

Travaux Pratiques Module Développement Durable, Première Séance (Mars 2020)

Enseignant. M. LAABIR, Maître de conférences Université Montpellier

Etude des microalgues (Organisation, Biologie et Croissance).
Identification de deux espèces de microalgues (*Chlorella vulgaris* et *Arthrospira platensis*) grâce à leur morphologie (observation au microscope) et caractéristiques pigmentaires (Chromatographie).

Objectifs :

- Définition d'une microalgue, biologie et physiologie (croissance, pigments et photosynthèse), utilisations en biotechnologie et environnement
- Différencier les microalgues des macroalgues
- Connaître la morphologie, la biologie, la composition (pigments, protéines...) et les utilisations de la spiruline et de la chlorelle
- Se familiariser avec les techniques de comptage des microalgues, établissement d'une courbe de croissance sur ordinateur, calcul du taux de croissance (méthode de Guillard) et comparaison à ceux d'autres espèces ou modèles (bactéries, plantes supérieures...) et réfléchir sur le potentiel de production des microalgues
- Utilisation d'une technique de séparation de pigments en chromatographie. Séparer et identifier les constituants d'un mélange de pigments de microalgues

Fiche de manipulation

1- Séparation des pigments par chromatographie

a- Préparation de la cuve

- Préparer la cuve à chromatographie en y versant sur une hauteur de 0.5 cm environ l'éluant (solution éthanol 70 % et eau 30 %)
- Fermer la cuve avec le couvercle

b- Préparation de la plaque de chromatographie

Vous disposez de 10 plaques de chromatographie sur couche mince (CCM) de 7.5 cm sur 5 cm. Une plaque de CCM est constituée d'une plaque d'aluminium recouverte d'une couche de silice. Pour ne pas abîmer cette couche, il ne faut pas manipuler les plaques directement avec les doigts mais avec une pince ou des gants. Les plaques sont disponibles à côté de l'éluant sous la hotte.

Munissez-vous d'un crayon à papier et d'une règle. Tracez un trait sur la longueur basse de la plaque à environ 1 cm. Répartir sur ce trait deux croix à 1.5 cm du bord de la plaque. Ensuite tracer un trait bien marqué à 1 cm du bord supérieur de la plaque.

c- Préparation des poudres

Vous disposez de deux poudres marquées A et B

Répartissez-vous en deux groupes. Chaque groupe met en solution une des poudres dans de l'eau distillée, dans un volume de 150 ml (750 µg/150 ml). Remuer la solution à l'aide d'un agitateur durant 30 minutes. Chaque binôme prendra 20 ml de chaque solution à mettre dans des Erlenmeyer de 50 ml marqués A et B.

d- Dépôt des solutions sur les plaques

Chaque binôme dispose à cette étape d'une cuve chromatographie, une plaque préparée et les deux solutions A et B. Prendre une goutte de chaque solution et la déposer sur la plaque. La goutte doit faire au moins 3 mm et être ronde. Le prélèvement s'effectue avec une pipette. Bien faire attention de prélever les deux solutions avec des cônes différents.

C- Migration

Introduire la plaque dans la cuve à l'aide de la pince ou de gants et remettre le couvercle. Vérifier que la ligne de dépôt est bien au-dessus du niveau de l'éluant. Quand le front du solvant arrive au niveau du trait du bord supérieur de la plaque, sortir la plaque de l'enceinte.

Attention : Ne pas déplacer la cuve durant la migration !

En attendant la fin de l'expérience lire les documents annexes donnés concernant les microalgues et notamment *Arthrospira platensis* et *Chlorella vulgaris*. Les deux poudres A et B sont effectivement l'une et l'autre de ces microalgues.

- I) Quelles différences fondamentales retrouve t-on chez ces deux microalgues ?
- II) Que va nous permettre d'observer la chromatographie ?
- e- Résultats et interprétations
 - I) Que se passe t-il lorsque l'éluant entre en contact avec les dépôts ?
 - II) Représenter la migration des deux dépôts sur un schéma, prendre une photo pour le rapport car pigments sensibles à la lumière
 - III) Le rapport frontal de chaque espèce chimique est défini par :
 $R_f = h/H$
H : Distance parcourue par l'espèce chimique
H : Distance parcourue par l'éluant
Calculer le rapport frontal de chaque point ;
 - IV) Déterminer à partir de vos résultats à quoi correspond la poudre A et B. Justifier.
 - V) Par quelles autres techniques aurait-on pu différencier les deux poudres ?. Rédiger un protocole à tester.

