

**Teneur en Composés Phénoliques et Activités Antioxydantes
de *Sargassum fluitans* et *Sargassum natans*, deux Algues
Brunes Invasives des Côtes Ivoiriennes**

Aboubacar Ouattara

Laboratoire des Milieux Naturels et Conservation de la Biodiversité,
UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire

Konan Yao

Laboratoire des Milieux Naturels et Conservation de la Biodiversité,
UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire
Laboratoire des systématiques Herbiers et Musée Botanique, Centre National
de Floristique (CNF), UFR Biosciences,
Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire
Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire (CSRS),
Côte d'Ivoire

Koffi Komoe

Laboratoire des Milieux Naturels et Conservation de la Biodiversité,
UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire

Wokapeu Blaise Kpan

Laboratoire des Milieux Naturels et Conservation de la Biodiversité,
UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire
Laboratoire des systématiques Herbiers et Musée Botanique, Centre National
de Floristique (CNF), UFR Biosciences,
Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire

Mamidou Witabouna Kone

Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire (CSRS),
Côte d'Ivoire

Laboratoire de Botanique et Valorisation de la Diversité végétale, UFR
Sciences de la Nature, Université Nangui Abrogoua, Côte d'Ivoire

Djakalia Ouattara

Laboratoire des Milieux Naturels et Conservation de la Biodiversité, UFR
Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire
Laboratoire des systématiques Herbiers et Musée Botanique, Centre National
de Floristique (CNF), UFR Biosciences,
Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire

Sadibou Toure

Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire (CSRS),
Côte d'Ivoire

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n33p313](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n33p313)

Submitted: 06 September 2022

Accepted: 28 October 2022

Published: 31 October 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Ouattara A., Yao K., Komoe K., Kpan W.B., Kone M.W., Outtara D. & Toure S. (2022). *Teneur en Composés Phénoliques et Activités Antioxydantes de Sargassum fluitans et Sargassum natans, deux Algues Brunes Invasives des Côtes Ivoiriennes*. European Scientific Journal, ESJ, 18 (33), 313. <https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n33p313>

Résumé

Sargassum fluitans (Børgesen) Børgesen et *Sargassum natans* (Børgesen) Børgesen (Sargassaceae) sont deux algues brunes invasives qu'on retrouve dans les eaux et sur les plages du golfe de Guinée, notamment celles de la Côte d'Ivoire. L'objectif de cette étude est de contribuer à la lutte contre la pollution environnementale des sargasses sur les plages ivoiriennes à travers une valorisation de ces algues en additifs alimentaires en aviculture et en cuniculture. Ainsi, la teneur des deux algues en composés phénoliques ainsi que leurs pouvoirs antioxydants ont été évalués. On note une bonne teneur en polyphénols totaux avec les extraits aqueux avec des valeurs de $378,30 \pm 0,59$ mg/100 g et $549,39 \pm 0,00$ mg/100 g respectivement pour SF et SN. Au niveau des phlorotannins, on a des teneurs qui varient entre $93,18 \pm 1,46$ mg/100g et $36,37 \pm 0,58$ mg/100g selon le solvant utilisé. L'activité antiradicalaire contre le radical ABTS a donné des valeurs moyennes de $3,89 \pm 2,28$ mg/mL avec SFEth et $3,21 \pm 2,29$ mg/mL pour SNH₂O. Ces résultats obtenus indiquent que *Sargassum fluitans* (SF) et *Sargassum natans* (SN) renferment des composés phénoliques et ont des activités antioxydantes intéressantes susceptibles d'encourager vers leur valorisation en tant qu'additifs alimentaires aux pouvoirs immunogènes chez les poulets de chairs (*Gallus gallus domesticus*) et les lapins (*Oryctolagus cuniculus*).

Mots-clés: Algues brunes ; *Sargassum fluitans* ; *Sargassum natans* ; composés phénoliques ; activités antioxydantes ; Côte d'Ivoire

Content of Phenolic Compounds and Antioxidant Activities of *Sargassum fluitans* and *Sargassum natans*, Two Invasive Brown Seaweeds from the Ivorian Coasts

Aboubacar Ouattara

Laboratoire des Milieux Naturels et Conservation de la Biodiversité,
UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire

Konan Yao

Laboratoire des Milieux Naturels et Conservation de la Biodiversité,
UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire
Laboratoire des systématiques Herbiers et Musée Botanique, Centre National
de Floristique (CNF), UFR Biosciences,

Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire
Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire (CSRS),
Côte d'Ivoire

Koffi Komoe

Laboratoire des Milieux Naturels et Conservation de la Biodiversité,
UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire

Wokapeu Blaise Kpan

Laboratoire des Milieux Naturels et Conservation de la Biodiversité,
UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire
Laboratoire des systématiques Herbiers et Musée Botanique, Centre National
de Floristique (CNF), UFR Biosciences,

Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire

Mamidou Witabouna Kone

Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire (CSRS),
Côte d'Ivoire

Laboratoire de Botanique et Valorisation de la Diversité végétale, UFR
Sciences de la Nature, Université Nangui Abrogoua, Côte d'Ivoire

Djakalia Ouattara

Laboratoire des Milieux Naturels et Conservation de la Biodiversité, UFR
Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire
Laboratoire des systématiques Herbiers et Musée Botanique, Centre National
de Floristique (CNF), UFR Biosciences,

Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire

Sadibou Toure

Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire (CSRS),
Côte d'Ivoire

Abstract

Sargassum fluitans (Børgesen) Børgesen and *Sargassum natans* (Børgesen) Børgesen (Sargassaceae) are two invasive brown algae found in the waters and on the beaches of the Gulf of Guinea, particularly those of Côte d'Ivoire. The objective of this study is to contribute to the fight against the environmental pollution of *Sargassum* on Ivorian beaches through the valorization of these algae in food additives in poultry farming and rabbit farming. Thus, the content of the two seaweeds in phenolic compounds as well as their antioxidant powers were evaluated. A good content of total polyphenols is noted with the aqueous extracts with values of 378.30 ± 0.59 mg/100g and 549.39 ± 0.00 mg/100g respectively for SF and SN. The phlorotannins contents varied between 93.18 ± 1.46 mg/100g and 36.37 ± 0.58 mg/100g depending on the solvent used. The antiradical activity against the ABTS radical gave average values of 3.89 ± 2.28 mg/mL with SF_{EtH} and 3.21 ± 2.29 mg/mL for SN_{H2O}. The results obtained show that *Sargassum fluitans* (SF) and *Sargassum natans* (SN) contain phenolic compounds and have interesting antioxidant activities likely to encourage their development as food additives with immunogenic powers in broiler chickens (*Gallus gallus domesticus*) and rabbits (*Oryctolagus cuniculus*).

