

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AQUACULTURE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

Bellouha Houari

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN HYDROBIOLOGIE MARINE ET CONTINENTALE

Spécialité: Ressources Halieutiques

THÈME

Optimisation de la méthode d'extraction des lipides chez
« *Nannochloropsis Gaditana* »

Soutenue le 15/09/2021

DEVANT LE JURY

Président	Dr.BELHAKEM Fadela	MCA	U. Mostaganem
Encadreur	Mme.BENZIDANE dehiba	MAA	U. Mostaganem
Examineur	Dr. BORSALI Sofia	MCA	U. Mostaganem

Année universitaire 2020/2021

Remerciements

Avant toute chose, nous tenons à remercier Dieu le tout puissant, pour nous avoir donné la force et la patience.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu voir le jour sans l'aide et l'encadrement **de Mme. BENZIDANE Dehiba** : Un remerciement particulier et sincère pour tous vos efforts fournis, vous avez toujours été présent. Que ce travail soit un témoignage de notre gratitude et notre profond respect.

Ma gratitude revient à **Dr. BELHAKEM Fadela**, d'avoir accepté de présider mon jury. Sensible à l'intérêt que vous avez bien voulu porter à ce travail, je vous prie de croire en mon éternel respect et ma sincère gratitude.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à **Dr. BORSALI Sofia**, pour sa gentillesse, sa disponibilité, son enseignement et de m'avoir fait l'honneur de participer au jury de cette soutenance.

Nos profonds remerciements vont également à tous nos professeurs pour leurs générosités et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles et spécialement **Dr. Belbachir Noureddine**.

Nos sincères remerciements s'adresse à toutes les personnes qui nous ont aidés et soutenu de près ou de loin principalement au la technicienne du laboratoire de Biochimie « 2 » Mme. MOKHTARIA.

Dédicace

Je dédie ce travail à :

Ma grande mère رحمها الله

Tous les membres de ma famille, grands et petits. et ma deuxième famille aussi, La famille Zaiti, La famille Berkia, La famille Boughazi, La famille Guessar La famille Bellouha et Belhouari.

Tous mes collègues de l'université, Lahcen belabdoune, Bouziane Mohamed el amine ,Riyad heddar, belhamiti Allal, Rachid chalakh, mansouriya, siham, fatima, Mustafa.....

Tous les étudiants de ma promotion, surtout de la cinquième année option : Science de la Mer et de l'Aquaculture.

Enfin, à tous ceux qui me connaissent et m'aiment.

Mes très chers parents pour leurs Encouragements et leurs Soutenances durant chaque étape de ma vie.

Mon neveu et mon frère et Mes sœurs.

Mes chers amis (es) : Sidali Boughazi, Nassim Guessar, Sid Ahmed Zaiti, Ismail guessar, Mokhtar benzait, Fethi, Ahmed, Adel, Kader, Mohamed, Amine...etc.

Une dédicace spéciale à une personne très chère à moi qui m'a aidé à dépasser tous les moments difficiles que j'ai vécu pendant toute ma vie.

Toutes les personnes qui ont participé à la réalisation de ce travail.

Toute ma promotion du département des Sciences de la Mer et de l'Aquaculture.

Bellouha Houari

2020/2021.

Résumé

Les micro algues suscitent aujourd'hui un intérêt grandissant tant les applications qui convergent autour de ces cellules sont nombreuses. De la production d'énergie, à la nutrition humaine et animale, en passant par le traitement des rejets anthropiques, chercheurs et industriels s'investissent dans ces vastes domaines d'application. Il y a aujourd'hui une multitude de verrous scientifiques et technologiques qui méritent d'être levés.

Nannochloropsis Gaditana une microalgue riche en lipide fait l'objet de nombreux travaux en vue de sa production en masse pour produire du biodiesel. Dans le nord-ouest D'Espagne sa production couvre environ 30 % des besoins énergétiques de la localité.

Le but de ce travail était de trouver le solvant qui permet une meilleure extraction des lipides cellulaire selon la méthode de Soxhlet.

Selon nos résultats, on peut conclure que l'acétone représente le meilleur solvant d'extraction de la cellule de la microalgue *Nannochloropsis gaditana*. En effet, l'acétone nous a permis d'obtenir un rendement lipidique de $(54,5 \pm 27,6 \text{ \% MS})$

Mots Clés : Microalgue, solvant, *Nannochloropsis gaditana*, lipide.

الملخص

تثير الطحالب الدقيقة اهتمامًا متزايدًا اليوم ، حيث تتعدد التطبيقات التي تتقارب حول هذه الخلايا. من إنتاج الطاقة إلى تغذية الإنسان والحيوان ، من خلال معالجة النفايات البشرية ، يستثمر الباحثون والصناعة في مجالات التطبيق الواسعة هذه. يوجد اليوم العديد من الحواجز العلمية والتكنولوجية التي تستحق إزالتها.

كان الهدف من هذا العمل هو تقييم تأثير الثقافة ذات الخطوتين على إنتاجية الكتلة الحيوية والدهون في سلالة كانت الخطوة الأولى هي تعزيز الحد الأقصى من إنتاجية الكتلة الحيوية. *Nannochloropsis gaditana* الطحالب الدقيقة والثاني هو السماح بأقصى تراكم للدهون من خلال الإجهاد الناجم عن $f/2$ Guillard من خلال الثقافة في وسط ثقافة نقص الفوسفات والنيروجين.

تمت مراقبة النمو عن طريق قياس الكثافة الضوئية باستخدام مقياس الطيف الضوئي وعن طريق عد الخلايا باستخدام خلية ملاسييز. تم إجراء فحوصات لمستوى الكلوروفيل "أ" والمحتوى الدهني.

في ضوء نتائجنا ، يمكن استنتاج أن ظروف نقص النيروجين والفوسفات فعالة بالفعل في تحفيز إنتاج الدهون. لذلك يجب إيجاد حل وسط بين النمو والغنى بالدهون.

