

## Analyse par CPG des acides gras des algues marines *Cystoseira sauvageauana* et *Laurencia pinnatifida*

Kord Affaf<sup>1</sup>, Benfares Redhouane<sup>1</sup>, Benrabah Soumia<sup>1</sup>, Kherrarba Maha<sup>1</sup>  
a.kord@cnrdpa.dz

### Résumé

Les algues comportent des substances naturelles très prometteuses, exploitables pour la nutrition humaine, l'industrie pharmaceutique et agroalimentaire. L'Algérie possède près de 1600 km de côte, renfermant une diversité algale considérable. Une telle diversité, sous-exploitée, constitue un réel potentiel pour la recherche et l'industrie. Dans la présente étude, l'accent sera mis sur la composition chimique en acides gras des algues marines *Cystoseira sauvageauana* et *Laurencia pinnatifida* collectées dans la région côtière de Tipasa. Le profil en acides gras des algues a été déterminé après avoir effectué une extraction des lipides suivie d'une estérification des acides gras et caractérisation de ces derniers par chromatographie en phase gazeuse (CPG). Les acides gras identifiés chez les deux espèces étudiées varient du C14 à C20, l'acide palmitique (C16:0) étant le composé majoritaire. En outre, l'acide arachidonique (C20:4) et l'acide eicosapentaénoïque EPA (C20:5) constituent les principaux acides gras polyinsaturés (AGPI).

**Mots clés :** *Cystoseira sauvageauana*, *Laurencia pinnatifida*, algues, acides gras, CP

---

### Abstract

Algae contain very promising natural substances that can be used for human nutrition, the pharmaceutical industry and food processing. Algeria has nearly 1600 km of coastline, containing a considerable algal diversity. Such diversity, which is under-exploited, constitutes a real potential for research and industry. This study will focus on the chemical composition of fatty acids of the marine algae *Cystoseira sauvageauana* and *Laurencia pinnatifida* collected in the coastal region of Tipaza. The fatty acid profile of the algae was determined after performing lipid extraction followed by esterification of the fatty acids and characterization of the latter by gas chromatography (GC). The fatty acids identified in the two species studied range from C14 to C20, with palmitic acid (C16:0) being the major compound. In addition, arachidonic acid (C20:4) and eicosapentaenoic acid EPA (C20:5) are the main polyunsaturated fatty acids (PUFA).

**Keywords :** *Cystoseira sauvageauana*, *Laurencia pinnatifida*, algae, fatty acids, GC

---

<sup>1</sup> CNRDPA, Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture

## Introduction

Les algues, ou phycophytes, sont des thallophytes chlorophylliens (Roland et Bouteau, 2008) composées de métabolites primaires et secondaires très intéressants comme les protéines, vitamines, minéraux et oligo-éléments, acides gras polyinsaturés, terpénoïdes, stérols, phycocoloïdes, polyphénols, etc. (Balboa *et al.*, 2013 ; Cardozo *et al.*, 2007 ; El Gamal, 2010).

Les algues marines constituent une source peu explorée en Algérie, alors qu'elles constituent un enjeu de développement économique. Les travaux de recherche sur les algues de la côte algérienne se concentrent davantage sur le processus de recensement de la flore algale (Kord, 2020). Peu de travaux se sont intéressés aux activités biologiques telles que les activités antimicrobiennes (Metidji *et al.*, 2015 ; Sahnouni *et al.*, 2016) et antioxydante (Metidji *et al.*, 2015). Toutefois les études chimiques sur les métabolites extraits d'algues sont très limitées en comparaison avec celles qui sont menées dans d'autres pays méditerranéens (Kord, 2020). Les espèces du genre *Cystoseira* sont les plus étudiées, et les stérols et composés terpéniques sont les principaux métabolites recherchés (Bouzidi *et al.*, 2014 ; El Hattab *et al.*, 2015).