2- Déterminer les caractéristiques d'absorbances des pigments des deux espèces

- a- Etablir un spectre d'absorption des solutions A et B entre 400 et 700 nm.
- b- Lire l'absorption de la solution A et B à la longueur d'onde de 600 nm. Qu'est ce que vous en concluez ?

Utilisation du spectrophotomètre (2eme étage, Salle de Microbiologie).

Possibilité de présence d'autres étudiants, donc travailler en toute discrétion pour ne pas les perturber. Prendre Pipette plus cônes bleu en plus des solutions A et B.

Allumer le spectrophotomètre, attendre que la calibration se fasse. Vous disposerez de deux cuves identiques. Remplir (au 2/3) la cuve témoin avec de l'eau distillée et la cuve échantillon avec la solution A ou B. Choisir le mode souhaité (Excitation avec une longueur d'onde unique à valider ou le mode balayage et à ce moment-là, choisir la longueur d'onde minimum et maximum). Mettre en place avec précaution la cuve témoin en respectant le sens de flèche indiquant le passage du rayonnement. Appuyer sur la représentation blanche (à gauche) pour la lecture. Placer ensuite la cuve échantillon et appuyer sur l'icône lecture (rouge à droite). Noter le résultats et prendre une photo pour le tracé de l'absorbance (à mettre dans le rapport écrit).

Questions

- a- Quelles différences fondamentales retrouve t-on chez ces deux microalgues ?
- b- Que va nous permettre d'observer la chromatographie ?
- c- Déterminer à partir de vos résultats à quoi correspond la poudre A et B. Justifier
- d- Par quelles autres techniques aurait-on pu différencier les deux poudres ?

3- Observation des microalgues en microscopie optique

Mettre entre lame et lamelle les deux microalgues (*A. platensis* et *C. vulgaris*), observer au microscope optique les caractéristiques morphologiques et faire un dessin légendé.

4- Détermination des concentrations cellulaires des microalgues par comptage à la cellule de Thomas.

5- Calcul du taux de croissance (μ_{\max} en j^{-1}) des microalgues et comparaison avec les taux de croissance d'autres modèles.

Lire et comprendre la méthode de Guillard (1973). Relever les valeurs données par l'enseignant et remplir un tableau excel pour les calculs indiqués.

Le taux de croissance « μ » est déterminé à partir des logarithmes népériens des valeurs de concentrations cellulaires lors de la phase exponentielle. Il correspond à la pente de la régression linéaire dont le coefficient d'ajustement r^2 est le plus fort (Guillard, 1973) :

$$\mu = \frac{\ln(X_t) - \ln(X_i)}{t - i}$$
 où μ est le taux de croissance, X_t et X_i les concentrations cellulaires aux

temps t et i respectivement, i et t les temps respectivement de début et fin de phase exponentielle.

- 6- Mise en évidence du métabolisme de *Chlorella vulgaris*

Objectif

Comparaison de trois types de métabolismes : autotrophie, hétérotrophie, mixotrophie. Etude du fonctionnement métabolique d'une souche de microalgue, ici *C. vulgaris*.

Il s'agit aussi de se familiariser avec les techniques d'inoculation d'un milieu de culture et de travail dans des conditions stériles.

Trois milieux de culture sont préparés : Milieu de culture minéral KNOP, milieu de culture organique et un milieu mixte minéral et organique.

Nous avons une culture concentrée de *C. vulgaris*.

Nous disposons de 6 flasques stériles de culture. Remplir chaque flasque avec 100 ml de milieu de culture. FI1 et FI2 (Milieu KNOP), FI3 et FI4 (Milieu organique), FI5 et FI6 (Milieu mixte).

Chaque flasque est inoculé sous la hôte à flux laminaire de 10 ml de culture mère de *C. vulgaris*.

Incuber les flasques dans une chambre de culture (1^{er} étage) à une température régulée de 22°C, une luminosité de 100 µmole.m-2.s-1 et un cycle de lumière de 12h lumière/12h obscurité.

Chaque duo de flasques (duplicata) subira des variations d'éclairement selon le tableau suivant :

	5 jours	5 jours	5 jours	Observations
Milieu minéral Knop	Lumière	Obscurité	Lumière	
Milieu organique	Obscurité	Lumière	Obscurité	
Milieu mixte	Lumière	Obscurité	Lumière	

Au bout de 15 jours, observez l'état des cultures.

1) Milieu de culture minéral

Ce milieu de culture est optimal pour la culture de plusieurs espèces dont *Chlorella vulgaris* en autotrophie.