ستسمح دراسات أخرى بتحسين هذه المستويات. وهكذا ، في النهج الأول ، يمكن تقسيم استزراع الطحالب الدقيقة إلى مرحلتين: مرحلة النمو السريع في وسط غني ملائم ومرحلة تخزين الدهون بعد نقص في الفوسفات والنيروجين.

الكلمات الدالة :

الطحالب الدقيقة ، الطاقة ، النانوكولوروبسيس جاديتانا ، الفوسفات ، النيروجين ، الدهون.

Abstract

Microalgae are arousing growing interest today, as the applications that converge around these cells are numerous. From energy production, to human and animal nutrition, through the treatment of anthropogenic waste, researchers and industrialists are investing in these vast fields of application. Today there are a multitude of scientific and technological barriers that deserve to be lifted.

The aim of this work was to assess the influence of two-step culture on biomass and lipid productivity in the strain of microalgae *Nannochloropsis gaditana*. The first step was to promote maximum biomass productivity via culture in a Guillard f / 2 culture medium. The second is to allow maximum lipid accumulation through stress caused by phosphate and nitrogen deficiency.

Growth was monitored by measuring the optical density with a spectrophotometer and by counting the cells using the Malassez cell. Assays of the level of chlorophyll "a" and of the lipid content were carried out.

In view of our results, it can be concluded that nitrogen and phosphate deficiency conditions are indeed effective in stimulating lipid production. A compromise must therefore be found between growth and richness in lipids.

Further studies will allow these levels to be optimized. Thus, in a first approach, the culture of microalgae could be split into two phases: a phase of rapid growth in a favorable rich medium and a phase of storage of lipids after a deficiency in phosphate and nitrogen.

Key words:

Microalgae, energy, *Nannochloropsis gaditana*, phosphate, nitrogen, lipid.

Sommaire

	Page
Introduction.....	10
I/Synthèse Bibliographique.....	12
1/Généralité sue les microalgues	13
1.1/Définition et caractéristique.....	13
1.2. Classification des microalgues	14
1.2.1. Les bacillariophycées (<i>diatomées</i>)	14
1.2.2. Les dinophycées (<i>dinoflagellés</i>)	15
1.2.3. Les rhodophycées (microalgues rouges)	16
1.2.4. Les chlorophycées (microalgues vertes)	16
1.2.5. Les Eustigmatophyceae	17
1.2.6. Les algues bleues	17
2/La culture des microalgues.....	18
3/Généralité sur l'espèce étudiée (<i>Nannochloropsis Gaditana.</i>).....	19
3.1.Définition	19
3.2.La structure de <i>Nannochloropsis sp.</i>	20
3.3.La paroi de <i>Nannochloropsis sp</i>	20
II/ Matériels et Méthodes.....	20
1.Matériel biologique.....	21
2.Traitement des échantillons.....	21
3.Extraction des lipides par soxhlet.....	21
3.1.Principe.....	21
3.2. Les caractéristiques des produits testés.....	22

3.3. Mode Opérateur.....	25
III/RESULTATS ET Discussion.....	28
Conclusion	31
Listes des références	32

Listes Des Figures

	Page
Figure 1 : Des microalgues.....	10
Figure 2 : Les bacillariophycée	12
Figure 3 : Les dinophycées.....	12
Figure 4 : Les rhodophycées (microalgues rouges)	13
Figure 5 : microalgues vertes.....	14
Figure 6 : Les Eustigmatophyceae	14
Figure 7 : Les algues bleues	15
Figure 8 : Nannochloropsis Gaditana	16
Figure 9 : Les étapes de préparation de l'échantillon	19
Figure 10 : L'installation de l'appareil soxhlet.....	20
Figure 11 : (Appareil Soxhlet)	24
Figure 12 : (Appareil Rotavapor)	24
Figure 13 : Récupération de solvant et huile.....	25

INTRODUCTION

L'impact des activités humaines sur l'environnement avec une utilisation d'énergies fossiles qui ne cesse de croître, est devenu une réalité et un problème majeur pour notre avenir.

Ces faits ont alors conduit de nombreux chercheurs à innover de nouvelles solutions afin de remplacer les énergies fossiles. De nombreux types de biocarburants sont alors apparus. Il faut savoir qu'un biocarburant est une substance liquide, fabriquée à partir de matériaux organiques provenant de la biomasse. Leur apparition date de la naissance de l'industrie automobile, mais ont été très peu utilisés notamment à cause du faible coût du pétrole.

L'objectif est de créer une nouvelle chimie basée sur l'utilisation de ressources renouvelables à court terme comme les microalgues : on l'appelle la chimie verte. Les avantages d'utiliser les microalgues comme ressources renouvelables sont nombreuses. Parmi celles-ci, les plus importantes sont sans aucun doute leurs rapidités de croissance et leurs productivités à l'hectare en comparaison avec les autres plantes. Dans le domaine de la valorisation de la biomasse, les microalgues possèdent un avantage concurrentiel par rapport aux autres végétaux. Il s'agit également de microorganismes ce qui permet de travailler dans le domaine des biotechnologies avec par exemple la production de molécules d'intérêt (Wolfgang, 1994).

Les premiers biocarburants qui ont fait leur apparition dans le marché sont les biocarburants de 1^{ère} génération. Ils sont issus de cultures alimentaires qui ont été transformées en source d'énergie. Le principal inconvénient de ce type de biocarburant est qu'il entre en concurrence avec la production alimentaire pouvant engendrer des crises alimentaires. Ensuite, est apparu le biocarburant de deuxième génération formé à partir de tout ce qui est non comestible dans les végétaux, mais qui engendrerait aussi, très probablement, l'appauvrissement des sols.

