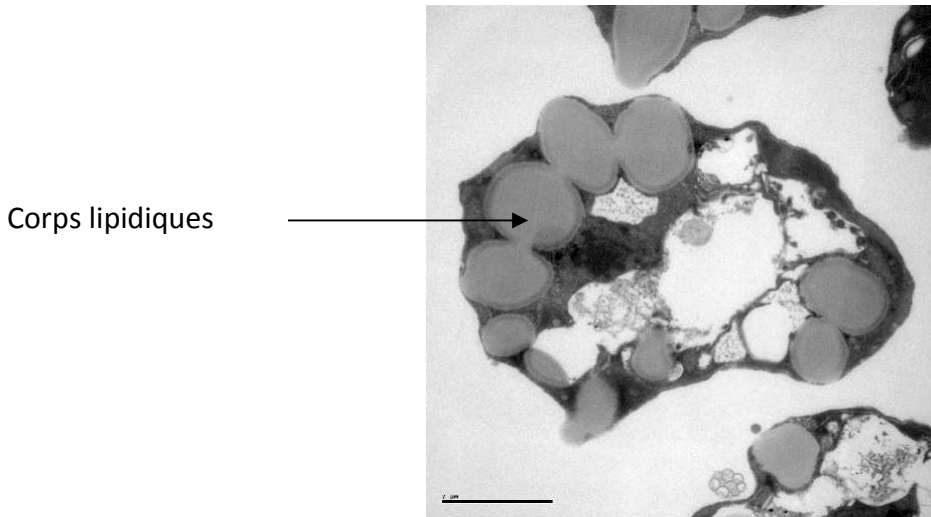


Source : Widjaja and coll. (2008) *Journal of Taiwan Institute of Chemical Engineers*.

Document 19

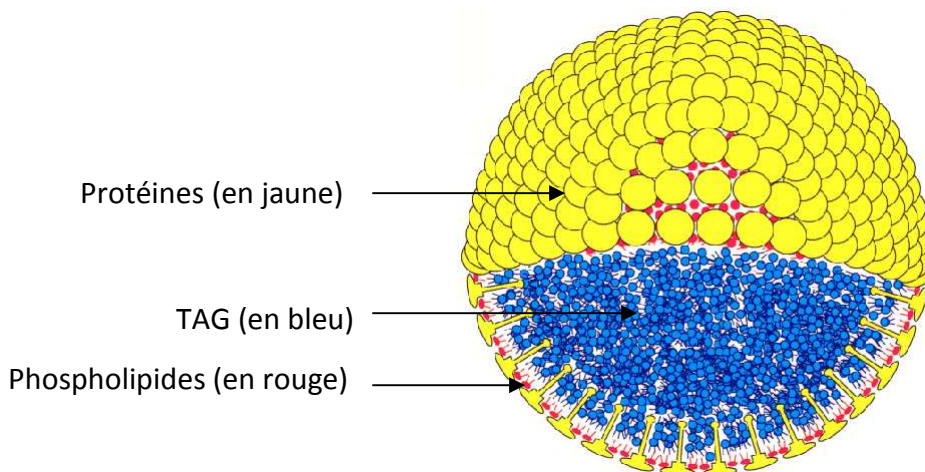
Localisation des TAG de réserve dans les corps lipidiques

19.a Image of *Chlamydomonas reinhardtii*



Source : Siaut M. (2011) BMC Biotechnology.

19.b Modèle structural d'un corps lipidique



Source : Tzen and Huang (1993) JBC.