Keywords: Brown algae ; *Sargassum fluitans*; *Sargassum natans*; phenolic compounds ; antioxidant activities ; Côte d'Ivoire

Introduction

Les sargasses sont des algues brunes marines pélagiques. Plus de 1000 taxons ont déjà été décrits à travers le monde, faisant de *Sargassum* le genre le plus riche de l'ordre des Fucales (Guiry et Guiry, 2013). Plusieurs intérêts dont des intérêts alimentaires, industriels, pharmacologiques, médicaux leur sont attribués dans diverses études déjà effectuées à travers le monde. On note également plusieurs propriétés qui leur ont été attribuées, notamment des propriétés antioxydantes, antimicrobiennes, etc. (Plouguerné *et al.*, 2006, 2008 ; Wijesinghe et Jeon, 2011 ; Stiger *et al.*, 2014 ; Desrochers *et al.*, 2020 ; Milledge *et al.*, 2020). En Côte d'Ivoire et sur tout le long du golfe de Guinée, deux espèces pélagiques invasives que sont *Sargassum fluitans* (SF) et *Sargassum natans* (SN) inondent les eaux marines et échouent très massivement sur les plages de ces pays depuis l'année 2011. De l'année 2015 à nos jours, ce fléau persiste et a pris les dimensions d'un problème socioéconomique. En effet, plusieurs secteurs d'activités notamment la pêche, l'hôtellerie, le tourisme sont durement impactés (Franks *et al.*, 2016 ; Sankaré *et al.*, 2016 ; Komoé *et al.*, 2016 ; Aka *et al.*, 2018 ; Creis *et al.*, 2018 ; Ouattara *et al.*, 2021). Ces algues polluent les plages et les rendent

inaccessibles. Elles déchirent et emportent les filets des pêcheurs, dégagent des odeurs nauséabondes "d'œufs pourris" lorsqu'elles pourrissent, créant ainsi de nombreux désagréments aux clients des hôtels situés aux abords des plages ainsi que les nombreux touristes qui viennent passer du bon temps sur les plages. Les pertes annuelles pour les hôteliers dans de nombreux pays impactés, notamment la Guadeloupe, la Martinique, sont estimées à coup de millions d'Euros (Bouvier, 2020 ; Florenne *et al.*, 2016). Au plan écologique, les sargasses couvrent les sites de pontes des tortues marines, ce qui constitue un obstacle non seulement à leur nidification, mais aussi une entrave à l'accès en mer des nouveau-nés. Ce phénomène entraîne la perte de centaines, voire de milliers de nouveau-nés de tortues marines (Johnson *et al.*, 2012 ; Maréchal *et al.*, 2017). À ce jour, aucune solution efficace n'a été trouvée pour lutter contre la pollution des plages par les sargasses, et aucun moyen de valorisation n'existe en Côte d'Ivoire. Néanmoins, quelques travaux ont déjà été effectués, à savoir ceux de Komoé *et al.* (2016), qui ont abordé l'aspect systématique, ceux de Sankaré *et al.* (2016), qui ont fait l'état des lieux et le niveau de pollution dans le pays, ceux de Aka *et al.* (2018), qui ont étudiés le niveau de pollution et son impact sur les activités économiques, et ceux de Ouattara *et al.* (2021), qui ont évalué les biomolécules et la toxicité aiguë de ces deux macroalgues. Les études sur les aspects pharmacologiques et médicaux n'ont pas encore été abordées en Côte d'Ivoire. Face à cette problématique, la prise d'initiatives pour la valorisation des sargasses dans plusieurs domaines pourrait être une voie prometteuse et salutaire. C'est dans cet esprit que se situe ce travail dont l'objectif principal est de contribuer à la lutte contre la pollution environnementale des sargasses sur les plages ivoiriennes à travers leur valorisation en additifs alimentaires en aviculture et en cuniculture. De façon spécifique, il s'agira d'évaluer les teneurs en composés phénoliques et les activités antioxydantes de *Sargassum fluitans* et *Sargassum natans*.

1. Matériel et méthodes

1.1. Récolte et conditionnement du matériel végétal

Le matériel végétal qui a servi à cette étude était constitué de deux espèces d'algues brunes que sont *Sargassum fluitans* et *Sargassum natans*. Ces algues ont été récoltées en septembre 2019 sur les plages d'Assinie et de Grand-Bassam, villes situées respectivement à 80 et 20 km d'Abidjan. Une fois au laboratoire, ces algues ont été triées, lavées et rincées quatre à cinq fois de suite à l'eau de robinet afin de les dessaliniser et les débarrasser de tout corps étranger. Elles ont été par la suite séchées au laboratoire à une température de 18 °C avant d'être mises en poudre fine à l'aide d'un mixeur blinder.

1.2. Préparation des extraits

Une masse de 25 g de poudre de chaque algue a été additionnée à 250 mL de chaque solvant (eau distillée pour l'extrait aqueux et éthanol 96 % pour l'extrait éthanolique) dans un erlenmeyer, et mis sous agitation mécanique pendant 24 h. Le mélange a été filtré deux fois sur coton hydrophile et une fois sur papier filtre Wattman (3 mm). Les filtrats constituent les extraits totaux aqueux (SFH₂O, SNH₂O) et éthanoliques (SF_Eth, SNEth), utilisés pour l'évaluation des teneurs en composés phénoliques et les activités antioxydantes (Kouassi *et al.*, 2020).

1.3. Évaluation de la teneur en composés phénoliques

1.3.1. Teneur en polyphénols totaux

La méthode décrite par Singleton et Rossi (1965) et reprise par Bidié *et al.* (2011) et Diomande *et al.* (2018) a été utilisée pour déterminer la teneur en composés phénoliques. À un volume de 2,5 mL d'une solution de Folin-Ciocalteu (dilué au 1/10), 0,5 mL d'extrait a été ajouté, puis l'ensemble a été incubé pendant 2 minutes à la température ambiante. Ensuite, 2 mL de bicarbonate de sodium à 75 g/L ont été ajoutés. L'ensemble a été immédiatement incubé pendant 15 minutes à 50 °C. Après le refroidissement rapide des tubes dans de l'eau glacée, la lecture des densités optiques a été effectuée à l'aide d'un spectrophotomètre à 760 nm. La quantité de composés phénoliques totaux a été déterminée grâce à la droite d'étalonnage de l'acide gallique ($y = 0,0098x + 0,0034$). Les résultats sont exprimés en mg EAG/100g de MS à l'aide de la formule utilisée par Wangcharoen et Morasuk (2007) :

$$\text{Teneur en polyphénols totaux (mg/100g EAG)} = \frac{(A1 - A0) / (\text{Pente}) V / v}{m \times 1000}$$

A1 = valeur de l'absorbance de l'extrait ; A0 = valeur de l'absorbance du témoin ; EAG = Équivalent d'Acide Gallique ; Pente = pente de la droite de régression exprimant les valeurs des absorbances en fonction des différentes concentrations du standard ; V = volume total d'extrait préparé pour obtenir la solution mère ; v = volume de l'extrait prélevé pour le test ; m = masse de l'échantillon prélevé pour préparer la solution mère ; 1000 = Facteur de conversion (µg en mg).