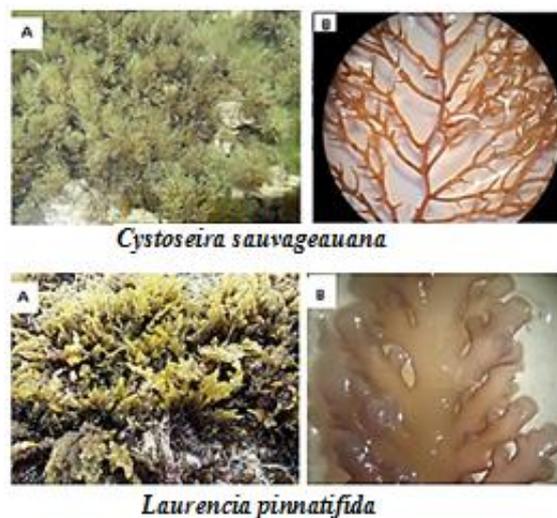
Il apparaît alors nécessaire d'enrichir les connaissances sur ces organismes végétaux. Cette étude porte une attention particulière au profil en acides gras de deux espèces d'algues marines *Cystoseira sauvageauana* et *Laurencia pinnatifida* de la côte de la baie de Bou-Ismaïl, en raison de leur intérêt pharmaceutique et nutritionnel.

## Matériel et méthodes

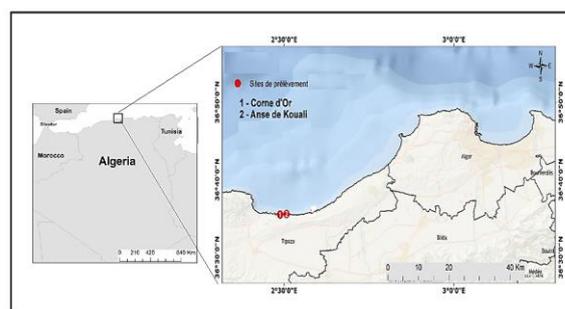
### 1. Récolte et identification des espèces

Les algues marines *Cystoseira sauvageauana* et *Laurencia pinnatifida*

(figure 1) ont été collectées en avril 2015 respectivement à partir de la Corne d'Or et l'Anse de Kouali (figure 2). Les algues ont été essentiellement collectées à la main. Un échantillon de chaque espèce est conservé dans de l'eau de mer formolée à 3% et destiné à l'identification macroscopique et microscopique.



**Figure 1.** Photographies d'identification des algues (A : algue fixée sur un substrat, B : aspect macroscopique d'un fragment de thalle)



**Figure 2.** Carte de localisation des sites de récolte

### 2. Extraction des lipides

L'extraction des lipides a été effectuée par extracteur Soxhlet. Le matériel végétal est placé dans une cartouche en cellulose et soumis à des extractions successives par 250 ml de l'hexane fraîchement distillé. L'extrait est récupéré dans un ballon et enrichi à chaque cycle d'extraction par le soluté. La durée totale d'extraction est de 4 heures. L'extrait préparé est évaporé sous pression

réduite à 40°C au moyen d'évaporateur rotatif puis séché sous courant d'azote.

### 3. Analyse chromatographique des acides gras par CPG

#### Trans-estérification des acides gras

Les huiles végétales sont constituées d'esters d'acides monocarboxyliques saturés et insaturés avec la glycéride d'alcool trihydrique. Ces esters sont appelés triglycérides. La réaction de trans-estérification a pour but de convertir les triglycérides en esters méthyliques d'acides gras (EMAG) plus faciles à séparer par CPG (Dennis, Xuan, Leung, 2010 ; Longueira et Pineda, 2012 ; Person, 2011). Les acides gras ont été transformés en EMAG par une solution méthanolique d'hydroxyde de potassium KOH2N.

#### Analyse semi-quantitative des esters méthyliques d'acides gras

La détermination semi-quantitative centésimale des acides gras a été déterminée par chromatographie en phase gazeuse CPG en utilisant le chromatographe Agilent 7890A équipé d'un détecteur à ionisation de

flamme FID et d'une colonne polaire de type DB-wax (60 m x 0,32 mm x 0,15 µm). La température de l'injecteur est de 250°C, et celle du détecteur FID est de 150°C. Un mélange d'alcane variant de C6 à C28 a été injecté afin de pouvoir calculer les indices de rétention et d'identifier ainsi les acides gras. La masse de soluté est proportionnelle à l'aire du pic.

