



CNRS • SORBONNE UNIVERSITÉ
**Station Biologique
de Roscoff**



Les algues dans l'alimentation, de la préhistoire à la phyco-gastronomie

Philippe POTIN &
collaborateurs IDEALG-GENIALG-
SAFE SEAWEED COALITION



L'océan à table, 12 octobre 2021



BRETAGNE ATLANTIQUE



OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE



Les algues marines et les végétaux aquatiques contribueront-ils à atteindre l'objectif 2 de développement durable tout en préservant les océans?

Greville 1830

- *Man, who has been humorously defined to be a cooking animal, not content with the tribute of fish rendered to him by the Ocean, converts many of her vegetable productions into articles of diet.*
- L'homme, qui a été défini avec humour comme un animal cuisinier, non content de l'apport de poissons fourni par l'Océan, convertit plusieurs de ses productions végétales en aliments.

Greville, R.K. (1830). *Algae britannicae, or, descriptions of the marine and other inarticulated plants of the British Islands, belonging to the order Algae*. Maclachlan & Stewart: Edingburgh, UK.

ALGUES DE ROSCOFF

Susan Loiseaux-de Goër et Marie-Claude Noailles

Editions de la
Station Biologique
de Roscoff

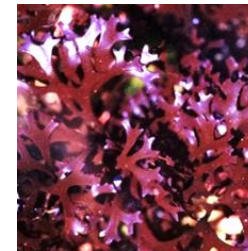
**Qu'est-ce
qu'une
algue?**

**Les algues ne
constituent pas un
groupe homogène
elles ont des
origines multiples.**

Une large diversité d'espèces



Brunes



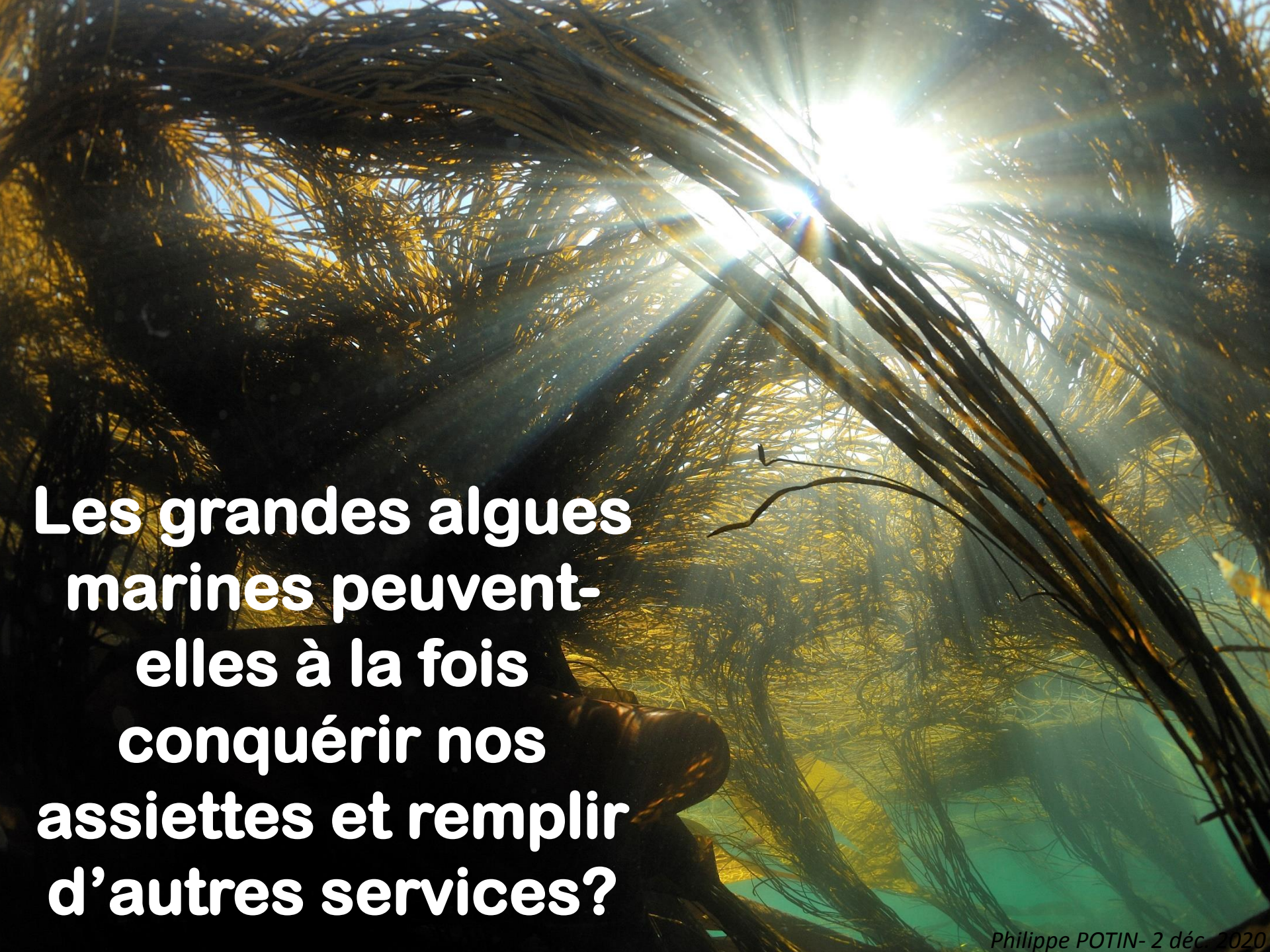
Rouges



Vertes

11 000 espèces dans le monde
700 espèces sur notre façade Atlantique

Burel et al., 2019

An underwater photograph showing a dense forest of brown seaweed. Sunlight beams through the canopy from the upper right, creating a dramatic lens flare and illuminating the water with a golden-green glow. The seaweed stalks are long and thin, creating a complex, web-like pattern.

**Les grandes algues
marines peuvent-
elles à la fois
conquérir nos
assiettes et remplir
d'autres services?**

**Les algues
microscopiques
peuvent-elles aussi
conquérir nos
assiettes sans
remplir nos
réservoirs?**





Seaweed

A Global History

Kaori O'Connor

[Reaktion Books](#). [Droits d'auteur](#). 2017

Introduction	7
1 The Beginnings: Hiding in Plain Sight	20
2 Seaweed in Japan	41
3 Seaweed in China and Korea	65
4 Seaweed in the Pacific and the Americas	85
5 Seaweed in Ireland, Wales, England, Scotland and Scandinavia	114
Afterword: The Future is Seaweed	143
Recipes	149
References	163
Select Bibliography	176
Websites and Associations	178
Acknowledgements	182
Photo Acknowledgements	183
Index	186

Des algues et les humains depuis 15 000 ans et +!

