

Valorisation d'espèces marines invasives : la grateloupe (algue rouge), la crépidule (gastéropode)

Auteur : Gilles BARNATHAN

Professeur émérite, Université de Nantes, Faculté des sciences pharmaceutiques et biologiques,
Équipe EA 2160 – Mer, Molécules, Santé

Qu'est-ce qu'une espèce invasive ?

Selon l'International Union for Conservation of Nature (*cf.* site IUCN), les espèces exotiques, végétales et animales, sont des espèces introduites à la suite d'une activité humaine, intentionnellement ou non, et qui établissent des populations dans la région d'accueil. En équilibre avec leur milieu naturel d'origine, ces espèces, dès qu'elles pénètrent dans un nouvel environnement, peuvent proliférer et devenir envahissantes. Elles entrent alors en concurrence avec les espèces autochtones ou celles exploitées par l'homme, et peuvent même parfois les remplacer.

Quels sont les effets d'une invasion biologique et comment y remédier ?

Cette prolifération peut générer des impacts négatifs sur l'écosystème local en termes économique (pêcheries, aquaculture, tourisme...) ou environnemental (menace sur la biodiversité, les habitats locaux, les cycles biogéochimiques...). C'est une menace pour la santé des animaux domestiques ou d'élevage, et pour la santé humaine [1,2,3]. Il s'ensuit des pertes considérables de la valeur économique et de la biodiversité des écosystèmes envahis [1,2,3]. Avec la destruction d'un habitat naturel, c'est l'une des causes les plus importantes de l'extinction des espèces. Le phénomène touche particulièrement le milieu marin et singulièrement les environnements côtiers.

L'éradication, ou le contrôle de la biomasse d'une espèce invasive à un niveau acceptable, représente des défis très coûteux et à long terme. Une autre approche consiste à vérifier si une telle biomasse, disponible en grande quantité et renouvelable, ne contiendrait pas des substances de grand intérêt économique potentiel, des molécules à haute valeur ajoutée. Si cela était avéré, cette considérable biomasse pourrait alors devenir un gisement à exploiter. C'est cette approche que cette synthèse propose, avec l'exemple d'une algue rouge, *Grateloupia turuturu* (la grateloupe), et d'un gastéropode, *Crepidula fornicata* (la crépidule).

L'algue rouge *Grateloupia turuturu* (Rhodophyte)

Grateloupia turuturu est une macroalgue rouge comestible, originaire du Japon où elle est consommée communément comme légume de mer. Une extension large et rapide de l'algue est observée sur les côtes du Nord-Est américain, de Tasmanie, de Nouvelle-Zélande. Elle est invasive sur les côtes de l'Atlantique du Nord-Est, en particulier sur le littoral de Bretagne où sa biomasse, disponible en quantités importantes, offre un gisement potentiel de composés biologiquement actifs d'intérêt en nutrition humaine comme aliments fonctionnels et compléments alimentaires.

Les extraits hydro-alcooliques de *G. turuturu* ont montré une activité anti-fouling (contre la fixation d'organismes sur les coques de bateaux et les installations portuaires), due à certains composés comme le floridoside, présent chez les algues rouges [4]. Comme d'autres algues rouges comestibles, *G. turuturu* est



riche en protéines, en particulier la R-phycoérythrine, pigment protéique rouge utilisé au laboratoire et dans plusieurs industries (cosmétiques, alimentaires) [5]. L'algue contient aussi la phycocyanine mais dans une bien moindre mesure (antioxydant de couleur bleue utilisé dans les industries alimentaires et cosmétiques). L'hydrolyse enzymatique des parois cellulaires du thalle (polysaccharides) est une méthode classique améliorant, entre autres, l'accès aux composés d'intérêt industriel [6].



Figure 1. *Grateloupia turuturu* récoltée dans la zone intertidale à Piriac-sur-Mer, côte atlantique. Longueur moyenne du thalle 30 cm, largeur 4 cm. (photos : Melha Kendel).