Document 20

Fractionnement des protéines cellulaires de *C. reinhardtii* et identification de la MLDP associée aux corps lipidiques

20. a Protocole opératoire :

1) Extraction des protéines cellulaires :

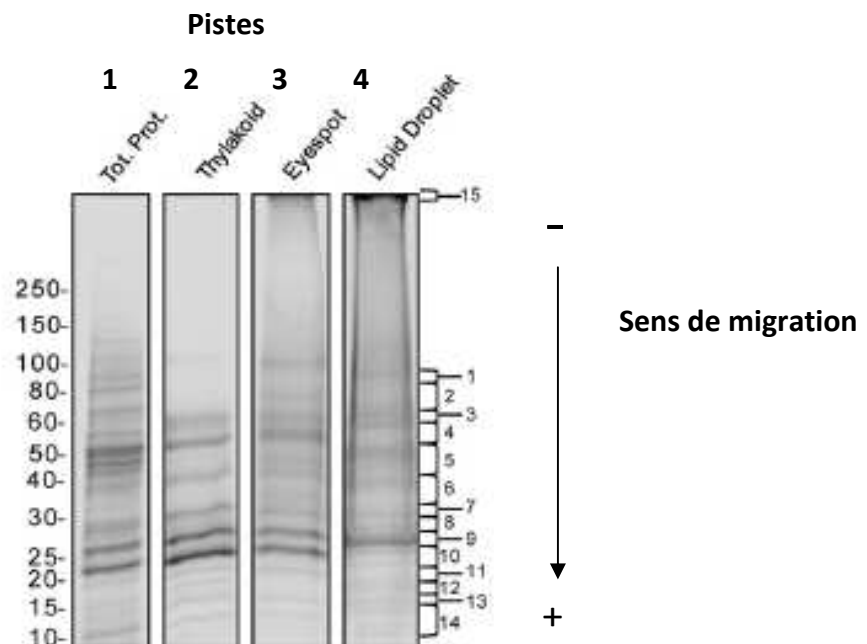
- de la cellule entière (Tot. Prot.) ;
- des thylacoïdes (Thylakoïd) ;
- des pyrénoides (Eyespot) ;
- des corps lipidiques (Lipid Droplet).

2) Dépôt sur un gel de polyacrylamide en conditions dénaturantes. Les extraits obtenus dans l'étape 1 sont déposés respectivement pistes 1, 2, 3 et 4.

2) Migration électrophorétique

3) Révélation

20. b Résultats :



Les masses moléculaires des protéines sont indiquées sur la gauche de la figure en Kilodalton.

Les numéros placés à droite correspondent aux bandes d'intérêt excisées de la piste 4 du gel pour une étude plus approfondie.

Source : Moellering (2009) *Eucaryotic cell*

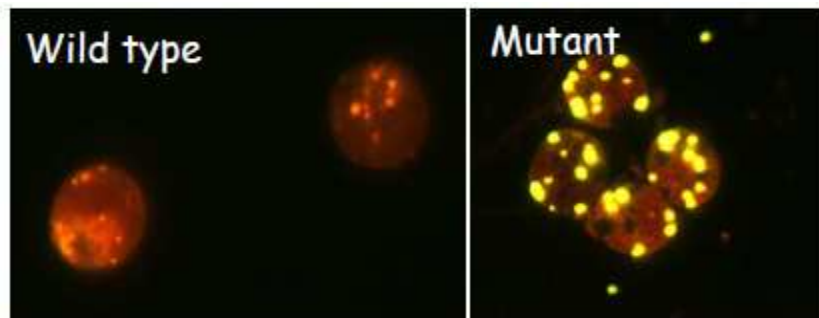
Document 21

Mise en évidence d'une accumulation de lipides chez un mutant de *C. reinhardtii* cultivé en conditions de croissance normales

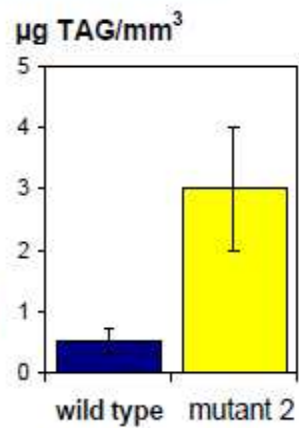
21. a Micrographies des cellules de *C. reinhardtii* colorées au rouge de Nile