La solution la plus prometteuse que nous possédons aujourd'hui, serait l'utilisation de biocarburant de troisième génération issus des microalgues. Ces microorganismes présentent des caractéristiques photosynthétiques très intéressantes qui pourraient être très efficaces à la production de biocarburant mais aussi très utiles dans de nombreux domaines tels que le réchauffement des bâtiments, le cosmétique...

Introduction

Aux vues de tous ces avantages, la filière « microalgue » est vouée à se développer et particulièrement dans les régions fortement ensoleillées comme l'Algérie. Le but de ce travail était de trouver le solvant qui permet une meilleure extraction des lipides cellulaire selon la méthode de Soxhlet.

Synthèse

Bibliographique

1. Généralité sur les microalgues :

1.1. Définition et caractéristique :

Les microalgues sont des microorganismes, dénommées également phytoplancton, sont définies comme étant unicellulaires indifférencié (Figure 1).

Les microalgues sont des organismes microscopiques, unicellulaires, leur taille varie de quelques micromètres à une centaine de micromètre. Elles vivent sous forme libre ou en colonie et appartiennent à deux groupes : les eucaryotes et les procaryotes (*cyanobactéries*) (Knu Key, 1998).

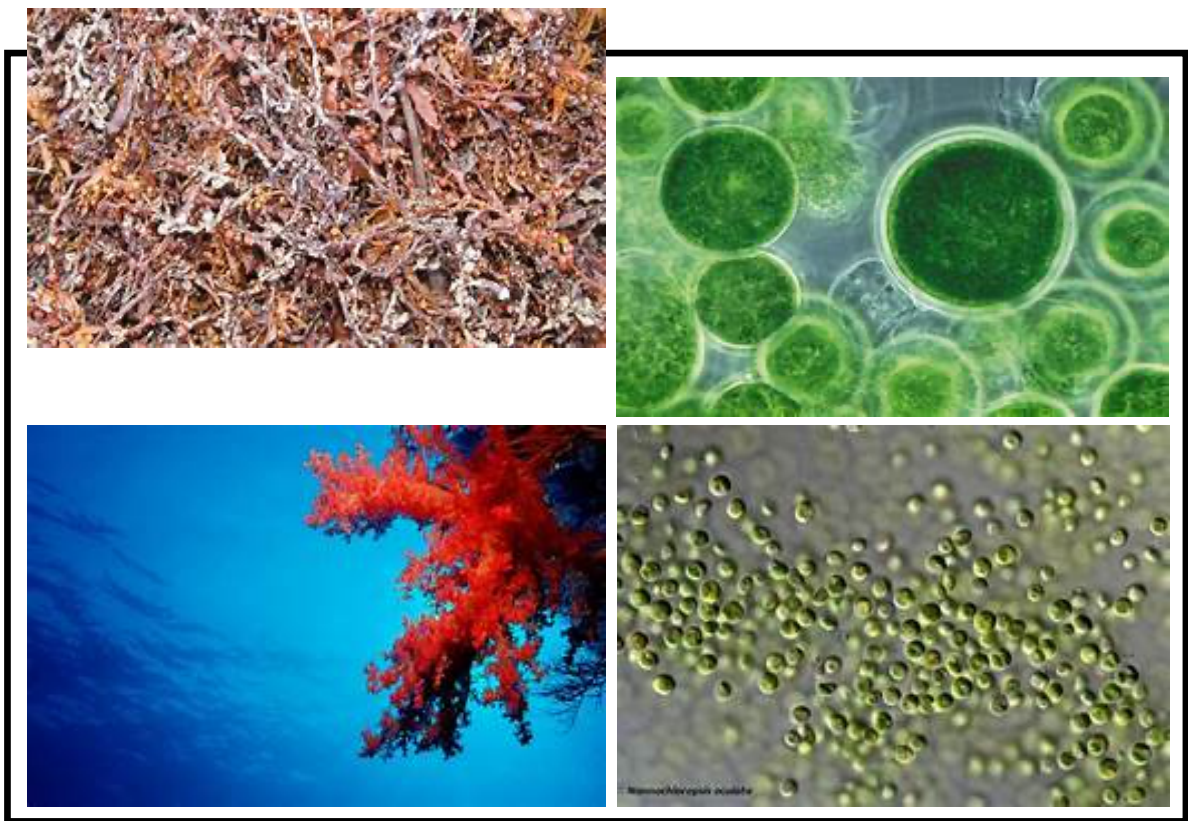


Figure 1 : Des microalgues

Ce sont des organismes photo autotrophes. Ils utilisent les rayons solaires afin de synthétiser leur énergie (Stevensenet al., 1996). Cette réaction assure la transformation du dioxyde de carbone en énergie chimique en captant l'énergie lumineuse (Sialve et al., 2013).

Ces microorganismes jouent un rôle majeur dès les écosystèmes marins en tant que producteurs primaires. Ils forment le phytoplancton qui est à la base de nombreuses chaînes alimentaires (Godet, 2008).

Les microalgues sont aujourd'hui décrites comme des usines cellulaires qui utilisent comme matières premières l'énergie solaire et le carbone minéral pour produire des Biocarburants potentiels, des aliments et des molécules bioactives à haute valeur ajoutée (Chisti, 2007)

1.2. Classification des microalgues :

Les microalgues constituent un groupe extrêmement hétérogène rassemblé autour d'une cohérence physiologique : la photosynthèse (Andersen, 1992). Cette famille ressemblerait de plusieurs centaines de milliers à plusieurs millions d'espèces selon les estimations, parmi lesquelles 47000 espèces sont décrites (Andersen et al., 1997 ; Sharma and Rai, 2011). Par comparaison, la diversité des plantes supérieures est de l'ordre de 400 000 espèces. La classification de cette diversité est complexe et la taxonomie est sujette à de fréquents.

Leur diversité est basée sur des propriétés telles que la pigmentation, la nature chimique des produits de stockage issus de la photosynthèse, l'organisation des membranes photosynthétiques et d'autres caractéristiques morphologiques et génétiques (Andersen, 1992 ; Silave and Steyer, 2013).