Plusieurs études annuelles ont porté sur la composition chimique détaillée de *G. turuturu* [7,8,9]. Le contenu en cendres (minéraux et éléments traces nécessaires à la nutrition humaine) était en moyenne de 18 % (du poids sec total). Une richesse significative en protéines a été observée (23 % en moyenne), atteignant près de 28 % en hiver. Un caractère primordial de l'algue pour la nutrition et la santé humaine est sa richesse en fibres alimentaires : 60 % en moyenne (50 % pour les fibres solubles). Une attention particulière a été portée sur le contenu en lipides et en composés lipophiles. Le pourcentage de lipides, peu élevé à l'instar d'autres algues comestibles, variait peu pendant l'année avec une valeur moyenne de 2,6 %. L'algue contient des acides gras poly-insaturés (AGPI) oméga-3 en quantité importante avec un maximum en février, le plus abondant étant l'acide eicosapentaénoïque, l'un des plus recherchés pour ses effets bénéfiques sur la santé (protection contre les risques cardiovasculaires, certains cancers, la polyarthrite chronique, la maladie d'Alzheimer, la démence...), puis l'acide arachidonique. Plusieurs acides gras rares, ou encore inconnus chez les algues, ont été caractérisés, en particulier des acides α -hydroxylés

mono-insaturés et des acides β -hydroxylés.

La proportion de glycolipides (GL), importante et peu fluctuante (42-47 % des lipides), en fait un gisement à explorer sachant que certains GL d'algues ont des propriétés antiprolifératives contre des cellules cancéreuses. Les phospholipides (PL) prépondérants toute l'année, phosphatidylcholine et phosphatidylsérine, sont d'un intérêt biologique majeur. Plusieurs composés ont été identifiés qui accroissent l'intérêt biologique et nutritionnel (anti-oxydants) de l'extrait d'algue : squalène, phytol, vitamine E, vitamine K₁, phytostérols, dérivés stéroliques rares. L'algue produit aussi des molécules actives contre l'agent pathogène *Vibrio harveyi* [10]. D'autre part, il serait utile de vérifier si *G. turuturu*, comme de nombreuses Rhodophytes, en particulier *G. filicina*, contient des carraghénanes (galactanes sulfatés) et à quelle quantité. Ce sont des phycocolloïdes hydrophiles qui ont des applications importantes comme agents stabilisants d'émulsions et épaississants dans les industries alimentaires et cosmétiques. Toutes ces données saisonnières permettent de situer la meilleure période de récolte en termes de contenu en composés d'intérêt nutritionnel (fibres, protéines, acides gras insaturés) entre février et juin.

Le mollusque gastéropode *Crepidula fornicata*

La crépidule est un gastéropode originaire de l'Atlantique Ouest, qui a traversé l'océan accidentellement à la fin de la Seconde Guerre mondiale, sur les coques des navires, et à la suite des importations massives d'huîtres. Elle a ainsi colonisé, en particulier, les baies de Saint-Brieuc, du Mont-Saint-Michel, de Bourgneuf [11].



Figure 2. Spécimens de *Crepidula fornicata* (photos : Flore Dagorn et The Marine Life Information Network).

C. fornicata colonise les zones littorales peu profondes, se fixant sur les rochers, les cailloux et les coquillages (huître, coquille Saint-Jacques). L'espèce, hermaphrodite, se présente en empilements d'individus, femelles de grande taille à la base, mâles au sommet de la pile, ces derniers devenant femelles au cours de leur croissance. La crépidule entre en compétition avec des espèces d'intérêt économique (huître, coquille Saint-Jacques) [12, 13]. Il s'ensuit des modifications des fonds colonisés et des dommages pour l'ostréiculture et pour la pêche. Des programmes nationaux avec l'Ifremer et le CNRS ont identifié des actions thématiques prioritaires sur la dynamique de prolifération de la crépidule et les interactions crépidule/bivalves exploités. Un suivi de la collecte par l'Ifremer a montré que la recolonisation se fait relativement vite, ce qui semble garantir un renouvellement satisfaisant de la biomasse utilisable.