1.3.2. Teneur en flavonoïdes totaux

La méthode colorimétrique au trichlorure d'aluminium décrite par Bahorun *et al.* (1996), et reprise par Kouassi *et al.* (2020) a été utilisée. A 1 mL de chaque extrait à 500 µg/mL, 1 mL d'une solution d'AlCl₃ (2 % dans le méthanol) a été ajouté. À l'aide d'un vortex, le mélange obtenu a été vigoureusement agité avant de l'incuber pendant 10 minutes, puis l'absorbance lue à 430 nm. L'équation de la droite d'étalonnage de la quercétine ($y = 0,506x - 2^{E-05}$) a été utilisée pour exprimer les teneurs en flavonoïdes des différents

extraits. Les résultats ont été exprimés en mg équivalent quercétine par 100 g d'extrait (mg EQ/100 g de MS) selon la formule ci-dessous :

$$\text{Teneur en flavonoïdes totaux (mg/100g EQ)} = \frac{(A1-A0)/(Pente)V/v}{m \times 1000}$$

A1 = valeur de l'absorbance de l'extrait ; A0 = valeur de l'absorbance du témoin ; EQ= Équivalent de Quercétine ; Pente = pente de la droite de régression exprimant les valeurs des absorbances en fonction des différentes concentrations du standard ; V = volume total d'extrait préparé pour obtenir la solution mère ; v = volume de l'extrait prélevé pour le test ; m = masse de l'échantillon prélevé pour préparer la solution mère.

1.3.3. Teneur en tanins totaux

La méthode avec le réactif de la vanilline en milieu acide décrite par **Ba et al. (2010)** a été utilisée. Le réactif de la vanilline a été préparé en mélangeant à volume égal, du HCl à 8 %, du méthanol à 37 % et de la vanilline à 4 %. Ensuite, un volume de 200 µL de chaque extrait a été ajouté à 1000 µL de réactif. Le mélange a été bien agité et incubé à l'obscurité pendant 20 minutes à 30 °C. L'absorbance a été lue au spectrophotomètre à 500 nm. La droite d'étalonnage du trolox ($y = 0,2296x + 0,0008$) a été utilisée pour déterminer les teneurs en tanins totaux. Les résultats ont été exprimés en mg EC/100g MS à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Teneur en tanins totaux (mg/100g EC)} = \frac{(A1-A0)/(Pente)V/v}{m \times 1000}$$

A1 = valeur de l'absorbance de l'extrait ; A0 = valeur de l'absorbance du témoin ; EC = Équivalent de Catéchine ; Pente = pente de la droite de régression exprimant les valeurs des absorbances en fonction des différentes concentrations du standard ; V = volume total d'extrait préparé pour obtenir la solution mère ; v = volume de l'extrait prélevé pour le test ; m = masse de l'échantillon prélevé pour préparer la solution mère.

1.3.4. Évaluation de l'activité antioxydante

1.3.4.1. Test au DPPH

L'activité antioxydante a été évaluée selon la méthode décrite par **Bené et al. (2017)**, **Diomande et al. (2018)**, et **Kouassi et al. (2020)**, basée sur la décoloration de la solution du 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) par l'extrait. La décoloration est proportionnelle à l'activité antioxydante de l'échantillon. Le DPPH a été solubilisé dans du méthanol pur afin d'obtenir une solution mère de concentration 0,4 mg/mL (0,04 g dans 100 mL de méthanol pur). Les différentes concentrations d'extraits (100 ; 50 ; 25 ; 12,5 ; 6,25) ont été obtenues à partir d'une solution mère à 26 mg/mL dans du

méthanol pur. Dans des tubes à essai contenant 100 µL de chaque extrait aux concentrations cités plus haut, on additionne 2,5 mL de la solution méthanolique de DPPH. Après agitation, les tubes sont incubés à l'abri de la lumière pendant 30 minutes et l'absorbance est lue au spectrophotomètre à 517 nm. L'équation de la droite d'étalonnage ($y = 1,3374x + 0,4477$) réalisée avec le trolox a été utilisée pour déterminer les capacités antioxydantes. Les résultats ont été exprimés en pourcentage (%) d'inhibition et les capacités antioxydantes des extraits en mg/100g ET de MS sont déterminées selon les formules suivantes :

$$I (\%) = \frac{(A_0 - A_e)}{A_0} \times 100$$

Avec I (%) = Pourcentage d'inhibition du DPPH ; A_0 = Absorbance du blanc ; A_e = Absorbance de l'extrait à une concentration donnée.

$$\text{Capacité antioxydante DPPH (mg/g EAS)} = \frac{(SA - SB) / (\text{Pente}) VT / VU}{m \times 1000}$$

SA = Absorbance du contrôle ; SB = Absorbance de l'extrait ; AS = Équivalent d'Acide ascorbique ; Pente = pente de la droite d'étalonnage du standard ; VT = Volume total de l'extrait préparé pour obtenir la solution mère ; VU = Volume de l'extrait prélevé pour le test ; m = masse de l'échantillon utilisé pour préparer la solution mère et 1000 = facteur de conversion µg en mg).