Il existe donc différentes classes taxonomiques dont les principales sont : les bacillariophycées (diatomées), les dinophycées (*dinoflagellés*), les prymnésiofycées, les xanthophycées (microalgues vert-jaune), les rhodophycées (micro algues rouges), les chlorophycées (microalgues vertes), les chrysophycées (micro algues d'or), les phéophycées (microalgues brunes) et les Eustigmatophycées (*pico-plancton*) (Knukey, 1998).

1.2.1. Les bacillariophycées (diatomées) :

Les diatomées sont considérées comme majoritaires, car elles représentent souvent le groupe dominant parmi les populations de phytoplancton et sont extrêmement répandues dans tous les types d'habitat. Elles se distinguent des autres groupes par leur carapace de silicium et leur diploïdie. Comme toutes les microalgues, les diatomées sont unicellulaires. Elles mesurent de 2 µm à 1mm. Elles emmagasinent leurs réserves sous forme de chrysolaminarine, un polysaccharide, ainsi que sous forme de huiles. Elles sont reconnues par leur contenu en acides gras. Elles sont responsables de 20% de la production carbonée océanique (Kroth et al., 2008) (Figure 2).

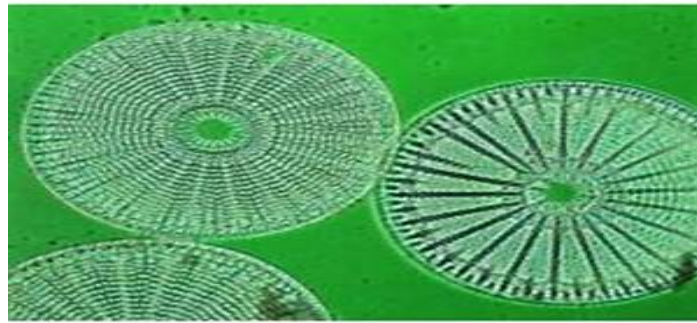


Figure 2 : Les bacillariophycées

1.2.2. Les dinophycées (*dinoflagellés*) :

Les dinoflagellés sont des microalgues unicellulaires de couleur rouge orangé et de taille moyenne ou petite, entre 3 et 50 microns. Leurs deux flagelles leur permettent d'effectuer des déplacements tournoyants et des migrations verticales. Dans le cas des dinoflagellés de métabolisme hétérotrophe, les flagelles deviennent alors un moyen leur permettant de capturer les matières organiques qui se trouvent dans leur environnement. Cette classe regroupe beaucoup de microalgues toxiques (Figure 3). Ainsi, trois espèces principales de dinoflagellés sont redoutées : *Dinophysis* (50 microns) qui contient des toxines responsables des troubles gastro-intestinaux chez l'homme, *Alexandrium* (de 20 à 25 microns) qui produit des toxines paralysantes (entre 20 et 25 microns) (Kroth et al., 2008).

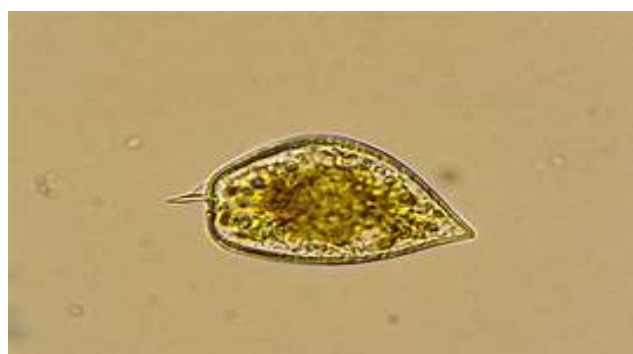


Figure 3: Les dinophycées

1.2.3. Les rhodophycées (microalgues rouges) :

Les rhodophycées se distinguent par leurs plastes appelés « *rhodoplastes* » colorés en rouge par les phycobiliprotéines et par la présence des synapses entre les cellules et d'amidon floridien (Figure 4). Ces algues sont retrouvées plutôt dans les eaux salées (ex, porphyridium) et très rarement dans les eaux douces.



Figure4 : Les rhodophycées (microalgues rouges)

1.2.4. Les chlorophycées (microalgues vertes) :

Les chlorophycées sont retrouvées dans tous les types d'habitat. L'amidon et l'huile constituent leurs principales réserves énergétiques (Figure5). Une des espèces les plus répandues est chlorelle vulgaris. Cette espèce est très intéressante pour la production de biodiesel en raison de son contenu intéressant en acides gras. On trouve également chlamydomonas reinhardtii qui est une espèce modèle dans les nombreuses études de laboratoire (Knukey, 1998).



Figure 5 : microalgues verte

1.2.5. Les Eustigmatophyceae :

Ce groupe constitue une petite division des microalgues, considérée comme une lignée distincte (Knukey,1998). Ces microalgues se distinguent par leur coloration vert-jaunâtre due à leur composition spécifique en pigment. En effet, elles contiennent des chlorophylles de type a, sans chlorophylle b et c, et des principaux pigments accessoires comme les violaxanthine et vaucheriaxanthine. Cette classe comporte environ 20 espèces regroupées dans 11 genres (Figure 6). Tous les membres sont des microalgues unicellulaires avec un ou plusieurs plastes pariétaux de couleur vert-jaunâtre, vivant individuellement ou en colonies. Leur environnement d'origine est le sol et l'eau douce (Knukey, 1998).