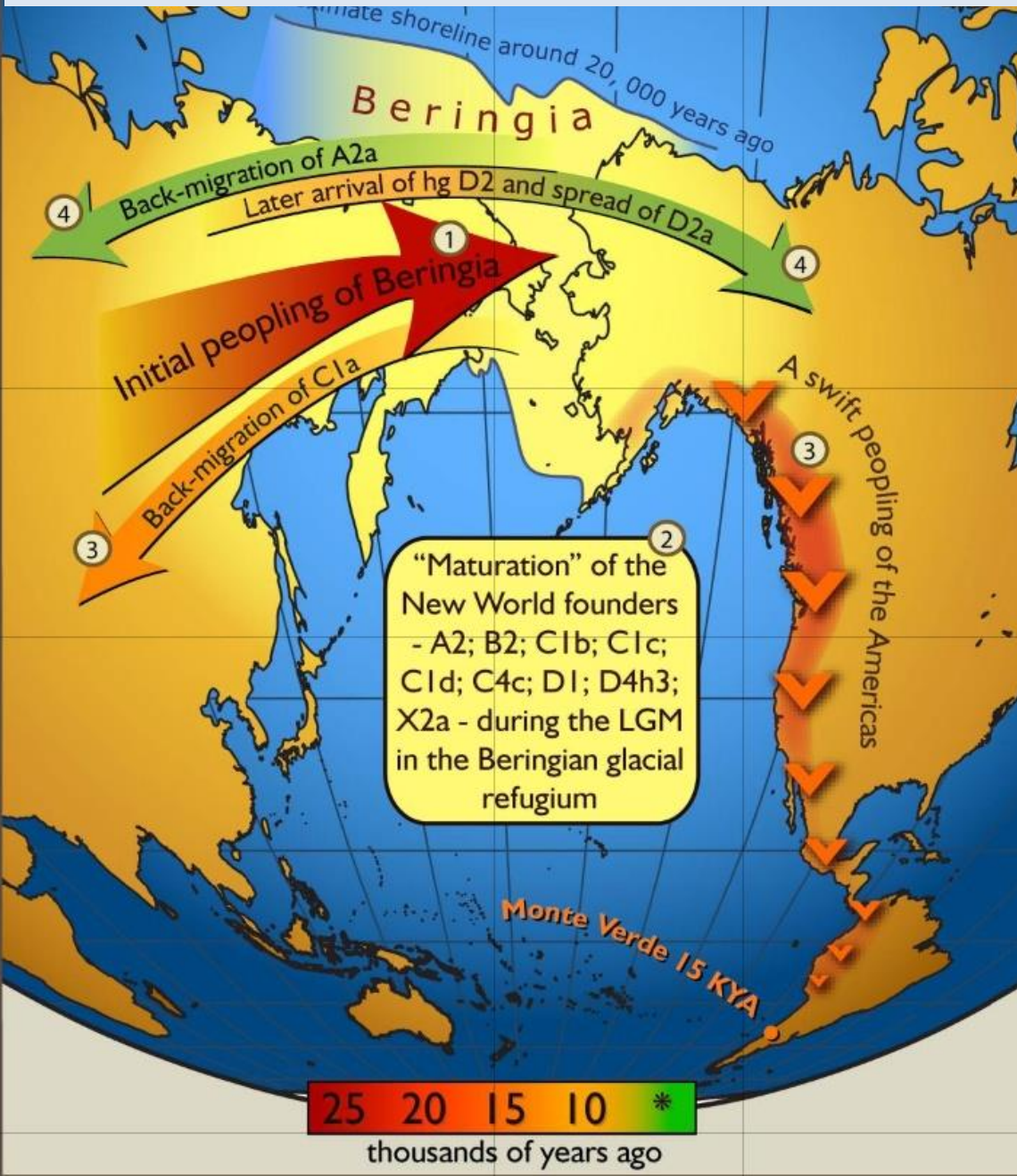


Le site de Monte Verde au Chili, la preuve de la consommation des algues il y a près de 12 000 ans avant J.C.



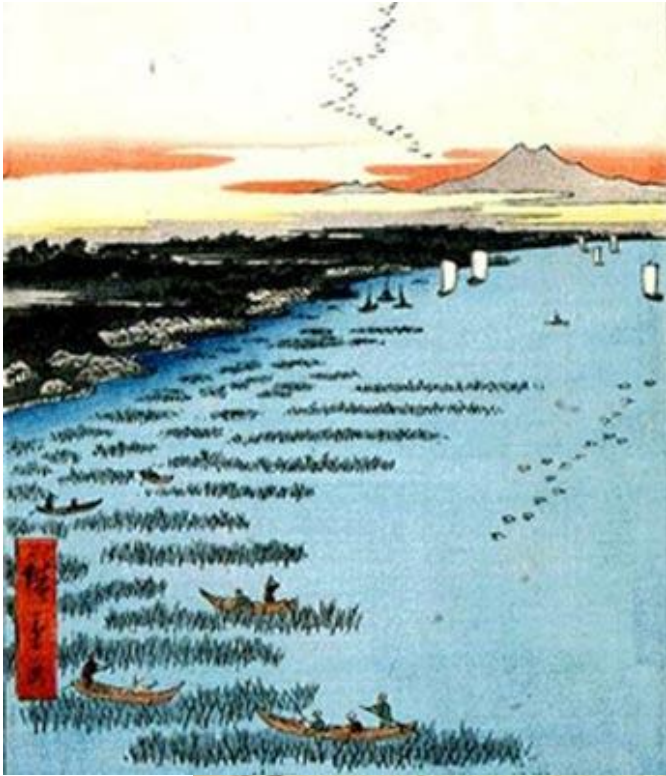
Mordedor natural para los dientes de alga cochayuyo

Les algues ont-elles facilité le peuplement des Amériques?



The Kelp highway hypothesis

En Asie, une longue histoire d'exploitation



20% de la ration journalière dans la population japonaise (Simoons, 1991).



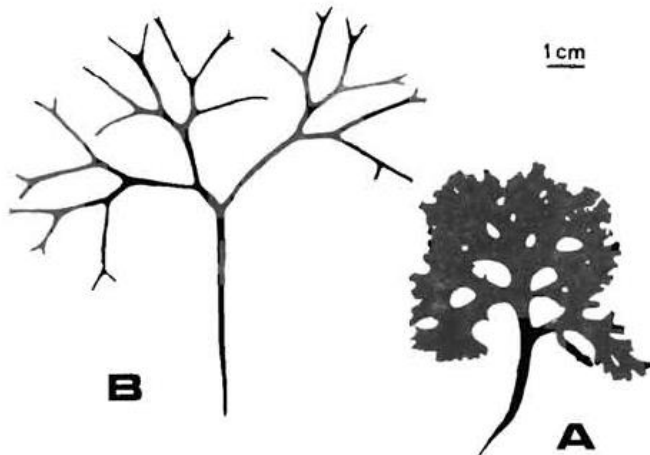
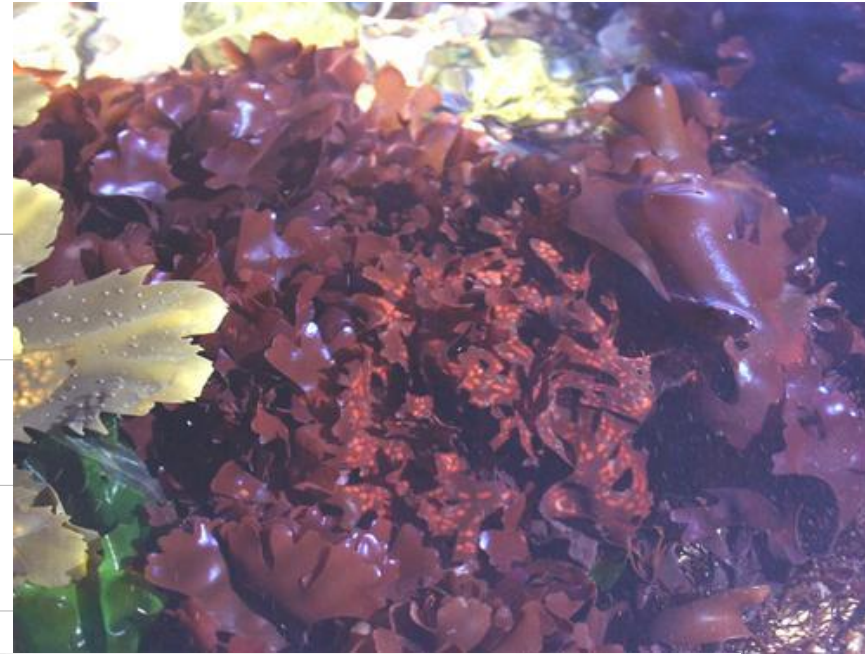
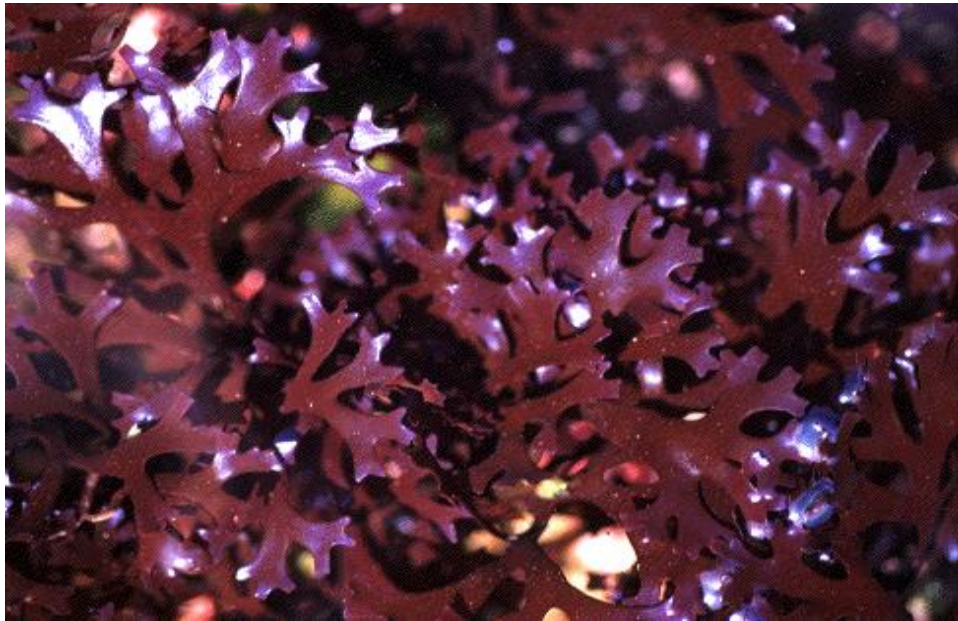
Les algues au Japon et en Asie depuis 8,000 ans av. J.C.

