

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET EPOPULAIRE



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITÉ KASDI MERBAH OUARGLA



Faculté des sciences appliquées

Département de Génie des procédés

Mémoire

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et Technologie

Filière : Génie des Procédés

Spécialité : Génie Chimique

Présenté Par : KENZA BEKIRET & MARAM MIMOUNE

Thème :

*Etude théorique et pratique de la synthèse et de la production  
des oméga 3 et oméga 6 à partir des algues*

Soutenu publiquement le : 04/07/2021

Devant le jury composé de :

M<sup>elle</sup>. El zaouia KENDOUR

MAA

Président UKM Ouargla.

Mr. Azeddine ROUANE

MAA

Examineur UKM Ouargla.

M<sup>elle</sup>. Souad ZIGHMI

MCB

Encadreur UKM Ouargla.

Année Universitaire : 2020/2021

## *Dédicace*

*Au nom de Dieu, le plus miséricordieux, le plus miséricordieux. Louange à Dieu par qui de bonnes bénédictions sont accomplies.*

*Je dédie cette étude à ma mère bien-aimée, la joie de ma vie et le confort de mes yeux, et à mon cher père, mon soutien constant et mon grand modèle. Je ne saurais vous exprimer ma gratitude pour vos prières et vos encouragements tout au long de mon parcours études, Merci à toi,*

*Et à ma chère sœur et unique, **Riham**, qui ne m'a pas épargné ses encouragements et sa patience continue, alors qu'elle continuait à me pousser en avant et vers un progrès continu.*

*Je dédie également ce travail à mes chers frères **Haitham et Al-Taher**, qui étaient les meilleurs frères et supporters.*


*Je n'oublie pas non plus ma compagne de travail, **Kenza**, qui était la meilleure collègue, alors que nous partagions les moments les plus amers et les plus doux*

*Je remercie tous mes amis et tous les membres de ma famille, petits et grands*

*A ma l'encadreur, **Dr.souad zighmi**. Pour sa confiance et encouragement. Sans oublier tous les professeurs que ce soit du primaire, du moyen, du secondaire ou de l'enseignement supérieur*

**Maram**

## *Dédicace*



*Je dédie ce mémoire à : A mes très chers parents. **Bekirat Boubaker et Benzid Mira.** La lumière de ma vie. Mes grands-mères **Daouya et Fatma,** Ma tante **Fatiha.** Il'y a pas passez de mots pour décrire à quel point je vous suis reconnaissant. Vous êtes les vrais héros et sans votre support incontestable je ne serai arrivé jusqu'à ici. Puisse **ALLAH** vous protéger et vous procurer santé et bonheur.*

*A mes chères frères : **Tayeb, Nouh, Mohammed et sohaib** .A ma chère sœur **Meriem el-batoul.** on leurs espérant une vie pleine de joie et de bonheur*

*A mes amies : **Chaima, Fatima, Chourouk, Maram, Nacira, Bahraia et Somaia** .A tous mes collègues et tous mes familles. Pour leurs bons souvenirs et le lieu qui nous a réunis*

*A ma l'encadreur. **Dr.souad zighmi.** Pour sa confiance et encouragement. Sans oublier tout les professeurs que ce soit du primaire, du moyen, du secondaire ou de l'enseignement supérieur*

***Kenza***

## *Remerciements*

*Avant tout, nous remercions ALLAH le tout puissant de nous avoir donné la santé, la force, le courage, la patience la persistance et nous a permis d'exploiter les nous moyens disponibles à fin d'accomplir ce modeste travail.*

*Nous avons l'honneur et le plaisir de présenter notre profonde gratitude nos et sincères remerciements à notre l'encadreure Dr .ZIGHMI Souad pour son encouragement et tout l'effort qu'elle a fourni pour nous aider à réaliser ce travail.*

*Nous tenons à remercier sincèrement le professeur MESSAITFA Ammar et le BELKHALFA Hakim directeur de CRAPC qui nous ont accueillis dans leurs laboratoires*

*On exprime nos profonds remerciements au Dr. YUCEF Fouzia et le professeur SEGNI Ladjel*

*Nous remercions les membres du jury :*

*Mr. RAOUANE Azzedine -Président et M<sup>lle</sup>. KENDOUR El zaouia  
Examinatrice*

*D'avoir accepté de juger notre modeste mémoire.*

*Nous portons avec gratitude de reconnaissance pour l'ensemble des Professeurs et le chef du Département génie des procédés qui ont contribué à notre formation.*

*Nos derniers remerciements et ce ne sont pas les moindres, vont À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour l'aboutissement de ce travail*

**LISTE DES FIGURES**

<b><i>Numéro de figure</i></b>	<b><i>Titre de figure</i></b>	<b><i>Page</i></b>
<b><i>Figure I.1</i></b>	Micro algue (Chlorelle vulgarise) sous microscope	5
<b><i>Figure I.2</i></b>	Morphologie comparée entre une algue et une plante	5
<b><i>Figure I.3</i></b>	cycle de reproduction d'algue Chlamydomonas	6
<b><i>Figure I.4</i></b>	Les algues (Cyanophycées) sur la rive de la baie missisquoi du lac Champlain	8
<b><i>Figure I.5</i></b>	Photo présentée algues rouges (Metacallophyllis laciniata)	8
<b><i>Figure I.6</i></b>	Fucus vésiculeux algue brune de l'océan atlantique	9
<b><i>Figure I.7</i></b>	Laitue de mer (Ulve armoricaine) sur littoral en Bretagne	9
<b><i>Figure II.1</i></b>	Structure de l'acide palmitique	14
<b><i>Figure II.2</i></b>	Structure de l'acide oléique	14
<b><i>Figure II.3</i></b>	Structure de l'acide linoléique	14
<b><i>Figure II.4</i></b>	Structure les principes groupe oméga 3	17
<b><i>Figure II.5</i></b>	Formules semi-développées d'acides gras de la série n-6	17
<b><i>Figure III.1</i></b>	Localisation géographique des régions de récoltes des algues	24
<b><i>Figure III.2</i></b>	Photographies zones d'algues récoltées	25
<b><i>Figure III.3</i></b>	Les étapes des préparations des échantillons.	27
<b><i>Figure III.4</i></b>	montage d'extraction par soxhlet.	28
<b><i>Figure III.5</i></b>	Formule développée d'acétone.	29
<b><i>Figure III.6</i></b>	Formule développée de n- hexane.	29
<b><i>Figure III.7</i></b>	Les étapes d'extraction des lipides.	30
<b><i>Figure III.8</i></b>	Rendement d'lipides chez les espèces d'algues récolté (%).	31
<b><i>Figure III.9</i></b>	Principe de mesure de l'indice de réfraction par le refractomètre numérique.	33

<b>Figure III.10</b>	Mesure l'acidité ou basicité d'huiles par papier pH.	35
<b>Figure III.11</b>	Réaction générale de la transestérification	36
<b>Figure III.12</b>	chromatogramme d'ester méthyle d'algue <i>spirogyra sp El.</i>	38

**LISTE DES TABLEAUX**

<b><i>Numéro de tableau</i></b>	<b><i>Titre de tableau</i></b>	<b><i>Page</i></b>
<b><i>Tableau II.1</i></b>	Nomenclature des principaux acides gras	15
<b><i>Tableau II.2</i></b>	Teneur (g/100g) de composition moyenne en AGPI n-3 et n-6 de quelques aliments	19
<b><i>Tableau III.1</i></b>	Identification des algues.	25
<b><i>Tableau III.2</i></b>	Conditions opératoires de soxhlet 6 postes E 816	30
<b><i>Tableau III.3</i></b>	Rendement d'huiles des espèces d'algues.	31
<b><i>Tableau III.4</i></b>	Valeurs de l'indice de réfraction des huiles de chaque algue.	34
<b><i>Tableau III.5</i></b>	valeurs des pH d'huiles de chaque algue	35
<b><i>Tableau III.6</i></b>	Présentation des composés chimiques détectés par la méthode en GC-MS.	38

**LISTE DES ANNEXES**

<b><i>Numéro d'annexe</i></b>	<b><i>Titre d'annexe</i></b>	<b><i>Page</i></b>
<b>Annexes 1</b>	Microscope optique utilisée pour l'identification des espèces algues.	52
<b>Annexes 2</b>	L'appareil et produit utilisés pour l'extraction des lipides.	53
<b>Annexes 3</b>	Les appareille utilisés pour les caractéristiques d'lipides.	55
<b>Annexes 4</b>	L'appareil et les résultats de GC/MS (les spectres)	56



**LISTE DES ABREVIATIONS**

**AG** : acides gras.

**AGLC** : Acides gras à long chaîne.

**AGS** : Acides gras saturé.

**AGMI** : Acides gras mono-insaturés.

**AGPI** : Acides gras polyinsaturé.

**ALA** : l'acide  $\alpha$ -linoléique.

**EPA** : l'acide eicosapentaénoïque.

**DHA** : l'acide docosahexaénoïque.

**AL** : L'acide linoléique.

**AGL** : L'acide gamma – linoléique.

**ADGL** : L'acide dihomogamma – linoléique.

**AA** : L'acide arachidonique.

**Spirogyra sp E1** : Spirogyra sp Ouargla.

**Spirogyra sp E2** : Spirogyra sp El-oued.

**Spiruline E1** : Spiruline Ouargla.

**Spiruline E4** : Spiruline Tamanrasset.

**pH** : Le potentiel hydrogène.

**AOAC**: Association of Official Analytical Chemists.

**GC/MS** : Chromatographie en phase gazeuse-spectrométrie de masse.

**SOMMAIRE**

LISTE DES FIGURES .....	I
LISTE DES TABLEAU .....	II
LISTE DES ANNEXES.....	III
LISTE DES ABREVIATIONS.....	IV
INTRODUCTION GENERALE .....	1

**Chapitre I : Synthèse bibliographique**

I.1.Introduction.....	4
I.2.Informations générales sur les algues.....	4
I.2.1.Définition.....	4
I.2.2.Morphologie des algues .....	4
I.2.3.Cycle de vie.....	5
I.2.4.Les facteurs de répartition des algues.....	6
I.2.4.1.Lumière.....	6
I.2.4.2.Température.....	6
I.2.4.3.Substrat .....	7
I.2.4.4. Salinité.....	7
I.2.5. Les critères de classification.....	7
I.2.6. Les différents grands groupes des algues .....	7
I.2.6.1. Les algues bleues(Cyanophycées) .....	7
I.2.6.2. Les algues rouges (Rhodophycées) .....	8
I.2.6.3. Les algues brunes(Phéophycées).....	8
I.2.6.4. Les algues vertes (Chlorophycées) .....	9
I.2.7. Les applications des algues .....	9
I.2.7.1. Agriculture .....	10
I.2.7.2. L'industrie .....	10
I.2.7.3. Traitement des eaux usées.....	10
I.2.7.4. Médecine .....	10
I.2.7.5. Cosmétique.....	10
I.3. Conclusion .....	11

**Chapitre II : Généralité des acides gras omégas 3 et oméga 6**

II.1. Introduction.....	13
II.2.Généralité sur les acides gras.....	13
II.2.1.Définition .....	13
II.2.2.Les catégorie d'acides gras .....	13
II.2.2.1.Les acides gras saturés .....	13
II.2.2.2. Les acides gras mono-insaturés.....	14
II.2.2.3. Les acides gras polyinsaturés .....	14
II.2.3.Nomenclature d'AG .....	15
II.2.4. Propriétés physiques des AG .....	16
II.3. l'acides gras oméga 3 et oméga 6 : définition et structure .....	16
II.3.1.Oméga 3 .....	16
II.3.2.Oméga 6 .....	17
II.4.Sources alimentaires des AGPI .....	18
II.5. Les acides gras polyinsaturés et relation avec la santé .....	20
II.5.1.Effets des AGPI n-3 sur la santé .....	20
II.5.1.1.n-3 et maladies cardiovasculaires .....	20
II.5.1.2. Effet AGPI n-3 sur le développement de certains cancers.....	20
II.5.2.Effets des AGPI n-6 sur la santé.....	20
II.5.2.1.Effet de l'apport en AGPI oméga-6 sur les maladies cardiovasculaires athéroscléreuses et le diabète de type 2.....	20
II.5.2.2. AGPI n-6 et obésité .....	21
II.6.Les algues production acides gras polyinsaturé n-3 et n-6 .....	22
II.7.Conclusion .....	22

### Chapitre III : Etude expérimentale

III.1.Introduction .....	24
III.2.La récolte des algues .....	24
III.2.1. Périodes et régions de récolte .....	24
III.2.2.Méthode de récolte .....	24
III.3. Identification des algues .....	25
III.4.Préparation des échantillons .....	26
III.4.1. Lavage .....	26

III.4.2. Séchage et Broyage .....	26
III.4.3. Pesée et Stockage .....	27
III.5.Extraction des lipides d'algues .....	27
III.5.1.Extraction au soxhlet .....	27
III.5.1.1.Matériels et produites .....	28
III.5.1.2.L'acétone.....	29
III.5.1.3.n-hexane.....	29
III.5.1.4.Mode opératoire .....	29
III.5.1.5.Rendement d'extraction .....	30
III.6.Caractéristiques des lipides extraites .....	32
III.6.1.L'indice de réfraction .....	32
III.6.2.Le pH .....	34
III.7. Méthode d'analyse d'extrait d'algue .....	36
III. 7.1.Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC/MS) .....	36
III.7.2.Trans-estérification.....	36
III.7.3. Analyse par GC-MS.....	36
III.8.Conclusion.....	39
Conclusion générale.....	42
Références .....	44
Annexes	
Résumé	

# **Introduction générale**

## **Introduction générale**

Le milieu aquatique et les organismes qui l'habitent constituent une source infinie de molécules actives à structure chimique originale. Ces composés sont synthétisés par des voies métaboliques différentes de celles observées en milieu terrestre. Parmi les organismes marins, les algues font preuve d'une incroyable richesse. De nouvelles espèces sont identifiées perpétuellement et des projections estimaient que les 36 000 espèces répertoriées ne représentaient en fait que 17% des 200 000 espèces supposées existantes [1-2].

Les algues se présentent parmi les végétaux les plus productifs de la planète. Pour faire face à l'absence de racine, ces végétaux ont dû développer des stratégies de développement et de nutrition particulièrement performante [3]. Les algues appartiennent au règne végétal en raison de la présence constante de la chlorophylle dans leur appareil plastidial. Elles possèdent des tissus peu différenciés. Ce sont des Thallophytes chlorophylliens. Elles ont des formes et des dimensions très variables. Ils se reproduisent par un mode végétatif par voie asexuée ou sexuée [4]. Les algues étant photosynthétiques, elles sont dépendantes de la présence de la lumière. Aussi, nécessitent d'être fixées à un substrat, par conséquent, la texture, le degré de cohésion et la nature chimique du substrat ont une importance sur leur écologie [5].

Les algues ouvrent de nombreuses perspectives pour la recherche et pour de nombreuses applications : l'alimentation, biocarburants, cosmétique... [6].

Récemment gagné, diverses espèces d'algues ont une popularité en tant que source de plusieurs composés bioactifs pour la consommation humaine en raison de leurs taux de croissance élevés et de leur production élevée de biomasse. La teneur en lipides bioactifs des microalgues peut atteindre jusqu'à 85 % du poids sec, étant particulièrement riche en oméga 3 et oméga 6 (AGPI) [7].

Les Oméga 3 et Oméga 6 appartiennent aux familles des acides gras insaturés. Et sont des acides gras dont la chaîne hydrocarbonée comprend au moins 2 insaturations (ou double liaisons). La différence entre les 2 familles vient de la position de la première double liaison, oméga trois, la troisième liaison à partir de l'extrémité méthyle de l'acide, alors que pour,  $\omega$ -6 les acides l'ont en position oméga six, la sixième liaison de l'extrémité méthyle de l'acide gras.

L'acide  $\alpha$ -linoléique (ALA ; 18 :3n-3) pour série n-3 et L'acide linoléique (LA ; 18 :2n-6) pour série n-6 sont des acides essentiels (AGE) car ils ne peuvent pas être synthétisés dans le corps humain. Ils ne possèdent pas les enzymes qui permettent d'introduire les doubles liaisons en position n-6 et n-3 pour produire l'ALA et le LA. Ils doivent être AGPI obligatoirement apportés par l'alimentation ou comme complément alimentaire. Nous trouvons les oméga 3 et oméga 6 essentiellement dans les graines et les huiles végétales et huiles animales, en plus des œufs et de la viande [8].

Les AGPI sont généralement considérés comme ayant des effets bénéfiques sur la santé. Les régimes enrichis en AGPI n-6 sont associés à une inflammation, une constriction des vaisseaux sanguins et une agrégation plaquettaire. L'AGPI n-3 aide à résoudre l'inflammation et à modifier la fonction des biomarqueurs vasculaires et cancérigènes, réduisant ainsi le risque de cancer et de MCV. En plus des maladies cardiovasculaires et du cancer, les AGPI n-3 offrent une protection substantielle contre d'autres maladies chroniques et métaboliques telles que le diabète, l'obésité, l'ostéoporose, la dégénérescence neurologique [9].

L'objectif de cette étude est l'analyse et la production des oméga 3 et oméga 6 à partir des différentes espèces d'algues récoltées de différentes régions d'Algérie.

Ce sujet comprend l'introduction générale, la conclusion générale, trois chapitres, le premier et le deuxième chapitre sont des chapitres théoriques et le troisième chapitre est pratique. Ces chapitres sont résumés comme suit :

Le premier chapitre, synthèse bibliographique, Cette partie donne des idées générales sur les algues.

Le deuxième chapitre, est consacré à des informations générales sur les acides gras et principaux des informations sur oméga 3 et oméga 6.

Le troisième chapitre est consacré à l'étude expérimentale. Cette partie traite de l'extraction d'huiles à partir des algues collectées et une caractérisation physique d'lipides extraites l'indice de réfraction et le pH.

**Chapitre I :**  
**Synthèse bibliographique**



## **I.1.Introduction**

Les algues marines, occupent naturellement, par leur masse, la biocénose des substrats littoraux et contrôlent en grande partie sa biodiversité .En raison de leur position près de la côte, les macroalgues marines se situent aussi en première ligne face aux pollutions d'origines continentales, en même temps elles sont également considérées comme biologiquement très réactives aux changements de qualité des eaux côtières [10].

Dans le première chapitre de l'étude, nous abordons six points principaux lequel :

- Morphologie des algues.
- cycle de vie.
- Les facteurs de répartition des algues.
- les critères de classification.
- Les différents groupes des algues.
- Les applications des algues dans divers domaines de la vie.

## **I.2.Informations générales sur les algues**

### **I.2.1.Définition :**

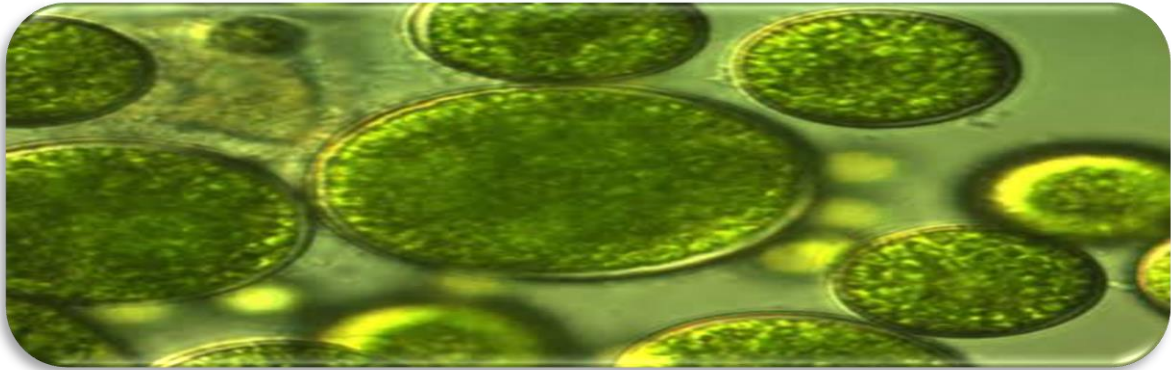
Les algues sont des organismes chlorophylliens, thallophytes (non vascularisées, sans feuille, ni tige, ni racine) et vivant majoritairement dans l'eau ou dans un milieu très humides. Elles possèdent toutes de la chlorophylle et en ce sens, ce sont donc des végétaux. Grace à la photosynthèse, ils peuvent lier le carbone dans l'atmosphère ou dissoudre l'énergie lumineuse dans l'eau pour produire de la biomasse [11].

### **I.2.2.Morphologie des algues**

Les algues regroupent un ensemble de végétaux très varié, divisés en deux groupes d'algue :

#### **❖ Microalgues :**

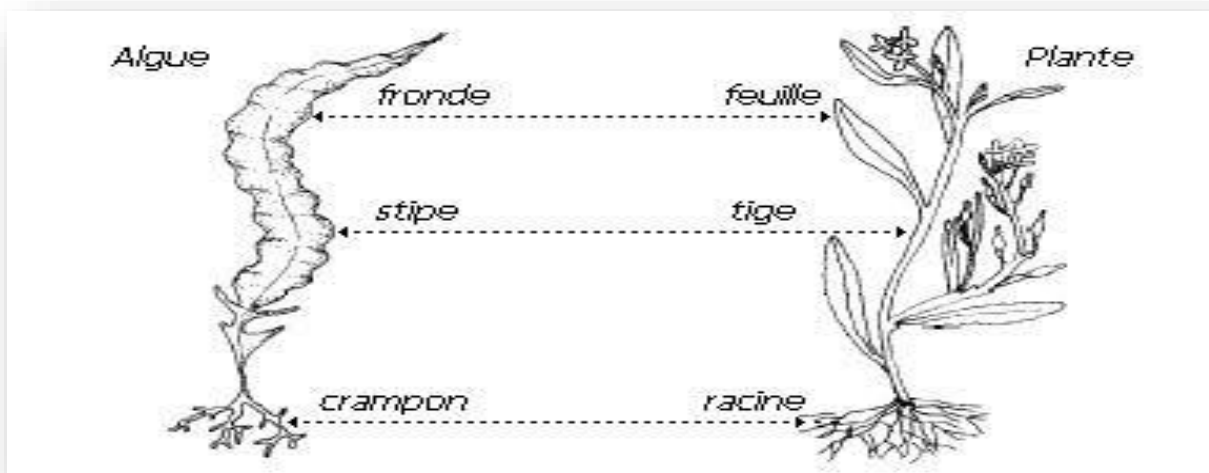
Ce sont des algues unicellulaires, comme les algues bleues (ce sont des bactéries). Leur taille est d'une dizaine de microns et la plupart d'entre sont adaptées à la flottaison. Elles peuvent posséder un ou plusieurs flagelles lui conférant ainsi une mobilité flagellaire [12].



*Figure I.1* : Micro algue (Chlorelle vulgare) sous microscope [13].

#### ❖ Macroalgues :

Ce sont des algues pluricellulaires, ce sont formées à leur base par des crampons, ce qui leur permet de fixer sur un support. Elles absorbent les nutriments par surface du thalle en contact avec l'eau. Les crampons sont surmontés d'un pédoncule de longueur et de diamètre variable, le stipe. Les algues se terminent par une fronde qui peut être découpée en filaments, cordons ou lanières (*figure I.2*) [12].

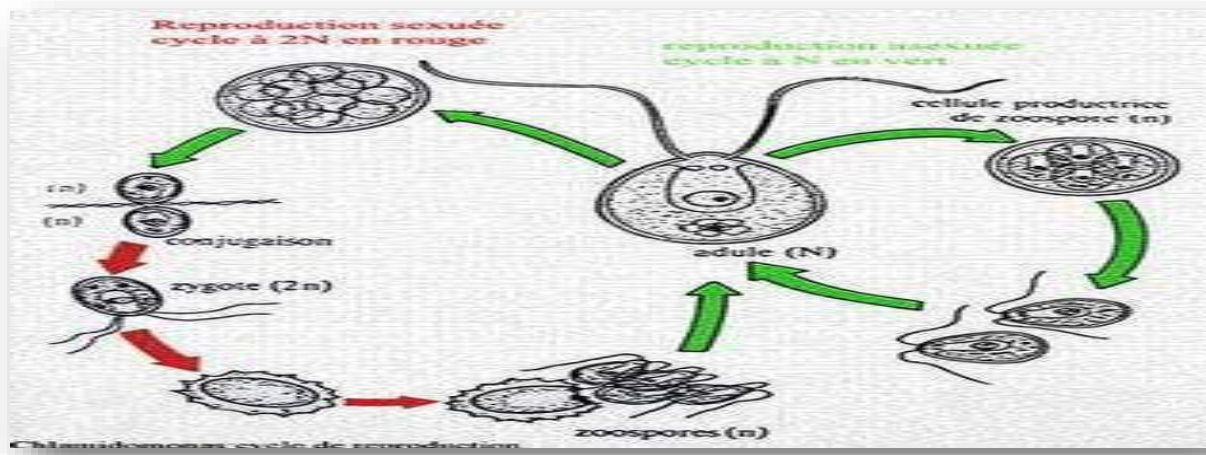


*Figure I.2* : Morphologie comparée entre une algue et une plante [14].

#### I.2.3.Cycle de vie

Chez les algues, la méiose se produit à différents moments du cycle et zygote (un œuf) donne naissance à un organisme similaire ou différent des organismes sexuels dont il est issu .Au cours d'un cycle, deux types d'organismes isomorphes (taille et aspect identiques) ou hétéromorphes

(morphologie différente) peuvent être rencontrés : le gamétophyte ( $N$  chromosomes), producteur de gamètes et le sporophyte ( $2N$  chromosomes), producteur des spores. Différents types d'organismes impliqués (gamétophyte ou sporophyte) et différents cycles de développement, mono, di ou tri-génétiques, donc le développement des charophytes suit le cycle dans lequel la phase haploïde elle est dominante et la phase diploïde est très réduite, limitée à l'oospore. Leur cycle est mono-génétique haploïde. La *figure 1.3* ci-dessous présente le cycle de reproduction d'algue *Chlamydomonas* [15].



*Figure 1.3* : Cycle de reproduction d'algue *Chlamydomonas* [16].