Wild type = cellules sauvages de *C. reinhardtii*

Mutant = cellules obtenues par mutation

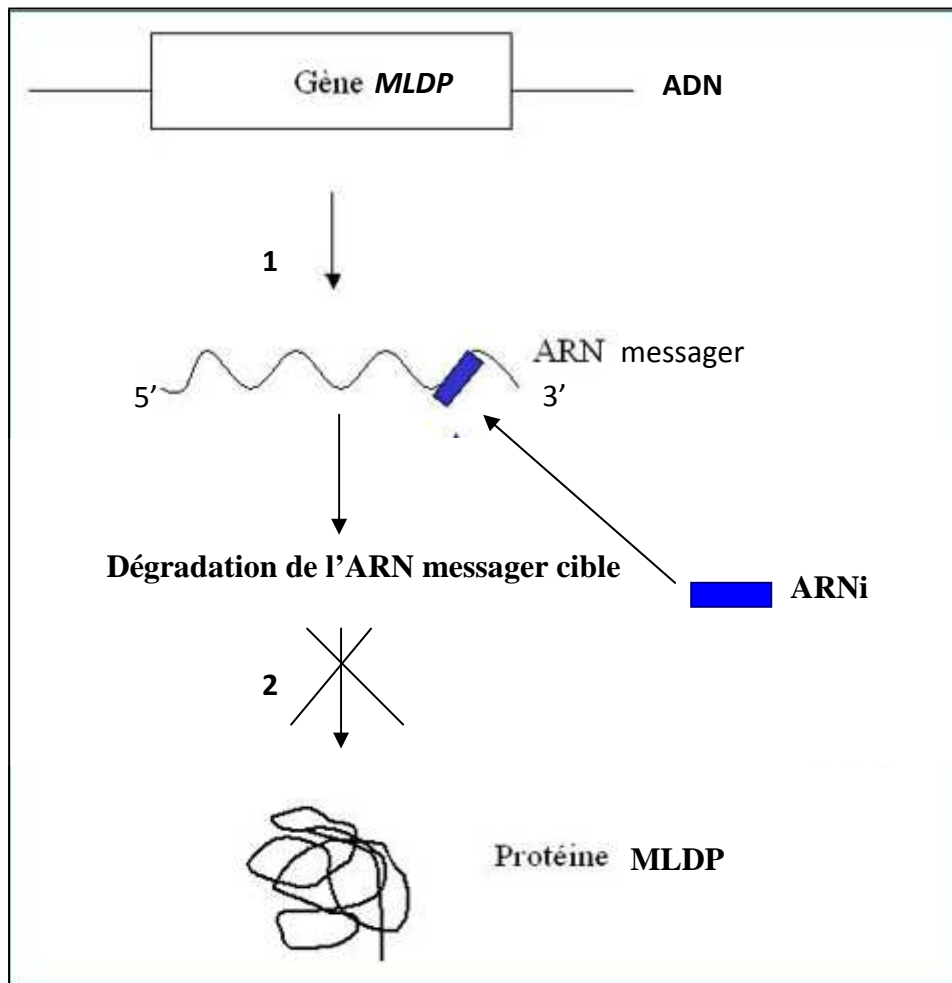


21. b Oil content



Source : Beisson (2012)

Document 22
Principe de l'interférence par ARN

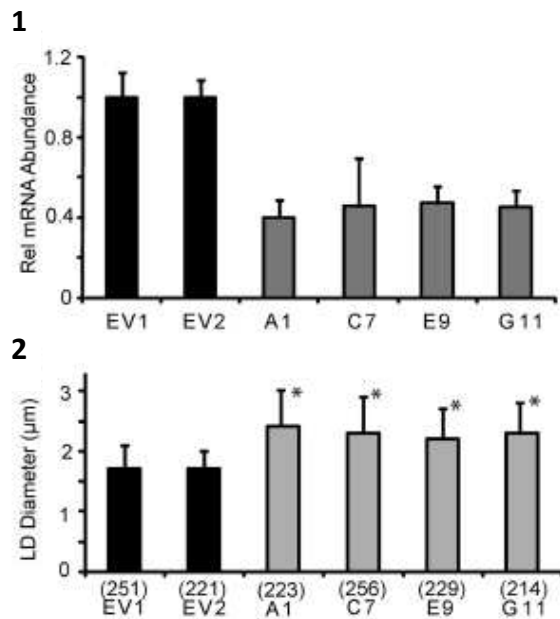


ARNi = ARN interférant

Source : <http://www.sidablog.fr/articles/3/nouveau-traitement-arn-interferences-contre-vih.php>