- **Périodes Jōmon (10,500-300 avant notre ère) et Yayoi (200 BCE-200 ANE):** vestiges d'algues (kaisō) mélange à des arrêtes de poisons et des fragments de coquillages dans des peuplements des (Nisizawa et al., 1987).
- **701 ANE:** Première référence écrite de la consommation de *Porphyra* / *Pyropia* (nori) se trouve dans les codes de loi de Tahio qui spécifiaient 30 types de produits marins sur lesquels une taxe annuelle devait être payée à l'empereur.
- **Période Heian (794-1185),** les algues sauvages luxe remarquable, rarement consommées par les gens ordinaires et principalement réservées aux classes nobles. Marchés publics d'algues variées: nigimedana et mohadana, uniquement du kombu (konbu) cuisiné (*Saccharina japonica*). Le nori était spécialement réservé à la noblesse, ne pouvait pas être acheté.
- **Période Kamakura (1185–1333)** Expansion du Bouddhisme prohibition de l'abattage des animaux et tabou Shinto de la consommation de viande (Matsuyama,2002)
- **Epoque d'Edo (1603-1867)** le nori devient populaire comme ingrédient clé du. Les techniques exquises de la cuisine aux algues ont évolué au Japon vers le 17^e siècle.
- **vers 1730,** fabrication du kombu à des fins culinaires (Smith,1905) :

Algues bleues



En France un jardinage en voie de disparition?



Deux formes très opposées de *Chondrus crispus* choisies pour cette étude : forme médiolittorale (A), forme infralittorale (B).

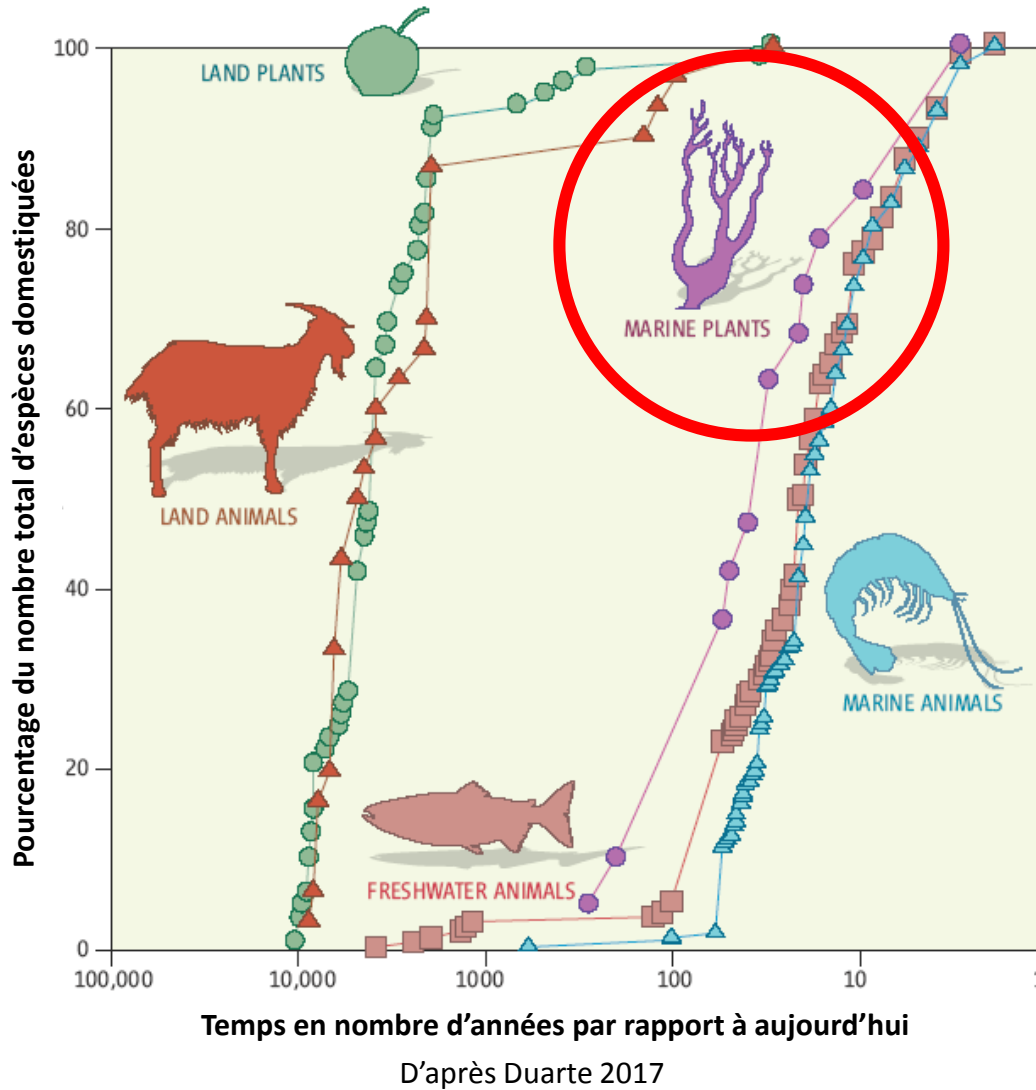
Les algues rouges utilisées par l'industrie