Composition du milieu de culture KNOP		
Composés	Formule chimique	Grammes par litre d'eau
Nitrate de calcium	Ca(NO ₃) ₂	1g
Nitrate de potassium	KNO ₃	0,25g
Sulfate de magnésium	MgSO ₄	0,25g
Phosphate monopotassique	KH ₂ PO ₄	0,25g
Chlorure ferrique	FeCl ₃	0,001g
Eau distillée	H ₂ O	1000ml

2) Milieu de culture organique

Milieu de culture pour *Chlorella vulgaris* en hétérotrophie.

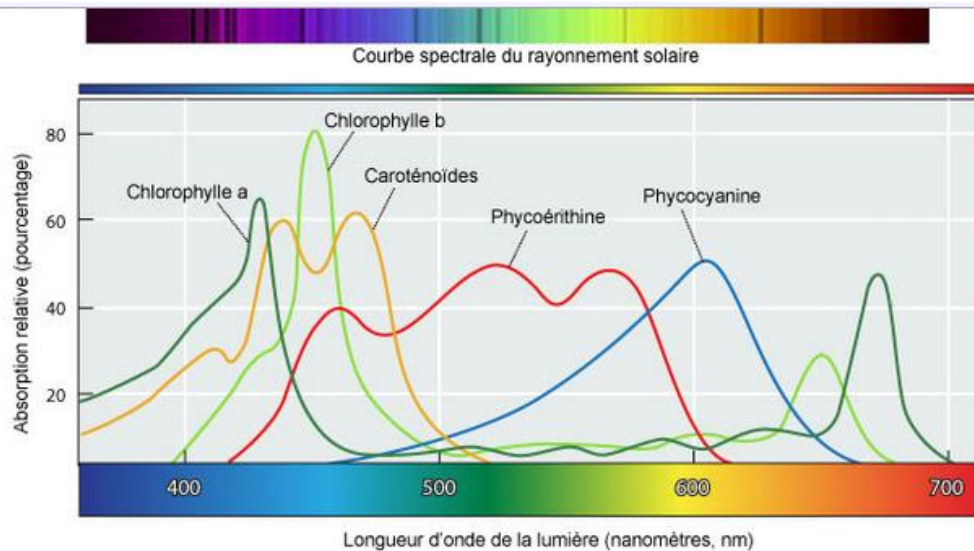
Composition du milieu de culture Organique		
Composés	Formule chimique	Grammes par litre d'eau
Glucose	C ₆ H ₁₂ O ₆	10g
Chlorure de calcium	CaCl ₂	3g

3) Milieu de culture minéral + organique

Milieu de culture pour *Chlorella vulgaris* en mixotrophie.

Composition du milieu de culture minéral + organique		
Composés	Formule chimique	Grammes par litre d'eau
Nitrate de calcium	Ca(NO ₃) ₂	1g
Nitrate de potassium	KNO ₃	0,25g
Sulfate de magnésium	MgSO ₄	0,25g
Phosphate monopotassique	KH ₂ PO ₄	0,25g
Chlorure ferrique	FeCl ₃	0,001g
Eau distillée	H ₂ O	1000ml
Glucose	C ₆ H ₁₂ O ₆	10g
Chlorure de calcium	CaCl ₂	1g

Informations complémentaires sur les spectres d'absorption de pigments pour interpréter les tracés obtenus au spectrophotomètre et la migration sur couche mince.



On remarque sur les schémas ci-dessus que la courbe d'absorption de la phycocyanine est la plus mimétique de la courbe spectrale du rayonnement solaire. Associée à la phycoérythrine, ces deux pigments augmentent considérablement le taux d'absorption du spectre lumineux par la spiruline. C'est une des raisons pour lesquelles la microalgue se reproduit si rapidement (+20% / jour).

LES CAROTENOÏDES (orange) : ils sont le deuxième groupe de pigments contenus dans la microalgue, avec les carotènes dont le β -carotène et les xanthophylles. Ils sont connus pour être de puissants antioxydants, protéger les cellules exposées à la lumière et améliorer la communication intercellulaire qui ralentirait le développement des tumeurs cancéreuses.

LES PHYCOBILIPROTEINES (rouge et bleue) : il y a la phycocyanine (bleue), uniquement présente chez les cyanobactéries et la phycoérythrine (rouge). Au moment de leur apparition sur terre il y a 3,7 milliards d'années, l'atmosphère était très sombre et la chlorophylle n'était pas suffisante à une bonne absorption du spectre solaire. Les cyanobactéries ont alors développé ces pigments hétéroprotéiques (la phycocyanine et la phycoérythrine*), absorbant des longueurs d'ondes différentes.