1.3.4.2. Test à l'ABTS

La méthode décrite par Kouassi *et al.* (2020) a été utilisée pour ce test. Ainsi, le cation radical ABTS a été généré à l'aide du mélange d'une solution d'ABTS à 7,0 mM et de persulfate de potassium à 2,6 mM. Le mélange V/v a été laissé au repos à l'abri de la lumière et à température ambiante plus de 12 heures. Ensuite, un volume de 1 mL de la solution obtenue a été mélangé avec du méthanol pour obtenir une valeur d'absorbance comprise entre 1,0 et 1,5 à 734 nm. Pour chaque essai, une nouvelle solution est préparée et ne peut être conservée. À 100 µL de chaque extrait à différentes concentrations, ont été ajoutées 2500 µL de la solution ABTS. Le tout a été incubé à l'obscurité pendant 7 minutes, et les absorbances lues au spectrophotomètre à 734 nm. L'équation de la droite d'étalonnage ($y = 6,111x + 0,0632$) réalisée avec le trolox a été utilisée pour déterminer les capacités antioxydantes. Les résultats ont été exprimés en pourcentage d'inhibition et en capacités antioxydantes en mg/100g ET suivant les formules suivantes :

$$\% \text{ Inhibition de l'ABTS} = I (\%) = \frac{(A_0 - A_e)}{A_0} \times 100$$

Avec A_0 = Absorbance du contrôle ; A_e = Absorbance de l'extrait à une concentration donnée après les 7 minutes d'incubation.

$$\text{Capacité antioxydante ABTS (mg/g ET)} = \frac{(SA_{SB})/(Pente)VT/VU}{m \times 1000}$$

Avec SA = Absorbance du contrôle ; SB = Absorbance de l'extrait ; ET= Équivalent de Trolox ; Pente = pente de la droite d'étalonnage du standard ; VT = Volume total de l'extrait préparé pour obtenir la solution mère ; VU = Volume de l'extrait prélevé pour le test ; m = masse de l'échantillon utilisé pour préparer la solution mère ; 1000 = Facteur de conversion (μg en mg).

1.3.4.3. Test de réduction du fer (FRAP)

Le pouvoir réducteur du fer (Fe^{3+}) a été déterminé selon le protocole décrit par Oyaizu (1986), repris par Konan *et al.* (2015), et Diomande *et al.* (2018). Le réactif FRAP est obtenu en mélangeant une solution de TPTZ (10 nM), une solution tampon d'acétate de sodium (pH 3,6) et une solution de trichlorure de fer FeCl_3 (20 nM) dans les proportions 1:10:1. Un volume de 100 μL de chaque extrait a été mélangé avec 2500 μL de réactif FRAP, et le mélange a été incubé pendant 30 minutes à l'obscurité. Les absorbances du produit coloré (complexe tripyridyltriazine ferreux) ont été lues au spectrophotomètre à 593 nm. Les capacités antioxydantes ont été déterminées à l'aide de la droite d'étalonnage ($y = 0,0007x + 0,0223$) et exprimées en mg d'équivalent de trolox de matière sèche (mg/100g ET) selon la formule suivante:

$$\text{Capacité antioxydante FRAP (mg/g ET)} = \frac{SA_{SB})/(Pente)VT/VU}{m \times 1000}$$

Avec SA = Absorbance du contrôle ; SB = Absorbance de l'extrait ; ET= Équivalent de Trolox ; Pente = pente de la droite d'étalonnage du standard ; VT = Volume total de l'extrait ; VU = Volume de l'extrait prélevé pour le test de l'extrait ; m = masse de l'échantillon utilisé ; 1000 = Facteur de conversion (μg en mg).

Analyses statistiques

L'analyse statistique utilisée dans cette étude est l'Analyse de Variance à un Facteur (ANOVA 1). Ce test a permis de comparer les moyennes des pourcentages d'inhibition des radicaux ABTS et DPPH, des

capacités antioxydantes (DPPH, ABTS et FRAP), des teneurs en polyphénols, en tannins et en flavonoïdes des extraits éthanoliques et aqueux de *Sargassum fluitans* et *Sargassum natans*. La normalité de la distribution des données et l'égalité de variance ont été vérifiées en utilisant respectivement le test de Shapiro-Wilk et le test de Levene avant la réalisation du test de l'ANOVA. L'ANOVA a été ainsi complétée par le test de Tukey qui a permis de montrer les moyennes qui diffèrent les unes des autres. Le logiciel Statistica 8.0 a été utilisé pour les différentes analyses. Ces tests ont été réalisés au seuil de 5%.

2. Résultats

2.1.1. Pouvoir inhibiteur des radicaux DPPH et ABTS

➤ Avec le radical DPPH

À toutes les concentrations testées, les extraits éthanoliques et aqueux de *Sargassum fluitans* et *Sargassum natans* ont inhibé significativement le radical DPPH[•] (Figure 1) de manière dose dépendante ($F = 3536,522$; $P < 0,001$). On note que les extraits de *Sargassum natans* ont les pourcentages d'inhibitions les plus élevés, avec une prédominance des extraits éthanoliques. En dessous de la concentration de 50 mg/mL, il n'y a pas de différence significative entre la valeur du pourcentage d'inhibition de l'extrait éthanolique de *Sargassum natans* et celle de la vitamine C. À 25 mg/mL de la concentration de l'extrait éthanolique de *Sargassum natans*, la valeur du pourcentage d'inhibition (36,11%) est nettement supérieure à celle de la vitamine C (33,55%).

➤ Avec le radical ABTS

La figure 2 montre que le radical cation ABTS^{•+} a été inhibé de façon significative à toutes les concentrations testées, et de manière dose dépendante par les extraits éthanoliques et aqueux de *Sargassum fluitans* et *Sargassum natans*. Comme pour le test DPPH, les extraits éthanoliques de *Sargassum fluitans* et *Sargassum natans* a montré une meilleure activité que celui des extraits aqueux.

Les valeurs les plus élevées ont été obtenues avec la concentration 100 mg/mL avec 99,86 % pour le trolox, 99,14 % pour l'extrait éthanolique de *Sargassum fluitans* (SF_{Et}), et 98,47 % pour l'extrait éthanolique de *Sargassum natans* (SN_{Et}).

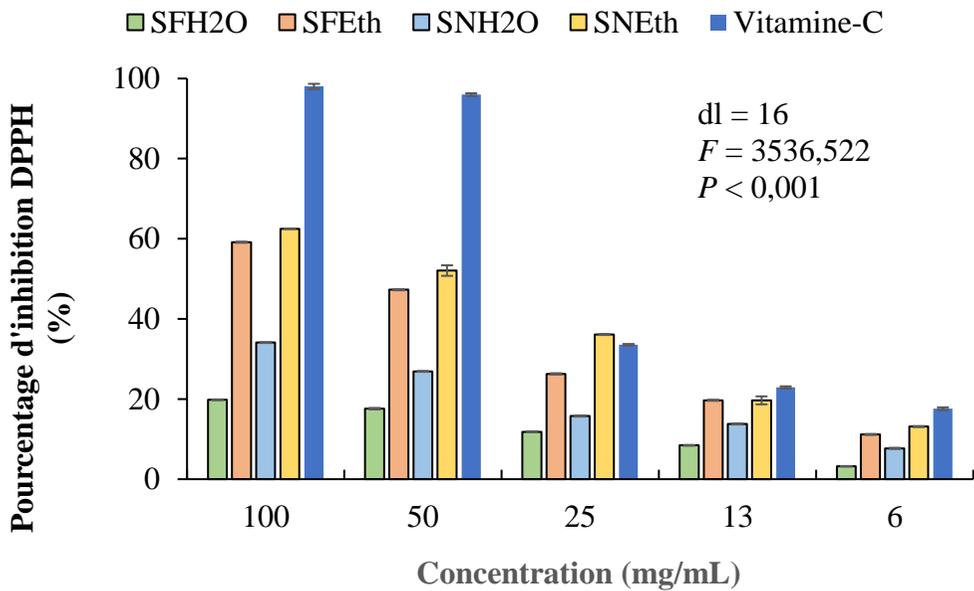


Figure 1. Inhibition du radical DPPH en fonction de la concentration des extraits aqueux et éthanoliques de *Sargassum fluitans* et *Sargassum natans*
SFH₂O : Extrait aqueux de *Sargassum fluitans* (SF) ; SNH₂O: Extrait aqueux de *Sargassum natans* (SN)
SFEth : Extrait éthanolique de SF ; SNEth : Extrait éthanolique de SN