**L'industrie des gélifiants se maintient en France
à partir des algues sauvages et des importations**



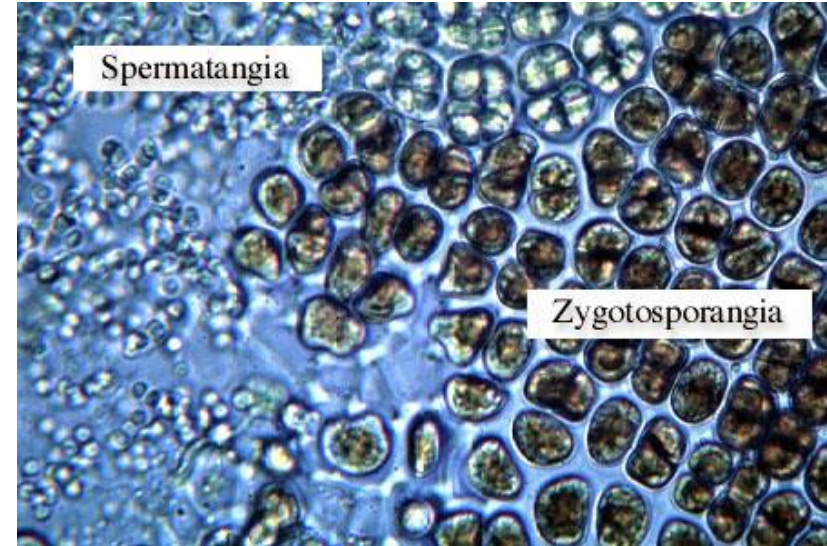
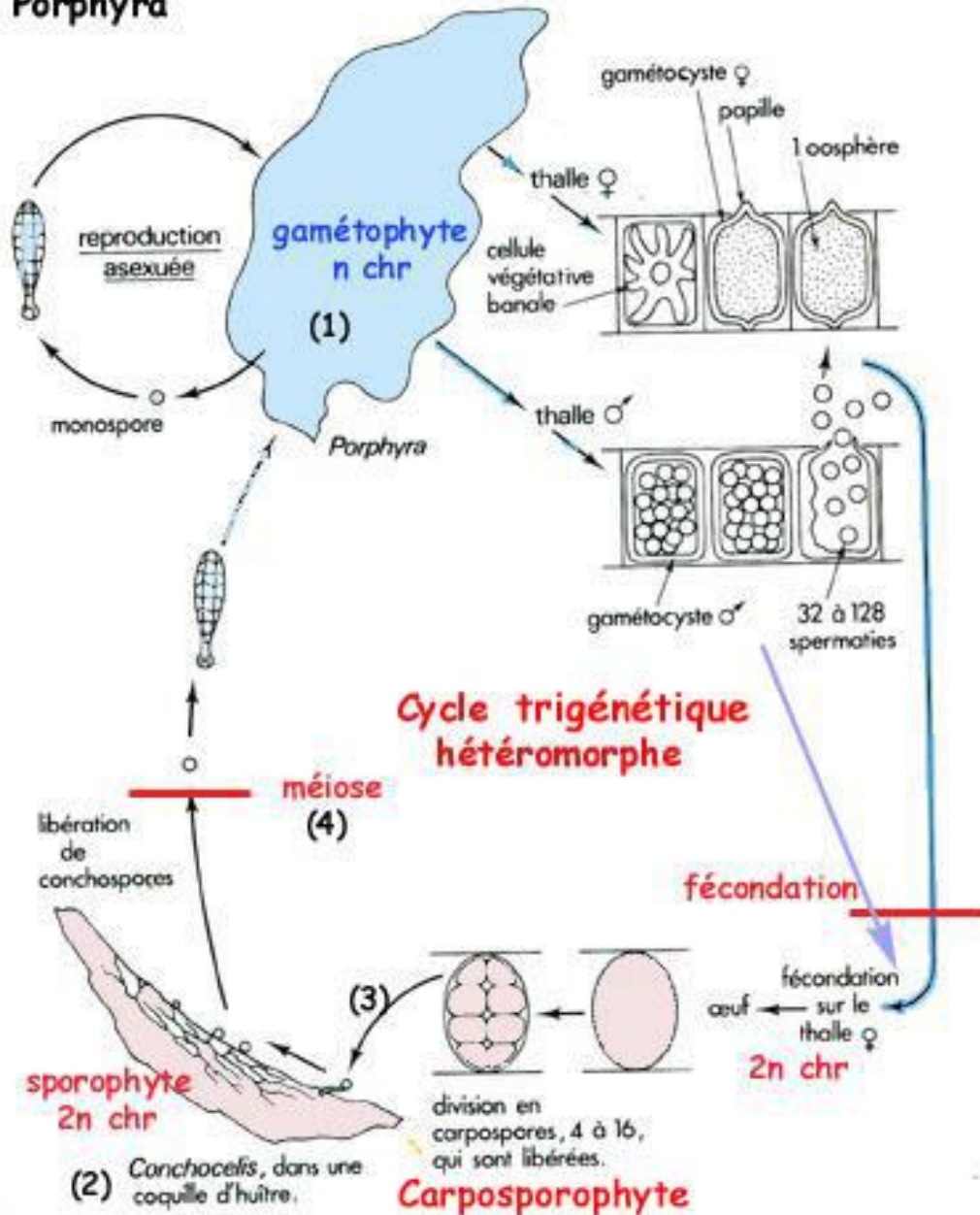
Processus de domestication chez les algues



➔ La domestication des algues est un processus récent

Le cycle de vie de *Porphyra* (1949)

Porphyra



Dr Kathleen Drew-Baker

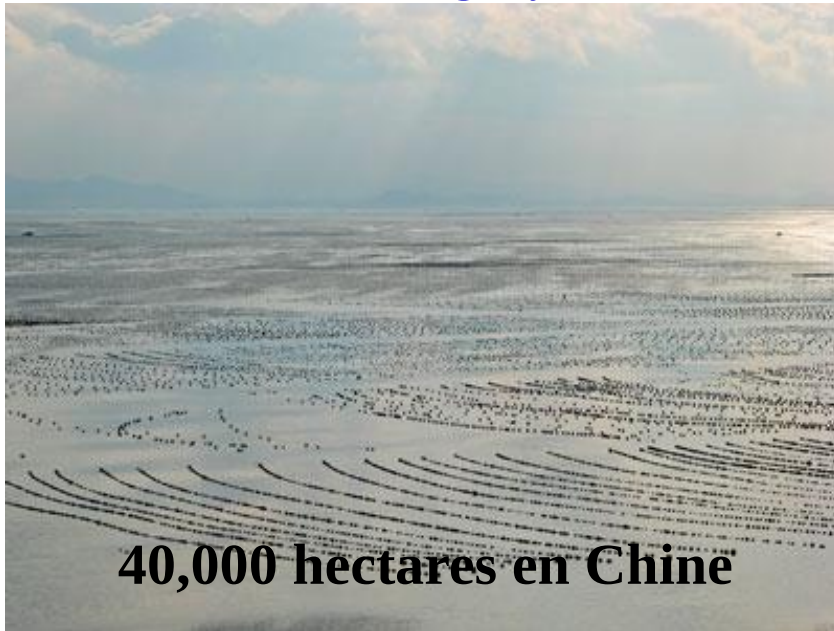
Les algues alimentaires cultivées en Asie



Wando Island (Corée du sud)