Chromatographie

La chromatographie a pour but de séparer les différents pigments chlorophylliens à partir de chlorophylle brute.

Problème :

1°ACTIVITE : SEPARATION DES PIGMENTS CHLOROPHYLLIENS PAR CHROMATOGRAPHIE.

1°étape : extraction de la chlorophylle brute (ensemble de pigments chlorophylliens):

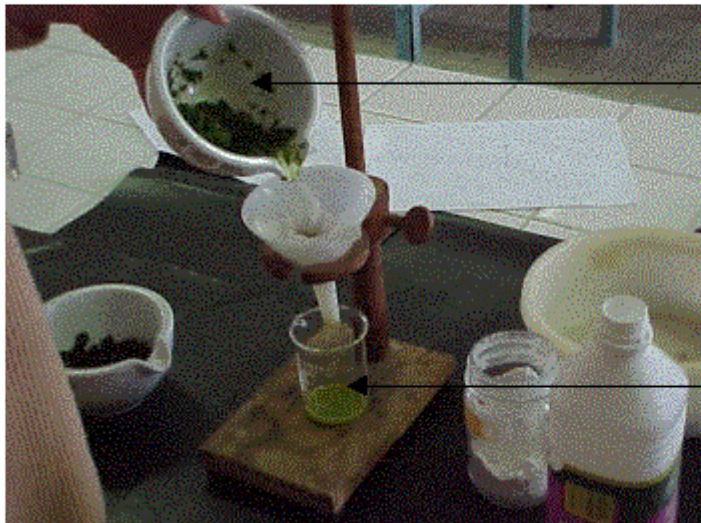
Découper une feuille bien verte en fines lamelles après l'avoir nettoyée.

La broyer dans un mortier avec une pincée de carbonate de calcium (CaCO_3), afin de neutraliser le milieu, et un peu de sable, afin d'écraser les cellules.

On obtient une pâte homogène si le broyage est suffisant.

Ajouter progressivement 30 mL d'alcool à brûler qui solubilise les pigments chlorophylliens.

Filtrer le contenu du mortier, on obtient une solution de chlorophylle brute.



Algue broyée avec de l'alcool, du sable et du CaCO_3 à filtrer

Filtrat de chlorophylle brute

2°étape : chromatographie de la chlorophylle brute : Une bande de papier à chromatographie taillée pour entrer dans une éprouvette est à votre disposition, vous ne devez jamais la toucher avec les doigts. Vérifier qu'elle ne soit pas trop longue et qu'elle ne touche pas les bords de l'éprouvette. Tracer un trait au crayon à papier à 3 cm du bord.

Déposer sur le trait une goutte de solution de chlorophylle brute à l'aide d'un agitateur.

Laisser sécher puis superposer 2 gouttes de plus. Accrocher la bande au crochet du bouchon et la descendre délicatement dans l'éprouvette en ayant soin que le niveau de solvant se situe sous la tâche de chlorophylle. Mettre à l'obscurité durant 50 minutes.

Lorsque le niveau de solvant a atteint le haut de la bande, sortir la bande et entourer avec précision au crayon les différentes tâches qui sont visibles. En allant du bas vers le haut l'ordre final des pigments chlorophylliens est le suivant : chlorophylle a, chlorophylle b, xanthophylles et carotène.

Résultats:

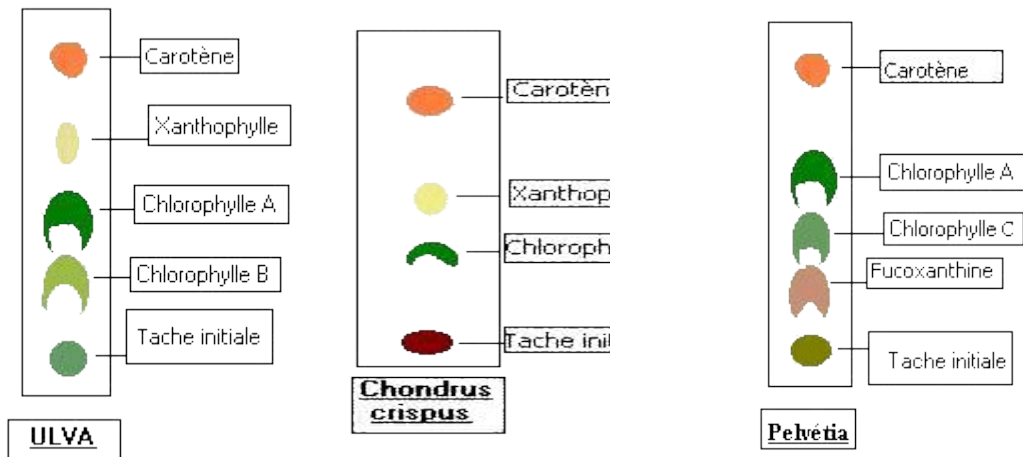
<u>Algues vertes</u> <u>Ulva</u>	<u>Algues brunes</u> <u>Pelvétia</u>	<u>Algues rouges</u> <u>Chondrus crispus</u>
Carotène	Carotène	Carotène
Xanthophylle	Xanthophylle (Fucoxanthine)	Xanthophylle
Chlorophylle A Chlorophylle B	Chlorophylle A Chlorophylle C	Chlorophylle A