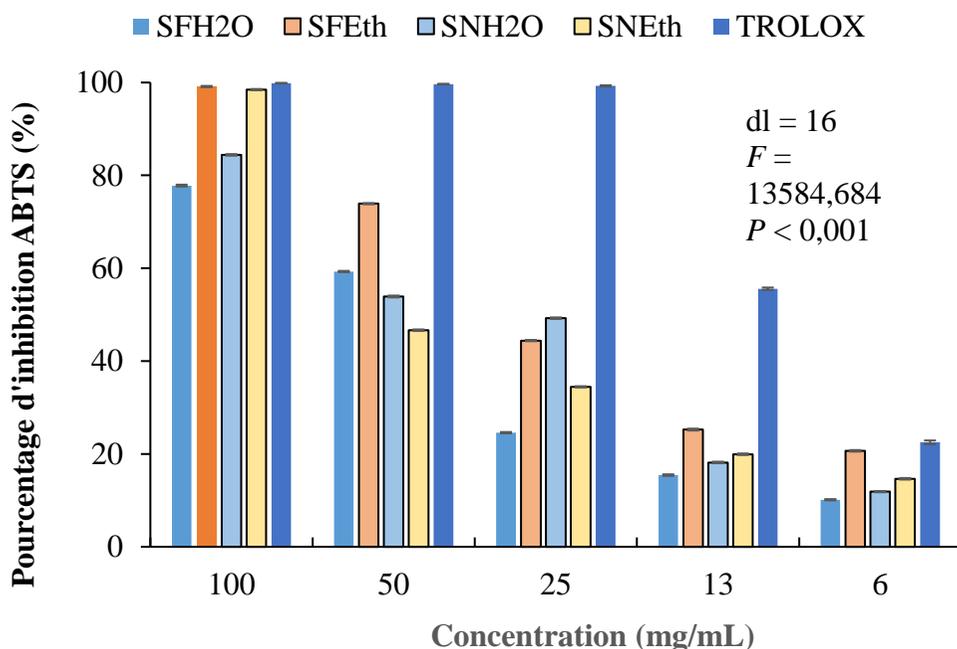


Figure 2. Inhibition du radical ABTS en fonction de la concentration des extraits aqueux et éthanoliques de *Sargassum fluitans* et *Sargassum natans*
 SFH₂O : Extrait aqueux de *Sargassum fluitans* (SF) ; SNH₂O : Extrait aqueux de *Sargassum natans* (SN)
 SFEth : Extrait éthanolique de SF ; SNEth : Extrait éthanolique de SN

2.1.2. Teneur en antioxydants des extraits de *Sargassum fluitans* et *Sargassum natans*

➤ Avec le radical DPPH

Les résultats du potentiel antiradicalaire des extraits sur le radical DPPH sont consignés dans le **tableau 1**. La teneur moyenne en antioxydants de l'extrait aqueux de *Sargassum fluitans* est de $0,69 \pm 0,36$ mg/g. Quant à l'extrait éthanolique de la même algue, elle est de $1,86 \pm 1,05$ mg/g. Concernant *Sargassum natans*, l'extrait aqueux a donné une teneur moyenne en antioxydants de $1,12 \pm 0,56$ mg/g, alors qu'avec l'extrait éthanolique, cette valeur est de $2,09 \pm 1,10$ mg/mL. Les extraits éthanoliques contiennent plus d'antioxydants que les extraits aqueux. L'ensemble des extraits a un potentiel antiradicalaire en dessous de celui de la vitamine C. Seul l'extrait éthanolique de *Sargassum fluitans* se rapproche de la valeur de la vitamine C avec une teneur moyenne en antioxydants de $2,09 \pm 1,10$ mg/g.

➤ Avec le radical ABTS

Les résultats du potentiel antiradicalaire des extraits sur le radical ABTS sont consignés dans le **tableau 1**. Les extraits éthanoliques ont donné des teneurs moyennes de $3,89 \pm 2,28$ mg/g pour *Sargassum fluitans* et de $3,16$

$\pm 2,29$ mg/g pour *Sargassum natans*. Au niveau des extraits aqueux, *Sargassum fluitans* a eu une teneur de $2,76 \pm 2,02$ mg/g, pendant que celle de *Sargassum natans* est de $3,21 \pm 2,01$ mg/g.

Tableau 1. Activités antioxydantes des extraits de *Sargassum fluitans* et *Sargassum natans*

Extrait	Activité antioxydante DPPH			Activité antioxydante ABTS		
	Moyenne \pm Écart-type (mg/g)			Moyenne \pm Écart-type (mg/g)		
SFH ₂ O	0,69	\pm	0,36 ^e	2,76	\pm	2,02 ^d
SFEth	1,86	\pm	1,05 ^c	3,89	\pm	2,28 ^a
SNH ₂ O	1,12	\pm	0,56 ^d	3,21	\pm	2,01 ^b
SNEth	2,09	\pm	1,10 ^b	3,16	\pm	2,29 ^c
VITAMINE C	3,05	\pm	2,11 ^a	TROLOX	5,56	\pm 2,4 ^a

Paramètre Statistique d'Anova

dl	4	4
F	25580,23	110752,126
P	< 0,001	< 0,001

SFH₂O : Extrait aqueux de *Sargassum fluitans* (SF) ; SNH₂O: Extrait aqueux de *Sargassum natans* (SN) SFEth : Extrait éthanolique de SF ; SNEth : Extrait éthanolique de SN

2.1.3. Capacité de réduction du fer (FRAP)

Les résultats de la capacité de réduction ferrique (FRAP) des extraits sont consignés dans le **tableau 2**. Il a été noté que les extraits aqueux ont une capacité de réduction du fer relativement plus élevée que les extraits éthanoliques. Les valeurs moyennes obtenues avec les extraits aqueux sont les suivantes : SFH₂O = $22,84 \pm 0,06$ mg/g et SNH₂O = $18,33 \pm 0,05$ mg/100 g. Pour ce qui est des extraits éthanoliques, SFEth a donné une valeur moyenne de $11,51 \pm 0,04$ mg/g, alors que SNEth a une valeur moyenne de $7,49 \pm 0,05$ mg/g.