Pour diminuer les stocks considérables de crépidule (des centaines de milliers de tonnes sur le littoral breton), plusieurs approches sont pratiquées. Un premier type de valorisation consiste à broyer et enfouir le produit frais, mettant à profit les apports calcaires et organiques (Association pour la REcolte et la VALorisation, AREVAL) [14,15]. D'autre part, les coquilles réduites en poudre sont utilisées en amendement agricole et en complément calcique (alimentation des poules pondeuses), et entrent dans la composition de certains bétons et isolants thermiques et phoniques.

La crépidule est comestible et fait l'objet de valorisation alimentaire et culinaire par plusieurs restaurateurs (« berlingot de mer »), mais aussi à une échelle industrielle. Ainsi, la société Slipper Limpet Processing (SLP), créée en 2008, a mis au point une technique originale de décorticage à froid et a ouvert une usine de traitement des crépidules à Cancale en 2009 (traitement de dix tonnes par jour – filière coquille et filière chair – labellisation par le Pôle de compétitivité Valorial¹).

De récents travaux montrent qu'elle représente un gisement de lécithine marine d'une qualité exceptionnelle [16], ce qui pourrait également contribuer à la valoriser; c'est un agent tensio-actif très utilisé dans les industries alimentaires et cosmétiques mais aussi avec des effets contre le cancer du colon [17] et le psoriasis [18].

Le contenu en lipides et PL (qui constituent la lécithine) des spécimens collectés en baie de Bourgneuf a été étudié sur une année (16). Le taux de lipides était le plus important en hiver (plus de 5 % du poids sec) avec près de 70 % de PL (large prépondérance de phosphatidylcholine). Des proportions élevées en AGPI oméga-3 ont été observées (EPA à plus de 9 %, et DHA, acide docosahexaénoïque, à plus de 7 % de l'ensemble des acides gras. Le cholestérol, au faible taux de 31 %, était compensé par près de 40 % de phytostérols (agents anti-cholestérol).

Les données obtenues attestent des qualités remarquables des lipides de la crépidule pour la nutrition et la santé humaine. Le mélange des phospholipides, et même les lipides totaux très riches en phospholipides en toute saison, offre une source alternative de lécithine, riche en oméga-3, de haute qualité.

Pour en savoir plus :

[1] Katsanevakis S., Wallentinus I., Zenetos A., Leppäkoski E., Çinar M.E., Oztürk B., Grabowski M., Golani D. & Cardoso A.C. (2014). Impacts of invasive alien marine species on ecosystem services and biodiversity:

¹ Un pôle de compétitivité rassemble sur un territoire bien identifié et sur une thématique ciblée, des entreprises, des instituts de recherche et des établissements d'enseignement supérieur. Les pouvoirs publics nationaux et locaux y sont étroitement associés. Valorial rassemble 270 membres : industriels, centres de recherche et établissements d'enseignement supérieur, au cœur du premier bassin agroalimentaire d'Europe.