## I.2.4. Les facteurs de répartition des algues

### I.2.4.1. Lumière :

Considéré comme un facteur physique. Les algues sont des végétaux photosynthétiques, la lumière et donc essentielle pour leur vie. Cette énergie lumineuse est ensuite convertie en énergie chimique. Donc ce facteur intervient de différentes manières : par son intensité lumineuse, par la nature de rayonnement présent et durée des périodes de lumière et d'obscurité (photopériodes) [17].

### I.2.4.2. Température :

C'est un facteur physique très important pour la reprise d'activité végétative. Les réactions des métabolismes cellulaires en générale font intervenir des enzymes sensibles à la température. Ces protéines accélèrent la vitesse des réactions. Elles ont un rôle de catalyseurs. Il faut une température au-delà de  $10^{\circ}\text{C}$  pour que les enzymes de beaucoup d'algues soient vraiment efficaces [18].

**I.2.4.3.Substrat :**

C'est un facteur physique, la majorité des algues multicellulaires nécessitent en effet d'être fixées sur un support pour acquérir un développement normal et compléter leur cycle de vie n'ayant pas de système racinaire, ils ne les nutriments de leur substrat mais directement du milieu qui les baigne [17].

**I.2.4.4. Salinité :**

Considéré comme un facteur chimique, sur la plupart des côtes marines, l'eau de mer contient environ 33 à 38g par litre de sels divers, concentration adaptée à la plupart des espèces d'algues. Par contre, dans les estuaires où arrivent les fleuves, l'eau est diluée et saumâtre avec de fortes les variations selon l'état de la marée, les périodes de crues ou de bas niveaux d'eau certaines algues sont bien adapté à ces conditions difficiles (algues vertes) [18].

**I.2.5. Les critères de classification**

A l'heure actuelle, les bases de classification principale des algues à partir les critères écologiques, physiologiques ou biochimiques sont :

- ✓ Les structures cellulaires.
- ✓ La localisation des pigments.
- ✓ Le mode de nutrition.
- ✓ L'habitat ou même la nature.
- ✓ La localisation des glucanes de réserve.
- ✓ Leurs polysaccharides de réserve.
- ✓ Modes de reproduction [5].

**I.2.6. Les différents grands groupes des algues**

Il existe généralement quater groupes de couleurs différentes, chaque groupe contient des catégories et chaque catégorie contient des centaines d'espèces :

**I.2.6.1.Les algues bleues(Cyanophycées) :**

C'est un groupe primitif d'algues. Elles n'ont pas une variable structure cellulaire, on dénombre 150 genres et 2000 espèces ces végétaux, ont longtemps été inclus dans les algues et nommés algues bleues en raison, en particulier, de leur habitat aquatique et de leur coloration bleu-vert (voir *figure I.4*). Il est actuellement admis que leur ultrastructure de type procaryote, indique

une parenté certaine avec les bactéries, justifiant le terme de Cyanobactéries qui leur est désormais appliqué [19].



**Figure I.4 :** Les algues (Cyanophycées) sur la rive de la baie missisquoi du lac Champlain [20].

#### **I.2.6.2. Les algues rouges (Rhodophycées) :**

Appelées aussi les Rhodophyte, Elles représentent un taxon très varié. Ces algues doivent leur couleur à la présence de plastes roses dans lesquels un pigment rouge (**figure I.5**), la phycoérythrine, est associé à plusieurs autres pigments dont les chlorophylles. La plupart de ces algues rouges sont pluricellulaires et marines, mais il existe quelques formes unicellulaires et quelques unes vivent également en eau douce. Elles se distinguent généralement par leur cycle de reproduction particulièrement complexe [1].



**Figure I .5 :** Photo présentée algues rouges (Metacallophyllis laciniata) [21].

**I.2.6.3. Les algues brunes(Phéophycées) :**

Elles sont nommées Phéophytes ; il existe environ 1800 espèces des macroalgues bruns, ce sont des algues possèdent une structure pluricellulaire leur couleur est due à l'abondance des pigments brunes (*figure I.6*), de la xanthophylle et de la fucoxanthine, qui présentent des chlorophylles a et c ainsi que le  $\beta$ , carotène [10].



*Figure I.6* : Fucus vésiculeux algue brune de l'océan atlantique [22].

**I.2.6.4. Les algues vertes (Chlorophycées) :**

Il existe approximativement 1200 espèces de macroalgues vertes. Elles regroupent des organismes très variés et la plupart de ces algues vivent en milieux marins et eaux douces, les algues vertes élaborent au forment l'amidon la photosynthèse. Leurs plastes sont colorés en vert par les chlorophylles a et b (voir *figure I.7*), auxquelles sont associés des carotènes et des xanthophylles [10].



*Figure I.7* : Laitue de mer (Ulve armoricaine) sur littoral en Bretagne [23].

**I.2.7. Les applications des algues**

Les algues ont été utilisées depuis la nuit des temps : au début dans l'alimentation des populations des rivages asiatiques, ou comme engrais en Europe ou encore pour le bétail. Depuis le XVIII<sup>ème</sup> siècle l'iode est extrait industriellement au Japon.

A cause des propriétés de plusieurs de leurs éléments, les algues ont été et sont encore utilisées à de nombreuses fins [24].

**I.2.7.1. Agriculture :**

Utilisées comme engrais naturel organique (goémon) en raison de leurs propriétés antioxydants pour augmenter la croissance des plantes, augmenter et améliorer la résistance au stress. Ils sont également utilisés pour conditionner le sol en assurant une meilleur porosité et donc une meilleure rétention d'eau [25].

**I.2.7.2. L'industrie :**

Les algues dans l'industrie textile jouent un rôle essentiel pour fixer les couleurs dans les tissus. Les extraits d'algue sont utilisés dans l'industrie alimentaire (algue E401 à E405, agar E406 et carraghénane E407) comme stabilisants alimentaires, épaississants, gélifiants et émulsifiants [26].

**I.2.7.3. Traitement des eaux usées :**

L'intérêt de l'utilisation des macroalgues pour le traitement des eaux usées en eau salée a été démontré dès la fin des années 70 dans des mélanges d'eau usée et d'eau de mer.

De plus, la biomasse algale formée est potentiellement valorisable, notamment pour l'alimentation des poissons. Toutefois, les milieux riches en azote comme les effluents des fermes piscicoles, où les macroalgues sont utilisées comme biofiltres, peuvent augmenter leur teneur en protéines [1].

**I.2.7.4. Médecine :**

Les bains d'algues thalasso -thérapeutiques sont utilisés pour traiter les rhumatismes ou certains maladies du système muscle-squelettique, dans les procédures chirurgicales ou gynécologique, les tiges de laminaires (en raison de leurs propriétés de rétention d'eau lors de l'expansion) sont utilisées pour nettoyer une plaie ou élargir la voie naturelle [24].

**I.2.7.5. Cosmétique :**

Les extraits d'algues ont des propriétés anti-UV et antioxydants, qui sont utilisées dans les crèmes solaires et anti-âge, les savons, les champignons, etc. Les algues sont utilisées dans les

hydratants, elles ont la capacité d'améliorer et de maintenir la barrière cutanée fonctionnelle et maintient une apparence saine. Ils sont également utilisés dans les produits de blanchiment de la peau et de soins capillaires (shampooings, rinçages, revitalisants capillaires, solutions permanentes, colorants, etc...) [26].

### **I.3. Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons parlé en général sur les algues, où nous présentons une idée complète et brève de sa biologie, qui est représentée dans la morphologie, le système de vie et leur classification selon les normes pigmentaires, en plus de leurs avantages dans divers domaines de la vie.



## **Chapitre II : Généralités des acides gras omégas 3 et oméga 6**

## II.1. Introduction

Les acides gras sont synthétisés, pour une grande part, par l'organisme, ou sont apportés par l'alimentation sous forme de lipides. Certains acides gras polyinsaturés (oméga 3 et oméga 6) que l'homme ne peut synthétiser, sont dites essentiels. Au-delà de leur rôle majeur dans la physiopathologie des maladies de pléthore, et en particulier et du diabète de type 2. Aussi, l'apport quantitatif en acides gras, sous forme de lipides, mais aussi les équilibres quantitatifs entre les classes et familles d'acides gras, font l'objet de recommandations d'apport nutritionnel.

Dans ce chapitre, nous abordons des points principaux concernant les acides gras en générale et les acides gras polyinsaturé oméga 3 et oméga 6 en particulier [27].

## II.2. Généralité sur les acides gras

### II.2.1. Définition

Les acides gras sont les constituants élémentaires des lipides. Ils sont composés d'une chaîne hydrocarbonée comportant à une extrémité un groupement méthyle  $\text{CH}_3$  et à l'autre extrémité un groupement carboxyle  $\text{COOH}$  [28]. Et en fonction du nombre de carbone, on distingue les AG à courte chaîne (moins de 6 atomes de carbone), à chaîne moyenne (6 à 12 atomes de carbone), les acides gras à chaîne longue (AGLC) (12 à 24 atomes de carbones) et finalement des acides gras à très longue chaîne comptant plus de 24 atomes de carbone.

Leur formule générale brute peut être décrite ainsi :  $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$  et pour formule développée  $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{n-2} - \text{COOH}$  [29].

### II.2.2. Les catégorie d'acides gras :

Les acides gras alimentaires les plus courants ont été subdivisés en trois grandes classes en fonction de leur degré d'insaturation ; les acides gras saturés (AGS), les acides gras mono-insaturés (AGMI) et les acides gras polyinsaturés (AGPI).

#### II.2.2.1. Les acides gras saturés :

Les acides gras saturés sont des acides gras ne comportant aucune insaturation ou double liaison. Leur formule générale est  $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_n - \text{COOH}$  où  $n$  représente le nombre d'atomes de carbone (compris entre 2 et 22 le plus souvent). Les plus rencontrés sont l'acide palmitique ( $\text{C}_{16} : 0$ ) (*figure II.1*) et l'acide stéarique ( $\text{C}_{18} : 0$ ) [30].

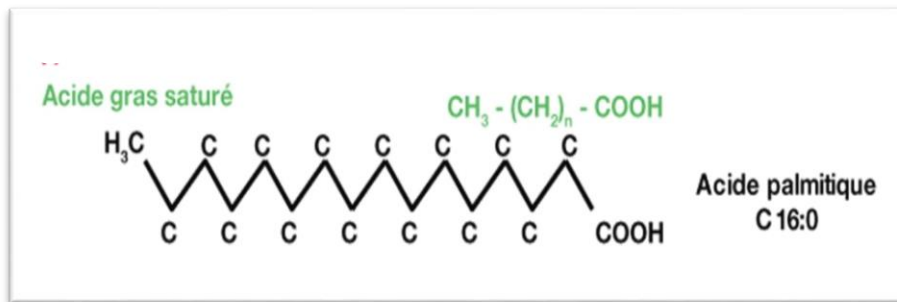


Figure II.1. Structure de l'acide palmitique [31].

### II.2.2.2. Les acides gras mono-insaturés :

Les AGMI sont des AG comportant qu'une seule double liaison. La *figure II.2* représente un exemple d'AGMI, l'acide oléique [32].

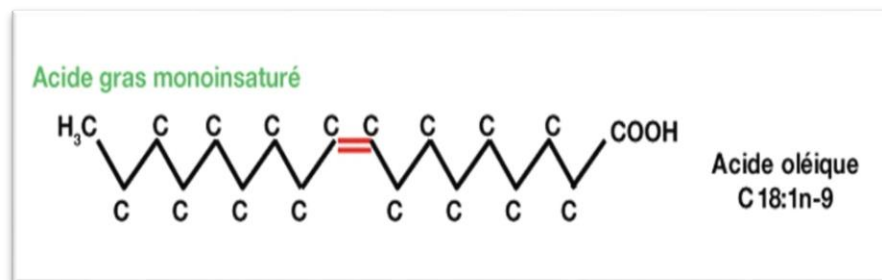


Figure II.2. Structure de l'acide oléique [31].

### II.2.2.3. Les acides gras polyinsaturés :

Acides gras polyinsaturés (AGPI) : ils possèdent de deux à six doubles liaisons. Les acides gras sont rarement trouvés à l'état libre dans la nature. La plupart du temps, sont associés à des alcools via des liaisons ester ou amide [32].

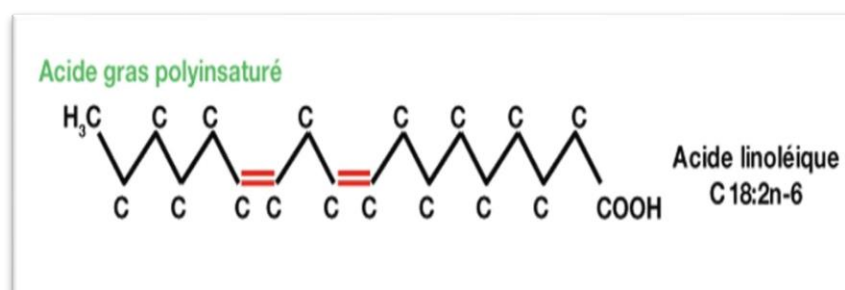


Figure II.3. Structure de l'acide linoléique [31].

## II.2.3. Nomenclature d'AG

Il existe deux nomenclatures pour les acides gras. L'union internationale de biochimie et de biologie moléculaire a fixé cette première nomenclature, pour permettre de classer facilement les acides gras [33]. En mentionnant le nombre d'atomes de carbone, le nombre de doubles liaisons et la position des insaturations. Le carbone possédant la fonction carboxylique est numéroté 1 et il s'écrit toujours à droite, le dernier carbone est noté  $C\omega$ .

Ainsi la nomenclature abrégée est (A : x  $\omega$ y) ou (A : x  $\Delta$ z). Avec A correspondant au nombre de carbone, x le nombre d'insaturations, y la position de la Première insaturation à partir du groupement méthyle terminal (notation utilisée par les Physiologistes) et z la position des doubles liaisons à partir du premier carbone (notation des Chimistes) [34]

Tableau II.1. Nomenclature des principaux acides gras [35].

Nom d'usage	Formule semi-développée	Nombre de carbones et d'insaturations	Position des insaturations pour les physiologistes	Position des insaturations pour les chimistes
Acide myristoléique	$CH_3(-CH_2)_3-CH=CH(-CH_2)_7-COOH$	C14:1	$n-5$	$cis-\Delta^9$
Acide palmitoléique	$CH_3(-CH_2)_5-CH=CH(-CH_2)_7-COOH$	C16:1	$n-7$	$cis-\Delta^9$
Acide oléique	$CH_3(-CH_2)_7-CH=CH(-CH_2)_7-COOH$	C18:1	$n-9$	$cis-\Delta^9$
Acide élaïdique	$CH_3(-CH_2)_7-CH=CH(-CH_2)_7-COOH$	C18:1	$n-9$	$trans-\Delta^9$
Acide trans-vaccé- nique	$CH_3(-CH_2)_5-CH=CH(-CH_2)_9-COOH$	C18:1	$n-7$	$trans-\Delta^{11}$
Acide linoléique	$CH_3(-CH_2)_3(-CH_2-CH=CH)_2(-CH_2)_7-COOH$	C18:2	$n-6$	tout- $cis-\Delta^{9,12}$
Acide linoléaïdique	$CH_3(-CH_2)_3(-CH_2-CH=CH)_2(-CH_2)_7-COOH$	C18:2	$n-6$	tout- $trans-\Delta^{9,12}$
Acide $\alpha$ -linoléique	$CH_3(-CH_2-CH=CH)_3(-CH_2)_7-COOH$	C18:3	$n-3$	tout- $cis-\Delta^{9,12,15}$
Acide $\gamma$ -linoléique	$CH_3(-CH_2)_3(-CH_2-CH=CH)_3(-CH_2)_4-COOH$	C18:3	$n-6$	tout- $cis-\Delta^{6,9,12}$
Acide di homo- $\gamma$ - linoléique	$CH_3(-CH_2)_3(-CH_2-CH=CH)_3(-CH_2)_6-COOH$	C20:3	$n-6$	tout- $cis-\Delta^{8,11,14}$
Acide arachidonique	$CH_3(-CH_2)_3(-CH_2-CH=CH)_4(-CH_2)_3-COOH$	C20:4	$n-6$	tout- $cis-\Delta^{5,8,11,14}$
Acide eicosapentaé- noïque (EPA)	$CH_3(-CH_2-CH=CH)_5(-CH_2)_3-COOH$	C20:5	$n-3$	tout- $cis-\Delta^{5,8,11,14,17}$
Acide clupanodonique	$CH_3(-CH_2-CH=CH)_5(-CH_2)_5-COOH$	C22:5	$n-3$	tout- $cis-\Delta^{7,10,13,16,19}$
Acide docosahexaé- noïque (DHA)	$CH_3(-CH_2-CH=CH)_6(-CH_2)_2-COOH$	C22:6	$n-3$	tout- $cis-\Delta^{4,7,10,13,16,19}$

### II.2.4. Propriétés physiques des AG

Les acides gras sont des molécules très hydrophobes compte tenu de leurs longues chaînes carbonées. Ils sont par conséquent insolubles dans l'eau et solubles dans les solvants organiques. Ainsi, le caractère hydrophobe d'un acide gras croît avec la longueur de la chaîne carbonée. Le point de fusion d'un corps gras est la température à laquelle se produit le passage de l'état solide à l'état liquide.

Cette valeur diminue avec le degré d'insaturations et augmente avec la longueur de la chaîne carbonée. La présence des doubles liaisons confère aussi aux acides gras une grande instabilité. Au niveau de ces doubles liaisons se produisent des réactions chimiques d'addition : fixation d'hydrogène (processus d'hydrogénation naturel ou industriel), d'iode (sert au dosage des acides gras insaturés). Ces doubles liaisons rendent les acides gras particulièrement sensibles aux réactions d'oxydation enzymatique et non enzymatique [36].

## II.3. L'acides gras oméga 3 et oméga 6 : définition et structure

Il existe 2 familles, les AGPI de la série n-6 (ou oméga 6) et ceux de la série n-3 (ou oméga 3).

### II.3.1. Oméga 3 :

Les oméga-3 sont une famille d'acides gras polyinsaturés, ce qui se distingue par la position de leur première double-liaison C=C implique le troisième carbone à partir de l'extrémité méthyle terminale de l'acide gras, qui ne peut pas être synthétisé par l'homme en raison du manque d'enzyme désaturase agit pour insérer des doubles liaisons en position 3.

Il existe trois acides gras oméga-3 les plus importants :

- ✚ l'acide  $\alpha$ -linoléique (18:3 ; ALA) ;
- ✚ l'acide eicosapentaénoïque (20:5 ; EPA) ;
- ✚ l'acide docosahexaénoïque (22:6 ; DHA).

Ces trois polyinsaturés ont soit 3, 5 ou 6 doubles liaisons dans une chaîne carbonée de 18, 20 ou 22 atomes de carbone respectivement (**Figure II.4**). Où l'ALA peut être converti en EPA et DHA dans le corps, mais la conversion est très limitée et inefficace donc les oméga-3 doivent être fournis sous forme de complément alimentaire [37].

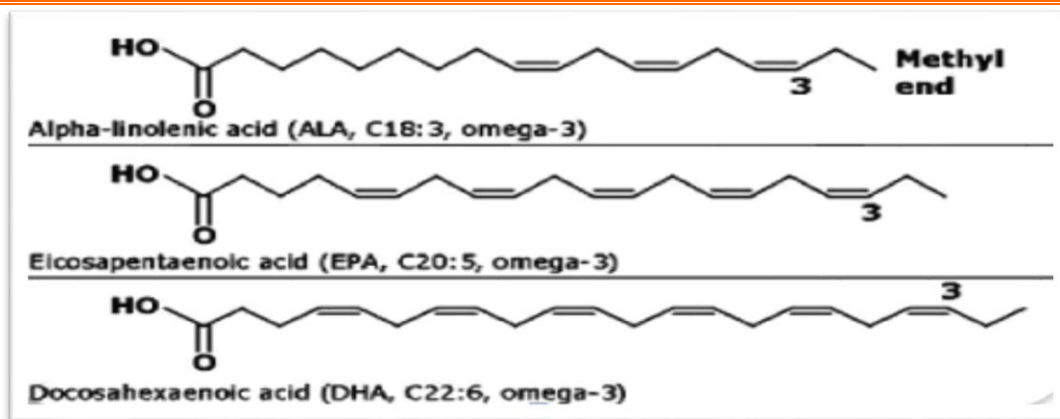


Figure II.4 : Structure les principes groupe oméga 3 [38].

### II.3.2.Oméga 6 :

Oméga 6 (ou n-6) sont Les acides gras polyinsaturés se caractérisant par la présence au moins de deux doubles liaison carbone-carbone. La distinction oméga 6 est basée sur la position de cette double liaison à partir de l'extrémité du groupe méthyle de l'acide gras. La position de double liaison d'oméga 6 est sixième à partir de l'extrémité méthyle. Les acides gras n- 6 jouent un rôle essentiel dans de nombreuses fonctions physiologiques.

Les types acides gras famille n-6 sont :

- ✚ L'acide linoléique AL
- ✚ L'acide gamma – linoléique ou AGL.
- ✚ L'acide dihomom –gamma –linoléique ou ADGL.
- ✚ L'acide arachidonique ou AA [39].

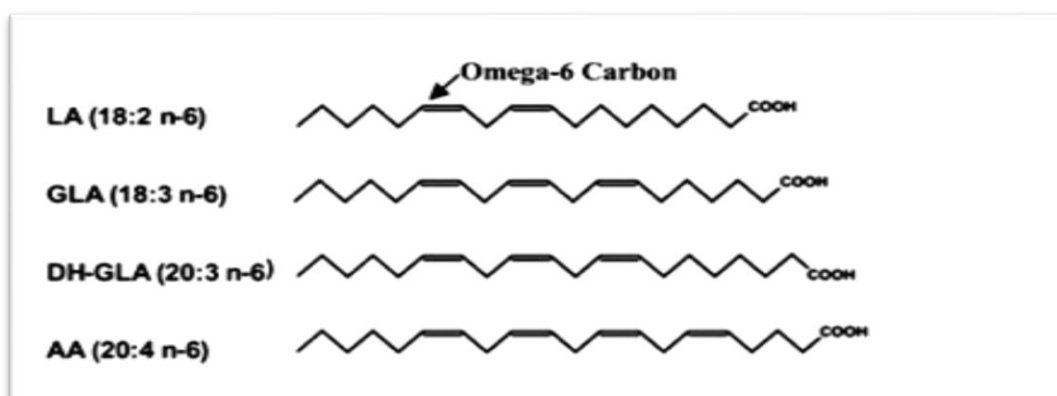


Figure II.5 : Formules semi-développées d'acides gras de la série n-6 [40].

#### **II.4.Sources alimentaires des AGPI**

L'acide  $\alpha$ -linoléique (ALA, C18 :3 n-3) et L'acide linoléique (LA, 18:2 n-6) dits acides gras « indispensables » qui ne peuvent pas être synthétisés par l'homme, et doivent être apportés par l'alimentation [41].

Où AGPI de notre alimentation proviennent de sources végétales et animales (*Tableau II.2*) Les huiles d'origine végétale sont généralement riches en LA et ALA à chaîne courte de 18 carbones alors que dans les sources animales, elles sont riches en AGPI-LC 20 et 22 carbones [42].

Ainsi, LA (18:2 n-6) est retrouvé dans le tournesol, le maïs et L'arachide. ADGL (20:3 n-6) peut être apporté par l'huile de bourrache et l'huile d'onagre et l'acide archidonique (20:4 n-6) par la viande rouge, le foie, les œufs et le lait maternel.

ALA, quant à lui, est plus présent dans Le colza, la noix et le soja. Le poisson les huiles marines (saumon, morue) sont sources oméga 3 spécifiquement d'acide eicosapentaénoïque DHA [43].

**Tableau II.2 :** Teneur (g/100g) de composition moyenne en AGPI n-3 et n-6 de quelques aliments [44].

	AGT	AGPI n-3			AGPI n-6		Ratio n-6/n-3
		ALA (18:3)	EPA (20:5)	DHA (22:6)	LA (18:2)	ARA (20:4)	
	(g/100g)	(g/100g des AGT)					
<b><u>Huiles</u></b>							
Tournesol	100	0,1	-	-	77,0	-	770
Arachide	100	0,0	-	-	30,5	-	-
Colza	100	10,0	-	-	23,0	-	2
Soja	100	8,0	-	-	54,0	-	7
Olive	100	0,5	-	-	10,0	-	20
<b><u>Poissons</u></b>							
Saumon	5,2	1,1	13,5	18,9	1,6	0,7	0,1
Truite	9,6	1,7	7,0	20,4	4,8	0,8	0,1
Thon	1,2	1,6	11,3	19,4	1,6	3,2	0,2
<b><u>Viandes</u></b>							
Poulet	3,1	0,9	0,3	0,6	12,2	0,5	7,1
Bœuf	8,8	0,3	Trace	Trace	2,1	0,4	8,3
Porc	1,6	0,5	Trace	0,4	8,1	0,5	9,6



**II.5. Les acides gras polyinsaturés et relation avec la santé****II.5.1. Effets des AGPI n-3 sur la santé****II.5.1.1. n-3 et maladies cardiovasculaires :**

L'essentiel des recherches concerne l'effet des AGPI n-3 sur la prévention des maladies cardio-vasculaires. Bien qu'il existe des centaines de références sur le sujet, une revue complète sur l'effet des AGPI oméga 3 et l'athérosclérose d'un point de vue nutritionnel est sortie en 1994 l'athérosclérose est une perte d'élasticité des artères due à la sclérose provoquée par l'accumulation de corps gras (triacylglycérols et cholestérol LDL (lipoprotéines de basse densité)). Ou alors, il a été montré que les AGPI oméga 3 participent à la réduction du taux de triacylglycérols dans le sang et augmentent le taux de cholestérol HDL (lipoprotéines de haute densité) chez les patients atteints d'hypertriglycémie. Ils sont associés ainsi à la réduction du risque de mort subite par arythmie cardiaque [32].

**II.5.1.2. Effet AGPI n-3 sur le développement de certains cancers :**

Plusieurs travaux montrent que les AGPI n-6 stimulent en général la croissance tumorale tandis que leurs homologues n-3 semblent l'inhiber ou s'opposer aux effets stimulants des acides gras n-6, donc ayant un effet protecteur. Ainsi, Rose et Connolly (1992) ont constaté que la croissance des cellules cancéreuses de prostate humaine est stimulée par l'acide linoléique, mais inhibée par l'EPA et le DHA. En effet, les AGPI-LC (EPA et DHA) sont généralement considérés comme inhibiteurs de la croissance tumorale.