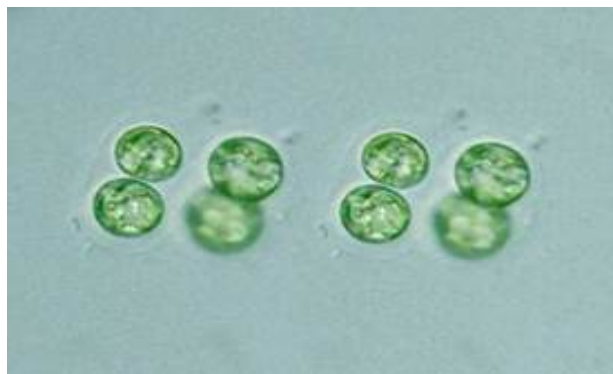


Figure 6 : Les Eustigmatophyceae

1.2.6. Les algues bleues :

Ce sont les algues les plus simples. Elles sont souvent groupées en colonies entourées d'une masse gélatineuse, pourvues d'un noyau diffus, elles possèdent de la chlorophylle, un pigment vert-bleumêlé au cytoplasme. On les rencontre généralement dans les eaux douces ou marines, ou sur la terre humide. Certain sont capables de vivre dans les eaux thermales à une température de 60° à 70°C (Figure7).

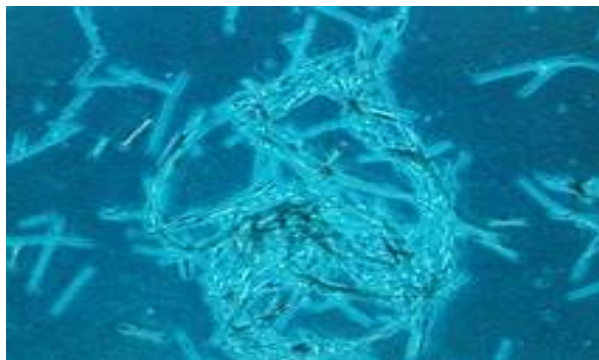


Figure 7 : Les algues bleues

2. La culture des microalgues :

Les besoins nutritifs des microalgues sont similaires à ceux des plantes supérieures (Becker, 1994 ; Redfield, 1934) a proposé une élémentaire C : N : P de cette composition est relativement constante dans le milieu naturel. Le milieu de culture devra satisfaire les besoins en élément majeurs (ou macroéléments) C, H, N, O, P, S et en micro-élément encore appelés éléments traces. Le tableau 2 montre les éléments majeurs constitutifs des microalgues.

3. Généralité sur l'espèce étudiée (*Nannochloropsis Gaditana.*) :

3.1. Définition :

Nannochloropsis est un genre d'algue, une microalgue, comprenant 6 espèces. Le genre dans la classification taxonomique actuelle a été qualifié par Hibberd en 1981. Les espèces sont surtout connu en milieu marin, mais existent également dans les eaux douces et saumâtres.

Le genre *Nannochloropsis* a été décrit pour la première fois par Hibberd (1998). Il fait partie de la classe des Enstigmatophyceae et de la famille des monodopsidaceae. Cette microalgue appartenant surtout au milieu marin, se trouve également dans l'eau douce et saumâtre (Fawley and Fawley, 2007) (Figure 8).

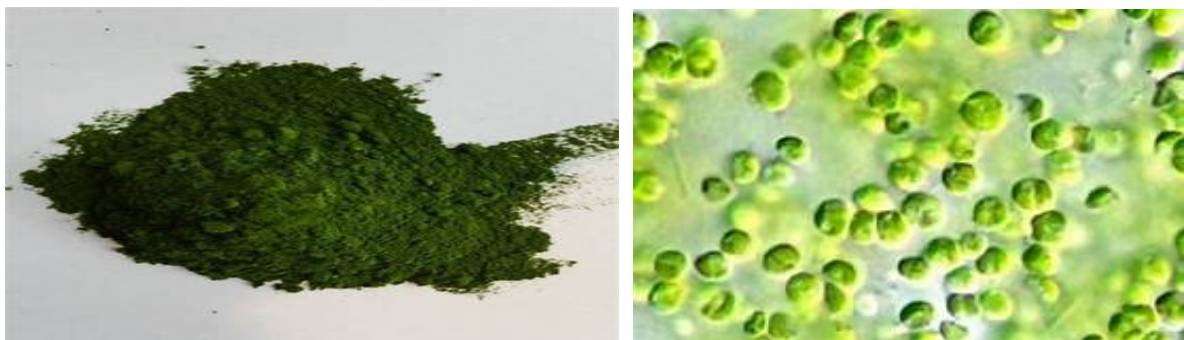


Figure 8 : *Nannochloropsis Gaditana*

Le genre *Nannochloropsis* comprend plusieurs espèces : *N. oculata*, *N. gaditana*, *N. granulata*, *N. limnetica*, *N. Salina* (Suda et al, 2002) et qui été déterminés par une analyse des séquences d'ADN basée sur l'ADNr 18S et le gène *rbcL* qui se trouve dans le génome chloroplastique (Wang et al., 2014). Cependant l'étude du génome total de *N. salina* et *N. gaditana* par Wong et al. (2014) démontre qu'ils seraient deux souches de la même espèce vue que la différence entre leur génome est inférieure à 20 %.

3.2. La structure de *Nannochloropsis Gaditana* :

Le genre *Nannochloropsis* est composé des espèces unicellulaires de très petite taille environ 2 à 5 μm (Kandilian et al., 2013). Ces microorganismes sont des sources de différents pigments comme la chlorophylle a, la zéaxanthine, la canthaxanthine et l'astaxanthine (Lubiàn et al., 2002). Les espèces ont des formes très variables. En effet, les cellules de *N. granulata* ont une forme globulaire à ovale alors que *N. salina* et *N. gaditana* ont une forme cylindrique ; *N. limnetica* et *salina* n'est pas établie (Suda et al., 2002 ; Fawley, 2007).

3.3. La paroi de *Nannochloropsis* :

La paroi cellulaire de *Nannochloropsis gaditana* est constituée d'une structure bicouche composée d'une paroi intérieure cellulosique (75 % de bilan de masse) protégée par une couche hydrophobe algaenan externe (Scholz, 2014).