Document 23

Réduction de l'expression de la protéine MLDP par la méthode d'interférence par ARN



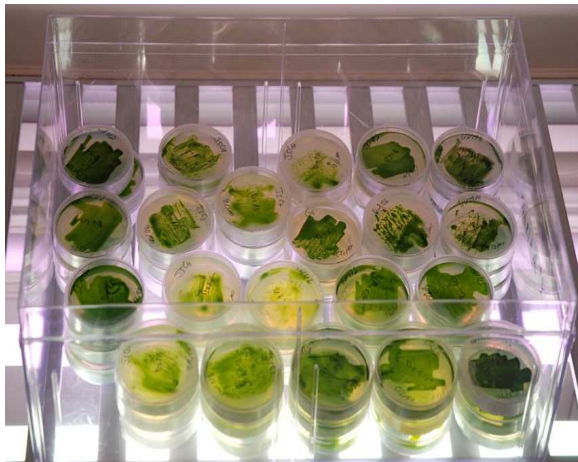
1 : Niveaux d'ARN messager dans deux lignées de cellules de *C. reinhardtii* contrôles (EV1 et EV2) et dans quatre lignées de cellules modifiées grâce à l'interférence par ARN (A1, C7, E9 et G11).

2 : Diamètre des corps lipidiques mesuré pour ces mêmes lignées contrôles et modifiées.

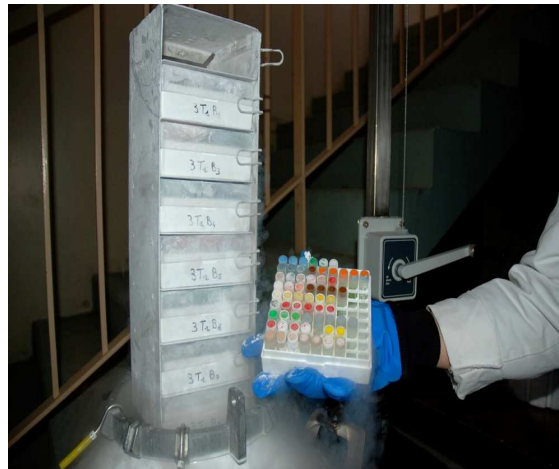
Source : Moellering (2010) *Eucaryotic cell*.