Les AGPI n-3 réduisent le taux de certains cancers des intestins, du sein et de la prostate. Concernant ce dernier point certaines études récentes viennent remettre en cause l'effet préventif des AGPI n-3 et montrent, au contraire, une augmentation du risque de cancer de prostate au stade clinique avec l'apport en ALA. L'effet protecteur des oméga 3 pourrait provenir de la toxicité des peroxydes d'acides gras pour les cellules cancéreuses [45].

**II.5.2. Effets des AGPI n-6 sur la santé.****II.5.2.1. Effet de l'apport en AGPI oméga-6 sur les maladies cardiovasculaires athéroscléreuses et le diabète de type 2.**

Plusieurs essais ont évalué l'effet du remplacement des acides gras saturés des produits laitiers et de la viande par une alimentation riche en AGPI cholestérolémies sur le risque de maladie cardiovasculaire athéroscléreuses et de décès. Ces essais utilisaient principalement l'acide linoléique comme oméga -6 AGPI, ou un mélange d'AGPI oméga-6 (acide linoléique) et oméga3

(Acide  $\alpha$ -linoléique) provenant d'huiles végétales. Dans une méta-analyse, les AGPI étaient associés à une réduction modérée de la maladie coronarienne totale et des décès mortels par rapport aux acides gras saturés. Avec la réduction du cholestérol sérique et du ratio cholestérol / HDL dans ces essais.

En ce qui concerne la consommation d'AGPI oméga-6 et le risque de diabète de type 2, il n'y a pas de données disponibles provenant d'essais conçus pour étudier l'incidence du diabète en tant que résultat. Cependant, après avoir considéré des essais d'alimentation à court terme et des études de cohorte prospectives utilisant des biomarqueurs oméga-6 ou questionnaires, une revue précédente suggère des associations inverses entre les AGPI oméga-6 (acide linoléique en particulier) et le diabète de type 2 incident.

FORCE a examiné les concentrations d'acide linoléique et d'acide arachidonique dans les lipides circulants dans les cohortes prospectives et a constaté que l'acide linoléique, mais pas l'acide arachidonique, était inversement et linéairement associé au diabète de type 2 incident, et cette association robuste n'a pas été modifiée par le statut des AGPI oméga-3.

À l'appui, de nombreux essais d'alimentation randomisés de petite taille et pour la plupart à court terme ont indiqué que les AGPI, comparés isocaloriquement aux acides gras saturés ou aux glucides, amélioraient les marqueurs de la sensibilité à l'insuline et du contrôle glycémique, 59 bien que des ECR définitifs supplémentaires d'une durée plus longue soient nécessaires [46].

### **II.5.2.2. AGPI n-6 et obésité**

L'obésité est un facteur de risque cardiovasculaire qui est lié à une augmentation substantielle de l'incidence du diabète sucré de type 2, de l'hypertension systémique et de la dyslipidémie, trois pathologies connues comme étant des facteurs de risque de maladies cardiovasculaires.

Les AGPI n-6 semblent être impliqués dans la différenciation des cellules pré-adipocytaires. Sur la base d'études in vitro et animales in vivo, il a été proposé l'hypothèse qu'un déséquilibre du métabolisme des AGPI en faveur de la série n-6, par déséquilibre des apports nutritionnels en AGPI précurseurs et du rapport AA/EPA + DHA dans les phospholipides tissulaires, pourrait augmenter le risque de développement excessif du tissu adipeux. Ce facteur nutritionnel pourrait jouer un rôle dans la prévalence accrue du surpoids et de l'obésité chez les enfants et les adultes [47].

## **II.6. Les algues production acides gras polyinsaturé n-3 et n-6**

Les algues sont des producteurs naturels d'AGPI présentent un vaste et relativement inexploité ressource d'acides gras marins, fournissant ainsi une source alternative aux stocks de poissons en déclin et une solution à la production croissante de AGPI. Contrairement aux poissons, les milliers d'espèces différentes d'algues et de microbes marins sont capables de produire de novo des AGPI à longue chaîne. Les AGPI sont ensuite obtenus par les poissons puis par l'homme, via la bioaccumulation dans la chaîne alimentaire [48].

Les lipides des microalgues sont une source d'AGPI qui sont principalement des acides gras essentiels des groupes  $\omega$ 3  $\alpha$ linoléique (C18 :3), EPA (C20 :5) et DHA (C22 :6), ou du groupe  $\omega$ 6, tels que  $\gamma$ -linoléique (C18 :3).

Plusieurs microalgues, principalement des espèces marines, sont connues pour produire de grandes quantités d'AGPI, mais les espèces d'eau douce, peuvent également être évaluées comme sources d'AGPI. La teneur en AGPI des lipides des microalgues varie généralement d'une espèce à l'autre. Outre le criblage des microalgues à forte production d'AGPI, les conditions de croissance peuvent améliorer l'accumulation de lipides, comme la privation d'azote et la disponibilité du carbone inorganique [49].

## **II.7. Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons essayé de donner des informations générales sur les acides gras tel que : la nomenclature, les propriétés physiques et les catégories. Dans le dernier point on parle sur les acides gras polyinsaturés oméga3 et oméga 6 aussi les sources alimentaires et les effets sur la santé et de leur production dans les algues.

# **Chapitre III :**

## **Etude expérimentale**

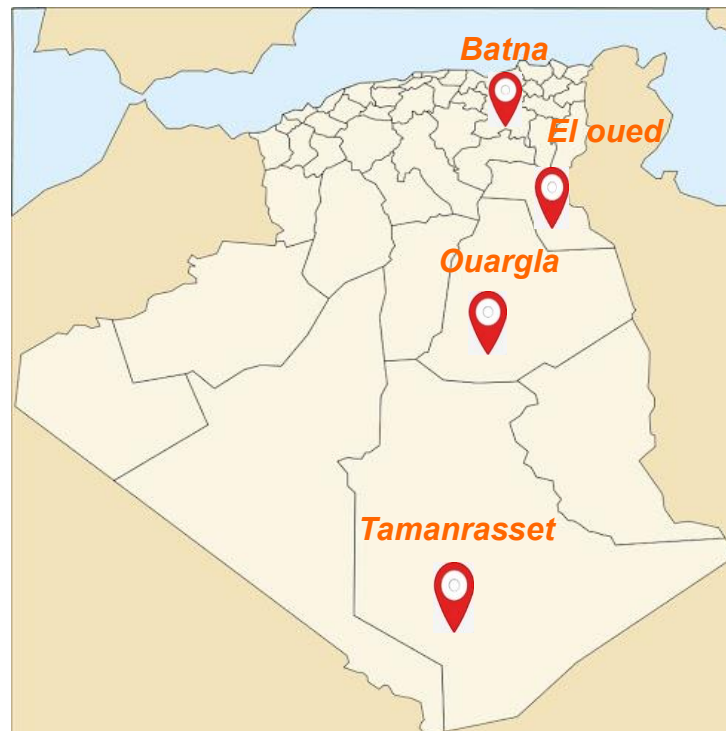
### III.1.Introduction

A l'échelle du laboratoire, différentes méthodes sont utilisées pour extraire les lipides. Cela requiert généralement l'utilisation de solvants organiques. Cette étude expérimentale présentera les matériels et méthode utilisée pour extraire les lipides d'algues préparées ainsi que leur caractérisation physique (l'indice de réfraction et le pH).

### III.2.La récolte des algues

#### III.2.1. Périodes et régions de récolte :

Toutes les espèces d'algues ont été récoltées, certains récolté en Février ,2019 et d'autres en Maras, Avril, 2021. A partir des bassins et vallée d'eau douce dans différentes régions d'Algérie figure III.1 (Batna, Ouargla, El. Oued, Tamanrasset).



**Figure III.1** : Localisation géographique des régions de récoltes des algues [50].

#### III.2.2.Méthode de récolte :

Les algues ont été collectée à la main et parfois à l'aide d'un outil pointu lorsque les algues sont fermement fixées aux roches et placées dans des récipients (bidons, bouteilles) en plastique remplis d'eau douce (**figure III.2**) afin de préserver leurs condition écologiques.









Figure III.2 : Photographies de zones d’algues récoltées.

### III.3. Identification des algues

En identifie les espèces des algues récoltés par la moyenne de microscope optique au niveau du laboratoire de génie de l’eau et de l’environnement en milieu saharien l’Université de Ouargla, et nos décisions ont été faites à l’aide des ouvrages [15]. (Tableau III.1).

Tableau III.1 : Identification des algues.

Région des récolté	Photo au microscope optique	Nom scientifique	La classification
E1.Ouargla (N'goussa)		<i>Tribonema</i>	<b>Chlorophyta</b> Macroalgue
		<i>Périphyton</i>	<b>Complex d’organismes</b> Macroalgue
		<i>Spiruline</i>	<b>Cyanobactéries</b> Micro algue

		<b>Spirogyra sp</b>	<b>Chlorophyta</b> Macroalgue
		<b>Ulothrix</b>	<b>Chlorophyta</b> Macroalgue
		<b>Oscillatoria</b>	<b>Cyanobactéries</b> Microalgue
<b>E2.EL.Oued</b>		<b>Spirogyra sp</b>	<b>Chlorophyta</b> Macroalgue
<b>E3.Batna (Arris)</b>		<b>Rhizoclonium</b>	<b>Chlorophyta</b> Macroalgue
<b>E4.Tamanrasset</b>		<b>Spiruline</b>	<b>Cyanobactéries</b> Microalgue

### III.4.Préparation des échantillons

Dans cette partie, nous préparons des échantillons en 3 étapes qui sont :

#### III.4.1. Lavage :

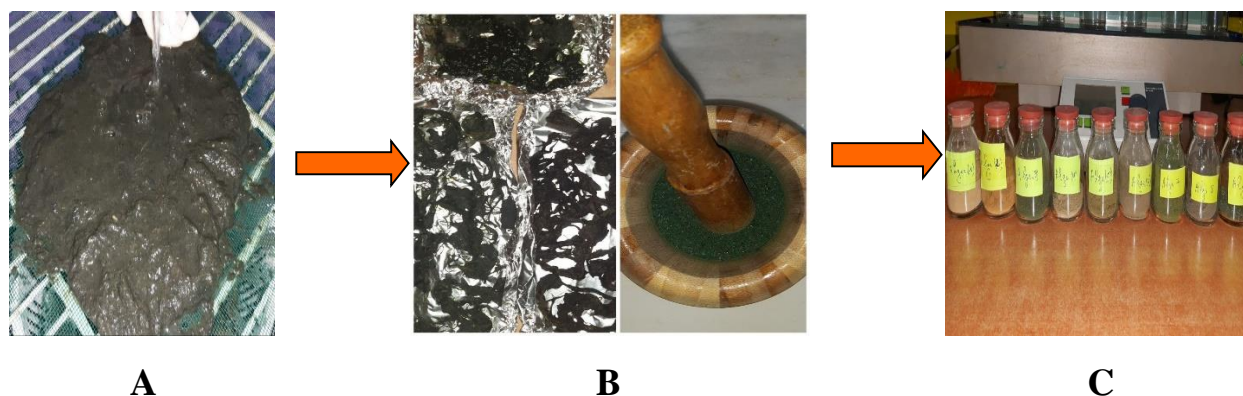
Les échantillons sont été prélevés nettoyés et bien triés afin d'éliminer toutes les impuretés possibles (sable, des petite crustacés, etc...). Utilisé de l'eau du robinet à plusieurs reprises (*figure III.3 A*).

#### III.4.2. Séchage et Broyage :

Les algues sont séchées naturellement, où elles sont placées sur une feuille d'aluminium pendant deux ou trois jours sous faible luminosité. Puis lorsqu'elles sèchent, elles sont broyées et tamisées jusqu'à ce qu'elles deviennent une poudre lisses (*figure III.3B*).

### III.4.3. Pesée et Stockage :

Après le Séchage et le Broyage, nous avons pesé les échantillons avec une balance analytique et finalement, elles sont stockées dans des flacons en verre stérilisés jusqu'à utilisation dans les expériences (*figure III.3 C*).



*Figure III.3* : Les étapes des préparations des échantillons.

## III.5.Extraction des lipides d'algues

Dans ce travail, nous avons utilisés une méthode d'extraction au soxhlet pour extraire l'huile des neuf espèces d'algues (*Tribonema*, *Spiruline (E1)*, *Périphyton*, *Spirogyra sp (E1)*, *Ulothrix*, *Oscillatoria*, *Spirogyra sp E2*, *Rhizoclonium*, *Spiruline E3*).

### III.5.1.Extraction au soxhlet

L'extraction Soxhlet, utilisée pendant des décennies, est une technique standard qui sert de référence pour évaluer les résultats d'autres méthodes d'extraction solide- liquide. C'est la technique qui permet d'avoir les meilleurs rendements parmi les techniques classiques (*figureIII.4*).

L'extraction Soxhlet présente quelques avantages et désavantages suivants :

➤ **Les avantages :**

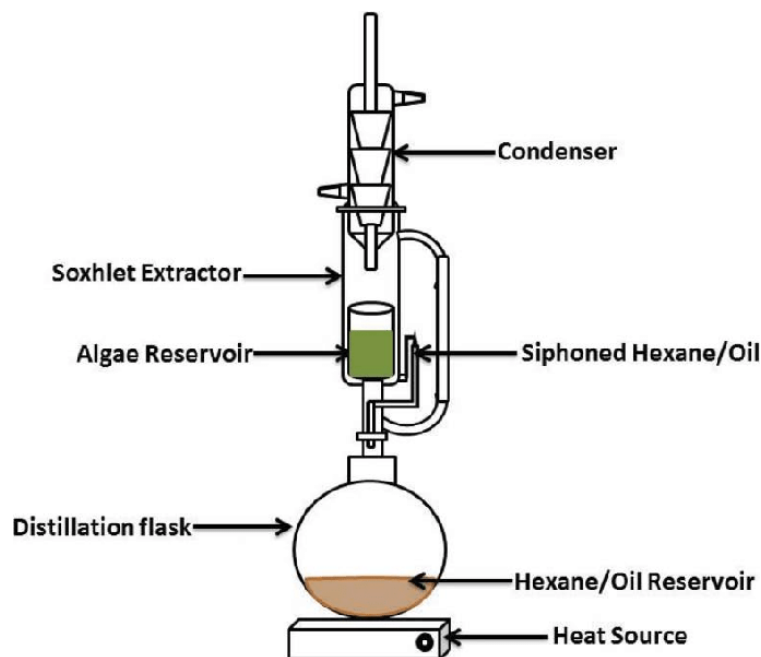
- l'échantillon est en contact de manière répétée avec du solvant frais (déchargé des solutés déjà extraits).
- aucune filtration n'est nécessaire après l'extraction.
- l'extraction est effectuée avec du solvant chaud favorisant la dissolution des composés recherchés.

➤ **Les désavantages :**

- Le temps d'extraction long et la grande quantité de solvant consommée.



- Les difficultés d'utilisation de mélanges de solvants.
- La possibilité de dégradation des échantillons à cause d'une haute température pendant une période relativement longue [51].



*Figure III.4* : Montage d'extraction par soxhlet [52].

Il s'agit d'une extraction solide-liquide. Le Soxhlet permet le traitement de solides de toutes tailles avec des solvants en phase liquide. La matrice solide est introduite dans une cartouche de cellulose fixée sur un réservoir de solvant qui est surmonté d'un réfrigérant. Le solvant chauffé est vaporisé puis condensé au niveau du réservoir et reste en contact avec le solide. Quand le volume de solvant condensé dans le réservoir atteint un certain niveau, le solvant repart dans le chauffe ballon par un phénomène de siphon pour être à nouveau recondensé tout en entraînant les composés d'intérêt dans le ballon où ils seront finalement concentrés après plusieurs cycles d'extraction [53].

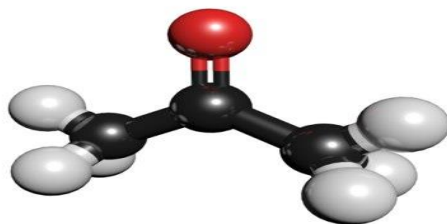
#### III.5.1.1. Matériels et produits :

Les matériels et les produits utilisés sont :

- Un montage d'appareil Soxhlet 6 postes.
- Le solvant (n-hexane).
- L'acétone.
- L'évaporateur rotatif.

### III.5.1.2.L'acétone :

L'acétone un liquide limpide, incolore, inflammable, volatil, d'une odeur éthérée, et qui se produit dans la distillation sèche des acétates [54].



*Figure III.5 : Formule développée d'acétone [55].*

### III.5.1.3.Le n-hexane :

Le n-hexane est un produit chimique fabriqué à partir de pétrole brut. Le n-hexane pur est un liquide incolore avec une odeur légèrement désagréable. Il est hautement inflammable et ses vapeurs peuvent être explosives. L'utilisation principale des solvants contenant du n-hexane est d'extraire les huiles végétales de cultures telles que le soja [56].



*Figure III. 6 : Formule développée de n- hexane [57].*

### III.5.1.4.Mode opératoire :

Premièrement on a nettoyé par l'acétone tous les équipements, puis nous avons rempli les algues pesées dans les cartouches en cellulose qui est perméable au solvant et la couvrir avec du coton (*Figure III.7 A*) et mettre les cartouches dans le support de l'appareil, après on a versé 150 ml de solvant n-hexane dans chaque béccher ce dernier est placé dans un support ; allumer le chauffage. La vapeur montante tombe sur les cartouches après elle se refroidie et liquéfie avec le condenseur. Laisser cette opération se répète plusieurs cycles pendant 4 heures (*Figure III.7B*), après l'extraction on passe à l'étape d'évaporation (sous vide) pour produire les huiles extraites et récupérer le solvant n- hexane (*Figure III.5 C*) et placée les lipides dans des flacons (*Figure III.7 D*).

Tableau III.2 : Conditions opératoires de soxhlet 6 postes E 816

Phase d'extraction	Phase de rinçage	Phase de séchage
Temps : 60 min	Temps : 5min.	Temps : 20min.
Cycle : 02	Chauffage : 100 %.	Chauffage : 100%.
Chauffage : 100%	–	–

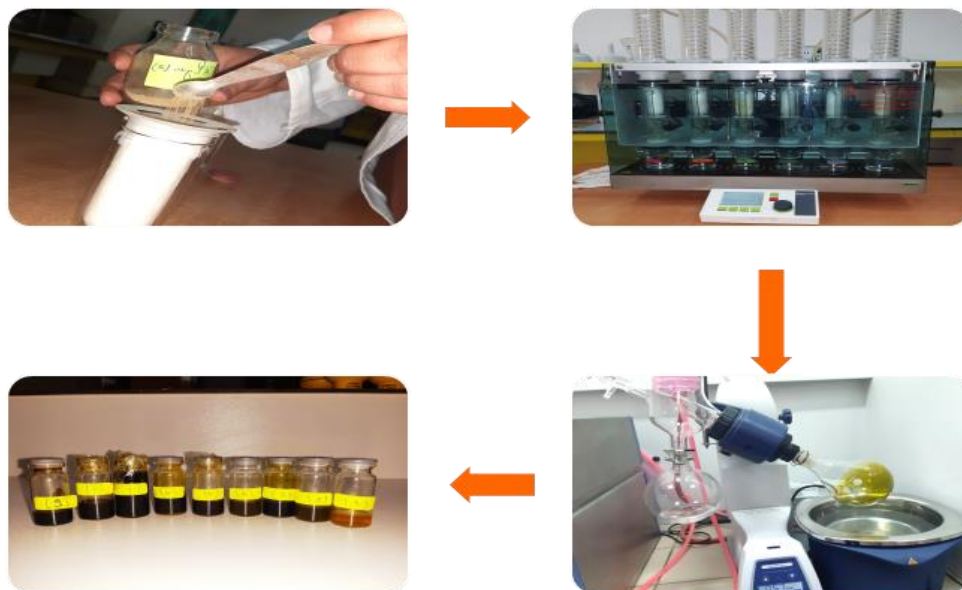


Figure III.7 : Les étapes d'extraction des lipides.

### III.5.1.5. Rendement d'extraction :

Le rendement de L'extraction est le rapport entre la masse de lipide obtenu en gramme et la masse initiale d'algues pesée en gramme multiplié par 100. Il est donné sur la formule suivante :

$$\text{Rdt} = \frac{\text{masse d'lipide extraite}}{\text{masse d'algue initiale}} \times 100$$

**Rdt** : Rendement

Tableau III.3 : Rendement d'huiles des espèces d'algues.

Les espèces d'algues	Rendement%
<i>Tribonema</i>	5.57
<i>Périphyton</i>	5.01
<i>Spiruline E1</i>	8.14
<i>Spirogyra sp E2</i>	11.98
<i>Oscillatoria</i>	8.99
<i>Rhizoclonium</i>	14.43
<i>Spirogyra sp E1</i>	26.40
<i>Ulothrix</i>	13.92
<i>Spiruline E4</i>	6.78

Rendement d'extraction des lipides des algues (Figure III.8)

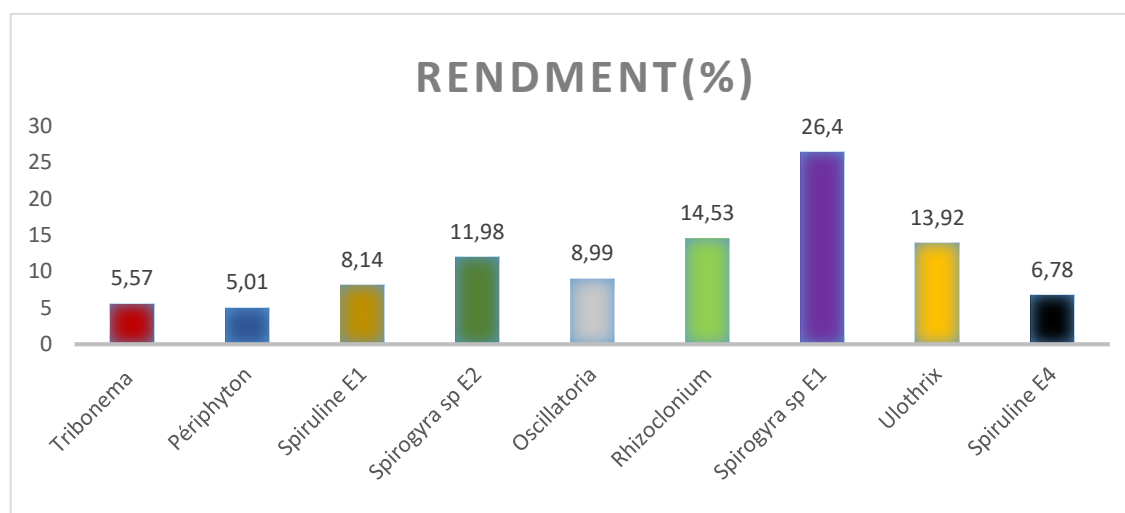


Figure III.8. Rendement d'lipides chez les espèces d'algues récolté (%).

Il ressort à travers l'observation du rendement d'extraction présenté sur la **figure III.8** que l'huile de *Spirogyra sp E1* d'Ouargla possède le meilleur rendement avec 26.4% par rapport au rendement des autres espèces d'algues. D'une autre part, nous remarquons que le rendement des mêmes espèces *Spirogyra sp* est plus élevé pour la région (d'Ouargla, 26.4%) que pour celui de la région (d'El oued, 11.98%). Ceci peut être expliqué par les conditions différentes qui caractérisent

les lieux de récoltes. Cependant pour [58], qui ont travaillé sur la même espèce *Spirogyra sp*, le rendement obtenu était de 14.82% (extraction a été réalisée par soxhlet, solvant (chloroforme et méthanol)), et qui est moins important par rapport à nos résultats de la région d'Ouargla mais qui reste proche de celui de la région d'El oued.

En ce qui concerne l'espèce spiruline qui est une microalgue, nous pouvons remarquer à travers la **figure III.8** que le rendement obtenu est beaucoup plus faible que le rendement de l'espèce *Spirogyra sp* entre les deux régions (Ouargla et Tamanrasset). Aussi on peut noter que le rendement de spiruline 8.14% d'Ouargla légèrement élevé que le rendement la même espèce dans la région de Tamanrasset, 6.78%. Selon [59], a été trouvé le rendement de spiruline est de 9.4% (l'extraction de lipides est faite par méthode Ultrasons avec le solvant n-hexane).

Aussi on remarque que le rendement d'algue *Oscillatoria* 8.99% est beaucoup proche que le rendement des deux espèces *spiruline* respectivement de 8.14% (Ouargla) et de 6.78% (Tamanrasset).

A partir de la **figure III.8**, nous pouvons observer que le rendement le plus faible est celui de la algue *Tribonema* avec 5.57% et celui de l'algue *Périphyton* avec 5.01%.

Pour les algues *Rhizoclonium* et *Ulothrix*, ont présenté des rendements proches de 14,53 % et de 13,92 % respectivement, et le rendement de ces espèces avait également un pourcentage de bon rendement inférieur à celui de *Spirogyra sp*, qui avait également un rendement élevé par rapport à d'autres espèces d'algues.

Nous expliquons les changements dans le rendement en lipides sur la base d'études menées par des chercheurs [60] avec les facteurs suivants :

- Souche d'algues et conditions de croissance ;
- Milieu aquatique et période de récolte ;
- Type de solvant utilisé ;
- Méthode et durée d'extraction.

### III.6.Caractéristiques des lipides extraites

Les caractéristiques physiques des huiles extraites sont : pH, l'indice de réfraction.

#### III.6.1.L'indice de réfraction :

L'indice de réfraction d'une matière, est un nombre qui caractérise le pouvoir qu'à cette matière, à ralentir et à dévier la lumière. Il est le rapport entre la vitesse de la lumière dans le vide et la vitesse de la lumière dans le corps transparent. Une formule empirique permet d'évaluer l'indice de réfraction d'un liquide à 26°C quand on l'a mesuré à une température différente :

$$n^{26} = n^T + 0.00035(T - 26)$$

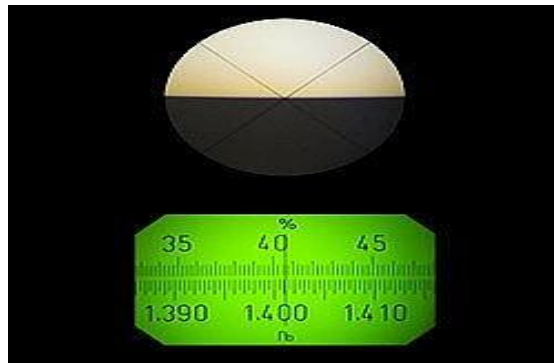
Avec :

$n^{26}$  : l'indice de réfraction à 26°C

$n^T$  : L'indice de réfraction à température de mesure

T : la température de mesure [61].