3-Equipements en pigments chlorophylliens:

Les différents pigments ont été identifiés par chromatographie des algues brunes, vertes et rouges.

Les différences de migration nous permettent de donner les noms des pigments chlorophylliens. Nous avons pris un échantillon de chaque type d'algues (verte, rouge, brune):
 algue verte: ULVE algue rouge: CHONDRUS CRISPUS algues brunes: PELVETIE et ASCOPHYLLUM NODOSUM

Nos résultats:

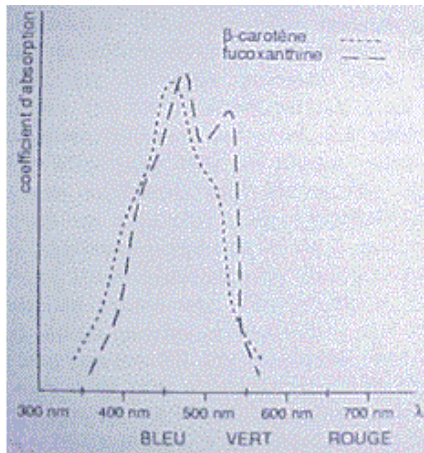


<u>Algues vertes</u> <u>Ulva</u>	<u>Algues brunes</u> <u>Pelvétia</u>	<u>Algues rouges</u> <u>Chondrus</u> <u>crispus</u>
Carotène	Carotène	Carotène
Xanthophylle	Xanthophylle (Fucoxanthine)	Xanthophylle

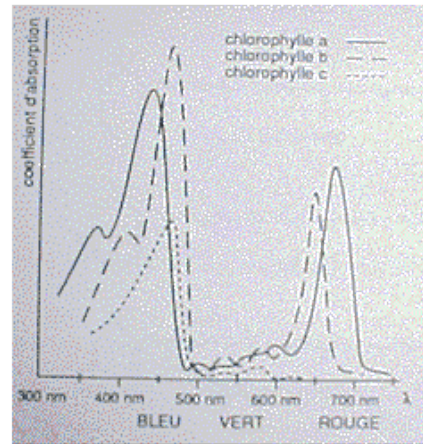
Chlorophylle A
Chlorophylle B

Chlorophylle A
Chlorophylle C

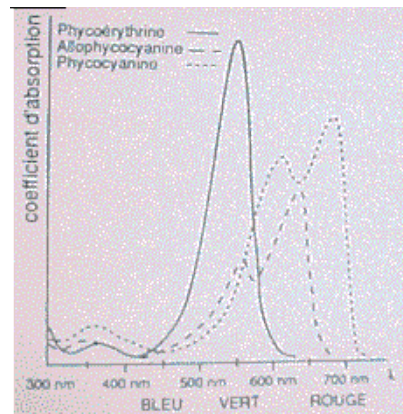
Chlorophylle A



Spectre d'absorption des carotènes en solution dans l'éther



Spectre d'absorption des chlorophylles en solution dans l'éther



Spectre d'absorption des phycobilines en solution dans l'éther

Cas des algues brunes: leurs xanthophylles leur permettent une absorption dans le vert qui les caractérise. Les chlorophylles a et c assurent l'absorption dans le rouge et le bleu.

Cas des algues rouges: leurs carotènes et les xanthophylles leur permettent une absorption dans le vert qui les caractérise. La chlorophylle est seule à assurer l'absorption dans le bleu et dans le rouge.

Cas des algues vertes: elles ont des carotènes et des xanthophylles mais en très faible quantité, ce qui explique leur absorption quasi nulle dans le vert. En revanche, leurs chlorophylles a et b majoritaires leur assurent une absorption maximale dans le bleu et dans le rouge.