Document 24

24a : Culture en boîte

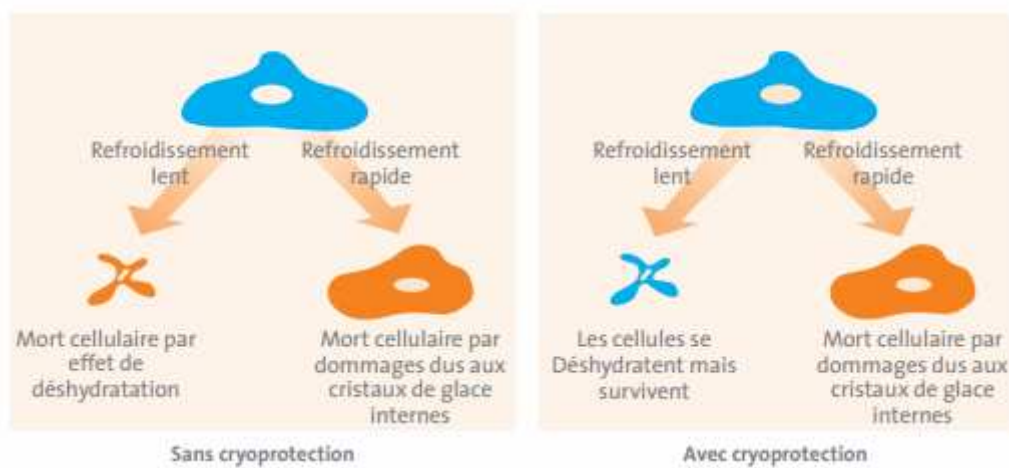


24b : Conservation en cryotubes



Source : <http://www.biosolis.org/ingenierie-des-photobio.html>

24c : Effets des vitesses de congélation sur les cellules

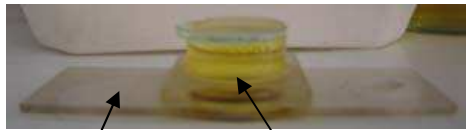


Source : http://www.labcluster.com/images/Cryoconservation_Corning.pdf

Document 25
Système de dénombrement des microalgues

Présentation de la technique :

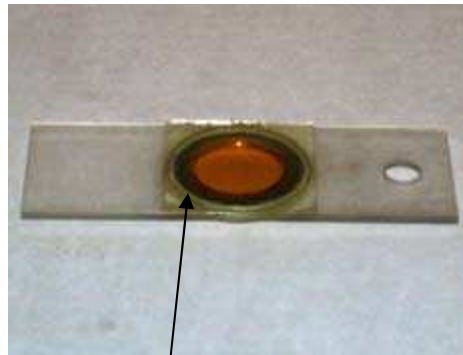
Sédimentation



Plaque Wild

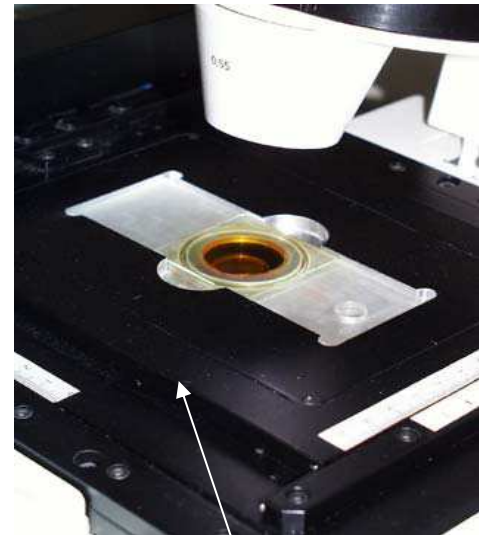
Tube de sédimentation de 25 mL

Montage de la lame



Lamelle de verre

Observation et dénombrement



Microscope inversé X40

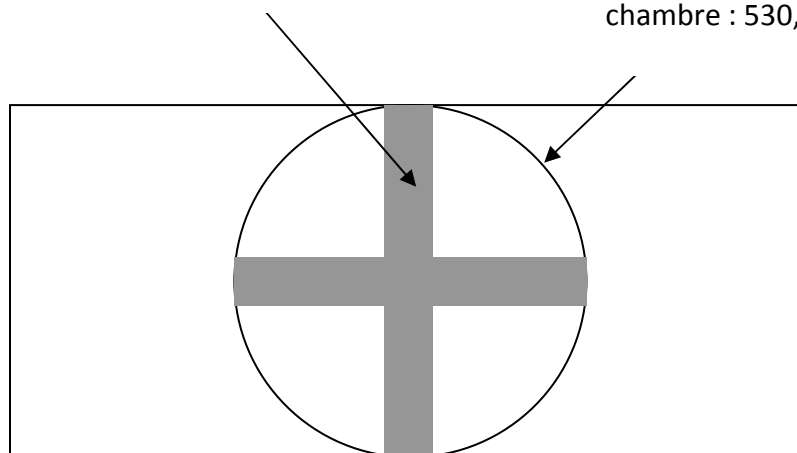
J.C. DRUART et F. RIMET. Protocoles d'analyse du phytoplancton de l'INRA : prélèvement, dénombrement et biovolumes. INRA-Thonon, Rapport SHL 283 - 2008, 96 p.