L'indice de réfraction a été déterminé par le moyen d'un réfractomètre numérique (*Figure B.en annexes4*). Ce refratomètre est employé facilement, déposer une quantité suffisante d'huile à l'aide d'une pipette Pasteur sur le prisme fixe et refermer le prisme mobile, placez-le devant la lumière. Puis regarder dans l'oculaire et amener dans le champ de vision de séparation entre la zone claire et la zone foncée (*figure III.9*) après avoir une ligne de séparation nette et un contraste efficace entre les deux zones, en lire la valeur est mesuré de l'oculaire.



**Figure III.9** : Principe de mesure de l'indice de réfraction par le refractomètre numérique.

Les résultats obtenus de l'indice de réfraction (IR) (*Tableau III.4*) représentent aussi un critère de pureté de l'huile. Il dépend de la composition chimique des huiles et de la température.

**Tableau III.4 :** Valeurs de l'indice de réfraction des huiles de chaque algue.

Algues	L'indice réfraction
<i>Tribonema</i>	1,4400
<i>Périphyton</i>	1,3830
<i>Spiruline E1</i>	1,5510
<i>Spirogyra sp E2</i>	1,3800
<i>Oscillatoria</i>	1,6005
<i>Rhizoclonium</i>	1,4982
<i>Spirogyra sp E1</i>	1,4668
<i>Ulothrix</i>	1,6210
<i>Spiruline E4</i>	1,6102

Les valeurs obtenues de l'indice de réfraction des *Tribonema*, *Périphyton*, *Spirogyra sp E2* et *Spirogyra sp E1* sont 1.4400, 1.3830 et 1.3800 et 1.4668 respectivement, se situent inférieurement des indices de réfraction des huiles végétales [62]. L'huile de palme (1,453 – 1,458), l'huile de coton (1,470 – 1,473), et donc nos huiles sont pures.

Les valeurs des autres espèces d'algues (1,4982-1,6210) n'ont pas été trouvées, nous suggérons une raison pour laquelle la chlorophylle n'a pas été éliminée avant le processus d'extraction, ce qui a affecté l'indice de réfraction. Cela montre que notre huile n'est pas pure.

### III.6.2. Le pH :

Le potentiel hydrogène, permet de mesurer l'acidité ou la basicité d'une solution. Il est lié à la concentration en ions hydrogènes dans la solution. Nous avons mesuré le pH d'huiles par papier indicateur pH (*figure A en annexes 4*), appliquant des étapes simples. On trempe le morceau de papier pH sur l'huile (*figure III.10*), puis on détermine une valeur approximative de la valeur du pH en comparant la couleur prise par le papier avec celle de l'échelle de son boîtier d'emballage.



**Figure III.10** : Mesure l'acidité ou basicité d'huiles par papier pH.

Les résultats obtenus sont présenté dans le **tableau III.5** ci- dessous.

**Tableau III.5** : Valeurs de pH d'huiles de chaque algue.

Algues	pH
<i>Tribonema</i>	5
<i>Périphyton</i>	6
<i>Spiruline E1</i>	6
<i>Spirogyra sp E2</i>	5,5
<i>Oscillatoria</i>	5
<i>Rhizoclonium</i>	6
<i>Spirogyra sp E1</i>	7
<i>Ulothrix</i>	5
<i>Spiruline E4</i>	6

D'après l'observation et la comparaison de morceau du papier pH on peut noter que l'extrait de *Spirogyra sp E1* est neutre et sa valeur est égale 7. Selon [58] a été trouvé le pH la même espèce est égale à 7 (caractéristique de pH ont été analysés par des méthodes standard d'analyse (AOAC, 1995)), et les extraites des autre algues sont des acides et ces valeurs approximatives sont environ de [5-6].



### III.7. Méthode d'analyse d'extrait d'algue

Dans cette partie on a fait l'analyse d'ester d'algue *Spirogyra sp* de région d'Ouargla par GC/MS.

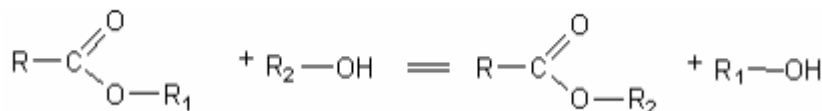
#### III.7.1. Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC/MS) :

Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse est aujourd'hui une des techniques les plus utilisées en chimie analytique. Le principe de cette technique consiste à transférer les composés séparés par chromatographie en phase gazeuse par la phase mobile (Gaz vecteur) dans le spectromètre de masse au niveau duquel, ils vont être fragmentés en ions de masse variables dont la séparation sera en fonction de leur masse.

La principale difficulté rencontrée lors de ce couplage est due à la grande différence de pression. En effet, la spectrométrie de masse requiert un niveau de pression très bas, alors que la chromatographie en phase gazeuse se déroule à un niveau de pression plus élevé. L'identification est ensuite réalisée par comparaison des indices de rétention et des spectres de masse des constituants individualisés avec ceux des produits de référence contenus dans des bibliothèques informatisées contenant plusieurs milliers de spectres [63].

#### III.7.2. Trans-estérification :

Nommée aussi alcoololyse, c'est la réaction entre un ester et un alcool conduisant à un ester différent [64].



**Figure III. 11** : Réaction générale de la transestérification [64].

Les esters méthyliques sont obtenus par la réaction de transestérification de triglycérides d'huile obtenue auparavant, dans notre cas on a utilisé le méthanol comme réactif pour la réaction et l'hydroxyde de sodium comme catalyseur [61].

#### III.7.3. Analyse par GC/MS

- La réalisation pratique de la réaction de trans-estérification est effectuée par la dissolution du catalyseur dans le méthanol ce qui demande d'agiter le mélange et de le chauffer très légèrement, la solution obtenue est ajoutée à l'huile et agitée vigoureusement, après deux heures d'agitation on verse le mélange dans une ampoule à décanter pour séparer l'huile (ester) [61].

➤ L'échantillon d'ester d'algue de *spirogyra sp* d'Ouargla récupérée a été soumis à une analyse chromatographie couplée à la spectrométrie de masse, en utilisant un chromatographie de type GC-2030 SHIMADZU couplée à une spectrométrie de masse de type GCMS-TQ8040 NX SHIMADZU. Le traitement des données a banque des données nommées NIST17 et W11N17MAIN1

Les conditions opératoires d'analyse par GC-MS.

- **Colonne :**

Phase stationnaire : 35% diphenyl /65% dimethylpolysiloxane.  
Nateur ; RTX-35.  
Longeur ; 30m  
Diaméter intèrieur ; 0,25mm

- **Température:**

Injecteur : 290 C°  
Décteur : 200 C°  
Colonne : 50 C° (1min) à 280 C° (20 min)  
Volume injecté : 1ul

- **Gas vecteur :**

Gas vecteur : l'hélium  
Début : 0.88 ml/min

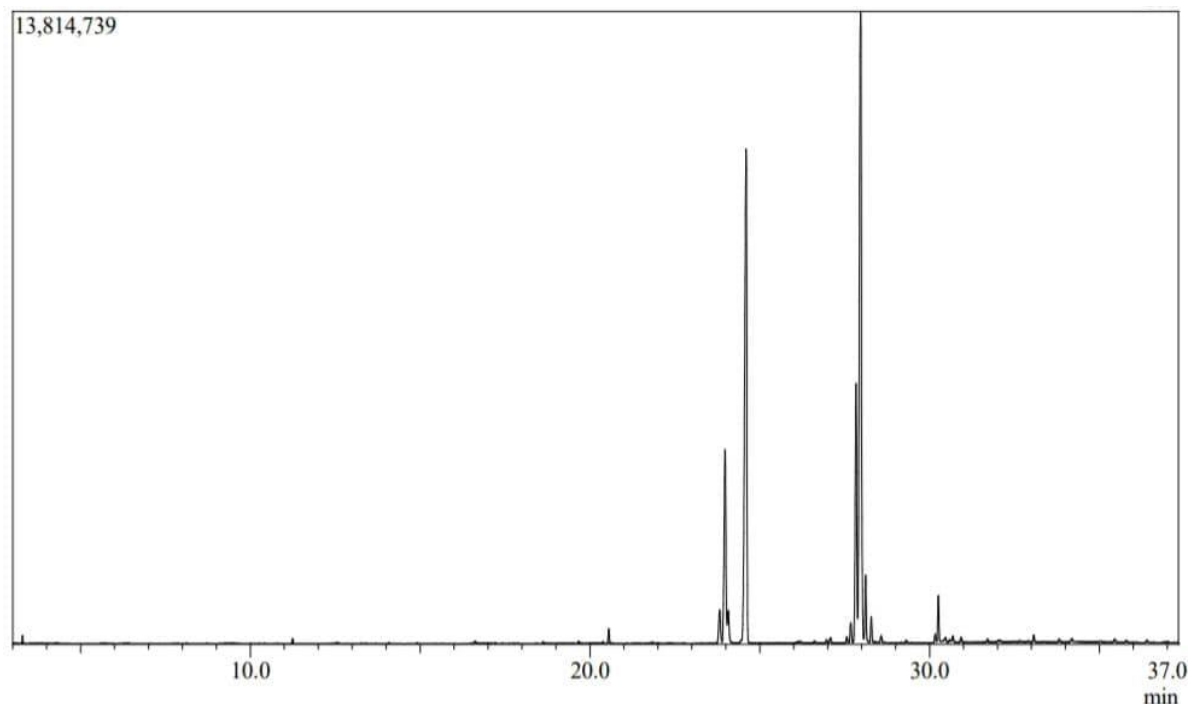
- **Le temps de programmation:**

Le temps : 37.33 min

- **Les paramètres du MS:**

Intervalle de masse : 45m/z jusqu'à 500m/z  
Décteur (kv) : 0.86

Les principaux composés médiateurs d'ester méthyle d'huile d'algue *spirogyra sp* E1 sont présentés sur la chromatographie GC-MS dans le (**Figure III.12**).



**Figure III.12** : Chromatogramme d'ester méthyle d'algue *spirogyra sp* E1.

Les composés de cet ester sont énumérés dans le tableau suivant :

**Tableau III. 6** : Présentation des composés chimiques détectés par la méthode en GC/MS.

Formule	Composé	Quantité%
C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>	Heptane, 2,4-dimethyl.	0.13
C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O	(-)-Carvone	0.13
C <sub>15</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub>	Methyl tetradecanoate.	0.47
C <sub>17</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub>	7, 10-Hexadecadienoic acid, methyl ester Methyl.	1.65
C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	Methyl 9,12-heptadecadienoate.	1.65
C <sub>19</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>	8, 11-Octadecadienoic acid, methyl ester.	10.88
C <sub>19</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	9, 12, 15-Octadecatrienoic acid, methyl ester, (Z, Z, Z).	36.95
C <sub>17</sub> H <sub>28</sub> O <sub>2</sub>	7, 10,13-Hexadecatrienoic acid, methyl ester.	9.66
C <sub>17</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	Methyl hexadec-9-enoate	1.54

C <sub>17</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>	Hexadecanoic acid, methyl ester	28.70
C <sub>21</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>	Omega.-3 Arachidonique Acid methyl ester.	0.79
C <sub>19</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub>	(6Z,9Z,12Z,15Z)-Methyloctadeca-6, 9, 12, 15 tetraenoate.	0.79
C <sub>21</sub> H <sub>38</sub> O <sub>2</sub>	trans, trans-9,12-Octadecadienoic acid, propyl ester.	10.88
C <sub>21</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub>	11, 14,17-Eicosatrienoic acid, methyl ester	36.95
C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O	Phytol.	2.42
C <sub>19</sub> H <sub>38</sub> O <sub>2</sub>	Heptadecanoic acid, 16-methyl-, methyl ester	0.88
C <sub>21</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	5,8,11,14,17-Eicosapentaenoic acid, methyl ester, (all-Z)	1.58
C <sub>22</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>	Heneicosapentaenoic Acid methyl ester.	1.58
C <sub>23</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub>	Docosapentaenoic Acid methyl ester.	1.58

L'examen de ce tableau montre que l'ester méthyle d'huile d'algue *SPIROGYRA SP RI* est principalement constituée de 11,14,17-Eicosatrienoic acid -methyl ester (36.95%), Hexadecanoic acid ,methyl ester (28.70%) et 9,12-Octcadiemoic acid (z,z),methyl ester (10.88%) sur le plan quantitatif .ce composé est accompagné des produits en faible quantité tel que : 2-hexadecen1-ol,3,7,11,15-tetrametyle, Omega 3 Arachidonique acid methyl ester .....etc.

### III.8.Conclusion

Dans cette étude expérimentale on conclut que :

- A partir des résultats des rendements des lipides d'extrait de neuf algues on a obtenu que l'espèce de *Spirogyra sp* de région d'Ouargla possède un teneur intéressant en lipides de 26.4% et pour les rendements faibles on trouve dans deux espèces *Tribonema* 5.75% et *Périphyton* 5.01%.
- Selon les résultats, les valeurs d'indice de réfraction des huiles d'algues montrent que les huiles de *Tribonema*, *Périphyton*, *Spirogyra sp E2* et *Spirogyra sp E1* sont qualitativement plus claire.

- A partir des résultats de l'étude des caractéristiques physiques des lipides des algues, on a trouvé que le pH de l'huile de *Spirogyra sp EI* est de l'ordre de 7, ce qui indique qu'il est neutre et que les autres espèces ont des propriétés acides.
- Les résultats de l'analyse chimique de la composition en esters d'huile par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse indiquent la présence de nombreux composés tels que : 8,11-Octadecadienoic acid, methyl ester (36.95%), methyl 9,12-heptadecadienoate (10.88%) et hexadecanoic acid, methyl ester (28.70%).

# **Conclusion générale**

### Conclusion générale

Ce travail présente l'étude de l'analyse et de production des omégas 3 et oméga 6 à partir des algues récolté au niveau national.

Au terme de cette étude, nous avons extraites les huiles de neuf algues, récoltés de divers régions de l'Algérie ; et sont identifiées par microscope, ces algues sont : *Tribonema*, *Périphyton*, *Spiruline* E1, *Spirogyra* sp E2, *Oscillatoria*, *Rhizoclonium*, *Spirogyra* sp E1, *Ulothrix* et *Spiruline* E4 prélèvent en différentes région d'algerien (Batna, Ouargla, El. Oued, Tamanrasset) et déterminer des caractéristiques physiques des huiles extraites (l'indice de réfraction et le pH).

A partir des résultats obtenus, nous pouvons conclure, ce qui suite :

D'après les rendements d'extraction des huiles des neuf algues par la méthode d'extraction au soxhlet, l'espèce de *Spirogyra* spE1 d'Ouargla à une teneur important en lipide avec un rendement de l'ordre de 26.4%.

Pour caractéristiques physiques d'huiles extraites (l'indice de réfraction et le pH), les résultats obtenus à partir de l'indice de réfraction déterminent une norme pour la pureté des huiles. Ce qui constaté que les huiles de *Tribonema*, *Périphyton*, *Spirogyra* sp E2 et *Spirogyra* sp E1 sont pures. Et que les valeurs le pH des huiles est entre 5 et 7.

L'analyse de la composition chimique d'ester méthyle d'huile d'algue *spirogyra* sp E1 a été réalisée par Chromatographie en phase gazeux couplée à la spectrométrie de la masse .19 composés sont identifiés dans d'ester d'huile .Les principaux composants de cette ester sont 8,11-Octadecadienoic acid, methyl ester methyl, 9,12-heptadecadienoate et hexadcanoic acid, methyl ester.

Il sera effectué l'analyse et la production des omégas 3 et oméga 6 par:

Chromatographie en couche mince CCM.

Chromatographie en phase liquide à haute performance CLHP.

Ce travail a été arrêté en raison de l'absence des réactifs utilisés.

### Recommandations :

Suite aux résultats de cette étude des points importants, à souligner comme perspectives:

- Il est intéressant d'intensifier les études sur les algues et les compléments alimentaires en Algérie, pour se tenir au courant des développements et pour suivre le rythme de l'évolution mondiale;
- Il est important de signaler l'intérêt que présentent les algues pour la santé et leurs utilisations dans compléments alimentaires.

# Références



**Références**

- [1] **Hind Zitouni**, Valorisation nutritionnelle d'algues marines du littoral Algérien chez le ruminant via des méthodes chimiques, biologiques et moléculaires, Thèse de Doctorat, Université des Frères Mentouri Constantine, (2015), PP : 1-8-20.
- [2] **Samir Fellous**, Etude biologique et biochimique de l'algue brune *Cytosira amantacea stricta* de la baie d'Oran, Thèse de doctorat, Université Djillali Liabes, (2018), PP : 1.
- [3] **Mérigout P**, Etude du métabolisme de la plante en réponse à l'apport de différents fertilisants et adjuvants culturaux. Influence des phytohormones sur le métabolisme azoté. Thèse de Doctorat, INRA Paris-Grignon, France, (2006), PP : 110
- [4] **Nedjma Djamil Bouamrane**, Ecosystemes aquatiques continentaux : Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique des eaux du barrage de Cheurfa (Sig, Mascara), Mémoire de Magister, Université d'Oran Es-Senia, (2008), PP : 6.
- [5] **Mr. Alem Mohammed**, Les compléments alimentaires à base d'algues, Thèse de Doctorat, Université Mohammed V-Rabat, (2015), PP : 6-9.
- [6] **N. Elmtili, F.Z. Fakihi Kachkach et M. El Harchi**, Les algues marines : nouvelle potentialité économique pour le Maroc. Quelle stratégie biotechnologique ? , Cahiers UAE, 8-9, (2013) : 1-7.
- [7] **Alexis Marsol-Valla , Ella Aittaa , Zheng Guob , and Baoru Yang**, Green technologies for production of oils rich in n-3 polyunsaturated fatty acids from aquatic sources, (2021).
- [8] **Lavialle M., Layé S**, Acides gras poly-insaturés (oméga 3, oméga 6) et fonctionnement du système nerveux central, Innovations Agronomiques 10 (2010), 25-42.
- [9] **Ramesh Kumar Saini\***, Young-Soo Keum, Omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids: Dietary sources, metabolism, and significance — A review, Life Sciences 203 (2018): 255-267.
- [10] **Adebiotech, Romainville**, Algues, filières du futur : Livre Turquoise., (2010), PP : 163.
- [11] **Mme. Hanane Oucif**, Valorisation des algues de la côte Ouest algérienne : potentiel antioxydant et hormonal, Thèse de Doctorat, Université d'Oran Ahmed Ben Bella, (2018), PP : 6-10.
- [12] **Hortense Faller**, Les Applications S et la toxicité des algues marines, Thèse de Doctorat, Université de Limoges, (2011), PP : 11.

- [15] Christophe Laplace-Treyture, Marie-Christine Peltre, Elisabeth Lambert, Sylvaine Rodrigue, Jean-Paul Vergon, Christian Chauvin, Guide pratique de détermination des algues macroscopiques d'eau douce et de quelques organismes hétérotrophes, (2014), p : 204.
- [17] Benyahia Djamila, Dadouche Amira, Inventaire préliminaire de la flore algale de la côte Ouest de Bejaia : cas de Sahe, Mémoire de Master, Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A, (2019), PP : 5.
- [18] Aïcha Zellal, La Croissance et le développement d'une Rhodophyte Agarophyte ,Gelidium sesquipedale de la côte de Mostaganem (ouest algérien): Etude préliminaire, Mémoire de Magister, Université d'oran, (2012), PP : 10-11.
- [19] M<sup>me</sup> Bouchoukh Imane, Cours de Botanique 2ème année LMD, Université Constantine- 1, (2016/2017), PP : 5.
- [24] Tarik Ainane, Valorisation de la biomasse algale du Maroc : Potentialités pharmacologiques et Applications environnementales, cas des algues brunes Cystoseira tamariscifolia et Bifurcaria bifurcata, Thèse de Doctorat, Université Hassan II – Casablanca, (2011), PP : 6-7.
- [25] Amel Zehlila, Caractérisation structurale et fonctionnelle des métabolites de l'algue verte Ulva rigida au moyen d'une approche protéomique, Thèse de Doctorat, Université Tunis EL Manar, (2017), PP : 10.
- [26] Tiouane Roukia, Bouzidi Saida, Etude de l'activité antioxydante in vitro des extraits bruts de l'algue brune : Padina pavonica, Mémoire de Master, (2018), PP : 7.
- [27] Dominique Hermier, Impact métabolique des acides gras saturés/insaturés, (2010), 10, 11-23.
- [28] Magali Peter, Profil et métabolisme des acides gras dans les tissus de la perche commune Perca fluviatilis L, Thèse de Doctorat, Université DE Lorraine, (2008), PP: 16.
- [29] Stéphanie Auguste, Le rôle des acides gras oméga-3 sur la balance énergétique, la régulation de l'appétit, l'état émotionnel et l'implication du récepteur GPR120, Thèse de Doctorat, Université De Montréal, (2016), PP : 32.
- [30] Céline Trentecuisse, L'implication des oméga-3 dans la maladie d'Alzheimer, Thèse de Doctorat, Université DE Lorraine, (2015), PP : 14.
- [32] Pascale Sautot, Propriétés d'auto-assemblage de phospholipides riches en acides gras polyinsaturés : caractérisation physico-chimique et simulation de bicouches par dynamique moléculaire, Thèse de Doctorat, institut national polytechnique de lorraine, (2011), PP : 24-25-30.

- [33]M. Libert Julien, Oméga-3 : Quelle supplémentation apporte le meilleur bénéfice thérapeutique pour le patient ? Thèse de Doctorat, Université de Lille, (2019), PP : 21.
- [34]Marion Luccarini, Le rôle des apports en acides gras polyinsaturés dans la prévention du risque d'accouchement prématuré, Thèse de Doctorat, Université De Rouen, (2015), PP : 24.
- [35]Dr. François Mendy, Un regard passionné sur les lipides ou matières grasses, Ouvrage publié avec le concours de l'interprofession des huiles et protéines végétales ,Terres Univia, et de l'institut technique, Terres Inovia, (2016) ? PP : 19.
- [36]Sophie Vibet, Augmentation de la sensibilité des cellules tumorales mammaires aux agents anticancéreux par les acides gras polyinsaturés n-3 : rôle du statut oxydant et de la vascularisation tumorale, Thèse de Doctorat, Université François – Rabelais, (2008), PP : 48.
- [37]Mala Khan<sup>1</sup> , Md. Moshir Rahman<sup>1</sup> , S Zaman<sup>2</sup> , Turjo Arif Jahangir<sup>2</sup> , M H Razu<sup>1</sup>, Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids from Algae,(2015),
- [39]Al-Khudairy L, Hartley L, Clar C, Flowers N, Hooper L, Rees K. Omega 6 fatty acids for the primary prevention of cardiovascular disease. Cochrane Database of Systematic Reviews (2015), Issue 11.
- [41]Julie Latreille, Approche épidémiologique du rôle des acides gras sur le vieillissement cutané dans le cadre de l'étude SU.VI.MAX, Thèse de Doctorat, (2013), PP ; 32.
- [42]Danièle Spielmann et François Mendy \*, Nomenclature, synthèse et métabolisme des acides gras insaturés, (1993), 7: 3-18.
- [43]Sabrina Giraud, Oméga 3 et syndrome métabolique, Thèse de Doctorat, Université Joseph Fourier, (2006), PP : 36.
- [44]Anne Létondor, Effets des acides gras polyinsaturés n-3 sur les processus cibles des rétinoïdes impliqués dans la plasticité synaptique et la mémoire au cours du vieillissement, Thèse de Doctorat, L'université bordeaux 1 1, (2013), PP : 36.
- [45]M<sup>elle</sup>. Benatmane Fatiha, Impact des aliments enrichis en acides gras polyinsaturés n-3 sur les performances zootechniques et la qualité nutritionnelle des viandes : cas du lapin et du poulet de chair, Thèse de Doctorat, Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou, (2012), PP : 34.
- [46]Matthias B Schulze, Anne Marie Minihane, Rasha Noureldin M Saleh, Ulf Risérus, Intake and metabolism of omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids: nutritional implications for cardiometabolic diseases,(2020), PP: 1-3.

- [47]Sébastien Czernichow, Daniel Thomas, Eric Bruckert, Acides gras oméga-6 et maladies cardiovasculaires Recommandations en matière d'apport alimentaire, médecine/sciences (2011), 27 : 614-8.
- [48]Ruairi Robertson, Freddy Guihéneuf, Matthias Schmid, Dagmar B. Stengel, Gerald Fitzgerald,4 Paul Ross, and Catherine Stanton,\* Algae-Derived polyunsaturated fatty acids; Implications for human health ,(2013).
- [49]Ferreira G.F., Rios Pinto L.F., Maciel Filho R., Vasconcelos Fregolente L , Microalgal Biomass as a Source of Polyunsaturated Fatty Acids for Industrial Application: a Mini-review, Chemical Engineering Transactions, 74, (2019), 163-168
- [51]Leandro Galvàn D'Alessandro, Eco-procédés pour la récupération selective d'antioxydants à partir d'Aronia melanocarpa et ses co-produits, Thèse de Doctorat, Université Lille 1, (2013), PP : 30.
- [53]M<sup>lle</sup> Khadija EL Mrabet, Développement d'une méthode d'analyse de résidus de pesticides par dilution isotopique associée à la chromatographie en liquide couplée à la spectrométrie de masse en tandem dans les matrices céréalières après extraction en solvant chaud pressurisé,Thèse De Doctorat, Université pierre et marie curie ,(2008),PP:61.
- [54]Ch. A. WURTZ, Dict. de chimie pure et appliquée, t. 1, 1869-1878, PP 31
- [58] Ankaj Kumar, M.R. Suseela\* and Kiran Toppo, Physico-Chemical Characterization of Algal oil: a Potential Biofuel, (2011), 2(3): 493-497.
- [59]I.M. Rizwanul Fattah,\* , M.Y. Noraini , M. Mofijur , A. S. Silitonga , Irfan Anjum Badruddin 5,6 , T.M. Yunus Khan 6 , Hwai Chyuan Ong 1,\* and T.M.I. Mahlia 1,\* , Lipid Extraction Maximization and Enzymatic Synthesis of Biodiesel from Microalgae,( 2020), 10, 6103,2-18.
- [60]Boonyawee Saengsawanga , Prakash Bhuyarb , Numchok Manmaia , Vinoth Kumar Ponnusamyc , Rameshprabu Ramaraja , Yuwalee Un papromd, The optimization of oil extraction from macroalgae, Rhizoclonium sp. by chemical methods for efficient conversion into biodiesel, Fuel 274 (2020) 11784.
- [61]Souad Zighmi, Production de biodiesel et optimisation des paramètres des procédés de culture des microorganisms, Thèse de Doctorat, Université Kasdi-Merbah OUARGLA, (2017), PP : 45.