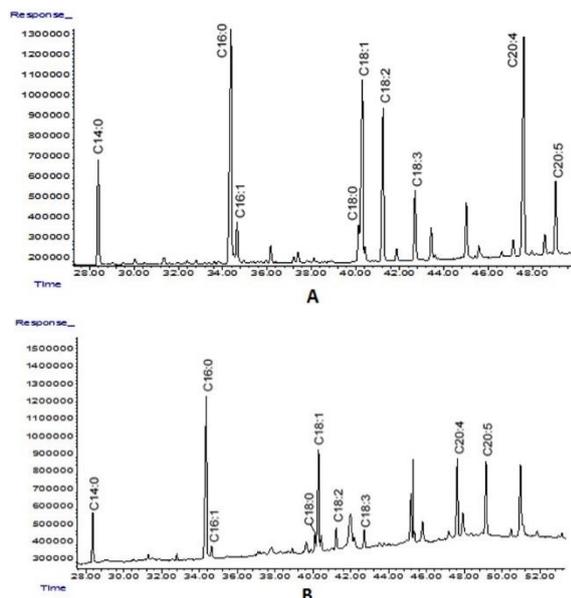
#### Résultats et discussion

Les chromatogrammes ainsi que les indices de rétention obtenus après analyse par CPG sont présentés dans le tableau 1, Figure 3. La CPG reste l'une des techniques d'analyse les plus utilisées, les aires des pics fournissent une quantification relative des composés. Le tableau 2 renferme le pourcentage massique des acides gras (AG) chez les deux espèces. Les résultats obtenus montrent de faibles écarts entre les indices de rétention enregistrés dans cette étude et ceux des études antérieures. De meilleurs résultats peuvent être obtenus lorsque les échantillons sont analysés avec précision dans les mêmes conditions expérimentales.

**Tableau 1.** Indice de rétention des acides gras identifiés par CPG

AG	Indice de rétention		Référence
	<i>C. sauvageauana</i>	<i>L. pinnatifida</i>	
C14:0	1995	1994	1996,2 (Babushok, Linstrom, Zenkevich, 2011)
C16:0	2193	2192	2210,6 (Babushok, Linstrom, Zenkevich, 2011)
C16:1	2202	2202	2225 (NISTChemistry WebBook, 2019)
C18:0	2394	2393	2414,7 (Babushok, Linstrom, Zenkevich, 2011)
C18:1	2401	2400	2437,3 (Babushok, Linstrom, Zenkevich, 2011)
C18:2	2436	2435	2488 (NISTChemistry WebBook, 2019)
C18:3	2492	2492	2550 (NISTChemistry WebBook, 2019)
C20:4	2675	2676	ND
C20 :5	2731	2735	ND

ND: non disponible



**Figure 3.** Profil chromatographique par CPG des EMAG chez *C. sauvageauana* (A) et *L. pinnatifida* (B)

Ces algues sont composées d'acides gras saturés (AGS) : acide tétradécanoïque (C14:0), acide hexadécanoïque (C16:0), acide octadécanoïque (C18:0), d'acides gras monoinsaturés (AGMI) : acide 9-hexadécénoïque (C16:1), acide 9-octadécénoïque (C18:1) et d'acides gras poly-insaturés (AGPI) de la série oméga-3 ( $\omega$ -3) et oméga-6 ( $\omega$ -6) : acide 9,12-octadécadiénoïque (C18:2), acide 9,12,15-octadécatriénoïque (C18:3), acide 5,8,11,14-eicosatétraénoïque (C20:4), acide 5,8,11,14,17-eicosapentaénoïque EPA (C20:5).

L'acide palmitique est le composé majoritaire de tous les acides gras identifiés. Ce composé est souvent l'acide gras le plus abondant des algues brunes et rouges (Khotimchenko, Vaskovsky, Titlyanova, 2002 ; Sánchez-Machado *et al.* 2004). En outre, l'acide oléique est le plus important AGMI. Dans cette classe d'AG, l'acide oléique est l'un des principaux AGMI identifié chez les espèces de *Cystoseira* et *Laurencia* (Kamenarska *et al.*, 2002 ; Shanab, 2007).