Détails de la plaque Wild :

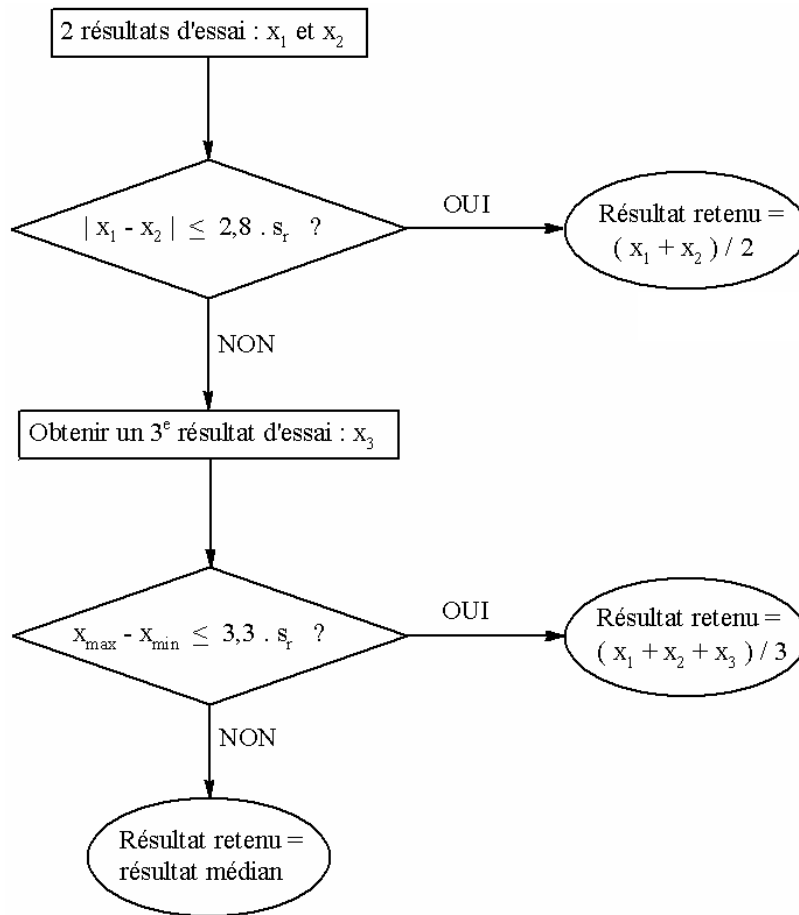


Surface de comptage : $1,70 \text{ mm}^2$

Surface entière de la chambre : $530,66 \text{ mm}^2$



Document 26
Logigramme d'acceptabilité des résultats

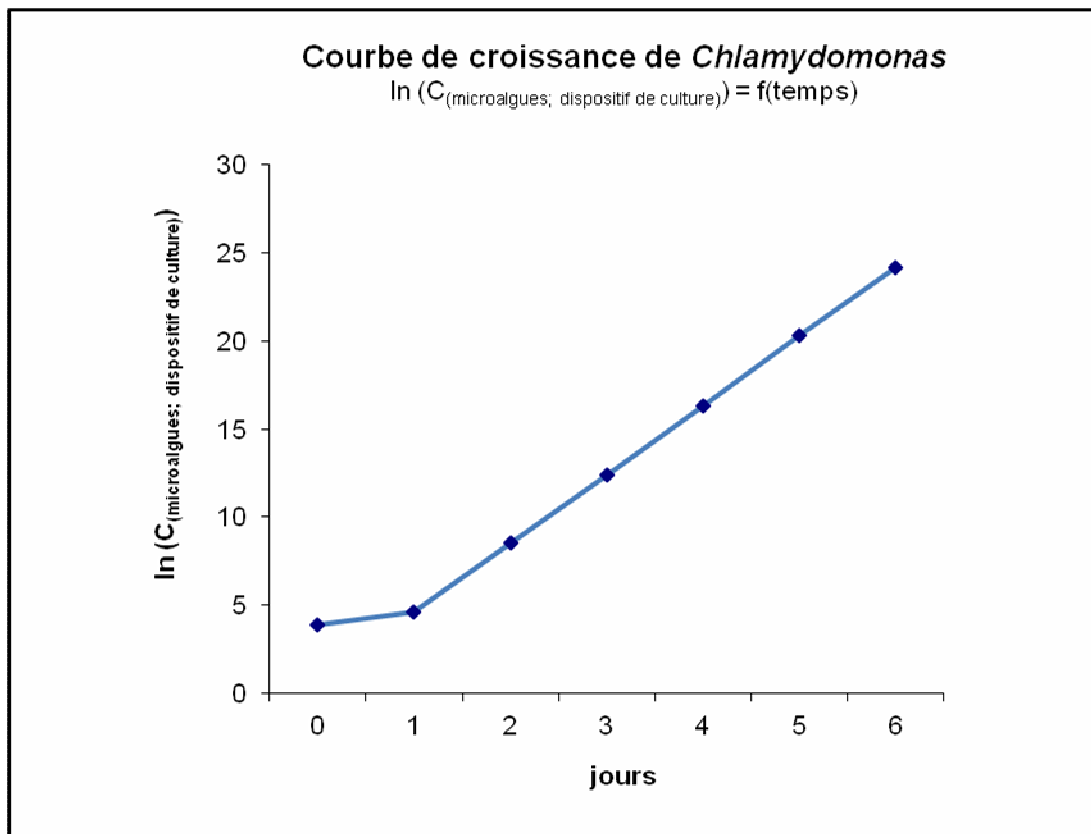


Source : Norme ISO 5725

Document 27

Résultats du dénombrement pour la réalisation de la courbe de croissance de *Chlamydomonas reinhardtii*

Jour	0	1	2	3	4	5	6
C (microalgues ; dispositif de culture)	50	100	$5,00 \cdot 10^3$	$2,50 \cdot 10^5$	$1,25 \cdot 10^7$	$6,25 \cdot 10^8$	$3,12 \cdot 10^{10}$
$\ln (C_{\text{(microalgues ; dispositif de culture)}}$)	3,91	4,61	8,52	12,4	16,3	20,3	24,2



Document 28

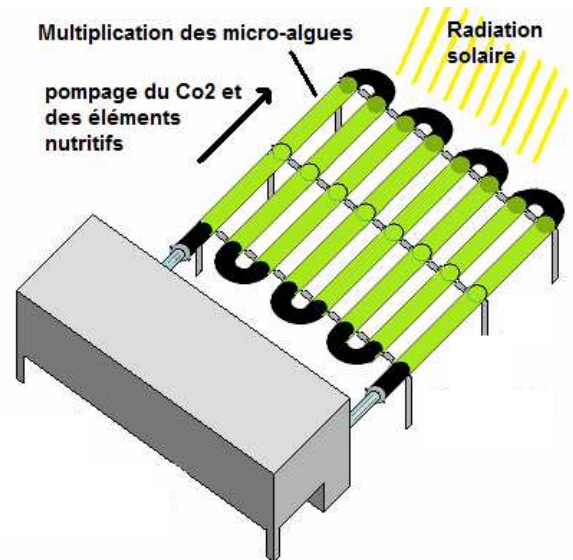
Culture en photobioréacteur

28 a : Photo de photobioréacteur



Source :
http://www.hielscher.com/fr/algae_reactor_cleaning_01.htm

28 b : Schéma de photobioréacteur



Diamètre des tubes : 5 cm

Longueur des tubes : 80 m

Nombre des tubes : 8

Source :
<http://sitiosolar.com/SITIOSOLAR%20EN%20FRANCES/Les%20biocombustibles%20de%20microalgues.htm>

28 c : Protocole d'ensemencement du photobioréacteur

- Préculture au laboratoire dans un réacteur contenant le même milieu de culture que celui du photobioréacteur
- Transfert de la totalité de la préculture dans la cuve du photobioréacteur, soit un inoculum de 10^6 microalgues en phase exponentielle de croissance
- Incubation pendant un temps t nécessaire pour obtenir une population de $5,00 \cdot 10^5$ microalgues.mL⁻¹.