MATÉRIEL ET

MÉTHODES

II/ Matériels et méthodes :

1. Matériel biologique :

Dans notre travail on a utilisé La microalgue *Nannochloropsis gaditana* qui nous a été fournie en forme de poudre. Le travail a été réalisé au laboratoire de biochimie 2 de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Mostaganem.

2. Traitement des échantillons :

Après avoir ramené l'échantillon de microalgues au laboratoire, nous avons effectué un broyage avec un mortier pour une homogénéisation de la biomasse avant l'analyse lipidique.



Broyage



Pesé

Figure 9 : Les étapes de préparation de l'échantillon

3. Extraction des lipides par Soxhlet :

3.1. Principe :

L'extraction par soxhlet reste le procédé le plus largement employé parmi de nombreuses méthodes d'extraction sont spécifiquement utilisées dans le cas des huiles végétales.

L'appareil de soxhlet permet ainsi le remplissage régulier de la cartouche par le solvant pur. Le solide est donc ainsi toujours en contact avec le solvant pur, présentant les meilleures capacités de solubilisation des composés à extraire. Un réfrigérant à eau permettant de condenser les vapeurs de solvant dans la cartouche poreuse.

Le solvant est vaporisé puis condensé, et reste en contact avec le solide. La solution est soutirée périodiquement par l'amorçage d'un siphon. La solution du ballon s'enrichit petit à petit en soluté et le solide est toujours mis en contact avec du solvant fraîchement distillé. (Figure 10).

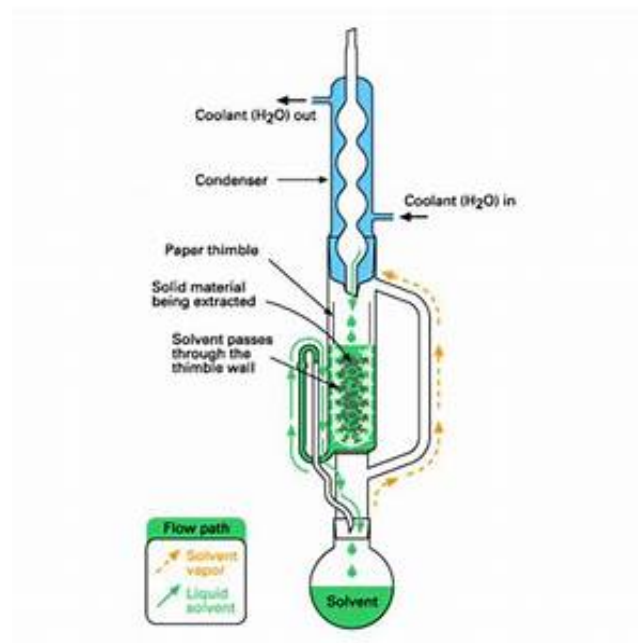


Figure 10 : L'installation de l'appareil soxhlet

3.2. Les Caractéristiques des produits testés :

a) **Hexane** : Est un hydrocarbure saturé de la famille des alcanes de formule brute



L'Hexane est un solvant utilisé en chimie organique (pour les extractions et les réactions chimiques), est un liquide incolore, volatil et d'odeur désagréable.

Il n'est pas soluble dans l'eau mais miscible par la plupart des solvants organiques. C'est un bon solvant des graisses et un produit stable dans les conditions normales d'emploi.

Les principales caractéristiques de l'hexane :

NOM SUBSTANCE	N-Hexane
ETAT PHYSIQUE	<u>Liquide</u>
MASSE MOLLAIRE	<u>86,7°C</u>
POINT D'EBULLITION	<u>68,7°C</u>

b)PROPANOL :

Est un liquide mobile, incolore, de saveur amère et dont l'odeur rappelle celle de l'éthanol mais avec une nuance acre déplaisante, Son seuil olfactif se situe, selon les expérimentateurs.



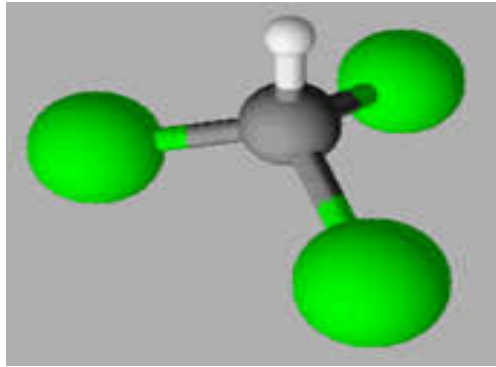
Le propanol est miscible à l'eau et à la plupart des solvants organiques usuels ;alcools,cétones,esters...Avec l'eau,il forme un azéotrope à 87,7% en poids dont le point d'ébullition est de 80,3°C à la pression atmosphérique.C'est un bon solvant des graisses,des huiles et de certains matières plastiques .

Les principales caractéristiques de propanol :

NOM SUBSTANCE	PROPANO-2-OL
ETAT PHYSIQUE	Liquide
MASSE MOLLAIRE	60,10g/mol
POINT D'EBULLITION	82°C à 83°C

c)Chloroforme :

Ou trichlorométhane est un composé chimique organochloré de formule brute, utilisé comme solvant,le chloroforme tend à être remplacé actuellement par le dichlorométhane,aux propriétés similaires mais moins toxique.

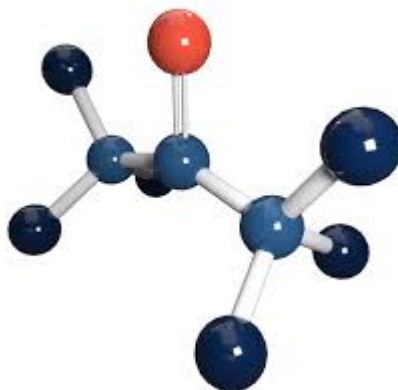


Les principales caractéristiques de chloroforme :

NOM SUBSTANCE	Trichlorométhane
ETAT PHYSIQUE	Liquide
MASSE MOLLAIRE	119,38g/mol
POINT D'EBULLITION	61,2°C

d)Acétone :

Le composé le plus simple de la famille des cétones. De formule brute C_3H_6O , c'est un isomère du propanol. Elle est connue sous les noms de diméthylcétone et bêta-cétopropane.