Tableau 2. Capacité de réduction du fer des extraits d'algues

Extrait	Activité FRAP (mg/g)		
	Moyenne ± Ecart-type		
SFH ₂ O	22,84	±	0,06 ^a
SFEth	11,51	±	0,04 ^c
SNH ₂ O	18,33	±	0,05 ^b
SNEth	7,49	±	0,05 ^d

Paramètre Statistique d'ANOVA	
dl	4
F	16627,13
P	< 0,001

SFH₂O : Extrait aqueux de *Sargassum fluitans* (SF) ; SNH₂O : Extrait aqueux de *Sargassum natans* (SN)

SFEth : Extrait éthanologique de SF ; SNEth : Extrait éthanologique de SN

2.1.4. Teneur en polyphénols totaux, en tanins et en flavonoïdes des extraits

➤ Teneur en polyphénols totaux

Les résultats obtenus indiquent que les extraits éthanologiques sont moins riches en composés phénoliques que les extraits aqueux. L'extrait aqueux de *Sargassum fluitans* contient $378,30 \pm 0,59$ mg/100 g EAG MS de composés phénoliques, tandis que *Sargassum natans* contient $549,39 \pm 0,00$ mg/100g EAG MS de composés phénoliques. La plus forte valeur a été obtenue avec *Sargassum natans*. Au niveau des extraits éthanologiques, *Sargassum fluitans* contient $180,00 \pm 0,00$ mg/100 EAG MS de composés phénoliques, et *Sargassum natans* $182,04 \pm 2,04$ mg/100g EAG MS de composés phénoliques (**tableau 3**).

➤ Teneur en tanins totaux

Les teneurs en tanins totaux sont consignées dans le (**tableau 3**). Les valeurs moyennes obtenues avec les extraits aqueux sont de $93,18 \pm 1,46$ mg/100g EQ MS pour *Sargassum fluitans* et de $36,37 \pm 0,58$ mg/100g EQ MS pour *Sargassum natans*. Avec les extraits éthanologiques, *Sargassum fluitans* a eu une teneur de $46,03 \pm 4,48$ mg/100g EQ MS et *Sargassum natans* $45,65 \pm 0,11$ mg/100 g EQ MS.

➤ Teneur en flavonoïdes totaux

Les résultats des teneurs en flavonoïdes totaux sont présentés dans le (**tableau 3**). Les proportions en flavonoïdes sont de $0,098 \pm 0,000$ mg/100 g EQ/g-1 MS pour l'extrait aqueux de *Sargassum fluitans* et de $0,363 \pm 0,004$ mg/100 g EQ MS pour *Sargassum natans*. Concernant les extraits éthanologiques, *Sargassum fluitans* a une teneur de $0,157 \pm 0,008$ mg/100 g EQ MS et *Sargassum natans* a $0,062 \pm 0,002$ mg/100 g EQ MS.

Tableau 3. Teneurs en polyphénols, flavonoïdes et tanins des extraits d'algues

Extrait	Teneur en Polyphénols		Teneur en tanins		Teneur en flavonoïdes	
	Moyenne ± Ecart-type (mg/100 g)		Moyenne ± Ecart-type (mg/100 g)		Moyenne ± Ecart-type (mg/100 g)	
SFH ₂ O	378,30	± 0,59 ^b	93,18	± 1,46 ^a	0,098	± 0,000 ^c
SFEth	180,00	± 0,00 ^c	46,03	± 4,48 ^b	0,157	± 0,008 ^b
SNH ₂ O	549,39	± 0,00 ^a	36,37	± 0,58 ^c	0,363	± 0,004 ^a
SNEth	182,04	± 2,04 ^c	45,65	± 0,11 ^b	0,062	± 0,002 ^d
Paramètre Statistique d'ANOVA						
dl	3		3		3	
F	83888,692		349,235		2723,35	
P	< 0,001		< 0,001		< 0,001	

SFH₂O : Extrait aqueux de *Sargassum fluitans* (SF) ; SNH₂O : Extrait aqueux de *Sargassum natans* (SN)

SFEth : Extrait éthanologique de SF ; SNEth : Extrait éthanologique de SN

3. Discussion

Cette étude a permis d'évaluer la teneur en polyphénols, en tanins et en flavonoïdes totaux et le potentiel antioxydant des algues brunes *Sargassum fluitans* et *Sargassum natans*. Les résultats montrent que tous les extraits ont des teneurs en composés phénoliques et des activités antioxydantes variables. Au niveau des polyphénols totaux, on note des teneurs élevées avec une abondance au niveau des extraits aqueux. Les teneurs des extraits aqueux sont comprises entre 378,30 ± 0,59 et 549,39 ± 0,00 mg/100 g EAG MS selon l'algue considérée. Avec les extraits éthanologiques, les teneurs varient de 182,04 ± 2,04 à 180,00 ± 0,00 mg/100g EAG MS. Avec les tanins dans les extraits aqueux, les teneurs varient de 36,37 ± 0,58 à 93,18 ± 1,46 mg/100g EQ MS, alors qu'au niveau des extraits éthanologiques, les teneurs sont comprises entre 45,65 ± 0,11 et 46,03 ± 4,48 mg/100g EQ MS, selon l'algue. Concernant les flavonoïdes, les teneurs sont très faibles et varient entre 0,363 ± 0,00 et 0,062 ± 0,00 mg/100g ET MS.