[62]Vahid M. Aïssi1, Mohamed M. Soumanou1\*, Fidèle P. Tchobo1, Denis Kiki2, Etude comparative de la qualité des huiles végétales alimentaires raffinées en usage au Bénin, Bulletin d'Informations de la Société Ouest Africaine de Chimie (2009) N°06 ; 25 – 37

[63]Souilah Nabila, «Etude de la composition chimique et des propriétés thérapeutiques traditionnelles et modernes des huiles essentielles et des composés phénoliques de quelques espèces du Nord-est algérien », Thèse de Doctorat, Université des Frères Mentouri Constantine 1, (2018), PP : 31

[64]Hamad Berna, « Transestérification des huiles végétales par l'éthanol en conditions douces par catalyses hétérogènes acide et basique », Université Claude Bernard - Lyon I, (2012), PP : 29.

### Site web :

[13][https://agronomie.info/fr/wp-content/uploads/2021/04/algues-micro-  
algues\\_shutterstock\\_1042159933-e1532715739261.jpg](https://agronomie.info/fr/wp-content/uploads/2021/04/algues-micro-algues_shutterstock_1042159933-e1532715739261.jpg) Consulter le 20/03/2021.

[14][https://image.jimcdn.com/app/cms/image/transf/none/path/s6bb5c91357b988df/image/i6e81  
3fce71437e38/version/1400511324/image.jpg](https://image.jimcdn.com/app/cms/image/transf/none/path/s6bb5c91357b988df/image/i6e813fce71437e38/version/1400511324/image.jpg) Consulter le 20/03/2021.

[16][https://cdn.futurasciences.com/buildsv6/images/mediumoriginal/c/6/6/c66c070d66\\_5009908  
1\\_11178-7bcde5d24e.jpg](https://cdn.futurasciences.com/buildsv6/images/mediumoriginal/c/6/6/c66c070d66_50099081_11178-7bcde5d24e.jpg) Consulter le 22/03/2021.

[20][https://www.actualites.uqam.ca/sites/default/files/site/default/upload/2013/2951\\_p2.jpg](https://www.actualites.uqam.ca/sites/default/files/site/default/upload/2013/2951_p2.jpg)

Consulter le 22/03/2021.

[21][http://nature22.com/estran22/vegetaux/rouges/callophyllis\\_laciniata2-mc.jpg](http://nature22.com/estran22/vegetaux/rouges/callophyllis_laciniata2-mc.jpg) Consulter le 22/03/2021.

[22][https://previews.123rf.com/images/zosimus/zosimus1709/zosimus170900454/87161255-  
fucus-v%C3%A9siculeux-fucus-vesiculosus-une-algue-brune-de-l-oc%C3%A9an-atlantique-  
.jpg](https://previews.123rf.com/images/zosimus/zosimus1709/zosimus170900454/87161255-fucus-v%C3%A9siculeux-fucus-vesiculosus-une-algue-brune-de-l-oc%C3%A9an-atlantique.jpg) Consulter le 24/03/2021.

[23][https://cdn.futurasciences.com/buildsv6/images/largeoriginal/5/a/a/5aa8119957\\_50003834\\_1  
aituemer-peterbondochristensenjpg.jpg](https://cdn.futurasciences.com/buildsv6/images/largeoriginal/5/a/a/5aa8119957_50003834_1aituemer-peterbondochristensenjpg.jpg) Consulter le 24/03/2021.

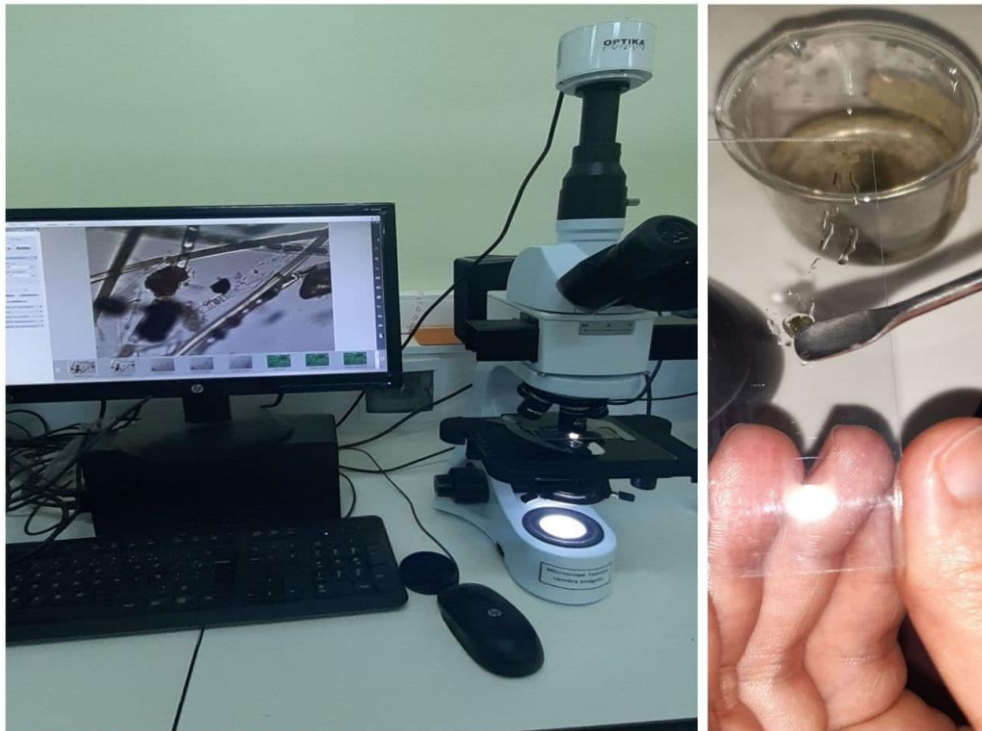
[31][https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S1957255711702346-art4\\_fig4.jpg](https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S1957255711702346-art4_fig4.jpg) Consulter le 24/05/2021.

- [38]<https://d3i71xaburhd42.cloudfront.net/f4526b7230c95957f68a5af4d7ec1e4eaa9af776/2-Figure1-1.png> Consulter le 27/05/2021.
- [40]<https://www.researchgate.net/profile/KrupanidhiSrirama/publication/5630480/figure/fig1/AS:339565517787138@1457970136669/Fig-1-Omega-3-and-Omega-6-Fatty-Acid-Structures-and-EPA-DHA-Synthesis-Pathway-A.png> . Consulter le 27/05/2021.
- [50][https://lh3.googleusercontent.com/proxy/Hk1113ORBCMtSI8WfRI-0\\_rG-f5QuPr6a3\\_9GDviS6Cx7CO64MFIOS0HL9QtwrRigdWRINaqIHHvzowwhy9dpldsFSh3K3gQmhc5P3rhA-zkRPQq43GGPx2SD0frxEvm6R](https://lh3.googleusercontent.com/proxy/Hk1113ORBCMtSI8WfRI-0_rG-f5QuPr6a3_9GDviS6Cx7CO64MFIOS0HL9QtwrRigdWRINaqIHHvzowwhy9dpldsFSh3K3gQmhc5P3rhA-zkRPQq43GGPx2SD0frxEvm6R). Consulter le 29/05/20
- [52][https://www.researchgate.net/profile/Dr-Ing-Samuel-Kofi-Tulashie/publication/318383308/figure/fig4/AS:571766046826496@1513331056597/Soxhlet-extraction-set-up-for-the-algae-oil-extraction-process\\_Q640.jpg](https://www.researchgate.net/profile/Dr-Ing-Samuel-Kofi-Tulashie/publication/318383308/figure/fig4/AS:571766046826496@1513331056597/Soxhlet-extraction-set-up-for-the-algae-oil-extraction-process_Q640.jpg) Consulter le 01/06/2021
- [55]<https://www.turbosquid.com/fr/3d-models/c3h6o-molecule-acetone-3d-model-1420779>  
Consulter le: 6/07/2021
- [56]<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Hexane> Consulter le : 07/07/2021.
- [57][https://tse3.mm.bing.net/th?id=OIP.zF\\_jaBXb7Bw7VqMCJbYGjgHaDh&pid=Api&P=0&w=345&h=165](https://tse3.mm.bing.net/th?id=OIP.zF_jaBXb7Bw7VqMCJbYGjgHaDh&pid=Api&P=0&w=345&h=165) Consulter le : 07/07/2021.

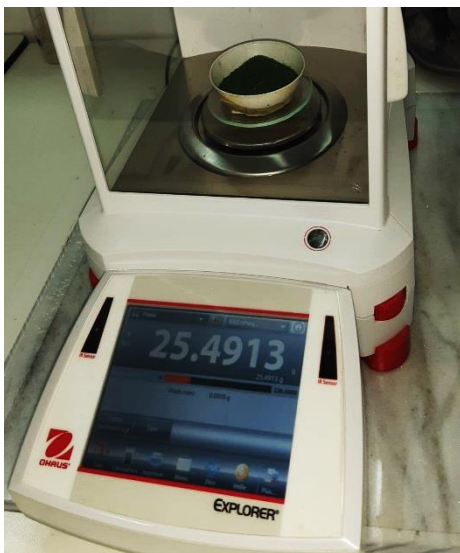
# **Annexes**

**Annexes**

**Annexes 1 :** Microscope optique utilisée pour l'identification des espèces algues.



**Annexe 2 :** L'appareil et produit utilisés pour l'extraction des lipides.



Balance analytique.



Montage d'appareil soxhlet 6 postes (E816).





Les caractéristiques physico-chimiques d'acétones.



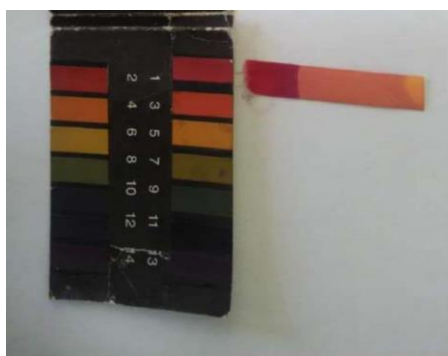
Propriété	Type	Valeur	Température (°C)
Point de fusion (°C)	Expérimental	-94	—
Point	Expérimental	56,2	—
d'ébullition (°C)			
Densité (g/mL)	Expérimental	0,7899	20
Pression de vapeur (Pa)	Expérimental	24,7	20
Pression de vapeur (Pa)	Expérimental	30,8	25
Constante de la loi de Henry (Pa·m <sup>3</sup> /mol)	Expérimental	4,32 (4,26 × 10 <sup>-5</sup> atm·m <sup>3</sup> /g·mol) <sup>a</sup>	25,2
Constante de la loi de Henry (Pa·m <sup>3</sup> /mol)	Expérimental	3,55	25
Log K <sub>oe</sub> (sans dimension)	Expérimental	-0,24	—
Log K <sub>co</sub> (sans dimension)	Expérimental	0,99	—
Hydrosolubilité (mg/L)	Expérimental	Miscible avec l'eau	20
Hydrosolubilité (mg/L)	Expérimental	Infinie	—
Hydrosolubilité (mg/L)	Modélisé	2,7 × 10 <sup>5</sup>	25
pK <sub>a</sub> (sans dimension)	Expérimental	20	—

## Les caractéristiques physico-chimiques de n-hexane.

Formule et structure moléculaires	$C_6H_{14}$		1
Masse molaire (g/mol)	86,18		2
Densité à 25 °C (g/mL)	0,659		3
Température d'ébullition (°C)	68,73		2
Solubilité dans l'eau à 25 °C (mg/L)	9,5		2
Log P <sup>4</sup>	3,90		1
Flash point (°C)	- 22		1
Sécurité <sup>5</sup>			1



## Annexes 3 : Les appareils utilisés pour les caractéristiques physiques d'lipides.

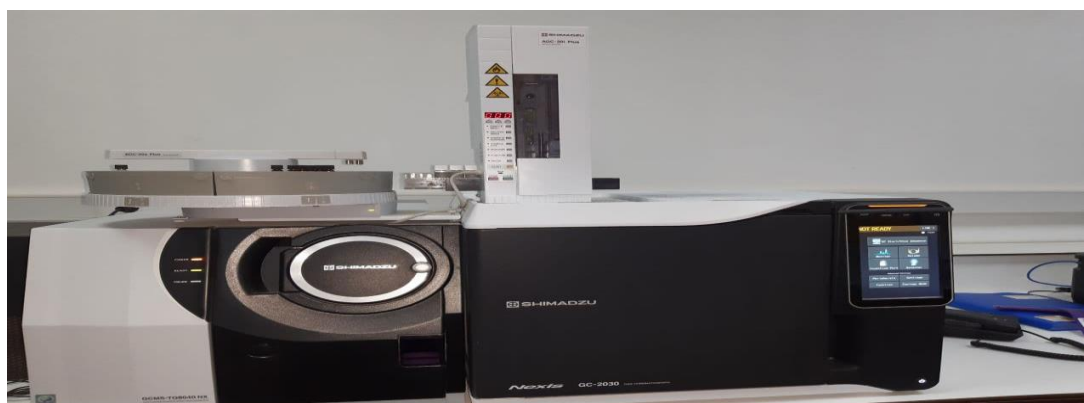


(A) Papier pH.



(B) Réfractomètre .

## Annexe 4 : l'appareil et les résultats de GC/MS (les spectres).



## Montage d'appareil GC/MS.

Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Peak Report TIC		Height	Height%	A/H	Name
				Area	Area%				
1	3.046	3.025	3.075	15026	0.01	11835	0.03	1.27	
2	3.289	3.250	3.320	212119	0.13	175920	0.41	1.21	
3	4.318	4.290	4.360	32180	0.02	22002	0.05	1.46	
4	11.244	11.200	11.290	210551	0.13	109518	0.26	1.92	
5	12.559	12.505	12.625	80331	0.05	26981	0.06	2.98	
6	14.080	14.040	14.120	39097	0.02	15792	0.04	2.48	
7	16.622	16.570	16.690	142542	0.09	49534	0.12	2.88	
8	17.213	17.170	17.270	54825	0.03	21320	0.05	2.57	
9	18.628	18.580	18.670	85717	0.05	38417	0.09	2.23	
10	19.664	19.620	19.710	104359	0.06	47997	0.11	2.17	
11	20.123	20.080	20.205	77119	0.05	17449	0.04	4.42	
12	20.385	20.330	20.435	99378	0.06	38569	0.09	2.58	
13	20.553	20.495	20.610	762857	0.47	324184	0.76	2.35	
14	21.836	21.785	21.890	85794	0.05	32194	0.08	2.66	
15	22.024	21.980	22.085	35429	0.02	11472	0.03	3.09	
16	22.332	22.285	22.410	56127	0.03	13773	0.03	4.08	
17	23.819	23.730	23.885	2694255	1.65	724029	1.71	3.72	
18	23.980	23.885	24.035	15779227	9.66	4226150	9.95	3.73	
19	24.071	24.035	24.215	2520961	1.54	707870	1.67	3.56	
20	24.597	24.380	24.725	46876903	28.70	10788495	25.41	4.35	
21	26.099	26.045	26.140	117611	0.07	40107	0.09	2.93	
22	26.187	26.140	26.255	146813	0.09	46035	0.11	3.19	
23	26.612	26.555	26.675	146376	0.09	47648	0.11	3.07	
24	26.969	26.910	27.025	197445	0.12	72212	0.17	2.73	
25	27.083	27.025	27.145	343354	0.21	124626	0.29	2.76	
26	27.566	27.500	27.620	386090	0.24	134158	0.32	2.88	
27	27.680	27.620	27.745	1292028	0.79	447830	1.05	2.89	
28	27.835	27.745	27.885	17776457	10.88	5667143	13.35	3.14	
29	27.971	27.885	28.060	60340812	36.95	13780933	32.46	4.38	
30	28.117	28.060	28.220	3944941	2.42	1478816	3.48	2.67	
31	28.283	28.220	28.345	1445076	0.88	561139	1.32	2.58	
32	28.377	28.345	28.430	48342	0.03	15605	0.04	3.10	
33	28.575	28.510	28.655	415153	0.25	150081	0.35	2.77	
34	29.312	29.260	29.375	143799	0.09	54808	0.13	2.62	
35	30.166	30.100	30.205	466846	0.29	184646	0.43	2.53	
36	30.258	30.205	30.320	2581833	1.58	1023538	2.41	2.52	
37	30.375	30.320	30.400	124889	0.08	31091	0.07	4.02	
38	30.468	30.400	30.530	442073	0.27	115238	0.27	3.84	
39	30.591	30.530	30.620	175618	0.11	62409	0.15	2.81	
40	30.686	30.620	30.755	430233	0.26	141168	0.33	3.05	
41	30.927	30.870	30.990	290666	0.18	112385	0.26	2.59	
42	31.030	30.990	31.055	21257	0.01	6214	0.01	3.42	
43	31.706	31.660	31.745	145303	0.09	66821	0.16	2.17	
44	32.024	31.980	32.050	94700	0.06	40704	0.10	2.33	
45	32.081	32.050	32.150	113386	0.07	46836	0.11	2.42	
46	32.498	32.450	32.570	62505	0.04	23464	0.06	2.66	
47	32.649	32.600	32.700	77401	0.05	34255	0.08	2.26	
48	32.737	32.700	32.775	38810	0.02	17970	0.04	2.16	
49	32.897	32.855	32.950	64066	0.04	25154	0.06	2.55	
50	33.068	33.010	33.160	400470	0.25	153441	0.36	2.61	
51	33.361	33.320	33.440	81014	0.05	21796	0.05	3.72	
52	33.820	33.765	33.890	171043	0.10	62277	0.15	2.75	
53	34.189	34.125	34.250	197369	0.12	67745	0.16	2.91	
54	35.025	34.970	35.085	76571	0.05	25659	0.06	2.98	
55	35.455	35.395	35.530	209498	0.13	66728	0.16	3.14	
56	35.792	35.730	35.860	131631	0.08	40879	0.10	3.22	
57	36.404	36.340	36.475	157528	0.10	44246	0.10	3.56	
58	37.009	36.965	37.085	60389	0.04	19649	0.05	3.07	
				163324193	100.00	42458955	100.00		

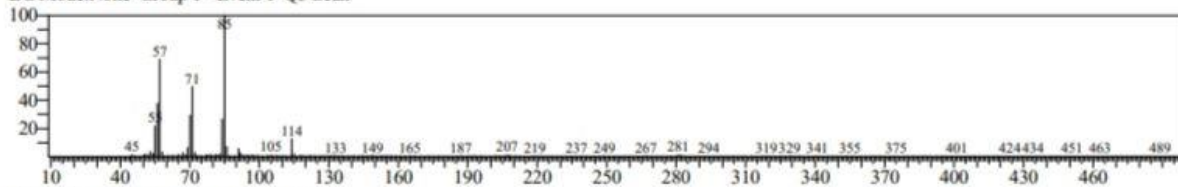
## Library

&lt;&lt; Target &gt;&gt;

Line#:1 R.Time:3.290(Scan#:59) MassPeaks:456

RawMode:Averaged 3.215-3.360(44-73) BasePeak:85.10(6508)

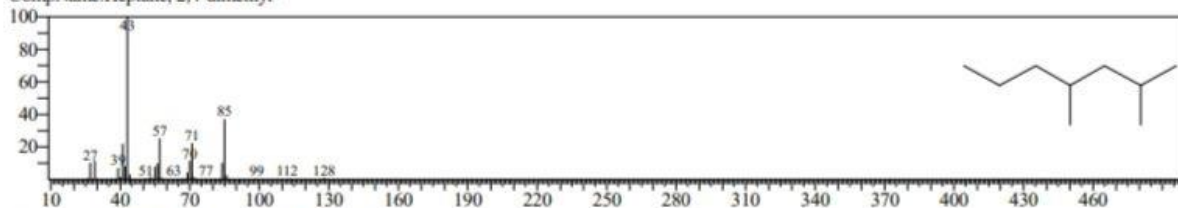
BG Mode:None Group 1 - Event 1 Q3 Scan



Hit#:1 Entry:14176 Library:NIST17.lib

SI:92 Formula:C9H20 CAS:2213-23-2 MolWeight:128 RetIndex:788

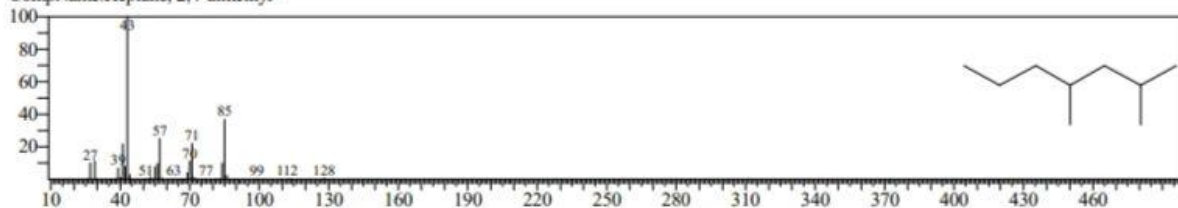
CompName:Heptane, 2,4-dimethyl-



Hit#:2 Entry:30908 Library:W11N17MAIN1.lib

SI:92 Formula:C9H20 CAS:2213-23-2 MolWeight:128 RetIndex:788

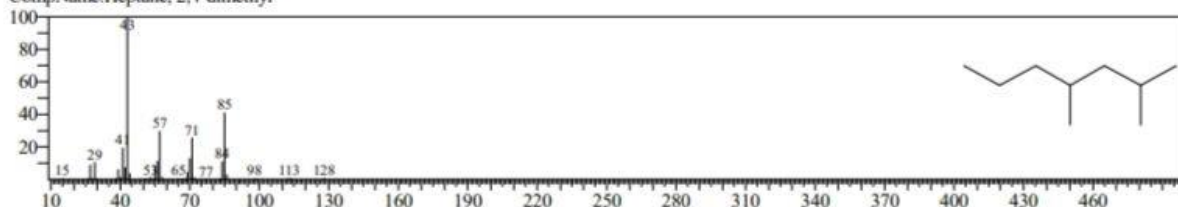
CompName:Heptane, 2,4-dimethyl-



Hit#:3 Entry:30909 Library:W11N17MAIN1.lib

SI:91 Formula:C9H20 CAS:2213-23-2 MolWeight:128 RetIndex:788

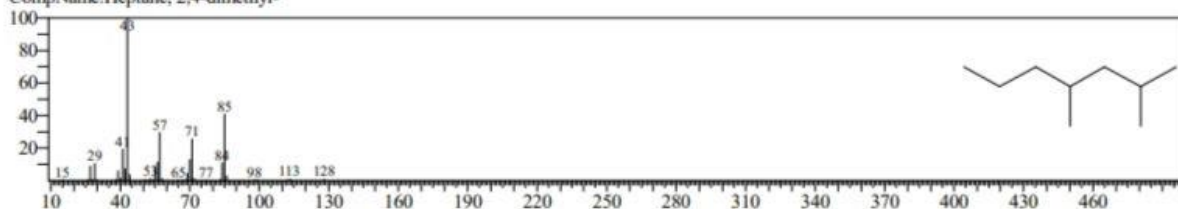
CompName:Heptane, 2,4-dimethyl-



Hit#:4 Entry:14128 Library:NIST17.lib

SI:91 Formula:C9H20 CAS:2213-23-2 MolWeight:128 RetIndex:788

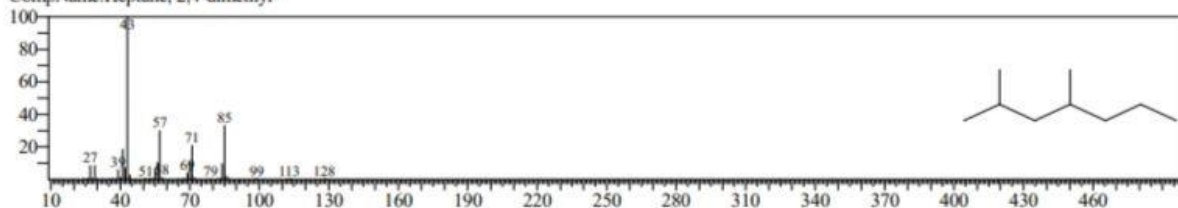
CompName:Heptane, 2,4-dimethyl-



Hit#:5 Entry:30905 Library:W11N17MAIN1.lib

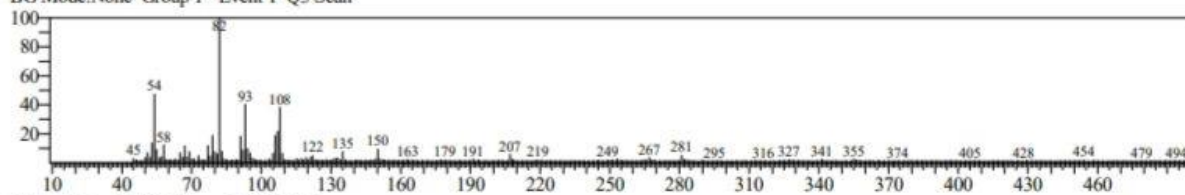
SI:91 Formula:C9H20 CAS:2213-23-2 MolWeight:128 RetIndex:788