Les principales caractéristiques d'Acétone :

NOM SUBSTANCE	Propan-2-one
ETAT PHYSIQUE	Liquide
MASSE MOLAIRE	58,08g/mol
POINT D'EBULLITION	56°C

e)Ether de pétrole

Est un solvant apolaire et aprotique inflammable. C'est un produit dangereux pour l'environnement.



Les principales caractéristiques D'Ether de pétrole :

NOM SUBSTANCE	Gazoline
ETAT PHYSIQUE	Liquide
MASSE MOLAIRE	74,12g/mol
POINT D'EBULLITION	35°C

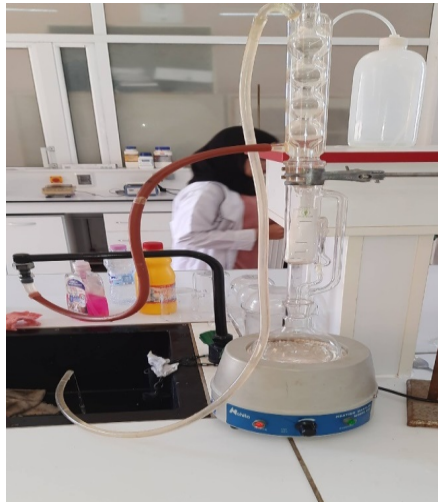
3.3. Mode Opérateur :

Au début, On a nettoyé tous les équipements par L'HCL concentré à 95%,ensuite on a réalisé le montage d'extraction de soxhlet (Figure11), puis on a rempli la cartouche par une quantité de poudre d'algue (*Nonnochloropsis Gaditana*) « 2g ». Après on a mis la cartouche dans le support de l'appareil et puis on ajouté (200ml) du solvant (Héxane ou acétone ou chloroforme) Dans le ballon puis le placer dans le chauffe ballon. Ensuite on à allumer le

Matériels et Méthodes

chauffe ballon à 75°C pour l'évaporation du solvant :le solvant évaporé va rentrer en contact avec le condenseur afin de se refroidir et tombe sur la cartouche qui quotient les 2g de poudre d'algue pour l'extraction des huiles, ces huiles vont passer par le siphon et se mélangé avec le solvant pure dans le ballon .Ensuite on a laissé cette opération se répété pondant 2h pour bien extraire les huiles (Figure 11)

Après l'opération de l'extraction on est passé à l'étape d'évaporation à l'aide du rotavapor pour obtenir les huiles extraites et récupérer le solvant. (Figure12).



**Figure 11 : Extraction des lipides obtenue
(Appareil Soxhlet)**



**Figure 12 : Evaporation d'huile
Appareil Rotavapor**



Figure 13: Récupération de solvant et huile

RÉSULTATS

ET

DISCUSSION

Résultats et Discussion :

❖ Teneur en lipides des espèces étudiée :

Après une quantification du taux de lipides chez les cinq solvants (Héxane, Acétone, chloroforme, éther de pétrole et le propanol) par la méthode Soxhlet effectuée dans le laboratoire de biochimie 2 de l'université de Mostaganem, les résultats ont été résumés dans la figure suivante

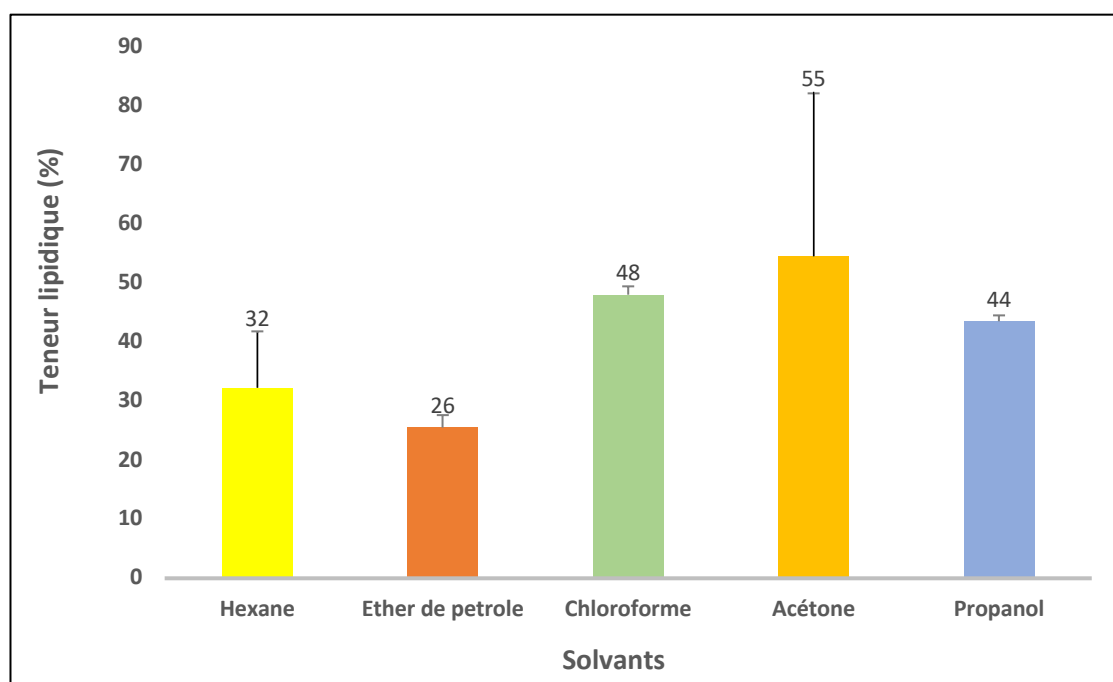


Figure 14 : Pourcentage des lipides de *Nannochloropsis gaditana*.