Les algues brunes cultivées en Asie

Saccharina japonica



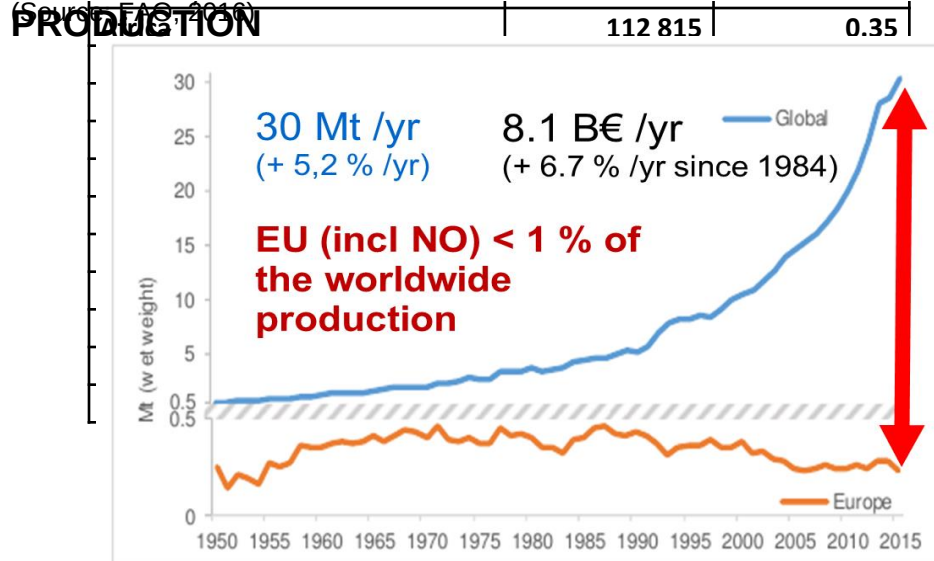
La production mondiale

Les statistiques de la FAO

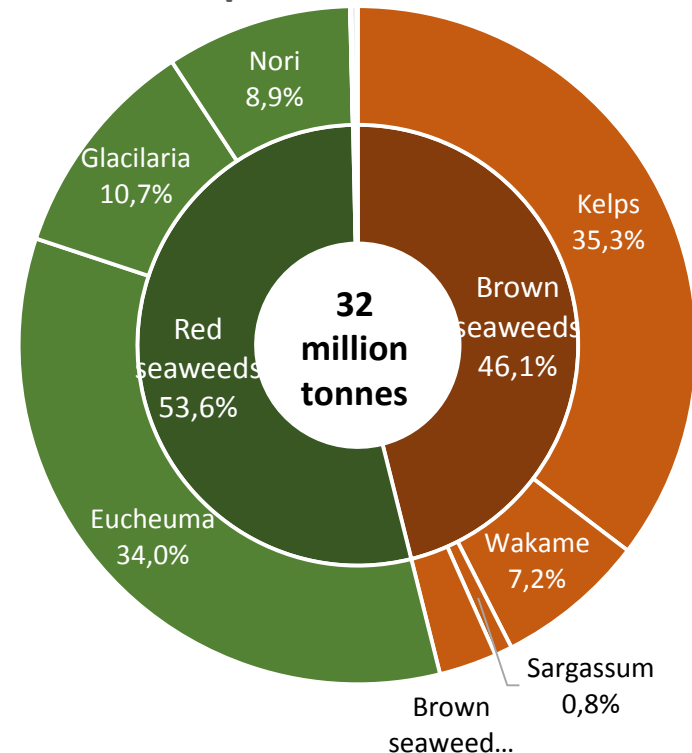
Country/area	Seaweed and microalgae aquaculture production, 2018	
	Tonnes (wet weight)	Share of world total (%)
World	32 386 189	100.00
Asia	32 231 955	99.52
China	18 575 280	57.36
Indonesia	9 320 298	28.78
Korea, Republic of	1 710 500	5.28
Philippines	1 478 301	4.56
Korea, Dem. People's Rep	553 000	1.71

WORLD vs EUROPE SEAWEED AQUACULTURE PRODUCTION

(Source: FAO, 2018)

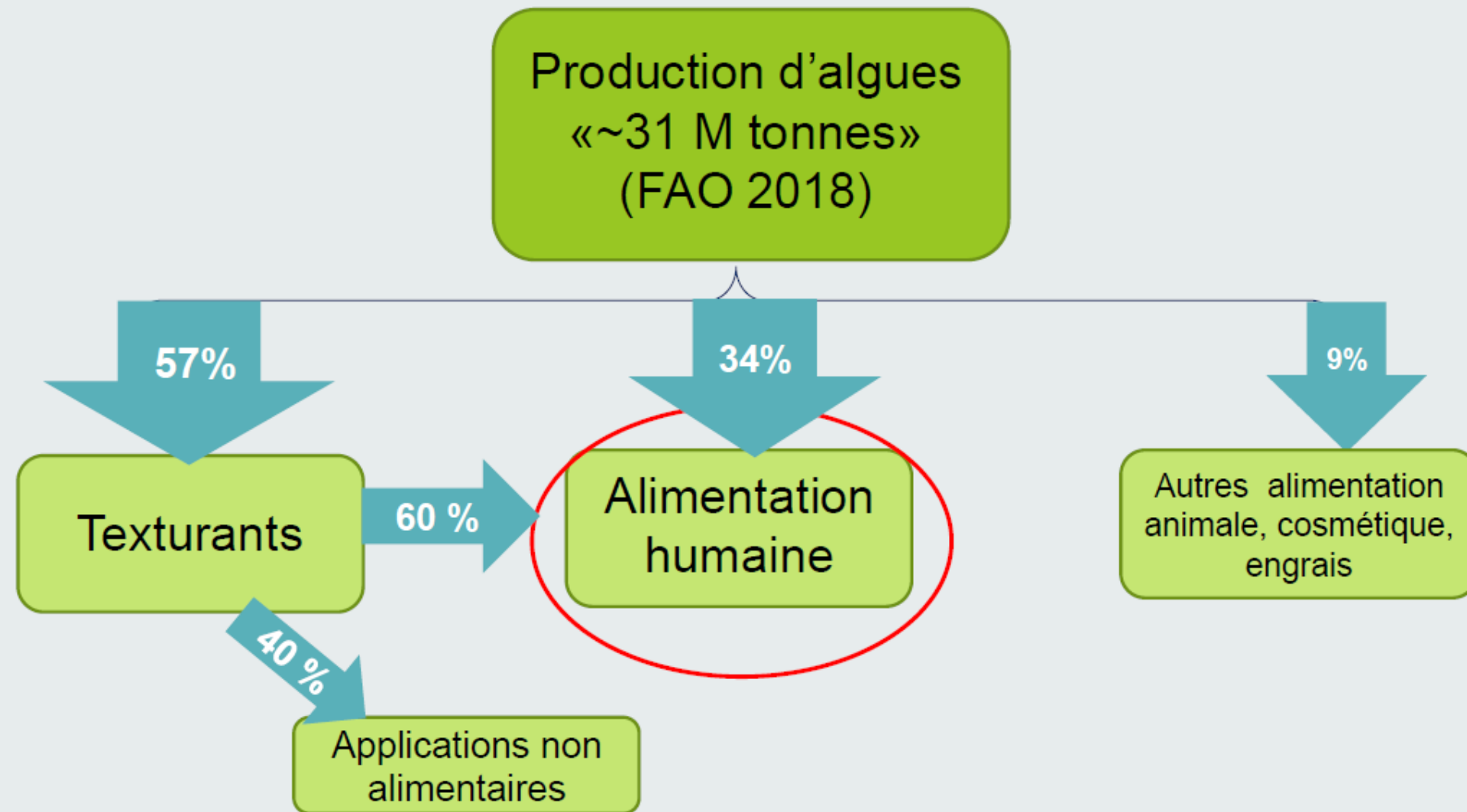


Production mondiale d'algues en aquaculture, 2018



8 (FishstatJ) ; www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en.

Production mondiale et usages



Production mondiale

□ Applications

■ Alimentation :

- Principaux pays consommateurs : Corée, Japon, Chine

Nori



Wakame



Kombu



Algues alimentaires en France

- Des macroalgues « légumes de mer »
- Des microalgues : spiruline et chlorelle
- Des extraits huileux riches en omega3

Laitue de mer



Dulse



Haricot de mer



Konbu royal



Wakame



Nori



Spiruline



Chlorelle



Les algues alimentaires en France

AGRO
CAMPUS
OUEST

Algues alimentaires



Agroalimentaire



Produits Nutrition - Santé



Les journées
professionnelles
de Rennes
3^e ÉDITION

Projet IDEALG

**Les algues
alimentaires :
aujourd'hui
demain**

Jeudi 28 mai 2015
Organisées par le Pôle halieutique AGROCAMPUS OUEST



3e édition des journées professionnelles par le Pôle halieutique d'AGROCAMPUS OUEST, sur le site de Rennes étudier l'importance des algues alimentaires et le développement de leur marché dans le cadre d'[IDEALG](#)

Des algues pour quoi ?

□ Le goût !

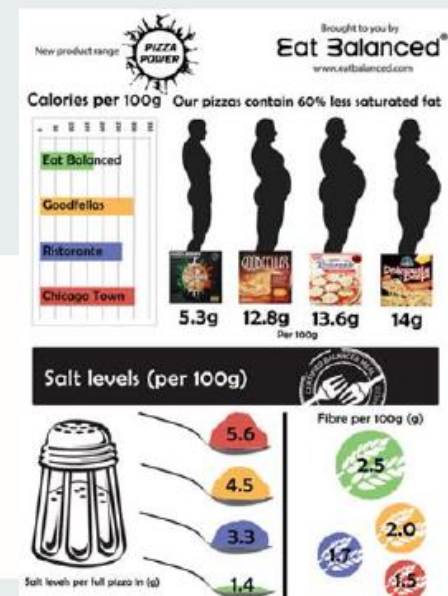
- Notes aromatiques : fraîches, marines, vertes, crustacés, « iodé » en fonction des algues
- Mise à profil actuellement dans beurre, tartare, bière, thé, chocolat, chips...



Des algues pour quoi?

□ Le goût !

- Saveur « umami » : bouillons Dashi, soupe Miso,
- Utilisation des algues pour réduire la quantité de sel d'un plat...