Du point de vue qualitatif, ces résultats sont similaires à ceux de Mélissa (2015) qui a montré la présence des polyphénols et des tanins dans des extraits de *Sargassum fluitans* et *Sargassum natans*. Cependant, au niveau quantitatif, les résultats sont plus ou moins variables par rapport à des études antérieures. C'est le cas des travaux de Oyesiku et Egunyomi (2014) et Alzate-Gaviria. *et al.* (2021) qui ont obtenu des teneurs en polyphénols et en tanins totaux variables et comprises entre 3,5 et 224,6 g/kg MS. Le même résultat est observé avec les travaux de Meenakshi *et al.* (2009) et Sava *et al.* (2010), qui ont obtenu des tanins totaux d'une concentration de 87,2 g/Kg MS. Selon Sarojini *et al.* (2012), les teneurs en composés phénoliques dans les algues marines varient pour plusieurs raisons, à savoir l'espèce de l'algue, la saison de récolte et les conditions géographiques. Ces facteurs pourraient justifier la

variabilité des différents résultats observés sur l'analyse de la composition des algues avec ceux de la littérature scientifique. Le potentiel antioxydant des extraits avec les radicaux DPPH, ABTS et le fer (FRAP) ont donné différents résultats selon le solvant utilisé. Avec le DPPH, la teneur moyenne en antioxydant de l'extrait aqueux de *Sargassum fluitans* est de $0,69 \pm 0,36$ mg/g, et de $1,86 \pm 1,05$ mg/g avec l'extrait éthanolique. Concernant *Sargassum natans*, l'extrait aqueux a donné une quantité d'antioxydant de $1,12 \pm 0,56$ mg/g, et l'extrait éthanolique, $2,09 \pm 1,10$ mg/g. Avec le radical ABTS, les extraits éthanoliques ont donné des teneurs en antioxydants et des pourcentages d'inhibitions plus élevés par rapport aux extraits aqueux. Ces résultats sont en accord avec ceux de plusieurs auteurs dont Plouguerné *et al.* (2006), Creis *et al.* (2018), et Desrochers *et al.* (2020), qui ont montré dans leurs études que les sargasses renferment des composés phénoliques aux propriétés antioxydantes. Aussi, Le Lann (2009) a rapporté que des extraits méthanoliques de *Sargassum sp.*, ont montré une bonne activité antioxydante. De même, selon Bruneton (2008) et Thouri *et al.* (2017), les plantes riches en composés phénoliques tels que les polyphénols, les tanins, les flavonoïdes, etc. ont généralement des activités antioxydantes intéressantes. Ces activités antioxydantes observées pourraient donc s'expliquer par la composition phytochimique des deux algues étudiées. La différence observée entre l'effet des extraits aqueux et celui des extraits éthanoliques pourrait s'expliquer par le fait que l'éthanol concentre mieux les principes actifs de moyennes et petites tailles que l'eau distillée. Ces biomolécules étant plus concentrées dans les extraits éthanoliques s'expriment donc mieux (Bené *et al.*, 2017). Cependant, il a été observé des cas où l'extrait aqueux a donné une activité meilleure que l'extrait éthanolique.

Conclusion

Au terme de ce travail, nous retenons que les différents extraits de *Sargassum fluitans* et de *Sargassum natans* ont une bonne teneur en composés phénoliques, notamment en polyphénols et en tanins totaux et une faible teneur en flavonoïdes. Les tests effectués ont montré que dans l'ensemble, les extraits aqueux et éthanoliques possèdent un pouvoir antiradicalaire intéressant contre les radicaux DPPH, ABTS et un pouvoir chélateur du fer. *Sargassum fluitans* et *Sargassum natans* ont donc des effets antioxydants intéressants susceptibles d'encourager vers leur valorisation en tant qu'additifs alimentaires aux pouvoirs immunogènes chez les poulets de chairs (*Gallus gallus domesticus*) et les lapins (*Oryctolagus cuniculus*), et pourraient être utilisées aussi pour lutter contre les maladies dans lesquelles les radicaux libres sont impliqués.

References:

1. Aka K. S., Sankare Y., Komoé K. & N'cho A. J. (2018). Influence des

- algues sargasses (*sargassum fluitans*, *sargassum natans*) sur les activités socio-économiques le long du littoral ivoirien (Côte d'Ivoire -Afrique de l'ouest). *Revue Canadienne de Géographie Tropicale*, 5 (2) : 10-15.
2. Alzate-Gaviria L., Domínguez-Maldonado J., Chablé-Villacís R. C., Olguin-Maciél E., Leal-Bautista R. M., Canché-Escamilla G., Caballero-Vázquez A., Hernández-Zepeda C., Felipe Alonso Barredo-Pool F. A. & Tapia-Tussell R. (2021). Presence of Polyphenols Complex Aromatic "Lignin" in *Sargassum* spp. from Mexican Caribbean. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9 (6) : 1-10 .
 3. Ba K., Tine E., Destain J., Cissé N. & Thonart P. (2010). Étude comparative des composés phénoliques, du pouvoir antioxydant de différentes variétés de sorgho sénégalais et des enzymes amylolytiques de leur malt. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 14 (1) :131-139.
 4. Bahorun T., Gressier B., Trotin F., Brunet C., Dine T., Luyckx M. & Pinkas M. (1996). Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations. *Arzneimittel-forschung*, 46 (11) : 1086-1089.
 5. Bidié A.P., N'guessan B.B., Yapó A. F., N'guessan J.D. & Djaman A. J. (2011). Activités antioxydantes de dix plantes médicinales de la pharmacopée ivoirienne. *Sciences et Nature*, 8 (1) : 1-11.
 6. Bouvier E. (2020). Mise en valeur des résidus d'algues *sargassum* en contexte d'échouage massif dans les Antilles. Maitrise en environnement, Université de Sherbrooke, 81 p.
 7. Bruneton J. 2008. Pharmacognosie, Phytochimie, Plante médicinales. *Editions Lavoisier Technique & Documentation*, 3ème édition, Paris, 783-785 p.
 8. Creis, E., E. A. Gall et P. Potin. 2018. Ubiquitous phlorotannins prospects and perspectives. In *Blue Biotechnology: Production and Use of Marine Molecules*, 67-116.
 9. Desrochers A., Cox S-A., Oxenford H. A. & van Tussenbroek B. (2020). Guide sur les utilisations des sargasses : une ressource pour les chercheurs, les entrepreneurs et les responsables politiques des Caraïbes. Rapport financé par et préparé pour le projet Adaptation au changement climatique du secteur de la pêche dans les Caraïbes orientales (CC4FISH) de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). Centre pour la gestion des ressources et les études environnementales (CERMES), Université West Indies, campus de Cave Hill. Bridgetown : Barbade. *Rapport technique CERMES n°97*, 201 p.
 10. Diomande A., Yao K., Sylla Y., Tra Bi F. H., Bakayoko A. & Koné