**Tableau 2.** Composition centésimale des AG chez *C. sauvageauana* et *L. pinnatifida*

AG	Pourcentage massique (%)	
	<i>C. sauvageauana</i>	<i>L. pinnatifida</i>
<b>C14:0</b>	6,93	3,89
<b>C16:0</b>	19,80	16,86
<b>C16:1 <math>\omega</math>7</b>	2,41	0,87
<b>C18:0</b>	1,84	1,55
<b>C18:1 <math>\omega</math>9</b>	14,73	11,13
<b>C18:2 <math>\omega</math>6</b>	12,01	1,98
<b>C18:3 <math>\omega</math>3</b>	5,35	1,63
<b>C20:4 <math>\omega</math>6</b>	18,28	7,20
<b>C20:5 <math>\omega</math>3</b>	5,61	7,25
<b>AGS</b>	28,56	22,30
<b>AGMI</b>	17,14	12,00
<b>AGPI</b>	41,26	18,06
<b>AGPI/AGS</b>	1,44	0,81
<b><math>\omega</math>6</b>	30,29	9,18
<b><math>\omega</math>3</b>	10,96	8,88
<b><math>\omega</math>6/<math>\omega</math>3</b>	2,76	1,03

En ce qui concerne les AGPI, chez *C. sauvageauana*, l'acide arachidonique (C20:4) étant le constituant majeur, tandis que EPA (C20:5) et l'acide arachidonique sont les principaux constituants identifiés chez *L. pinnatifida*.

Le rapport AGPI/AGS est supérieur à 1 chez *C. sauvageauana* indiquant, un pourcentage d'AGPI plus important à celui d'AGS. Les AGPI sont essentiels à la nutrition animale et humaine et certains de la série oméga-3 sont les éléments les plus intéressants pour la prévention des maladies cardiovasculaires et inflammatoires.

Le rapport  $\omega$ 6/ $\omega$ 3 est considéré satisfaisant pour les deux espèces, car dans un régime alimentaire sain, le rapport  $\omega$ 6/ $\omega$ 3 ne doit pas dépasser 10 : 1 selon Balboa *et al.* (2013). Le métabolisme des  $\omega$ 3 et des  $\omega$ 6 fait appel aux Le rapport  $\omega$ 6/ $\omega$ 3 est considéré satisfaisant pour les deux espèces, car dans un régime

alimentaire sain, le rapport  $\omega 6/\omega 3$  ne doit pas dépasser 10 : 1 selon Balboa *et al.* (2013).

Le métabolisme des  $\omega 3$  et des  $\omega 6$  fait appel aux mêmes enzymes et, dans une moindre mesure, à plusieurs vitamines (vitamine B3, B6, C et E) et minéraux (magnésium, zinc) communs. En effet un excès d' $\omega 6$  empêche l'utilisation optimale des  $\omega 3$  par l'organisme, car ils se concurrencent. Un ratio  $\omega 6/\omega 3$  important induit un état physiologique propice aux maladies cardiovasculaires ainsi qu'aux troubles allergiques et inflammatoires (Eude, 2005).

## Conclusion

Dans cette étude, nous avons évalué la composition en acides gras de deux espèces d'algues marines *Cystoseira sauvageauana* et *Laurencia pinnatifida* de la côte de la baie de Bou-Ismaïl. Les acides gras identifiés chez les deux espèces varient de C14 à C20 et composés d'acide gras saturés, d'acides gras mono-insaturés et d'acide gras polyinsaturés de la série  $\omega 3$  et  $\omega 6$ . Le rapport AGPI/AGS est supérieur à 1 chez *C. sauvageauana*. En outre, Le rapport  $\omega 6/\omega 3$  est jugé satisfaisant pour les deux espèces. *Cystoseira sauvageauana* et *Laurencia pinnatifida* constituent une source intéressante d'acides gras essentiels qui pourraient trouver une large application dans le domaine de l'alimentation en tant que compléments nutritionnels.

## Références bibliographiques

**Babushok, V.I. Linstrom, P.J. Zenkevich, I.G. (2011).** Retention indices for frequently reported compounds of Plant Essential Oils. *J Phys Chem Ref Data*, 40(4), 043101-47.