CompName:Heptane, 2,4-dimethyl-

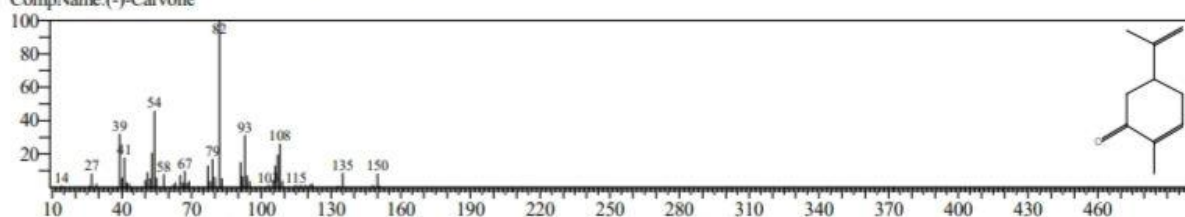


&lt;&lt; Target &gt;&gt;

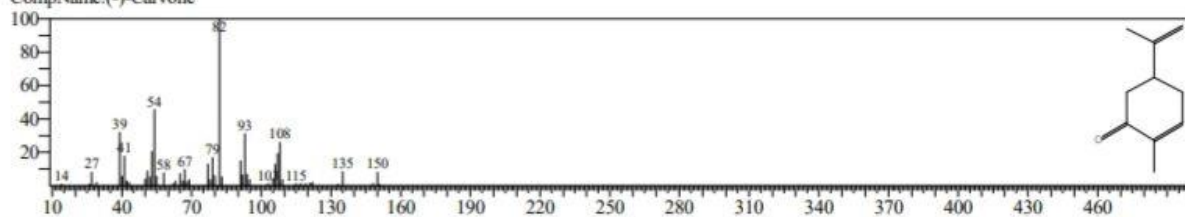
Line#:2 R.Time:11.245(Scan#:1650) MassPeaks:456  
RawMode:Averaged 10.995-11.445(1600-1690) BasePeak:82.05(1867)  
BG Mode:None Group 1 - Event 1 Q3 Scan



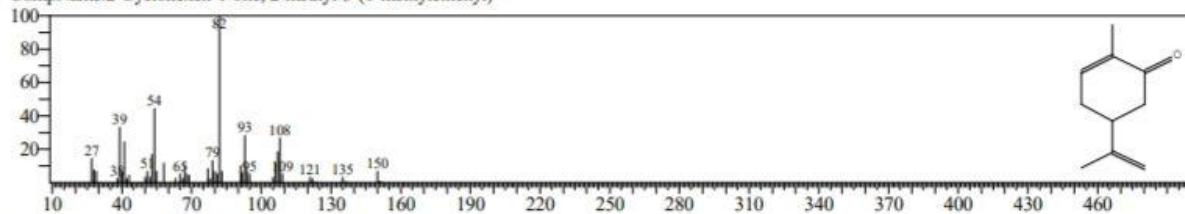
Hit#:1 Entry:27160 Library:NIST17.lib  
SI:90 Formula:C10H14O CAS:6485-40-1 MolWeight:150 RetIndex:1190  
CompName:(-)-Carvone



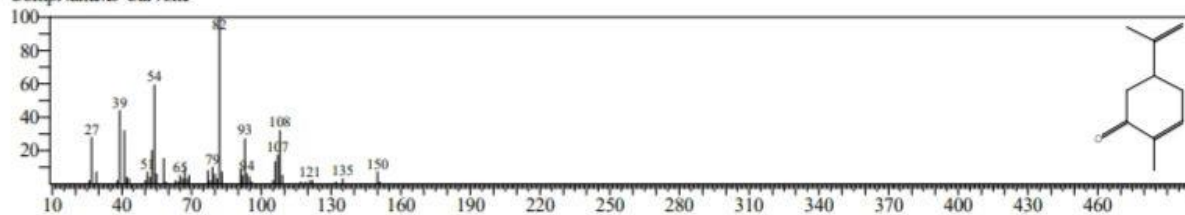
Hit#:2 Entry:63095 Library:W11N17MAIN1.lib  
SI:90 Formula:C10H14O CAS:6485-40-1 MolWeight:150 RetIndex:1190  
CompName:(-)-Carvone



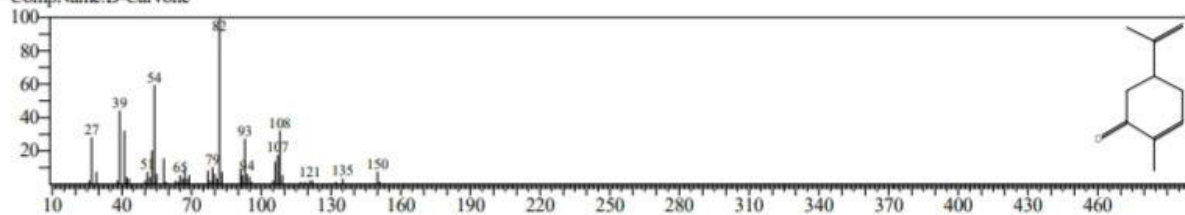
Hit#:3 Entry:63094 Library:W11N17MAIN1.lib  
SI:89 Formula:C10H14O CAS:2244-16-8 MolWeight:150 RetIndex:1190  
CompName:2-Cyclohexen-1-one, 2-methyl-5-(1-methylethenyl)-



Hit#:4 Entry:63106 Library:W11N17MAIN1.lib  
SI:89 Formula:C10H14O CAS:2244-16-8 MolWeight:150 RetIndex:1190  
CompName:D-Carvone

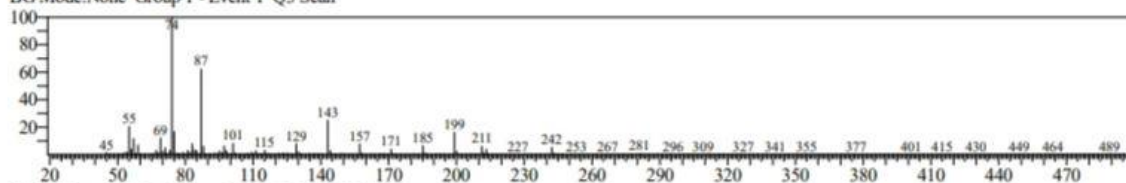


Hit#:5 Entry:27325 Library:NIST17.lib  
SI:89 Formula:C10H14O CAS:2244-16-8 MolWeight:150 RetIndex:1190  
CompName:D-Carvone

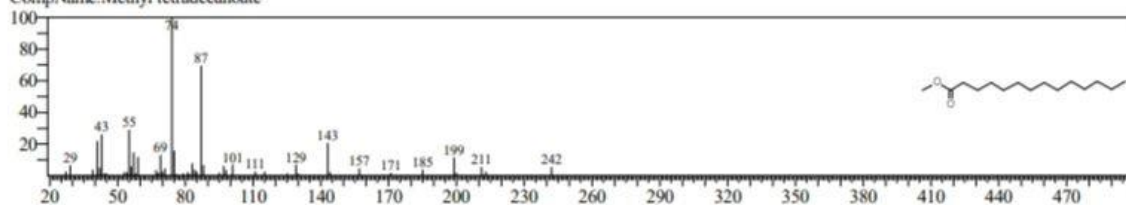


&lt;&lt; Target &gt;&gt;

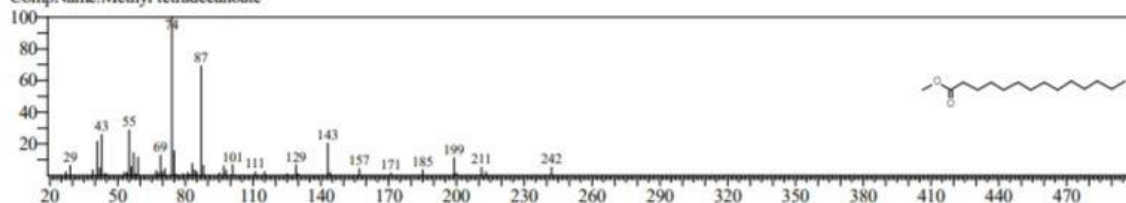
Line#:3 R.Time:20.555(Scan#:3512) MassPeaks:456  
RawMode:Averaged 20.415-20.630(3484-3527) BasePeak:74.05(14452)  
BG Mode:None Group 1 - Event 1 Q3 Scan



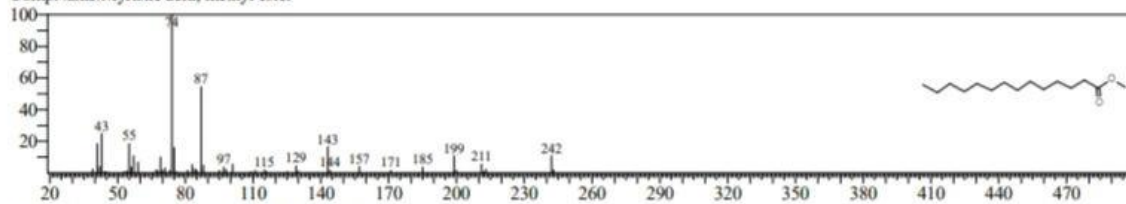
Hit#:1 Entry:335056 Library:W11N17MAIN1.lib  
SI:95 Formula:C15H30O2 CAS:124-10-7 MolWeight:242 RetIndex:1680  
CompName:Methyl tetradecanoate



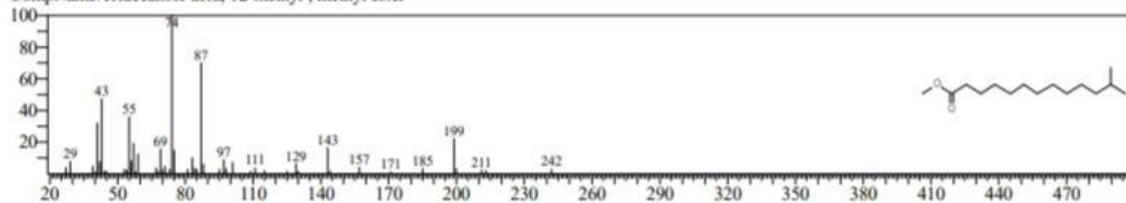
Hit#:2 Entry:114635 Library:NIST17.lib  
SI:95 Formula:C15H30O2 CAS:124-10-7 MolWeight:242 RetIndex:1680  
CompName:Methyl tetradecanoate



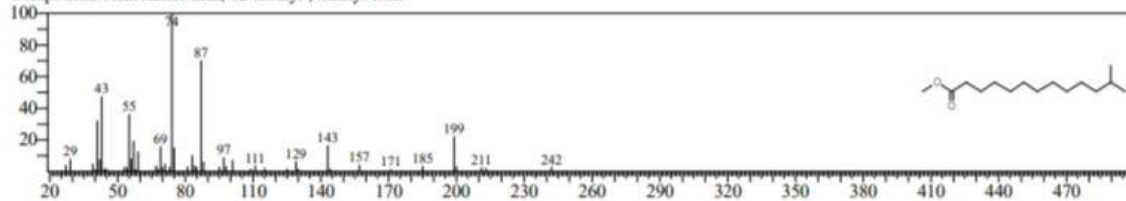
Hit#:3 Entry:335062 Library:W11N17MAIN1.lib  
SI:94 Formula:C15H30O2 CAS:124-10-7 MolWeight:242 RetIndex:1680  
CompName:Myristic acid, methyl ester



Hit#:4 Entry:334929 Library:W11N17MAIN1.lib  
SI:93 Formula:C15H30O2 CAS:5129-58-8 MolWeight:242 RetIndex:1615  
CompName:Tridecanoic acid, 12-methyl-, methyl ester

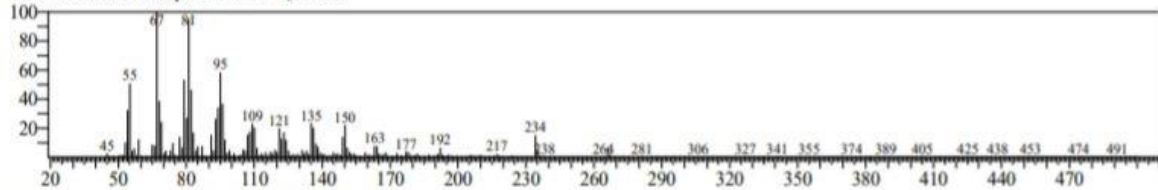


Hit#:5 Entry:114634 Library:NIST17.lib  
SI:93 Formula:C15H30O2 CAS:5129-58-8 MolWeight:242 RetIndex:1615  
CompName:Tridecanoic acid, 12-methyl-, methyl ester

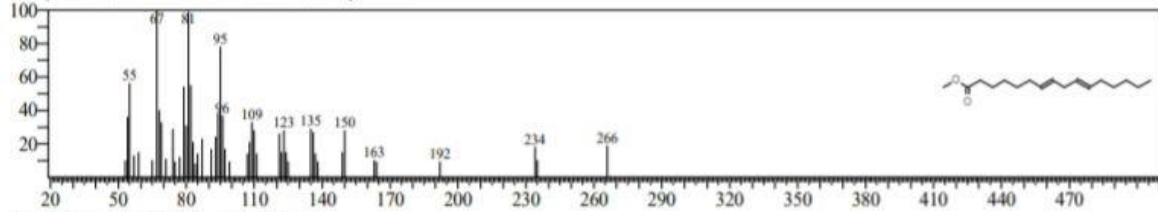


&lt;&lt; Target &gt;&gt;

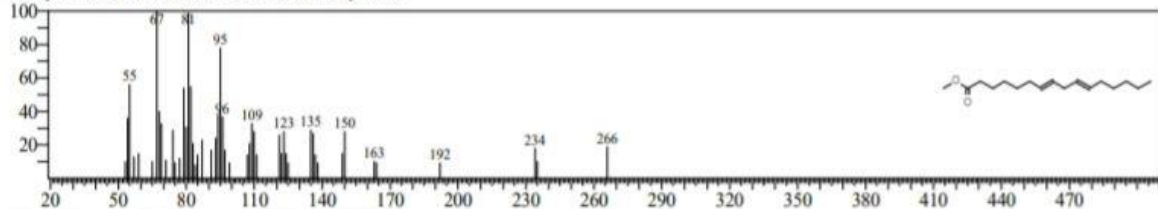
Line#:4 R.Time:23.820(Scan#:4165) MassPeaks:456  
 RawMode:Averaged 23.680-23.875(4137-4176) BasePeak:67.05(19157)  
 BG Mode:None Group 1 - Event 1 Q3 Scan



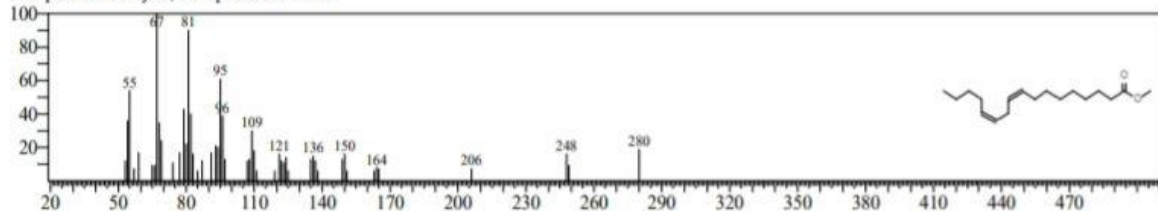
Hit#:1 Entry:419456 Library:W11N17MAIN1.lib  
 SI:92 Formula:C17H30O2 CAS:16106-03-9 MolWeight:266 RetIndex:1894  
 CompName:7,10-Hexadecadienoic acid, methyl ester



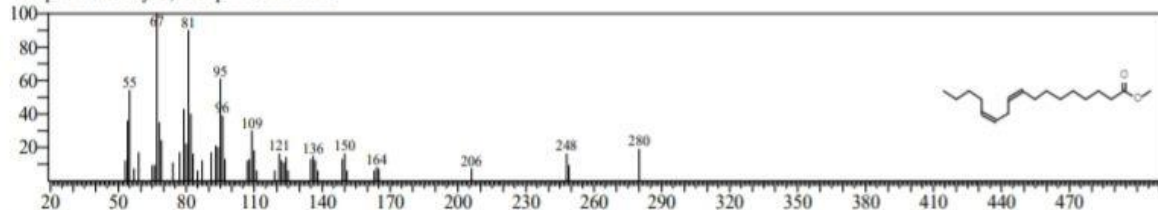
Hit#:2 Entry:139688 Library:NIST17.lib  
 SI:92 Formula:C17H30O2 CAS:16106-03-9 MolWeight:266 RetIndex:1894  
 CompName:7,10-Hexadecadienoic acid, methyl ester



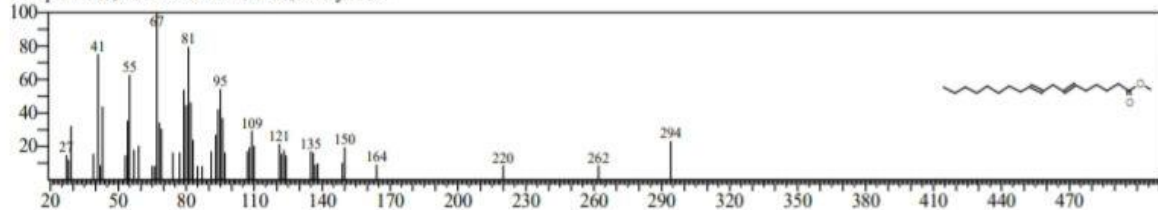
Hit#:3 Entry:468606 Library:W11N17MAIN1.lib  
 SI:91 Formula:C18H32O2 CAS:0-00-0 MolWeight:280 RetIndex:1994  
 CompName:Methyl 9,12-heptadecadienoate



Hit#:4 Entry:154745 Library:NIST17.lib  
 SI:91 Formula:C18H32O2 CAS:0-00-0 MolWeight:280 RetIndex:1994  
 CompName:Methyl 9,12-heptadecadienoate

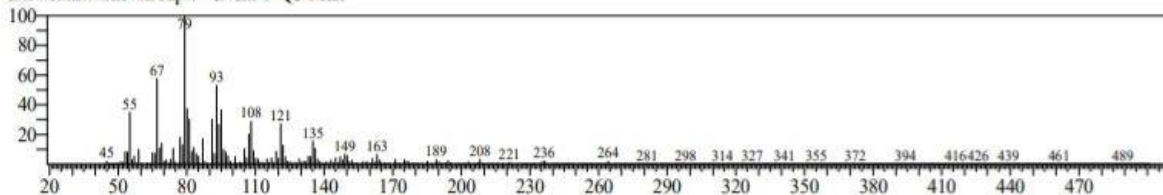


Hit#:5 Entry:517123 Library:W11N17MAIN1.lib  
 SI:91 Formula:C19H34O2 CAS:56599-55-4 MolWeight:294 RetIndex:2093  
 CompName:6,9-Octadecadienoic acid, methyl ester

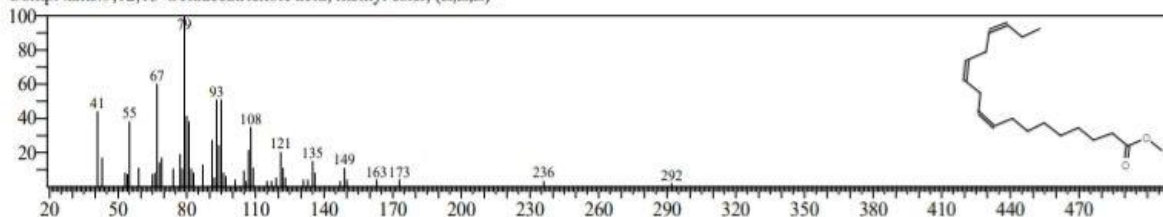


&lt;&lt; Target &gt;&gt;

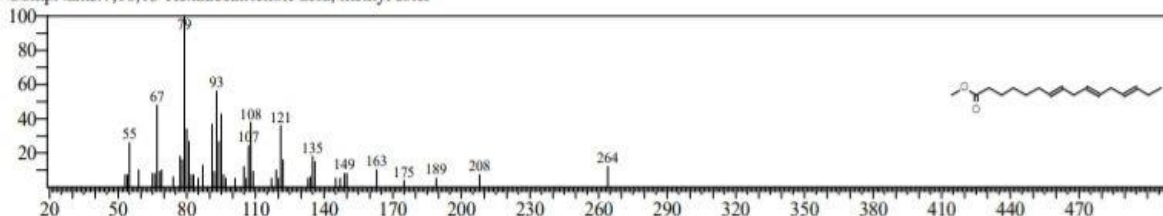
Line#:5 R.Time:23.980(Scan#:4197) MassPeaks:456  
RawMode:Averaged 23.920-24.045(4185-4210) BasePeak:79.05(215983)  
BG Mode:None Group 1 - Event 1 Q3 Scan



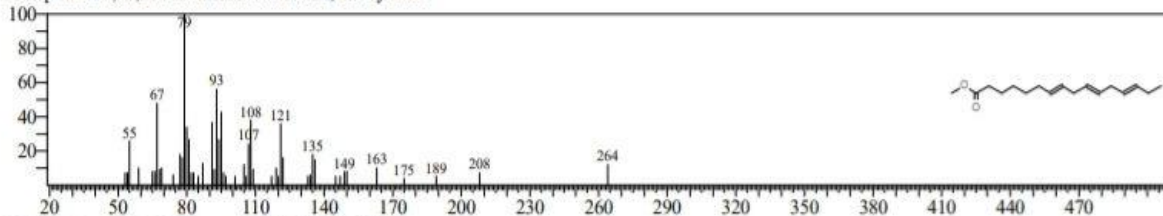
Hit#:1 Entry:510337 Library:W11N17MAIN1.lib  
SI:93 Formula:C19H32O2 CAS:301-00-8 MolWeight:292 RetIndex:2101  
CompName:9,12,15-Octadecatrienoic acid, methyl ester, (Z,Z,Z)-



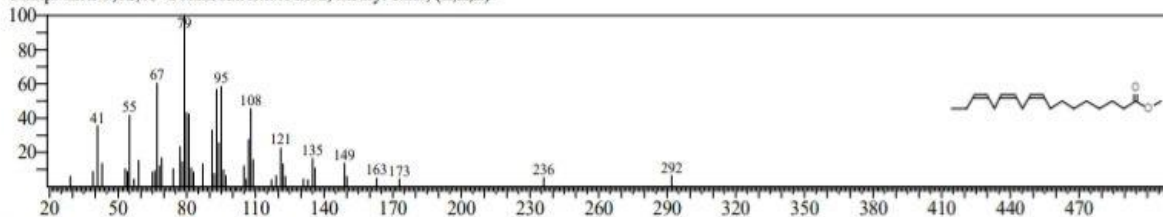
Hit#:2 Entry:412115 Library:W11N17MAIN1.lib  
SI:93 Formula:C17H28O2 CAS:56554-30-4 MolWeight:264 RetIndex:1902  
CompName:7,10,13-Hexadecatrienoic acid, methyl ester



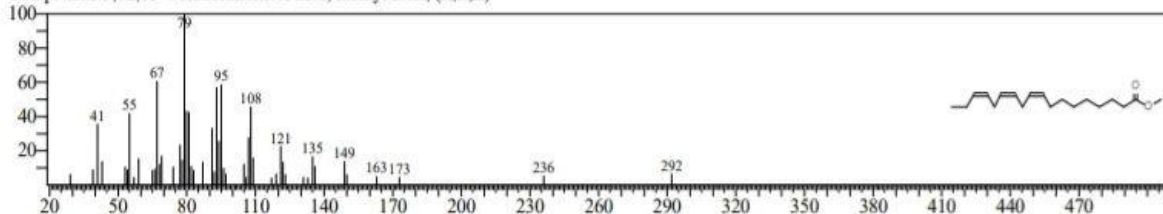
Hit#:3 Entry:137701 Library:NIST17.lib  
SI:93 Formula:C17H28O2 CAS:56554-30-4 MolWeight:264 RetIndex:1902  
CompName:7,10,13-Hexadecatrienoic acid, methyl ester



Hit#:4 Entry:510332 Library:W11N17MAIN1.lib  
SI:92 Formula:C19H32O2 CAS:301-00-8 MolWeight:292 RetIndex:2101  
CompName:9,12,15-Octadecatrienoic acid, methyl ester, (Z,Z,Z)-



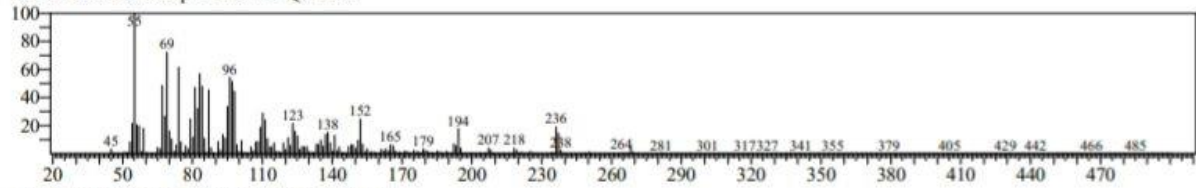
Hit#:5 Entry:168155 Library:NIST17.lib  
SI:92 Formula:C19H32O2 CAS:301-00-8 MolWeight:292 RetIndex:2101  
CompName:9,12,15-Octadecatrienoic acid, methyl ester, (Z,Z,Z)-



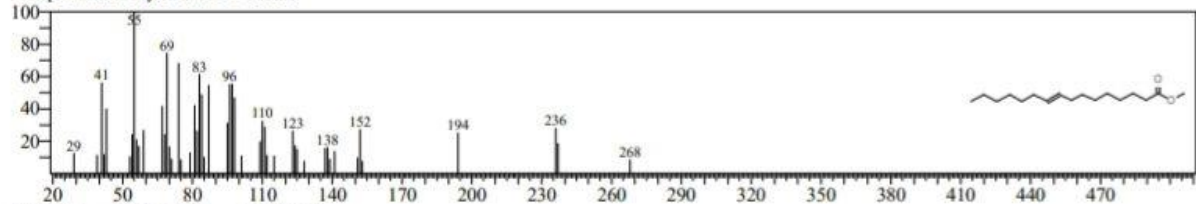


&lt;&lt; Target &gt;&gt;

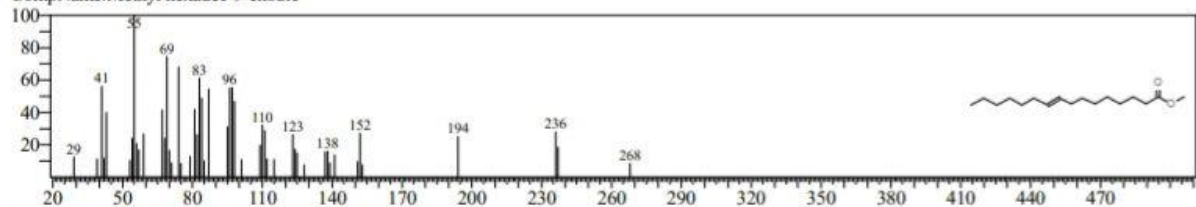
Line#:7 R.Time:24.070(Scan#:4215) MassPeaks:456  
 RawMode:Averaged 24.035-24.255(4208-4252) BasePeak:55.05(13959)  
 BG Mode:None Group 1 - Event 1 Q3 Scan