Conclusion:

Les pigments chlorophylliens des algues vertes, brunes et rouges permettent une absorption de différentes longueurs d'onde, ce qui explique en partie la répartition des algues.

Généralités sur *Arthrospira platensis* et *Chlorella vulgaris*

Chlorella vulgaris



Chlorella vulgaris vue au microscope.

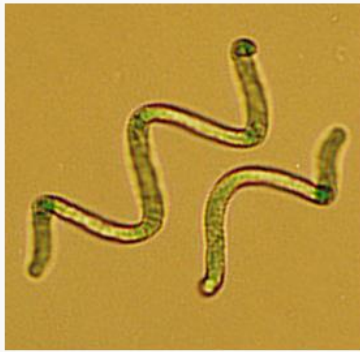
Classification selon AlgaeBase

Domaine	<i>Eukaryota</i>
Règne	<i>Plantae</i>
Embranchement	<i>Chlorophyta</i>
Classe	<i>Trebouxiophyceae</i>
Ordre	<i>Chlorellales</i>
Famille	<i>Chlorellaceae</i>
Genre	<i>Chlorella</i>

Nom binominal

Chlorella vulgaris
Beijerinck, 1890

Arthrospira



Classification

Règne	<i>Bacteria</i>
Division	<i>Cyanobacteria</i>
Classe	<i>Cyanophyceae</i>
Ordre	<i>Oscillatoriales</i>
Famille	<i>Phormidiaceae</i>

Genre

Arthrospira
Stizenberger, 1852

Espèces de rang inférieur

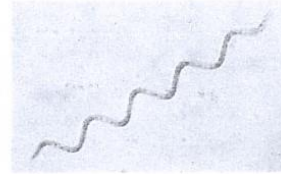
- *Arthrospira fusiformis*
- *Arthrospira indica*
- *Arthrospira masartii*
- *Arthrospira maxima*
- *Arthrospira platensis*

ANNEXE 1 *Spirulina platensis*

Arthrospira platensis

Classification

Empire Prokaryota
Kingdom Eubacteria
Subkingdom Negibacteria
Phylum Cyanobacteria
Class Cyanophyceae
Subclass Oscillatoriothyriceae
Order Spirulinales
Family Spirulinaceae
Genus Spirulina



Généralités

La Spiruline appartient à la famille des cyanobactéries, c'est une micro-algue bleue verte d'eau douce chaude et alcaline. Elle doit son nom à sa structure en forme de filament enroulé en spirale constitué de cellules juxtaposées. Elle peut être comparée à un petit ressort de 4 à 8 spires environ, invisible à l'œil nu car elle est microscopique (elle mesure moins de 0,1 à 0,2 mm de long). Elle fait partie des algues bleues, de la classe des Cyanophycées. C'est une bactérie capable comme les plantes terrestres de réaliser la photosynthèse. Elle contient des pigments naturels qui lui confère sa couleur : les pigments bleus : la Phycocyanine, principal pigment et les verts qui proviennent de la chlorophylle.

Histoire

La spiruline est un des plus primitifs des organismes apparus sur la terre, il y a plus de 3,5 milliards d'années, il n'a pas évolué. C'est l'ancêtre de tous les organismes vivants, de la lignée animale comme de la lignée végétale. On a des preuves fossiles de son existence et de l'utilisation traditionnelle de ce phytoplancton depuis l'antiquité.

Cette algue croît à l'état naturel dans des lacs saumâtres, saturés de matières organiques et de soude, de régions chaudes de la Terre. Les peuples qui vivaient au bord de ces lacs en Amérique Centrale ou en Afrique, la récoltaient traditionnellement.

Elle est découverte par les Européens lors de la conquête de l'Amérique. Dans ses mémoires, le conquistador Cortès rapporte que les Aztèques promenaient à la surface du Lac Texcoco des filets très serrés pour récolter une sorte de boue colorée qu'ils faisaient sécher au soleil pour former ensuite des galettes qu'ils nommaient "Tecuitlatl" et qu'ils consommaient pour améliorer leurs performances et lors d'activités physiques intenses. La spiruline mélangée avec du maïs était aussi un plat apprécié. Elle y fut régulièrement consommée jusqu'au XVI^e siècle mais la tradition n'a pas été perpétuée au Mexique. La spiruline n'intéressa que très peu les conquistadores, qui lui préférèrent le maïs et le cacao.