Dans la présente étude, le taux de lipides extrait avec de l'acétone est plus élevé ($54,3 \pm 27,2$ %) que chez les autres solvants et on a vu que l'éther de pétrole ($25,5 \pm 2,1$ %) permet la moins bonne extraction des lipides comparé aux autres solvants.

Selon le résultat de Macias-Sanchez *et al.* (2018), le contenu des lipides totaux et des lipides saponifiables de la biomasse de *Nannochloropsis Gaditana* était de 29,4 % et 28,1 % de la biomasse sèche, respectivement ; ce qui signifie que cette biomasse ne contenait que ($4,4 \pm 2,1$ %) des lipides non saponifiables qui ne pouvaient pas être transformés en esters de méthyle d'acide gras.

Résultats et Discussion

On a vu aussi que l'éther de pétrole est le plus stable que les autres mais il n'a pas donner le meilleur rendement en lipide.

- **Tableau représente les prix des solvants :**

Le solvant (litre)	Le Prix (£)
1 litre Acétone	De 8 jusqu'au 10
1 litre Hexane	De 90,16 jusqu'au 100
1 litre Chloroforme	De 60,93 jusqu'au 72
1 litre Propanol	81,87
1 litre L'éther de pétrole	51 jusqu'au 65

Ces informations montrent que le solvant le moins cher au marché est l'acétone (10 euros au maximum) de plus sa capacité d'extraction lipidique est supérieure (taux de lipide de plus de $(50 \pm 27,6 \%)$) aux autres solvants comme le propanol, éther de pétrole ou le chloroforme. C'est donc le meilleur choix pour l'extraction des lipides cellulaire chez *Nannochloropsis Gaditana*.

Conclusion

Conclusion

Grace à leurs caractéristiques biochimiques spécifique et très variable, les microalgues représentent aujourd'hui une grande voie de recherche à approfondir. Les problèmes liés au réchauffement climatique attirent le regard vers ces microorganismes capables de consommer le CO₂ présent dans l'atmosphère pour produire de la biomasse contenant des acides gras utilisés pour la fabrication des biocarburants (Taleb, 2015).

L'objectif de ce travail est d'optimiser la méthode d'extraction des lipides et plus particulièrement la méthode de Soxhlet. Et ceci en essayant de trouver le solvant qui permet une meilleure extraction des lipides cellulaire chez la microalgues *Nannochloropsis gaditana*.

Nos résultats montrent que le rendement lipidique obtenu avec les cinq solvants est le suivant : Acétone ($54,5 \pm 27,6$ %), Hexane ($32,3 \pm 9,5$ %), Chloroforme ($48 \pm 1,4$ %), L'éther de pétrole ($25,5 \pm 2,1$ %) et le propanol ($43,5 \pm 1,1$ %). De plus le prix de vente de l'acétone est plus intéressant comparé aux autres solvants. Ces résultats nous ont permis de conclure que l'acétone représente le meilleur solvant d'extraction lipidique de la méthode soxhlet chez la microalgues *Nannochloropsis gaditana*.

En regard de nos résultats, on peut conclure que l'acétone est parfait pour obtenir le meilleur rendement de lipide. Des études ultérieures permettront de compléter ce travail on peut :

- Optimiser la méthode soxhlet en améliorant le temps d'extraction
- Tester d'autres solvant d'extraction et chez d'autres espèces d'algue ou de microalgue.
- Utiliser aussi optimiser une autre méthode d'extraction des lipides

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Annouhanane& chibani amina, 2016. Synthèse de biodiesel d'une algue verte, université kasdimerbahouarglafaculte des sciences appliquées département de génie des procédés.

Annouhanane& chibani amina, 2016. Synthèse de biodiesel d'une algue verte, université kasdimerbahouarglafaculte des sciences appliquées département de génie des procédés .p-31

Bazizimarwa, 2017. Extraction d'huile essentielle de l'espèce végétale *salviaofficinalis* l. par hydrodistillation : caractérisation physicochimique et modélisation paramétrique, université badjimokhtar- Annaba. P45-48-51-73

BENALI Cherif et CHAREF BENDAHA Cherif, 2019. Production de biocarburant (biodiesel) à partir des huiles des microalgues et des macro-algues.

Benalicherif&CharefBendahacherif, 2019. Production de biocarburant (biodiesel) a partir des huiles des microalgues et des macroalgues, université abdelhamid ibn badismostaganemfaculte des sciences de la nature et de la vie. p37-57

Benzidane D., Baba Hamed M.B. and Abi-Ayad S.-M. E.-A. (2017). Biodiesel production from marine microalgae *Nannochloropsis gaditana* by in situ transesterification process. *African Journal of Biotechnology* 16 (22): 1270-1277.

BOUAISSA sarra ,2014. Détermination des effets d'un régime à base d'algue verte sur quelques paramètres biochimiques chez la rate Wistar obèse gestante et allaitante mémoire fin d'étude p12

de Macias-Sanchez et al. (2018). Modélisation et optimisation de la production de biodiesel à partir de la microalgue *Nannochloropsis gaditana*.

GUEBABI Karima et ZERROUKI Houriya. Etude de la croissance et de la composition biochimique de deux souches microalgale marine «*Nannochloropsis gaditana*» (Hibbred, 1998) et «*Nannochloris* sp.» (Naumann ,1921).

Les dinophycées. <https://www.universalis.fr/encyclopedie/dinophycees-dinoflagelles-peridiniens/1-morphologie/>

Références bibliographiques

Les Eustigmatophyceae. <https://www.aquaportail.com/taxonomie-classe-57-eustigme.htmlatophycea>