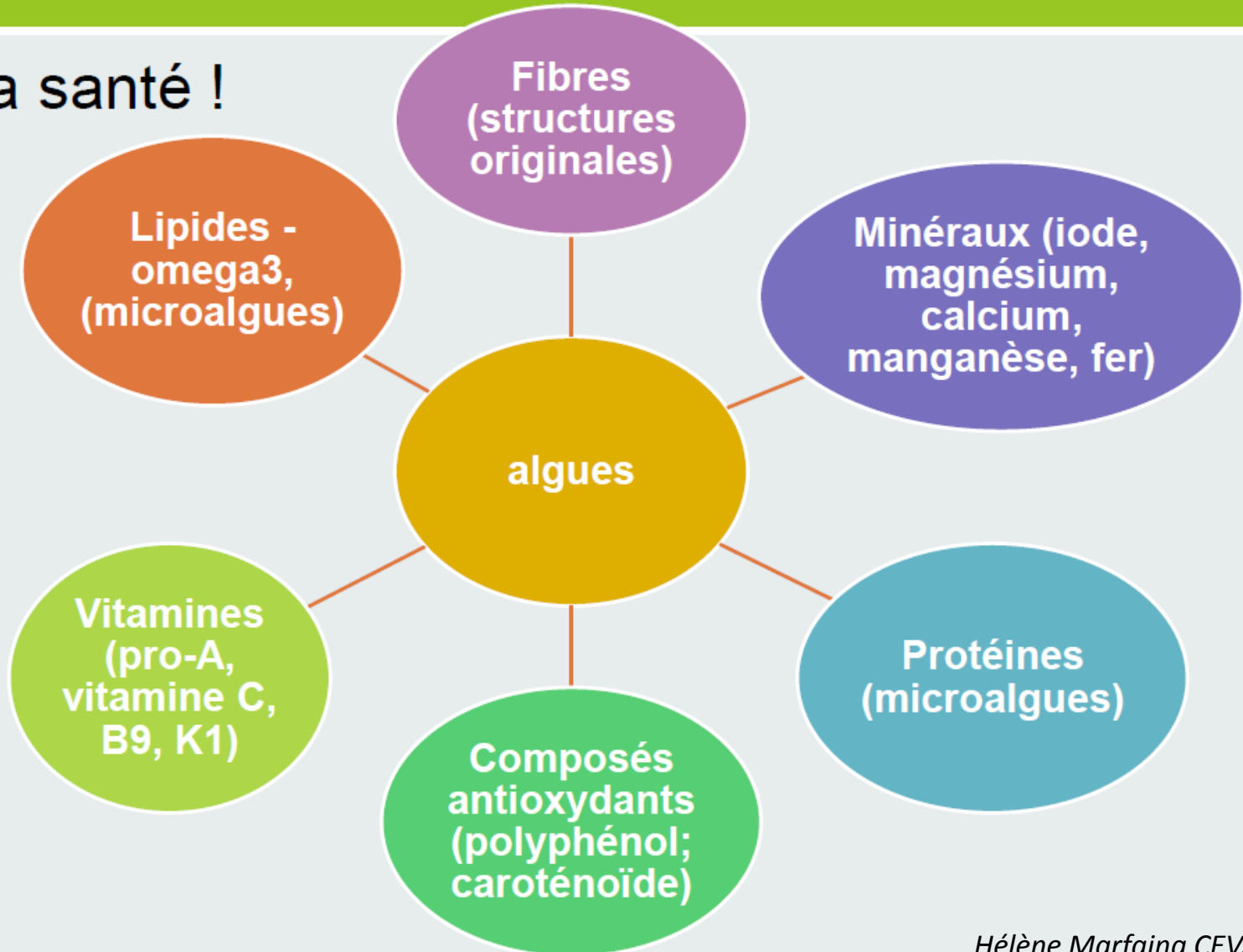
Des algues pour quoi?

- Pour manger des légumes !
 - Légume de la mer
 - Mise à profit : burger végétarien, soupes, salades, algues « spaghetti de la mer»



Des algues pour quoi?

Pour la santé !



La phyco-gastronomie

DE GRUYTER

Botanica Marina 2019; 62(3): 195–209

Review

Ole Mouritsen

Ole G. Mouritsen*, Prannie Rhatigan and José Lucas Pérez-Lloréns

The rise of seaweed gastronomy: phycogastronomy



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

International Journal of Gastronomy and Food Science

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ijgfs



World cuisine of seaweeds: Science meets gastronomy

Ole G. Mouritsen^{a,*}, Prannie Rhatigan^b, José Lucas Pérez-Lloréns^c

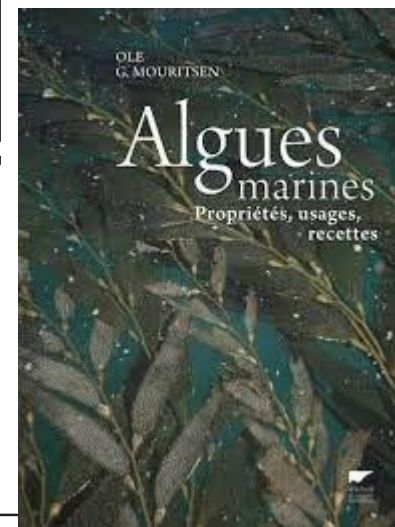
^a Department of Food Science, Design and Consumer Behavior, University of Copenhagen, Rolighedsvej 26, DK-1958 Frederiksberg C, Denmark

^b Irish Seaweed Kitchen, Streedagh House, Streedagh, Grange, Co. Sligo, Ireland, UK

^c Instituto Universitario de Investigación Marina (INMAR), Campus de Excelencia Internacional/Global del Mar (CEI-MAR), Universidad de Cádiz, Av. República Saharaí s/n, 11510 Puerto Real, Cádiz, Spain



Journal of Applied Phycology (2021) 33:443–458
<https://doi.org/10.1007/s10811-020-02256-4>



Saved by seaweeds: phyconomic contributions in times of crises

Ole G. Mouritsen¹ • Prannie Rhatigan² • M. Lynn Cornish³ • Alan T. Critchley⁴ • José Lucas Pérez-Lloréns⁵

Le chef Mauro Colagreco va lancer un nouveau restaurant axé autour de la mer avec sa ferme d'aquaculture

- Le chef [Mauro Colagreco](#) du *Mirazur*, actuellement meilleur restaurant du monde, a révélé les plans d'un nouveau projet de grand restaurant entièrement axé sur la mer, dans une interview exclusive accordée au [Guide Michelin](#) le 4 avril 2021

"Il serait lié à une ferme d'aquaculture d'algues afin de filtrer l'eau de mer - ce serait une première en Méditerranée", a déclaré le chef italo-argentin à propos de son nouveau restaurant installé à Monaco.



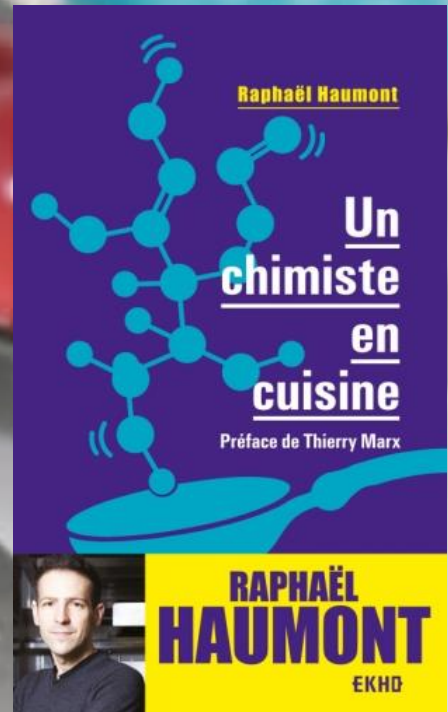
Les chefs espagnols aussi!!!

Table 2: Some culinary creations of the most avant-garde Spanish chefs, where seaweeds are key ingredients (Pérez-Lloréns et al. 2018).