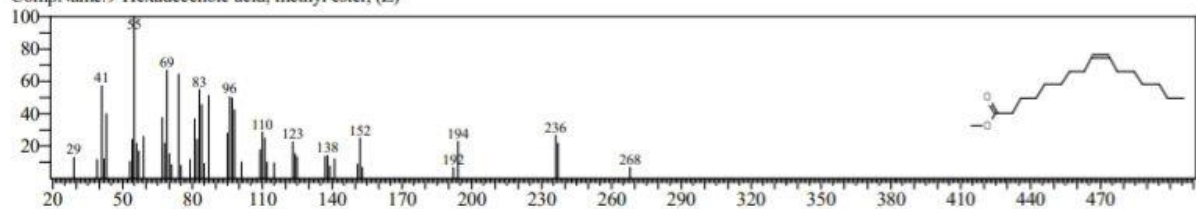
Hit#:1 Entry:426690 Library:W11N17MAIN1.lib  
 SI:93 Formula:C17H32O2 CAS:10030-74-7 MolWeight:268 RetIndex:1886  
 CompName:Methyl hexadec-9-enoate



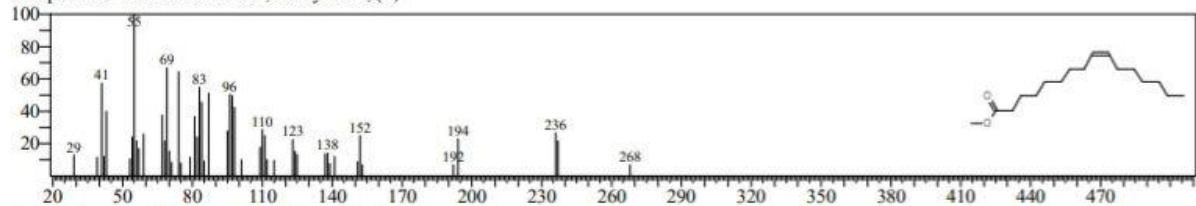
Hit#:2 Entry:141924 Library:NIST17.lib  
 SI:93 Formula:C17H32O2 CAS:10030-74-7 MolWeight:268 RetIndex:1886  
 CompName:Methyl hexadec-9-enoate



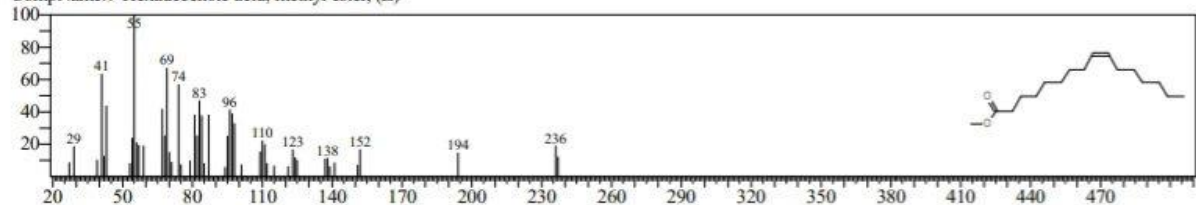
Hit#:3 Entry:426694 Library:W11N17MAIN1.lib  
 SI:93 Formula:C17H32O2 CAS:1120-25-8 MolWeight:268 RetIndex:1886  
 CompName:9-Hexadecenoic acid, methyl ester, (Z)-



Hit#:4 Entry:141923 Library:NIST17.lib  
 SI:93 Formula:C17H32O2 CAS:1120-25-8 MolWeight:268 RetIndex:1886  
 CompName:9-Hexadecenoic acid, methyl ester, (Z)-

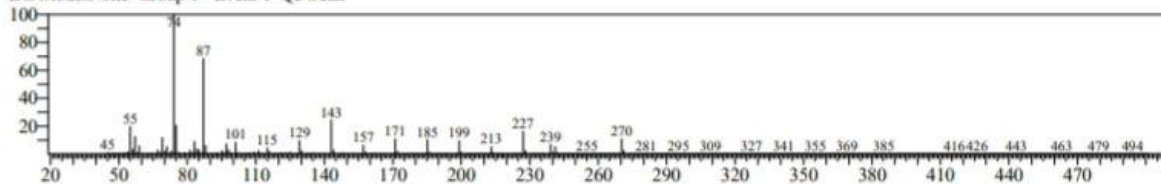


Hit#:5 Entry:426693 Library:W11N17MAIN1.lib  
 SI:93 Formula:C17H32O2 CAS:1120-25-8 MolWeight:268 RetIndex:1886  
 CompName:9-Hexadecenoic acid, methyl ester, (Z)-

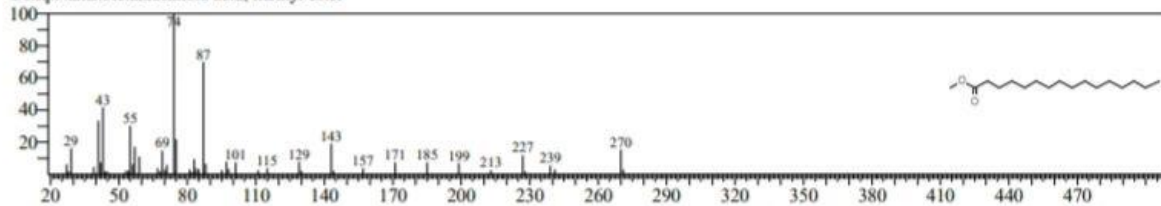


&lt;&lt; Target &gt;&gt;

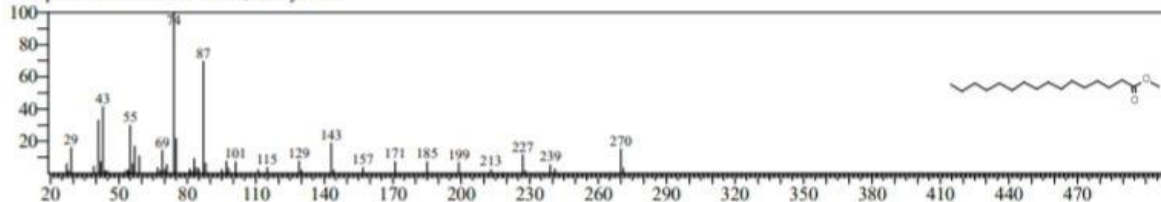
Line#:8 R.Time:24.595(Scan#:4320) MassPeaks:456  
RawMode:Averaged 24.455-24.705(4292-4342) BasePeak:74.05(641507)  
BG Mode:None Group 1 - Event 1 Q3 Scan



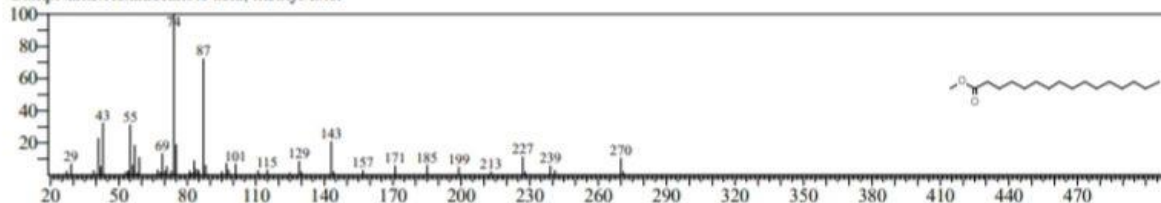
Hit#:1 Entry:434007 Library:W11N17MAIN1.lib  
SI-94 Formula:C17H34O2 CAS:112-39-0 MolWeight:270 RetIndex:1878  
CompName:Hexadecanoic acid, methyl ester



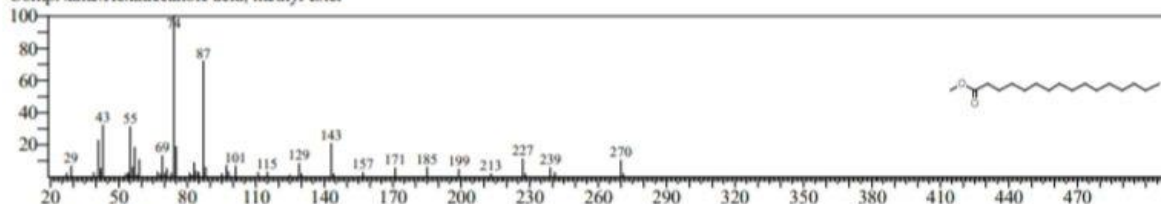
Hit#:2 Entry:434013 Library:W11N17MAIN1.lib  
SI-94 Formula:C17H34O2 CAS:112-39-0 MolWeight:270 RetIndex:1878  
CompName:Hexadecanoic acid, methyl ester



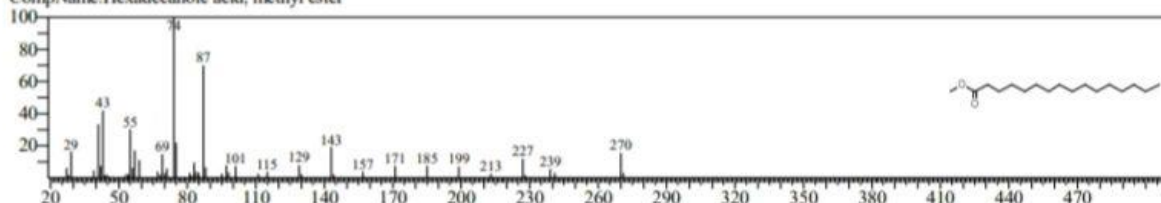
Hit#:3 Entry:144285 Library:NIST17.lib  
SI-94 Formula:C17H34O2 CAS:112-39-0 MolWeight:270 RetIndex:1878  
CompName:Hexadecanoic acid, methyl ester



Hit#:4 Entry:434005 Library:W11N17MAIN1.lib  
SI-94 Formula:C17H34O2 CAS:112-39-0 MolWeight:270 RetIndex:1878  
CompName:Hexadecanoic acid, methyl ester

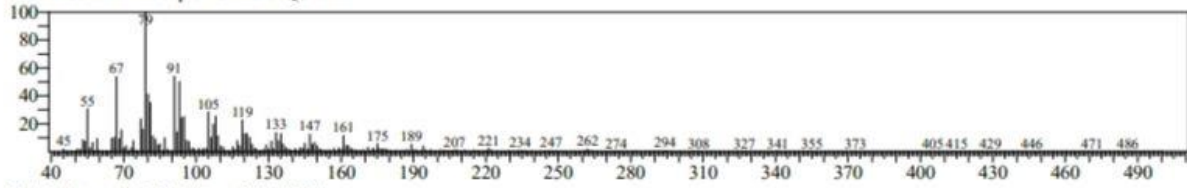


Hit#:5 Entry:144338 Library:NIST17.lib  
SI-94 Formula:C17H34O2 CAS:112-39-0 MolWeight:270 RetIndex:1878  
CompName:Hexadecanoic acid, methyl ester

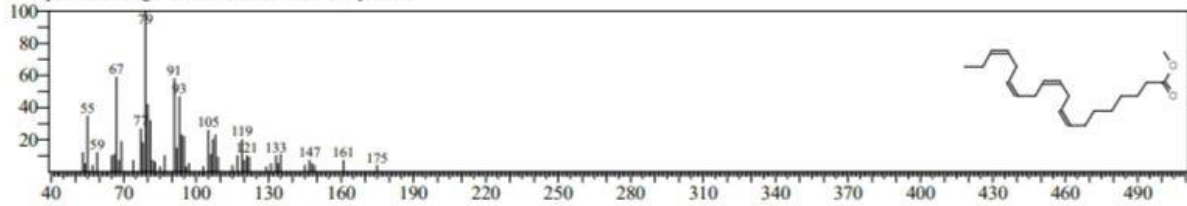


&lt;&lt; Target &gt;&gt;

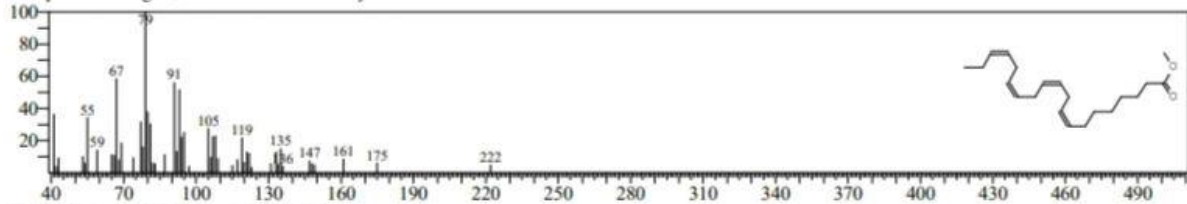
Line#:9 R.Time:27.680(Scan#:4937) MassPeaks:456  
 RawMode:Averaged 27.570-27.775(4915-4956) BasePeak:79.05(13386)  
 BG Mode:None Group 1 - Event 1 Q3 Scan



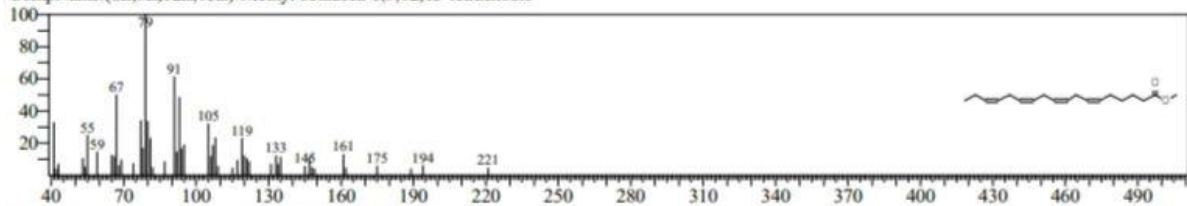
Hit#:1 Entry:196644 Library:NIST17.lib  
 SI:95 Formula:C21H34O2 CAS:132712-70-0 MolWeight:318 RetIndex:2308  
 CompName:omega-3 Arachidonic Acid methyl ester



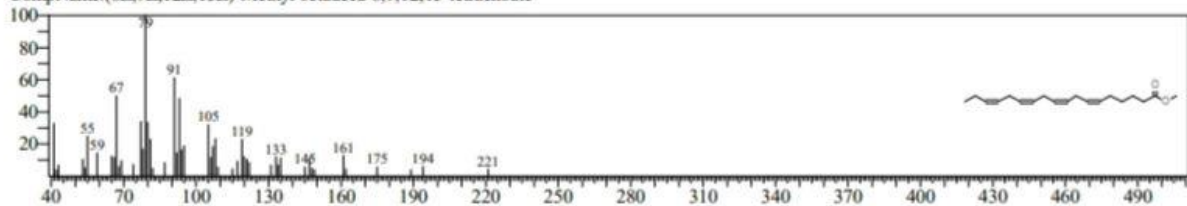
Hit#:2 Entry:196731 Library:NIST17.lib  
 SI:95 Formula:C21H34O2 CAS:132712-70-0 MolWeight:318 RetIndex:2308  
 CompName:omega-3 Arachidonic Acid methyl ester



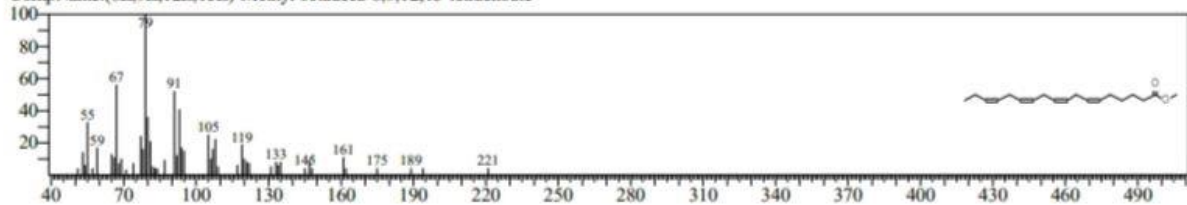
Hit#:3 Entry:166030 Library:NIST17.lib  
 SI:92 Formula:C19H30O2 CAS:73097-00-4 MolWeight:290 RetIndex:2109  
 CompName:(6Z,9Z,12Z,15Z)-Methyl octadeca-6,9,12,15-tetraenoate



Hit#:4 Entry:503319 Library:W11N17MAIN1.lib  
 SI:92 Formula:C19H30O2 CAS:73097-00-4 MolWeight:290 RetIndex:2109  
 CompName:(6Z,9Z,12Z,15Z)-Methyl octadeca-6,9,12,15-tetraenoate

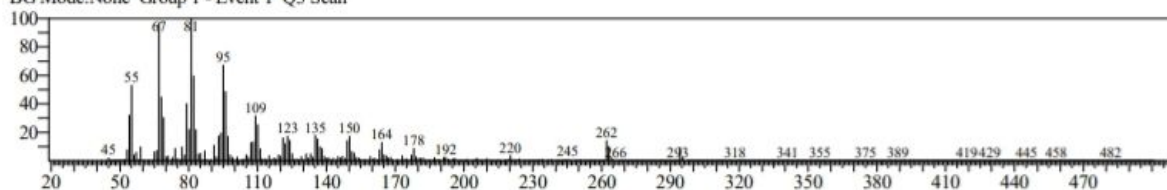


Hit#:5 Entry:503322 Library:W11N17MAIN1.lib  
 SI:92 Formula:C19H30O2 CAS:73097-00-4 MolWeight:290 RetIndex:2109  
 CompName:(6Z,9Z,12Z,15Z)-Methyl octadeca-6,9,12,15-tetraenoate

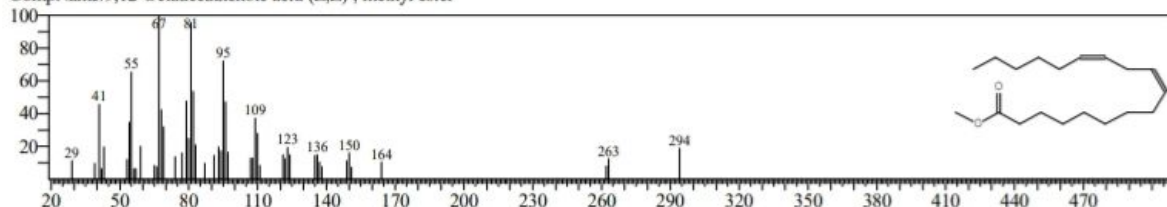


&lt;&lt; Target &gt;&gt;

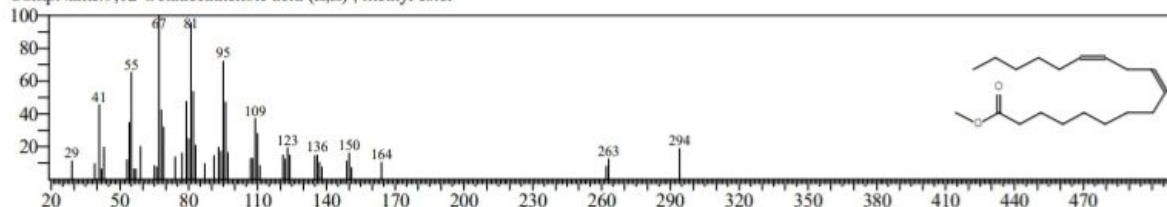
Line#:10 R.Time:27.835(Scan#:4968) MassPeaks:456  
RawMode:Averaged 27.730-27.880(4947-4977) BasePeak:81.05(153261)  
BG Mode:None Group 1 - Event 1 Q3 Scan



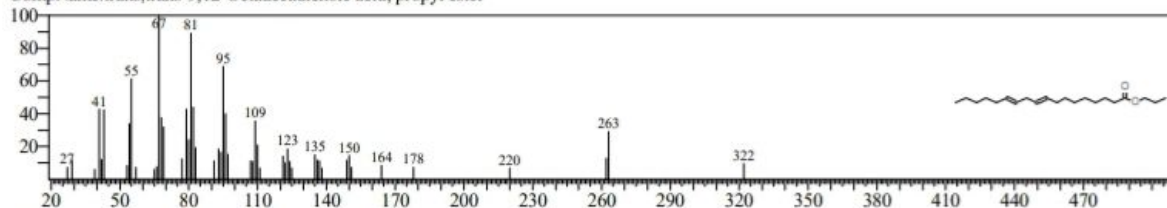
Hit#:1 Entry:170247 Library:NIST17.lib  
SI:95 Formula:C19H34O2 CAS:112-63-0 MolWeight:294 RetIndex:2093  
CompName:9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester



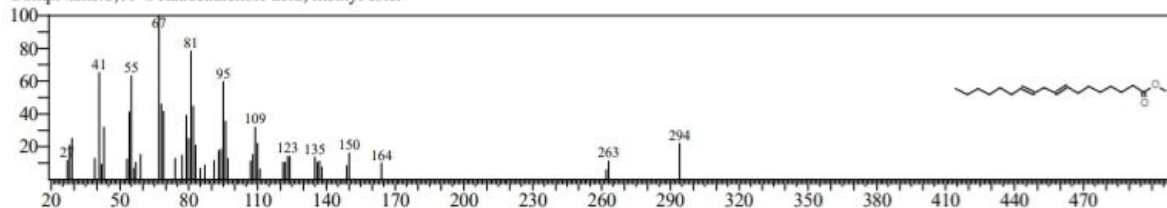
Hit#:2 Entry:517246 Library:W11N17MAIN1.lib  
SI:95 Formula:C19H34O2 CAS:112-63-0 MolWeight:294 RetIndex:2093  
CompName:9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester



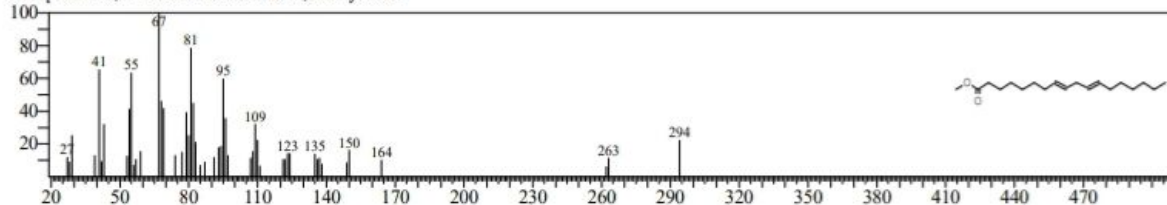
Hit#:3 Entry:200637 Library:NIST17.lib  
SI:93 Formula:C21H38O2 CAS:0-00-0 MolWeight:322 RetIndex:2292  
CompName:trans,trans-9,12-Octadecadienoic acid, propyl ester



Hit#:4 Entry:517161 Library:W11N17MAIN1.lib  
SI:93 Formula:C19H34O2 CAS:56599-58-7 MolWeight:294 RetIndex:2093  
CompName:8,11-Octadecadienoic acid, methyl ester

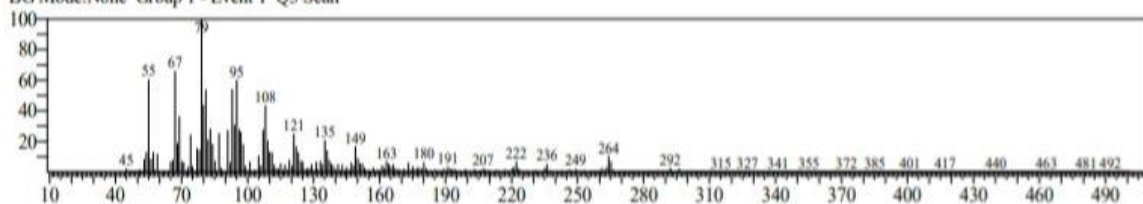


Hit#:5 Entry:517160 Library:W11N17MAIN1.lib  
SI:93 Formula:C19H34O2 CAS:56599-58-7 MolWeight:294 RetIndex:2093  
CompName:8,11-Octadecadienoic acid, methyl ester

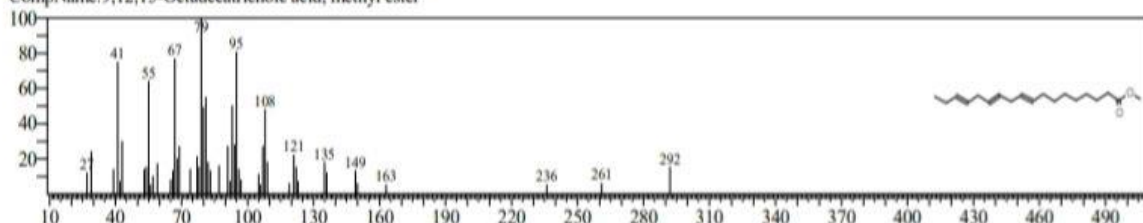


&lt;&lt; Target &gt;&gt;

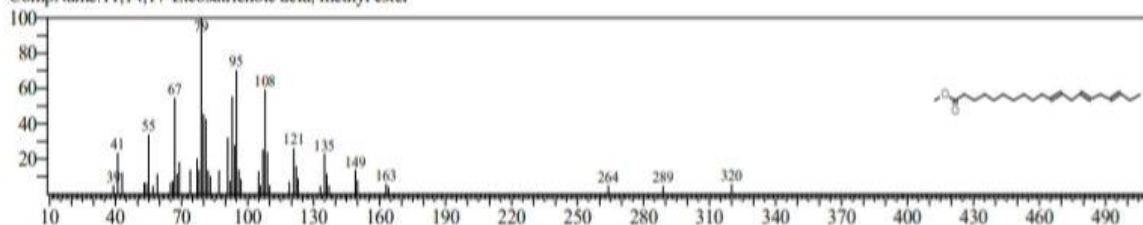
Line#:11 R.Time:27.970(Scan#:4995) MassPeaks:456  
 RawMode:Averaged 27.870-28.075(4975-5016) BasePeak:79.05(342134)  
 BG Mode:None Group 1 - Event 1 Q3 Scan