En Afrique, certaines tribus du Sahara, consomment depuis bien longtemps la spiruline puisée dans le lac Tchad et d'autres lacs et mares où elle croît à l'état sauvage et qu'ils appellent "Dihé". C'est une des principales sources de protéines de la tribu Kanembu au Tchad. Elle y est encore récoltée principalement par des femmes qui "écrèment" l'algue stagnante de la surface de l'eau puis la font sécher au soleil dans des cuvettes de sable. Elles en gardent généralement une partie pour leur propre consommation et vendent l'autre part. La spiruline agrmente des plats à base de sauce à la spiruline nature ou additionnée de haricots, de poisson séché ou de viande. Faciles à conserver elle est aussi commercialisée sous forme de galettes séchées au Tchad, au Nigeria et au Niger et est vendue en particulier aux peuplades voisines dont l'alimentation est souvent déficiente.

Dans la nature, les oiseaux aquatiques comme les flamands roses consomment cette algue d'une part mais d'autre part en favorisent la multiplication : par leurs fientes ils apportent des éléments nutritifs naturels nécessaire à sa croissance, et par leurs ébats ils agitent l'eau, les algues sont ainsi remuées et bénéficient

plus largement de la lumière du soleil. Les flamants roses eux acquièrent leur superbe teinte par la consommation de petites crevettes et de micro-organismes dont la spiruline qui est très riche en bêta-carotène.

Une mission scientifique redécouvre la spiruline dans les années 1940. Les études de cette algue ne démarrent véritablement que dans les années 1960. Dans les années 70, la spiruline devient populaire dans les pays industrialisés du fait de ses excellentes propriétés nutritionnelles.

La Nasa envisage même la culture de la spiruline dans les stations orbitales pour les spationautes.

Composition et richesse de la spiruline

Elle contient environ :

- 5 à 6 % d'eau,
- 88 % de matières organiques dont :
 - 13 à 15 % de glucides,
 - 8 à 11 % de lipides (la moitié environ sont des acides gras essentiels, présence d'un très bon équilibre entre oméga 3 et 6),
 - 50 à 70 % de protides d'excellente qualité (dont tous les acides aminés essentiels et des acides aminés non essentiels),
- 6 à 16 % de matières minérales :
 - les minéraux : Potassium, phosphore, chlore, magnésium (2 %), calcium (A poids égal, la spiruline a à peu près le même pourcentage de calcium que le lait de vache.), fer (d'excellente biodisponibilité), sodium. (Le calcium, le phosphore et le magnésium y sont présents en même quantité que dans le lait.),
 - et oligo-éléments : baryum, bore, chrome, cobalt, manganèse, molybdène, sélénium, vanadium, zinc, un peu d'arsenic, de cadmium, cuivre, fluor et très peu d'iode,
 - des vitamines B1, B2, B3 (ou PP), B5, B6, B8, B9, B12, E, K. (Elle contient la vitamine B12, rare dans le règne végétal particulièrement indiquée dans le cadre d'un régime végétarien. C'est un des végétaux les plus riches en vitamine B12 assimilable et en vitamine B12. Cependant il existe un débat au sujet de la vitamine B12 contenue dans la spiruline : certains prétendent qu'elle n'est guère assimilable par l'organisme humain et d'autres pensent le contraire.
- des pigments et enzymes :
 - caroténoïdes variés dont la provitamine A (Bêta-carotène),
 - La **phycocyanine (pigment bleu)** puissant antioxydant et anti-inflammatoire, proche des pigments biliaires humains,
 - de la chlorophylle.

Les taux varient selon la souche, l'endroit où elle est cultivée, et le moment de sa récolte.

La spiruline est très digeste, car elle n'a pas de parois celluloseuses comme les végétaux. Grâce à la finesse de la paroi de sa cellule, ses nutriments s'assimilent rapidement ils sont complètement absorbés par le corps.

Utilisation

- Compléments alimentaires
- Agroalimentaires
- Cosmétiques
- Aquaculture

Liens:

<http://www.teramer.eu/complements-alimentaires/anti-age/33-spiruline.html>
http://fr.wikipedia.org/wiki/Spiruline_%28compl%C3%A9ment_alimentaire%29
<http://www.cfaitmaison.com/algue/spiruline.html>

ANNEXE 2 *Chlorella vulgaris*

Classification

Empire Eukaryota
Kingdom Plantae
Phylum Chlorophyta
Class Trebouxiophyceae
Order Chlorellales
Family Chlorellaceae
Genus Chlorella



Généralités

C'est une algue de structure unicellulaire, microscopique, d'eau douce. Elle doit son nom à la prodigieuse quantité de chlorophylle qu'elle contient (2 à 4 %). Elle est également surnommée : "Joyau vert" ou "Magicien vert". Cette algue sphérique mesure entre 2 et 8 microns (à peu près le même diamètre qu'un globule blanc) et possède un noyau bien spécifique et une membrane cellulosique. Elle fait partie des algues vertes, de la classe des Chlorophycées.