Restaurant	Chef	Dish	Seaweeds
Akelarre ^{***}	Pedro Subijana	Molluscs in the fisherman's net	<i>Ulva</i> spp., <i>Saccharina japonica</i> , <i>Sargassum fusiforme</i> , <i>Ecklonia bicyclis</i>
Aponiente ^{***}	Ángel León	Grilled wedge sole from the Straits	<i>Ulva</i> spp., <i>Codium</i> spp., <i>Gracilaria</i> spp.
Arzak ^{***}	Juan Mari Arzak	Low tide monkfish	<i>Pyropia</i> spp., <i>Codium</i> spp.
Azurmendi ^{***}	Eneko Atxa	Vegetable pil-pil oyster accompanied with snakelocks anemone and seaweeds	<i>Codium</i> spp., <i>Gigartina pistillata</i>
El Bulli ^{***}	Ferran Adrià	Rock mussels with seaweed and fresh herbs	<i>Saccharina japonica</i> , <i>Pyropia</i> spp., <i>Undaria pinnatifida</i> , <i>Palmaria palmata</i> , <i>Meristotheca papulosa</i> (red and green), <i>Caulerpa lentillifera</i>
El Celler de Can Roca ^{***}	Joan Roca	Anemone	<i>Undaria pinnatifida</i> , <i>Chondrus crispus</i> , <i>Gigartina teedii</i> , <i>Meristotheca papulosa</i> , agar-agar in strips
Martín Berasategui ^{***}	Martín Berasategui	Raw seaweed in cream placed on a sea urchin curd with almond salad	<i>Codium</i> spp.
Quique Dacosta ^{***}	Quique Dacosta	Lichen 2000	<i>Saccharina latissima</i> , <i>Ulva</i> spp., <i>Undaria pinnatifida</i>
Sant Pau ^{***}	Carme Ruscalleda	Sea spaghetti and garden beans with langoustines, pistachios and tarragon	<i>Himanthalia elongata</i>

The stars represent Michelin stars.

La cuisine moléculaire



Des emballages comestibles

Macro-algues marines : des texturants aux matériaux



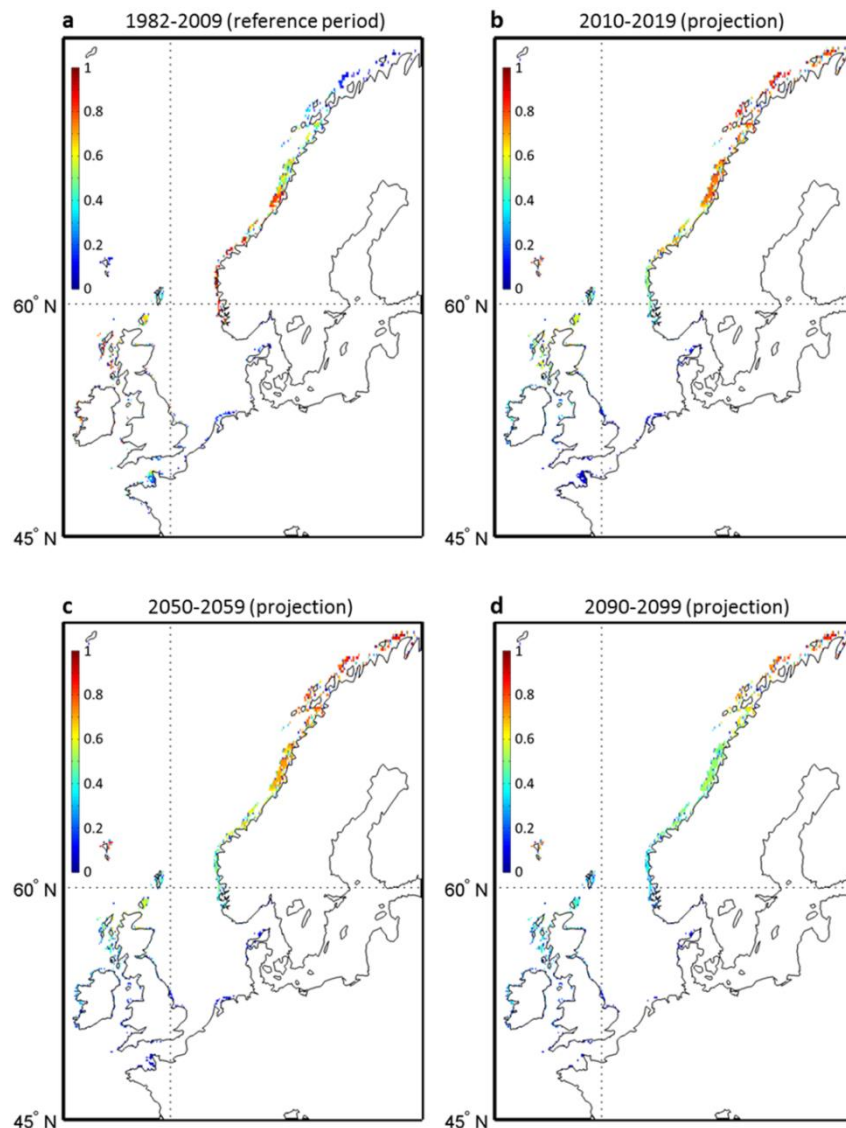
Edible and biodegradable.
The alternative to plastic.

Ooho is a flexible packaging for beverages and sauces. It's made from Notpla, our material combining seaweed and plants. Ooho biodegrades in 4-6 weeks, or you can just eat it, making it ideal for on the go consumption.



Notpla

Menaces: changement global



Raybaud et al. (2013) Decline in Kelp in West Europe and Climate. PLoS ONE, 8(6): e66044. doi:10.1371/journal.pone.0066044

Menaces: effets régionaux

Effets régionaux

Tempêtes et houles de l'hiver 2014



8 Finistère Tempêtes : les champs d'algues ratiboisés

Plants arrachés. Fonds transformés. Du jamais vu selon les goémoniers.
La saison de récolte débute très mal.

« La situation est très très grave », lâche Yvon Trédic. Le président de la commission algues au comité départemental des pêches estime que c'est du « jamais vu ». La succession des tempêtes ont tiré à su un effet invisible pour le grand public, mais dont les goémoniers commencent à mesurer l'impact. La récolte est ouverte depuis le 28 avril. Et les bateaux qui se sont levés pour aller à la pêche en une journée. « Les tempêtes ont arraché les algues sur le fond », explique Sébastien Le Gouvenec, secrétaire départemental du comité des pêches. « Les fonds sont totalement remodelés ». Des dunes de sable ont recouvert les plateaux rocheux ou broussaient les algues. Des blocs de roche de plusieurs tonnes ont été déplacés. Même les plongeurs professionnels seraient un peu déconcertés dans ce paysage modifié.

De décembre à mars, sept grandes tempêtes ont balayé la Bretagne, dont certaines étaient associées à de forts coefficients de marées. Cette succession de coups de vent a entraîné une houle toujours plus forte. Une vague de 14 m a été enregistrée au phare des Pierres Noires au large de Molène. Par endroits, la côte a reculé de plusieurs mètres, les plages ont été creusées. Mais au fond de l'eau, ce n'est guère mieux.

Réduire la pêche ou pas ?
Les goémoniers exploitent deux



35 bateaux exploitent le goémon en Bretagne. Pour la plupart en Finistère.

types d'algues : Laminaria digitata et Laminaria hyperborea. Les deux sont touchées. Ce sont des récoltes qui supposent une très grande connaissance des sites d'exploitation, à quelques dizaines de mètres près, dans des petits fonds, des Côtes-d'Armor au Morbihan, mais essentiellement dans l'archipel de Molène. 35 bateaux ont une licence. Ils récoltent en moyenne 20 000 tonnes d'hyperborea et 50 000 tonnes de digitata par

an. Des algues qui sont ensuite transformées dans les usines Danisco de Landreneau et Cargill de Lannilis. « Joris Peters, patron de Cargill, envisage de demander aux pêcheurs qui le souhaitent de rester sur l'hyperborea, « un peu plus robuste ». Selon lui, « les décisions sont délicates à prendre. Mais il faut être prudent et bien protéger la ressource. Ce n'est pas seulement cette année que nous en aurons besoin ». L'industrie

pourrait toujours tourner, en important des algues, même si « ce n'est pas de ce que nous souhaitons », précise-t-il. Joris Peters. « Dès, plusieurs bateaux ont stoppé. D'autres n'ont pas commencé et se laissent fonder. 19 mai. Faut-il réduire l'effort de pêche ou non ? Les professionnels doivent se réunir pour envisager l'attitude à adopter. »

Sébastien PANOU.

plus de 50% des stocks de *L. digitata* échoués sur la côte?