- a pan-European review. *Aquatic Invasions*, 9, 391-423.
- [2] Galil B.S., Marchini A., Occhipinti-Ambrogi A., Minchin D., Narščius A., Ojaveer H. & Olenin S. (2014). International arrivals: widespread bioinvasions in European seas. *Ethology, Ecology and Evolution*, 26, 152-171.
- [3] Stiger-Pouvreau V. & Thouzeau G. (2015). Marine species introduced on the French Channel-Atlantic coasts: a review of main biological invasions and impacts. *Open Journal of Ecology*, 5, 227-257.
- [4] Plouguerné E., Hellio C., Deslandes E., Véron B., Bremer G. & Stiger-Pouvreau V. (2008). Anti-microfouling activities of extracts of two invasive algae: *Grateloupia turuturu* and *Sargassum muticum*. *Botanica Marina*, 51, 202-208.
- [5] Denis C., Massé A., Fleurence J. & Jaouen P. (2009). Concentration and pre-purification with ultrafiltration of a R-phycoerythrin solution extracted from the macroalgae *Grateloupia turuturu*: process definition and up-scaling. *Separation and Purification Technology*, 69, 37-42.
- [6] Denis C., Le Jeune H., Gaudin P. & Fleurence J. (2009). An evaluation of methods for quantifying the enzymatic degradation of red seaweed *Grateloupia turuturu*. *Journal of Applied Phycology*, 21, 153-159.
- [7] Denis C., Moranchais M., Lia M., Deniaud E., Gaudin P., Wielgosz-Collin G., Barnathan G., Jaouen P. & Fleurence J. (2010). Study of the chemical composition of edible red macroalgae *Grateloupia turuturu* from Brittany (France). *Food Chemistry*, 119, 913-917.
- [8] Kendel M., Couzinet-Mossion A., Viau M., Fleurence J., Barnathan G. & Wielgosz-Collin G. (2013a). Seasonal composition of lipids, fatty acids, and sterols in the edible red alga *Grateloupia turuturu*. *Journal of Applied Phycology*, 25, 425-432.
- [9] Kendel M., Barnathan G., Fleurence J., Rabesaotra V. & Wielgosz-Collin G. (2013b). Non-methylene interrupted and hydroxy fatty acids in polar lipids of the alga *Grateloupia turuturu* over the four seasons. *Lipids*, 48, 535-545.
- [10] Garcia-Bueno N., Decottignies P., Turpin V., Dumay J., Paillard C., Stiger-Pouvreau V., Kervarec N., Pouchus Y.F., Aitor Marin-Atucha A. & Fleurence J. (2014). Seasonal antibacterial activity of two red seaweeds, *Palmaria palmata* and *Grateloupia turuturu*, on European abalone pathogen *Vibrio harveyi*. *Aquatic Living Resources*, 27, 83-89.
- [11] Blanchard M. (2009). Recent expansion of the slipper limpet population (*Crepidula fornicata*) in the bay of Mont Saint-Michel (Western Channel, France). *Aquatic Living Resources*, 22, 11-19.
- [12] Valdizan A., Beninger P.G., Cognie B. & Decottignies P. (2009). External fertilization and excapsular development in *Crepidula fornicata*: evaluating the risk of invasion control by dredging, crushing, and on-site rejection. *Aquatic Living Resources*, 22, 21-28.
- [13] Blanchard M., Hamon D. & Bajjouk T. (2009). Fiche de synthèse d'habitat "Crépidule". Réseau benthique de l'IFREMER REBENT, Natura2000, 10 pages.
- [14] Blanchard M. & Hamon D. (2006). *Bilan du suivi de l'exploitation industrielle de la crépidule en Bretagne-Nord (baies de Saint-Brieuc et du Mont Saint-Michel)*. Rapport de fin de contrat AREVAL/IFREMER, 43 pages.
- [15] GIP Bretagne-Environnement (2010). Les espèces marines invasives en Bretagne. Observatoire de la biodiversité et du patrimoine naturel en Bretagne, 44 p.
- [16] Dagorn F., Buzin F., Couzinet-Mossion A., Decottignies P., Viau M., Rabesaotra V., Barnathan G. & Wielgosz-Collin G. (2014). Multiple beneficial lipids including lecithin detected in the edible invasive mollusk *Crepidula fornicata* from the French Northeastern Atlantic coast. *Marine Drugs*, 12, 6254-6268.
- [17] Küllenberg D., Taylor L.A., Schneider M. & Massing U. (2012). Health effects of dietary phospholipids. *Lipids in Health and Disease*, 11, 3, 16 p.
- [18] Dupont P. (2006). Traitement du psoriasis par la lécithine marine. *Phytothérapie*, 4, 15-22.

Sites internet :

- [19] <http://www.iucn.org/fr/>

[20] <http://www.lacrepidule.com/>

[21] <http://www.manger-la-mer.org/Crepidule-son-present-son-avenir>

[22] <http://www.manger-la-mer.org/>

[23] http://www.issg.org/pdf/publications/marine_menace_french.pdf

Fiches de l'Institut océanographique :

[24] Giulio Relini, mars 1912 : *Alien biota in the Mediterranean Sea.*

<http://www.institut-ocean.org/images/articles/documents/1331564207.pdf>

[25] Bernard Banaigs, septembre 2013 : *Les molécules marines pour la santé et la recherche médicale.*

<http://www.institut-ocean.org/images/articles/documents/1380378194.pdf>