Elle est présente dans le monde entier car elle s'adapte à tous les climats. La chlorella pousse partout dans les retenues d'eaux douces. Peu connue en Europe, elle est par contre très appréciée au Japon et utilisée dans les hôpitaux depuis plus de 40 ans. Son utilisation se répand mondialement du fait de sa réputation.

Historique

Les tout premiers organismes vivants sur notre planète il y a plus de 3,5 milliards d'années étaient de structure unicellulaire. La chlorella, un des plus anciens organismes vivants, qui serait apparu sur terre, il y a environ 3 milliards d'années est parvenu jusqu'à nous sans être modifié. Du fait de sa dimension microscopique, cette algue ne fut découverte que vers 1890 grâce au développement du microscope par un biologiste hollandais Martinus Willem Beijerinck (1851-1971).

Les premières cultures destinées à des fins nutritionnelles datent de 1955 au Japon, pays traditionnellement consommateur d'algues marines. Les Japonais demeurent les principaux consommateurs de chlorella (plus de 1500 tonnes par an). Dans les années 70, la chlorella est rendue plus digeste grâce à un procédé qui réussit à éclater la membrane cellulaire de l'algue.

Au lendemain de la seconde guerre mondiale, les pays industrialisés et l'Institut américain, la Rockefeller Foundation entreprennent des recherches sur la multiplication et la production d'un aliment hautement nutritif destiné à combattre la malnutrition. De très nombreuses plantes furent étudiées. Les Japonais optèrent pour la chlorella. Ils recherchèrent les meilleurs procédés pour exploiter cette algue qu'ils développèrent et se mirent à en consommer en l'intégrant dans des boissons et aliments tout d'abord destinés aux écoles et aux militaires.

Composition et richesse de la Chlorella

Consommer de la chlorella permet un intéressant apport d'éléments nutritifs essentiels et variés. Elle renferme :

- 55 à 60 % de protéines végétales d'excellente qualité (dont tous les acides aminés essentiels et des acides aminés non essentiels),
- de nombreux minéraux : fer, calcium, magnésium, potassium, phosphore, soufre, (la chlorella est plus riche en fer que la spiruline),
- des oligo-éléments : cuivre, manganèse, zinc,

- des vitamines : B1, B2, B3 ou PP, B5, B6, B9, B12, C, E, (plus de vitamine E que dans le lait). C'est un des végétaux les plus riches en vitamine B12. Elle contient aussi l'ex-vitamine B10 (= PABA: acide para-amino-benzoïque),
- des acides gras dont les fameux Oméga-3,
- des micro-fibres, favorisant le transit,
- des pigments et enzymes :
 - des caroténoïdes variés dont la provitamine A (Bêta-carotène) et la lutéine, de puissants antioxydants,
 - de la chlorophylle, pigment vert, (c'est le végétal le plus riche en chlorophylle).
Contrairement à la spiruline, la chlorella **ne contient pas de phycocyanine** (pigment bleu).
- des porphyrines, activateurs du métabolisme cellulaire,
- de la sporopollénine, qui aide à la détoxification, (on trouve de la sporopollénine, ce composé naturel le plus résistant au monde, uniquement dans le pollen et des algues unicellulaires.
- de la chlorelline qui joue le rôle d'antibiotique naturel.

La chlorella se reproduit très rapidement par division cellulaire est très rapide puisque toutes les 24 heures, chaque cellule mère se divise en quatre cellules filles. Ce rythme de division extrêmement rapide est géré par le C.G.F., abréviation anglaise de Chlorella Growth Factor, qui se traduit par "facteur de croissance de la chlorella". Le C.G.F. obtenu par extraction la multiplication et la régénération cellulaire.

Utilisation

- Compléments alimentaires
- Agroalimentaires
- Cosmétiques
- Aquaculture

Liens

- <http://www.teramer.eu/complements-alimentaires/cholesterol/22-chlorella.html>
- http://fr.wikipedia.org/wiki/Chlorella_vulgaris
- <http://www.cfaitmaison.com/algue/chlorella.html>