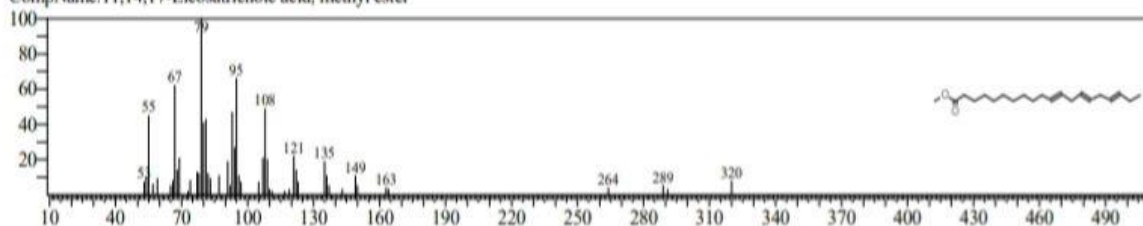
Hit#:1 Entry:510328 Library:W11N17MAIN1.lib  
 SI:88 Formula:C19H32O2 CAS:7361-80-0 MolWeight:292 RetIndex:2101  
 CompName:9,12,15-Octadecatrienoic acid, methyl ester



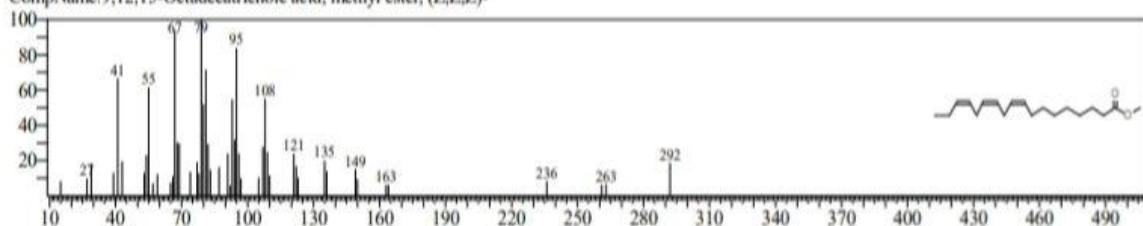
Hit#:2 Entry:198828 Library:NIST17.lib  
 SI:88 Formula:C21H36O2 CAS:55682-88-7 MolWeight:320 RetIndex:2300  
 CompName:11,14,17-Eicosatrienoic acid, methyl ester



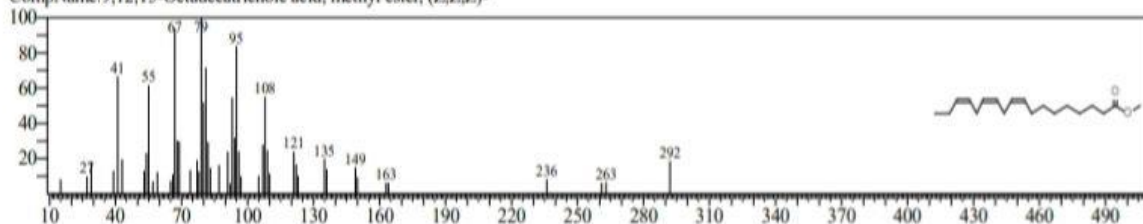
Hit#:3 Entry:198797 Library:NIST17.lib  
 SI:87 Formula:C21H36O2 CAS:55682-88-7 MolWeight:320 RetIndex:2300  
 CompName:11,14,17-Eicosatrienoic acid, methyl ester



Hit#:4 Entry:168191 Library:NIST17.lib  
 SI:87 Formula:C19H32O2 CAS:301-00-8 MolWeight:292 RetIndex:2101  
 CompName:9,12,15-Octadecatrienoic acid, methyl ester, (Z,Z,Z)-

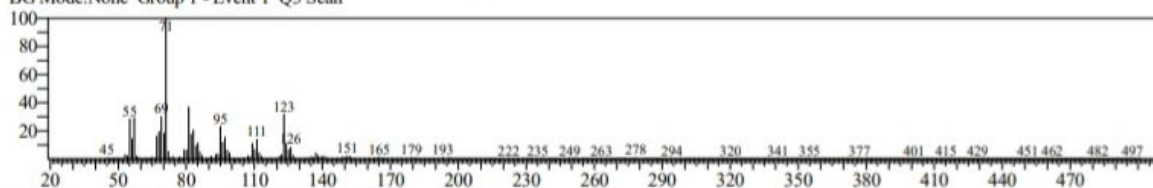


Hit#:5 Entry:510331 Library:W11N17MAIN1.lib  
 SI:87 Formula:C19H32O2 CAS:301-00-8 MolWeight:292 RetIndex:2101  
 CompName:9,12,15-Octadecatrienoic acid, methyl ester, (Z,Z,Z)-

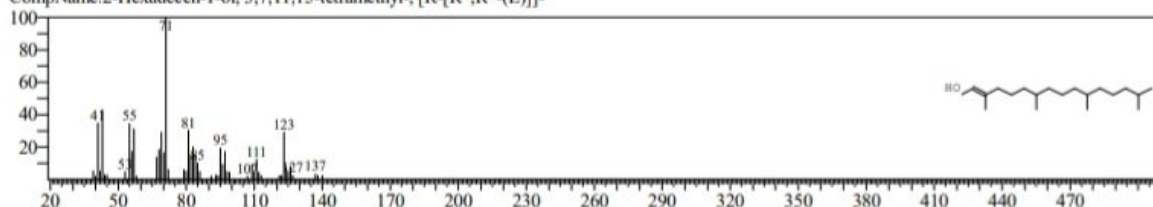


&lt;&lt; Target &gt;&gt;

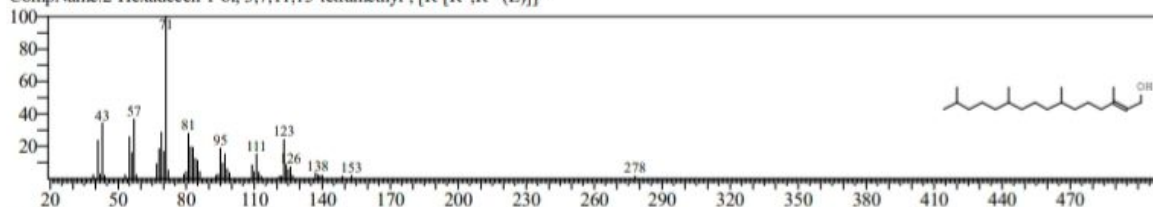
Line#:12 R.Time:28.115(Scan#:5024) MassPeaks:456  
 RawMode:Averaged 28.065-28.225(5014-5046) BasePeak:71.05(67757)  
 BG Mode:None Group 1 - Event 1 Q3 Scan



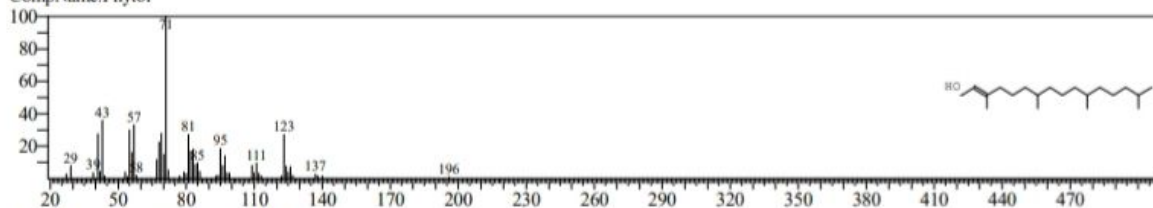
Hit#:1 Entry:524498 Library:W11N17MAIN1.lib  
 SI:96 Formula:C20H40O CAS:150-86-7 MolWeight:296 RetIndex:2045  
 CompName:2-Hexadecen-1-ol, 3,7,11,15-tetramethyl-, [R-[R\*,R\*-(E)]]-



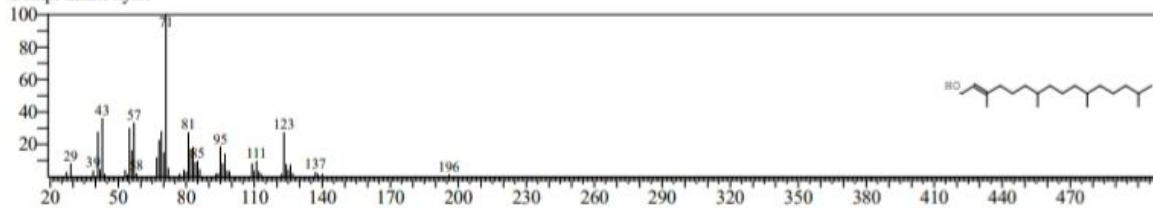
Hit#:2 Entry:524502 Library:W11N17MAIN1.lib  
 SI:94 Formula:C20H40O CAS:150-86-7 MolWeight:296 RetIndex:2045  
 CompName:2-Hexadecen-1-ol, 3,7,11,15-tetramethyl-, [R-[R\*,R\*-(E)]]-



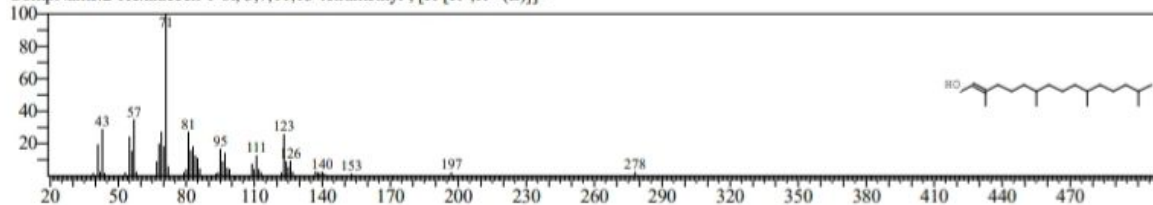
Hit#:3 Entry:524495 Library:W11N17MAIN1.lib  
 SI:94 Formula:C20H40O CAS:150-86-7 MolWeight:296 RetIndex:2045  
 CompName:Phytol



Hit#:4 Entry:172522 Library:NIST17.lib  
 SI:94 Formula:C20H40O CAS:150-86-7 MolWeight:296 RetIndex:2045  
 CompName:Phytol

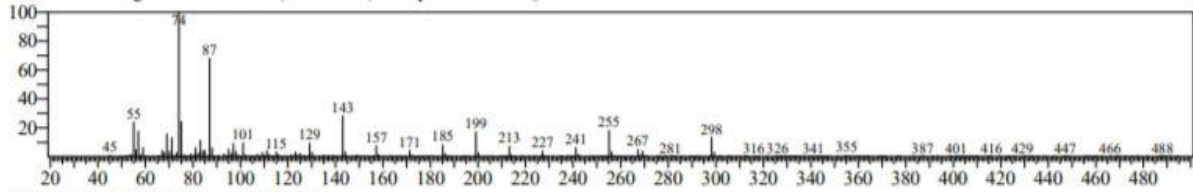


Hit#:5 Entry:524499 Library:W11N17MAIN1.lib  
 SI:94 Formula:C20H40O CAS:150-86-7 MolWeight:296 RetIndex:2045  
 CompName:2-Hexadecen-1-ol, 3,7,11,15-tetramethyl-, [R-[R\*,R\*-(E)]]-

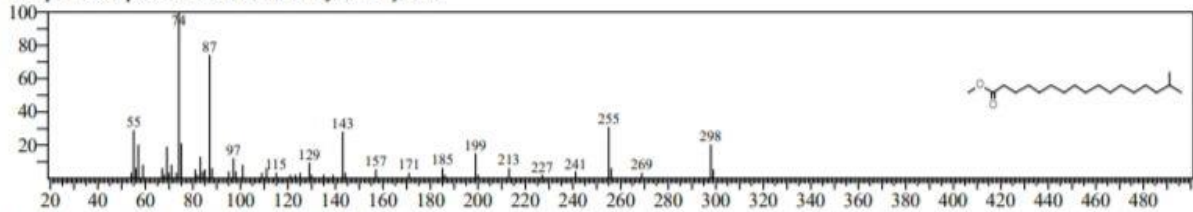


&lt;&lt; Target &gt;&gt;

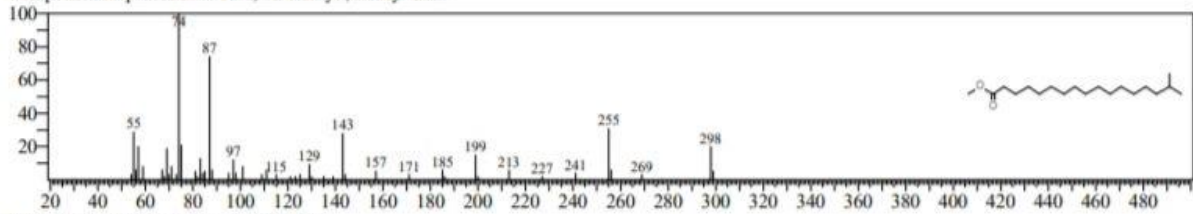
Line#:13 R.Time:28.285(Scan#:5058) MassPeaks:310  
 RawMode:Averaged 28.160-28.380(5033-5077) BasePeak:74.05(19835)  
 BG Mode:Averaged 28.435-28.450(5088-5091) Group 1 - Event 1 Q3 Scan



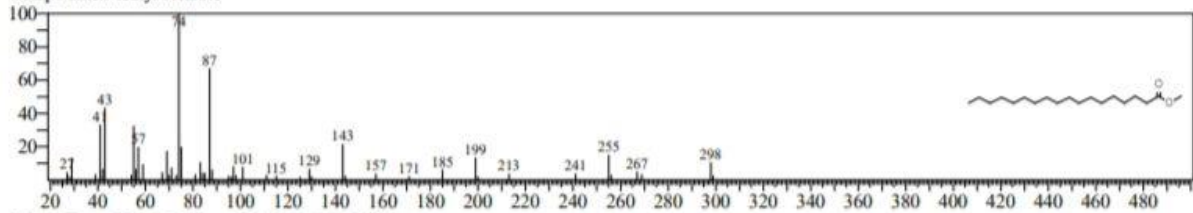
Hit#:1 Entry:174889 Library:NIST17.lib  
 SI:94 Formula:C19H38O2 CAS:5129-61-3 MolWeight:298 RetIndex:2013  
 CompName:Heptadecanoic acid, 16-methyl-, methyl ester



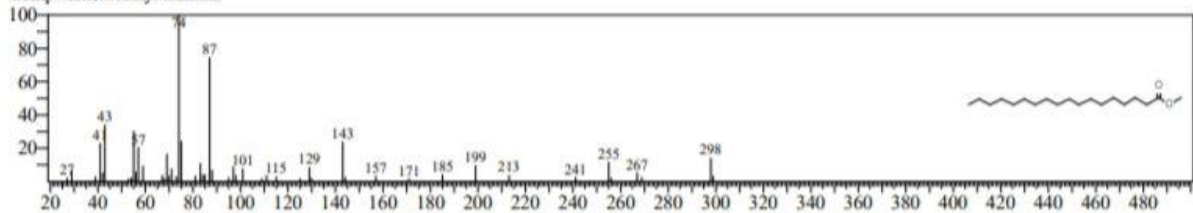
Hit#:2 Entry:531236 Library:W11N17MAIN1.lib  
 SI:94 Formula:C19H38O2 CAS:5129-61-3 MolWeight:298 RetIndex:2013  
 CompName:Heptadecanoic acid, 16-methyl-, methyl ester



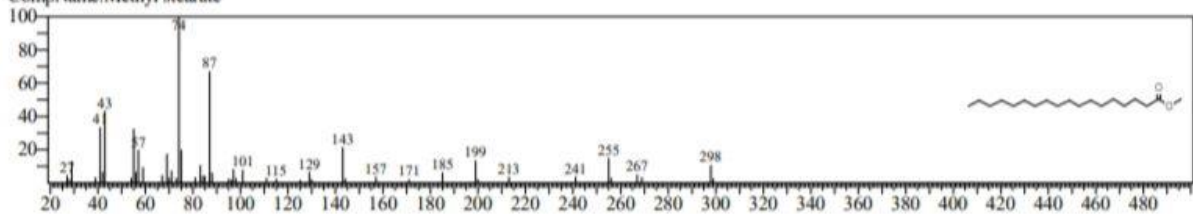
Hit#:3 Entry:174885 Library:NIST17.lib  
 SI:94 Formula:C19H38O2 CAS:112-61-8 MolWeight:298 RetIndex:2077  
 CompName:Methyl stearate



Hit#:4 Entry:531206 Library:W11N17MAIN1.lib  
 SI:94 Formula:C19H38O2 CAS:112-61-8 MolWeight:298 RetIndex:2077  
 CompName:Methyl stearate



Hit#:5 Entry:531213 Library:W11N17MAIN1.lib  
 SI:94 Formula:C19H38O2 CAS:112-61-8 MolWeight:298 RetIndex:2077  
 CompName:Methyl stearate

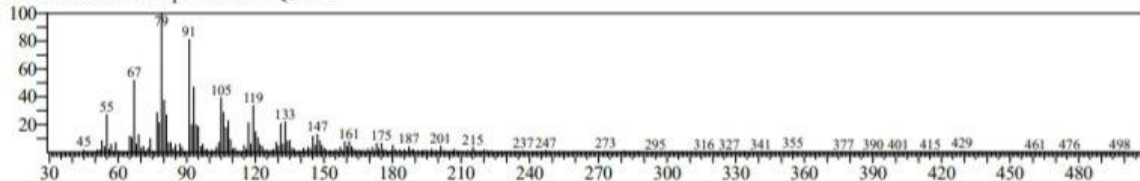


&lt;&lt; Target &gt;&gt;

Line#:14 R.Time:30.260(Scan#:5453) MassPeaks:456

RawMode:Averaged 30.170-30.355(5435-5472) BasePeak:79.05(23767)

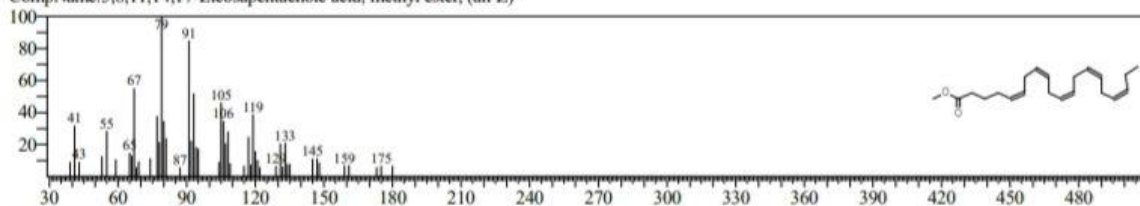
BG Mode:None Group 1 - Event 1 Q3 Scan



Hit#:1 Entry:194514 Library:NIST17.lib

SI:95 Formula:C21H32O2 CAS:2734-47-6 MolWeight:316 RetIndex:2316

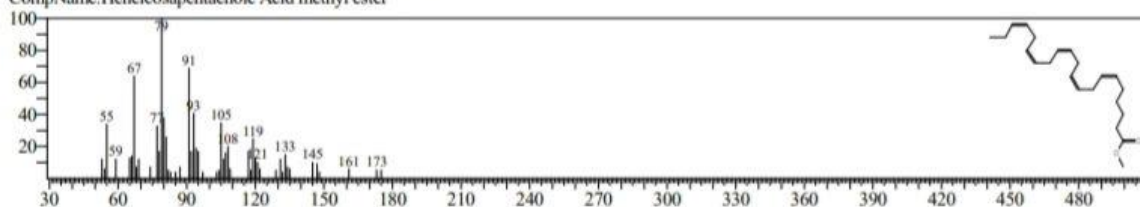
CompName:5,8,11,14,17-Eicosapentaenoic acid, methyl ester, (all-Z)-



Hit#:2 Entry:209323 Library:NIST17.lib

SI:94 Formula:C22H34O2 CAS:65919-53-1 MolWeight:330 RetIndex:2415

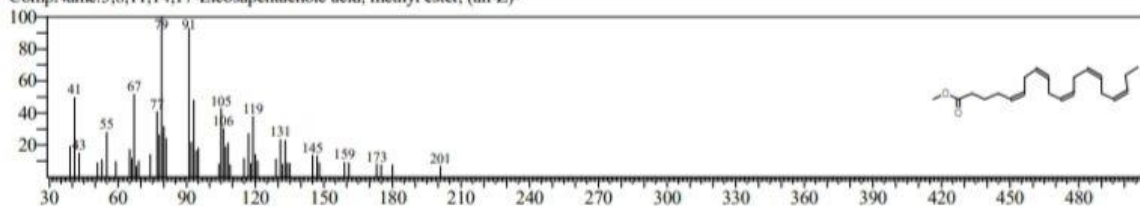
CompName:Heneicosapentaenoic Acid methyl ester



Hit#:3 Entry:194570 Library:NIST17.lib

SI:94 Formula:C21H32O2 CAS:2734-47-6 MolWeight:316 RetIndex:2316

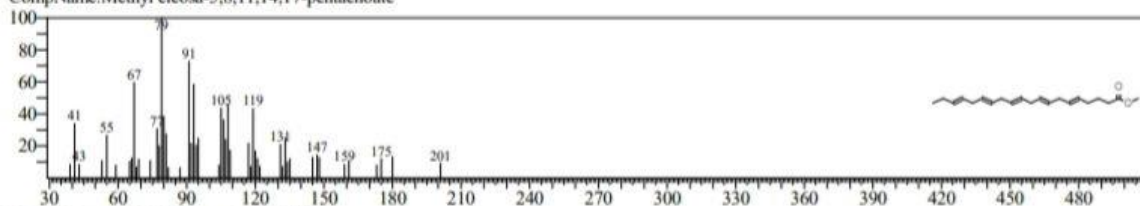
CompName:5,8,11,14,17-Eicosapentaenoic acid, methyl ester, (all-Z)-



Hit#:4 Entry:194515 Library:NIST17.lib

SI:94 Formula:C21H32O2 CAS:1191-65-7 MolWeight:316 RetIndex:2316

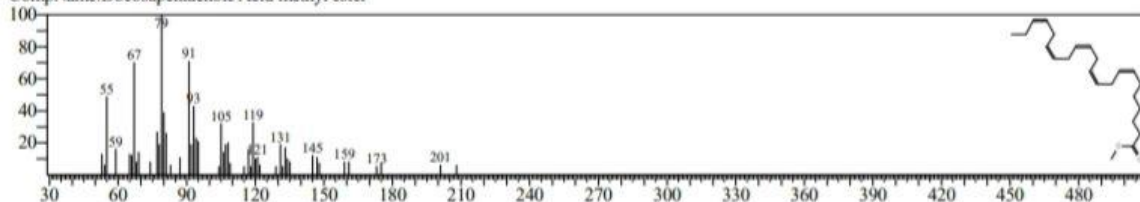
CompName:Methyl eicosa-5,8,11,14,17-pentaenoate



Hit#:5 Entry:223601 Library:NIST17.lib

SI:93 Formula:C23H36O2 CAS:108698-02-8 MolWeight:344 RetIndex:2515

CompName:Docosapentaenoic Acid methyl ester





تمثل الطحالب مصدرًا مهمًا في كثير من الأبحاث العلمية، والتي تحتل مكانة مهمة للغاية في مختلف القطاعات الاقتصادية. لأنها تحتوي على عدة مكونات، بما في ذلك الزيوت.

هدفت الدراسة الحالية إلى استخلاص الزيوت من الطحالب، *Spirogyra sp*، *spiruline E1*، *périphyton*، *Tribonema*، *E2*، *Oscillatoria*، *Rhizoclonium*، *Spirogyra sp E1*، *Ulothrix* و *Spiruline E4* التي تم جمعها من مناطق جزائرية مختلفة (باتنة، ورقلة، الواد و تمنراست)، بواسطة طريقة Soxhlet (n-hexane كمنذيب). بينت النتائج التي تم الحصول عليها أن محصول زيت الطحلب *Spirogyra sp E1* من ورقلة هو الأفضل بنسبة 26.4% مقارنة بالأنواع الأخرى.

فيما يتعلق بخصائص الفيزيائية للزيوت المستخرجة. الأس الهيدروجيني ومعامل الانكسار أظهرت النتائج أن قيم معامل الانكسار لزيوت *Tribonema* و *périphyton* و *Spirogyra sp E2* و *Spirogyra sp E1* هي زيوت نقية وأن درجة حموضة الزيوت تتراوح بين 5 و 7.

زيت طحلب *Spirogyra sp E1*، تم تحليله من قبل الكروماتوغرافي الغازي المقترن بقياس الطيف الكتلي GC/MS. الفحص سمح بفصل 19 مكونا لأستر هذا الزيت مع نسبة 36.99% من -8,11- Octadecadienoic acid, methyl ester و -Trans,trans 9,12-Octadecadienoic acid,propyl ester.

**الكلمات المفتاحية:** الطحالب، الدهون، *Spirogyra sp E1*، Soxhlet، معامل الانكسار، الرقم الهيدروجيني، GC/M.

## Résumé

Les algues représentent une source importante dans beaucoup des recherches scientifiques, qui occupent une place très intéressante dans des divers secteurs économiques. Elles contiennent plusieurs composants, dont les huiles.

La présente étude vise à l'extraction des huiles des algues, *Tribonema*, *périphyton*, *spiruline E1*, *Spirogyra sp E2*, *Oscillatoria*, *Rhizoclonium*, *Spirogyra sp E1*, *Ulothrix* et *Spiruline E4* récoltées de différentes régions algériennes (Batna, Ouargla, El-Oued et Tamanrasset), par méthode de Soxhlet (n-hexane comme solvant).

Les résultats obtenus montrent que le rendement d'huile de l'algue *Spirogyra sp E1* d'Ouargla est le meilleur avec 26.4%, par rapport aux autres espèces.

Concernant les caractéristiques physiques des huiles extraites ; le pH et l'indice de réfraction, les résultats montrent que les valeurs d'indice de réfraction des huiles *Tribonema*, *Périphyton*, *Spirogyra sp E2* et *Spirogyra sp E1* sont pures, et que le pH des huiles est entre 5 et 7.

L'huile d'algue *Spirogyra sp E1* a été analysée par chromatographie en phase gazeuse couplée à la masse. Le criblage par la GC/MS a permis d'identifier 19 constituants pour ester de cette huile avec 36.99% de -8,11- Octadecadienoic acid, methyl ester. et -Trans, trans 9,12-Octadecadienoic acid, propyl ester.

**Mots clés :** Algues, lipides, Soxhlet, *Spirogyra sp E1*, indice de réfraction, pH, GC/M.