Document 29

Dispositifs de culture industrielle des microalgues

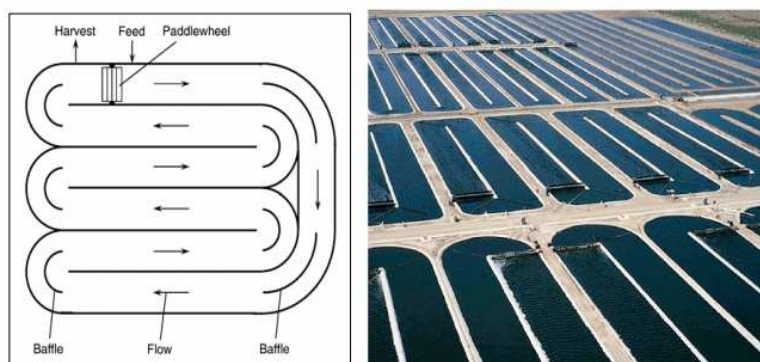
Le procédé « raceway » (champ de course) : un exemple de système solaire ouvert

C'est une culture réalisée en extérieur dans un bassin en forme de boucle. C'est donc une culture saisonnière puisque soumise aux aléas climatiques et non protégée des contaminations, à moins de cultiver des espèces extrémophiles en milieu alcalin ou hypersalé.

La culture d'algues circule dans le bassin sous l'action d'une roue à pales qui assure le brassage et évite la sédimentation des algues.

La source de CO₂ est atmosphérique, la source de lumière est naturelle. De l'eau filtrée, additionnée d'éléments minéraux est additionnée en continu afin de pallier l'effet d'évaporation.

La taille des bassins est variable : de 0,5 à 10⁵ m³, la concentration en biomasse atteint 0,1 à 0,2 g.L⁻¹ et la productivité 10 à 30 t/ha/an.



Source : <http://www.ceva.fr>

Le procédé en photobioréacteur : un système artificiel fermé

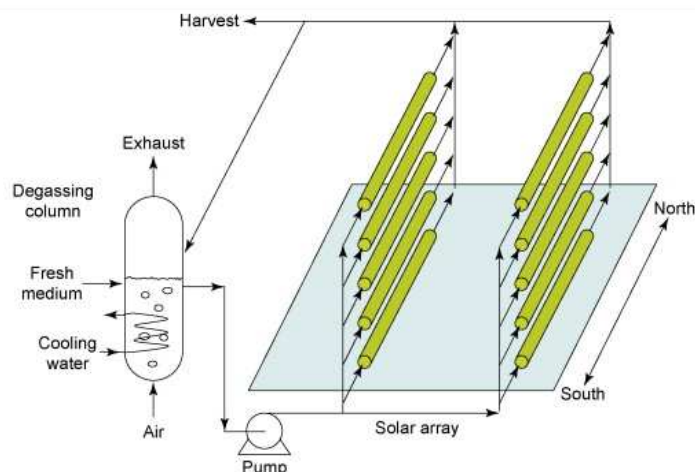
Il présente de fortes similitudes avec les bioréacteurs bactériens. Les microalgues circulent entre un réservoir qui porte une colonne de dégazage et le collecteur de rayonnement solaire composé de tuyaux transparents qui laissent entrer la lumière. Les tuyaux sont disposés sous forme de plan incliné pour permettre d'augmenter le rayonnement incident. Les tubes ne dépassent pas un diamètre de 10 cm pour éviter les zones d'ombre.

L'éclairage de ces tubes peut être réalisé à l'aide de sources lumineuses artificielles qui nécessitent un surcoût d'énergie.

Un flux turbulent est maintenu dans l'écoulement au moyen d'une pompe afin d'éviter la sédimentation et les zones d'ombre. Un générateur assure l'approvisionnement en CO₂.

Les paramètres de la culture peuvent être rigoureusement contrôlés.

Le volume de ces réacteurs varie de 0,1 à 2 m³, avec une concentration en biomasse qui peut atteindre 10 g.L⁻¹ et une productivité de 100 t/ha/an.



Source : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167779908000218>