- M. W. (2018). Pouvoir antioxydant et teneurs en composés phénoliques de deux espèces du genre *Albertisia* : *Albertisia cordifolia* (Mangenot & J. Miège) Forman et *Albertisia scandens* (Mangenot & J. Miège) Forman (Menispermaceae). *European Scientific Journal*, 14 (32) : 1857-7881.
11. Florenne T., Guerber F. & Colas-Belcour F. (2016). Le phénomène d'échouage des sargasses dans les Antilles et en Guyane. Rapport, 406 p.
 12. Franks, J. S., Johnson D. R. & Ko. D. S. (2016). Pelagic Sargassum in the Tropical North Atlantic. *Gulf and Caribbean Research*, 27 (1): 6-11. DOI: <https://doi.org/10.18785/gcr.2701.08>.
 13. Guiry M. D. & Guiry G. M. (2013). Algae Base version 4.2. *World-wide electronic publication*, National University of Ireland, Galway, <http://www.algaebase.org>, consulté le 17/05/ 2020.
 14. Johnson D. R., Franks J. S., Ko D. S., Moreno P. & Sanchez-Rubio G. (2012). Sargassum Invasion of the Eastern Caribbean and West Africa 2011: Hypothesis Center for Fisheries Research and Development Gulf Coast Research Laboratory University of Southern Mississippi U.S. Naval Research Laboratory- Stennis Space Center, Mississippi. *Gulf Caribbean Fisheries Institute*, 65: 102–103.
 15. Komoé K., Sankare Y., Fofie N. B. Y., Bamba A. & Sahra G. (2016). Taxonomic study of two species of *Sargassum*: *Sargassum fluitans* (Børgesen) Børgesen and *Sargassum natans* (Linnaneus) Gaillon (brownalgae) collected in Côte d'Ivoire coasts, West Africa. *Nature and Science*, 14 (10) : 50-56.
 16. Konan A. G., Yao K. □ Koné. M. W. (2015). Polyphenols content and antioxidant capacity of traditional juices consumed in Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 87 : 8015- 8021.
 17. Bené K., Camara D., Kanga Y. & Zirihi G. N. (2017). Potentiel antiradicalaire des extraits de feuilles de *Bersama abyssinica* Fresen. (Melianthaceae). *International Journal of Biological Chemical Sciences*, 11 (6): 2962-2970.
 18. Kouassi K. A., Kouadio N. J., Ahoua A. R. C., Yao K., Kanga Y., Moya B. G. & Koné M. W. (2020). Activité antioxydante et teneur en flavonoïdes de cinq plantes de la famille des Fabaceae utilisées contre l'ostéoporose au centre de la Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, 16 (3) : 1857 – 7881
 19. Maréchal J. P., Hellio C. & Hu C. (2017). A simple, fast, and reliable method to predict Sargassum washing ashore in the Lesser Antilles. *Remote Sensing Applications : Society and Environment*, 5 : 54-63.
 20. Le Lann K. 2009. Etude de la biodiversité des Sargassaceae (Fucales, Phaeophyceae) en milieux tempéré et tropical : écologie, chimio-

- taxonomie et source de composés bioactifs. Thèse de doctorat : Université de Bretagne occidentale, 367 p.
21. Méliissa C. (2015). Analyse de la composition chimique d'algues, d'aliments et de produits animaux. Chimie. Brevet de Technicien Supérieur Chimiste de l'unité de recherche zootechnique de l'INRA, Gouadeloupe. 35 p.
 22. Meenakshi S., Gnanambigai D. M, Mozhi S. T., Arumugam M. & Balasubramanian T. 2009. Total flavanoid and in vitro antioxidant activity of two seaweeds of Rameshwaram coast. *Global Journal of Pharmacology*, 3 : 59-62.
 23. Milledge J. J., Maneein S., Arribas López E. & Bartlett D. (2020). Sargassum inundations in Turks and Caicos: methane potential and proximate, ultimate, lipid, amino acid, metal and metalloid analyses. *Energies*, 13 (1523) :1-27.
 24. Ouattara A., Kpan W. B., Ouattara D., Koné M. W. & Komoé K. (2021). The acute toxicity of *Sargassum fultans* (Børgesen) Børgesen and *Sargassum natans* (Børgesen) Børgesen on some rats of wistar stock. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 47 (3) : 8542-8551.
 25. Oyaizu M. (1986). Studies on products of browning reaction. *The Japanese journal of nutrition and dietetics*, 44 (6) : 307-315.
 26. Oyesiku O.O. & Egunyomi A. (2014). Identification and chemical studies of pelagic masses of *Sargassum natans* (Linnaeus) Gaillon and *Sargassum fluitans* (Borgessen) Borgesen (brown algae), found offshore in Ondo State, Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 13 (10) : 1188-1193.
 27. Plouguerné E, Le Lann, K., Connan, S., Jechoux, G., Deslandes, E. & Stiger-Pouvreau V.
 28. (2006). Spatial and seasonal variation in density, reproductive status, length and phenolic content of the invasive brown macroalga *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt along the coast of Western Brittany (France). *Aquatic. Botany*, 85 :337-344.
 29. Plouguerné E., Hellio C., Deslandes E., Véron B., Bremer G. & Stiger-Pouvreau V. (2008). Anti-microfouling activities in extracts of two invasive algae: *Grateloupia turuturu* and *Sargassum muticum*. *Botanica Marina*, 51 : 202-208.
 30. Sankaré Y, Komoé K, Aka KS, Fofié NBY. & Bamba A. (2016). Répartition et abondance des sargasses *Sargassum natans* et *Sargassum fluitans* (Sargassaceae, Fucales) dans les eaux marines ivoiriennes (Afrique de l'Ouest). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 10(4) : 1853-1864.
 31. Sarojini Y., Lakshminarayana K. & Seshagiri R. P. 2012. Variations in distribution of flavonoids in some seaweed of Visakhapatnam coast of

- India. *Der Pharma Chemica*. 4(4) : 1481- 1484. Sava. C. & Sirbu R. 2010. Ovidius University *Annals of Chemistry*, 21: 29-34.
32. Singleton V. L. & Rossi J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16 (3) : 144-158.
33. Stiger-Pouvreau V., Jégou C., Cérantola S., Guérard F. & Le Lann K. (2014). Phlorotannins in Sargassaceae species from Brittany (France): Interesting molecules for ecophysiological and valorization purposes. In: *Bourgougnon, N. (Ed.), Adv Bot Res: Sea Plants* Elsevier, Oxford, pp. 379–411.
34. Thouri A., Chahdoura H., El Arem A., Omri H., A., Ben H. R. & Achour L. 2017. Effet of solvents extraction on phytochemical components and biological activities of Tunisian date seeds (var. Korkobbi and Arechti). *BMC complementary and alternative medicine*, 17 (1) : 248.
35. Wijesinghe W. A. J. P. & Jeon Y. J. (2011). Biological activities and potential cosmeceutical applications of bioactive components from brown seaweeds: a review. *Phytochemistry Reviews*, 10 (3):431-443.
36. Wangcharoen W. & Morasuk W. (2007). Antioxidant capacity and phenolic content of some Thaiculinary plants. *Maejo International Journal of Science and Technology*, 1 (2) : 100-106.