**Balboa, E. M. Conde, E. Moure, A. Falqué, E. Domínguez, H. (2013).** In vitro antioxidant properties of crude extracts and compounds from brown algae. *Food Chem*, 138, 1764-1785.

**Bouzi, N. Viano, Y. Ortalo-Magné, A. Seridi, H. Alliche, Z. Daghbouche, Y. Culioli, G. El Hattab, M.**

**(2014).** Sterols from the brown alga *Cystoseira foeniculacea*: Degradation of fucosterol into saringosterol epimers. *Arab. J. Chem.*

**Cardozo, K.H.M. Guaratini, T. Barros, M.P. Falcão, V.R. Tonon, A.P. Lopes, N.P. Campos, S. Torres, M.A. Souza, A.O. Colepicolo, P. Pinto, E. (2007).** Metabolites from algae with economical impact. *Comp. Biochem. Physiol. C: Toxicol. Pharmacol*, 146, 60-78.

**Dennis, Y.C. Leung, Xuan, Wu. Leung, M.K.H. (2010).** A review on biodiesel production using catalyzed transesterification. *Appl Energ*, 87, 1083-1095.

**El Gamal A. A. (2010).** Biological importance of marine algae. *Saudi Pharm J*, 18,1-25.

**El Hattab, M. Genta-Jouve, G. Bouzi, N. Ortalo-Magné, A. Hellio, C. Maréchal, JP. Piovetti, L. P.Thomas, O. Culioli, G. (2015).** Cystophloroketals A-E, unusual phloroglucinol-meroterpenoid hybrids from the brown alga *Cystoseira tamariscifolia*. *J Nat Pro*, 78, 1663-1670.

**Eude, A. (2005).** Dosage des oméga 3 et 6 dans les suppléments alimentaires et les poissons gras. INSA de Rouen, Mont Saint Aignan cedex, p.24.

**Kamenarska, Z. Yalçin, F.N. Ersöz, T. Çaliş, İ. Stefanov, K. (2002).** Popov S. Chemical composition of *Cystoseira crinita* Bory from the Eastern Mediterranean. *Z NaturforschC.*, 57 (7-8), 584-590.

**Khotimchenko, S.V. Vaskovsky, V. E. Titlyanova, T.V. (2002).** Fatty acids of marine algae from the Pacific Coast of North California. *Bot Mar*, 45, 17-22.

**Kord, A. (2020).** Contribution à l'étude de la composition chimique des extraits d'algues marines. Thèse de doctorat. Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene.

**Longueira, E. Pineda, J. (2012).** determination of fatty acids methyl esters (FAMES) in Olive oil using automated sample preparation. Agilent Technologies, Inc: USA, 1-8.

**Metidji, H. Dob, T. Toumi, M. Krimat, S. Ksouri, A. Nouasri, A. (2015).** In vitro screening of secondary metabolites and evaluation of antioxidant, antimicrobial and cytotoxic properties of *Gelidium sesquipedale* Thuret et Bornet red seaweed from Algeria. *J Mater Environ Sci*, 6 (11),3184-3196. NISTChemistry **WebBook.** <https://webbook.nist.gov/chemistry/name-ser/>. 2019

**Person J. (2011).** Algues, filière du futur, Livre Turquoise. ed Adebitech : Romainville. France. p.163.

**Roland, J. C. Bouteau, H. E. M. Bouteau, F. (2008).** Atlas de biologie végétale - Tome 1 - 7ème édition, Dunod. Paris, France. p.139.

**Sahnouni, F. Benattouche, Z. Matallah-Boutiba, A. Benchohra, M. Moumen Chentouf, W. Bouhadi, D. Boutiba, Z. (2016).** Antimicrobial activity of two marines algae *Ulva rigida* and *Ulva intestinalis* collected from

Arzew gulf (Western Algeria). *J appl Environ Biol Sc*, 6(1), 241-248.

**Sánchez-Machado, D.I. López-Cervantes, J. López-Hernández, J. Paseiro-Losada, P. (2004).** Fatty acids, total lipid, protein and ash contents of processed edible seaweeds. *Food chem*, 85, 439-444.

**Shanab, S.M.M. (2007).** Antioxidant and antibiotic activities of some seaweeds (Egyptian Isolates). *Int J Agri Biol*, 9(2), 220-225.