Aquaculture en mer et à terre pour l'alimentation humaine

An underwater photograph showing large, yellowish-green seaweed plants growing in a clear, turquoise sea. The seaweed has broad, wavy blades and some feathery structures. The lighting is bright, creating a high-contrast scene with the dark green of the seaweed against the light blue water.

*150 tonnes fraîches de Wakamé,
Kombu royal et Alaria*

Aquaculture en bassins à terre

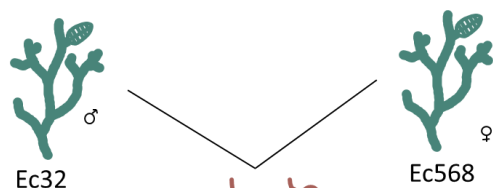
Quand la culture fait fleurir *Chondrus crispus*



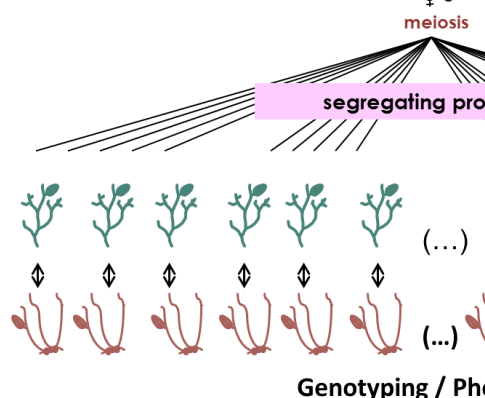
Hana-Tsunomata™ when translated from Japanese means "Flower Chondrus". Other common references to Hana-Tsunomata™ sea vegetables include Hana-nori™ ("Flower seaweed"), Cultivated Chondrus, Kaede-nori ("Maple seaweed") and Hana-sakura-sou ("Cherry blossom sea plant").

Recherche & Développement

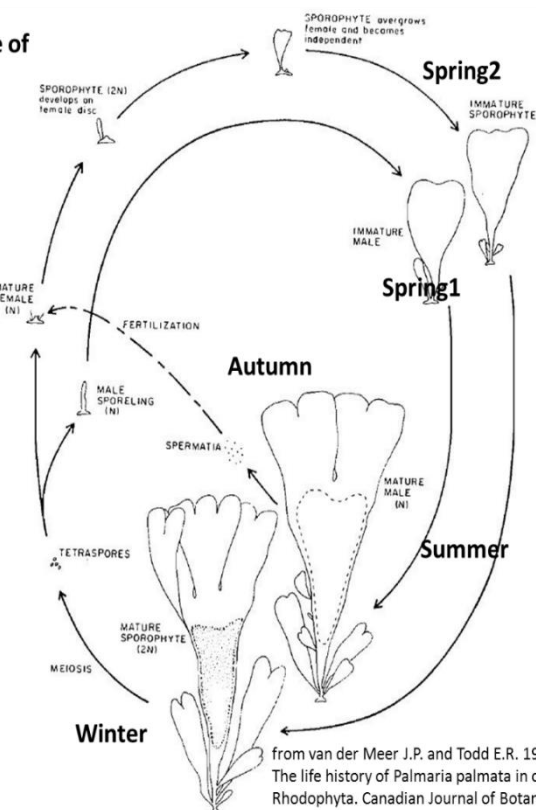
QTL mapping population:



The sexual life cycle of *Palmaria palmata*



Gametophytes (n)



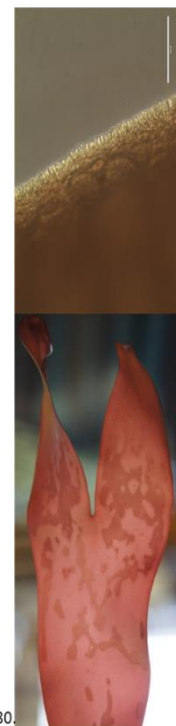
from van der Meer J.P. and Todd E.R. 1980.
The life history of *Palmaria palmata* in culture. A new type for the Rhodophyta. Canadian Journal of Botany 58:1250-1256

➤ Lever les verrous majeurs en algoculture

Cycle de vie et reproduction

Sélection de génotypes et amélioration

Identifier les obstacles et moteurs socio-économiques



Défi: la sélection variétale

Sûreté alimentaire des algues

Seulement des macro-algues NON-toxiques en mer



Left – wakame salad made with the brown algae *Undaria pinnatifida*, image from <https://www.japancentre.com/en/recipes/1113-seaweed-salad>

Right – red algae *Chondrus crispus*, an important source of carrageenan (photo by J.M. Campbell)

Sûreté alimentaire des algues

Mais 3 grands types de risques

pour les grandes algues en mer

- 1- une contamination par des bactéries pathogènes lors du stockage ou du lavage de la biomasse fraîche**
- 2- une accumulation de métaux lourds dans les algues, Arsenic, cadmium, plomb, mercure**
- 3- une forte teneur en sels d'iode**

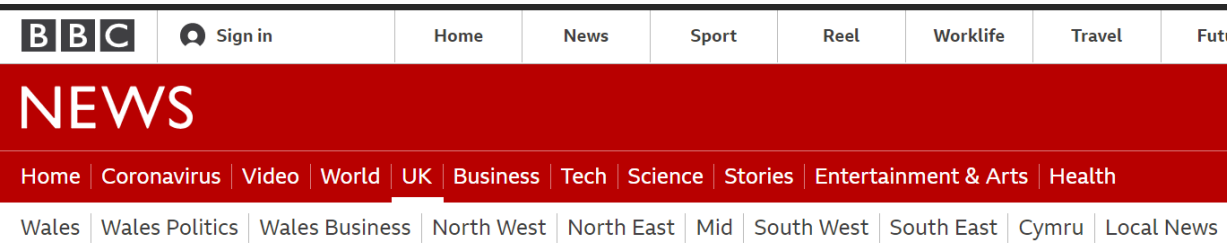
Et des risques plus mineurs, localisés ou émergents

pour les macro-algues marines

- 1- des allergènes, notamment des protéines de crustacés**
- 2- des particules de plastiques adsorbés**
- 3- la radioactivité**
- 4- des hydrocarbures ou des pesticides**

Sûreté alimentaire des algues

Risques de bactérioses



Laverbread link to 12 salmonella cases in outbreak

25 March 2014

An investigation has been launched into an outbreak of salmonella possibly linked to laverbread seaweed.

- Ne pas stocker des algues rincées à l'eau douce trop longtemps
- Avoir recours à la surgélation ou au séchage rapide
- Normes bactériologiques bien établies et communes avec l'agro-alimentaire et les autres produits de la mer



<https://www.bbc.com/news/uk-wales-south-west-wales-26738698>

Une coalition mondiale pour leur sûreté!



**Nourrir 10 milliards
d'humains en 2050 ?**





safe
seaweed
coalition

Building a safer Seaweed industry

A global challenge

By 2050, human demand for food will increase by 50% as the global population approaches 10 billion.

Global demand for macroalgal food and feed is already on the rise, such that seaweed is currently the fastest growing aquaculture sector.



United Nations
Global Compact



Lloyd's Register
Foundation

www.safeseaweedcoalition.org

Governance



CNRS • SORBONNE UNIVERSITÉ
Station Biologique
de Roscoff



C. Boyen



T. Tonon



C. Leblanc



M. Valero



M. Czjzek



M. Benoît



J. Champenois



A. Peters



M. Cock



E. Corre



A. Siegel



S. Dittami



P. Boudry



K. Frangoudes



R. Pierre



D. Davoult



J-F Sassi



P. James



M. Laurans



B. Jacquemin



M. Ras
Project
Manager
2011-16



F. Kilmartin
Project
Manager
2016-17



K. Cascella
Project
Manager
GENIALG
2018-21



G. Michel



M. Saout



Y. Lerat



S. Huchette

