

LES ESPÈCES MARINES INVASIVES EN BRETAGNE

MAI 2010

observatoire de la biodiversité et du patrimoine naturel en Bretagne



De septembre 2009 à mars 2010 une dynamique de travail a rassemblé autour du GIP Bretagne environnement des scientifiques et naturalistes, tous experts de la faune et flore marines.

Ce document présente le résultat de cette démarche collective portant sur les espèces marines invasives - également publié sur le site www.bretagne-environnement.org/especes-invasives

Réalisé par l'Observatoire de la biodiversité et du patrimoine naturel en Bretagne, ce projet a été financé par l'Etat, le conseil régional de Bretagne et l'Union européenne. Il fait suite à un travail réunissant en 2007-2008 l'Inra de Rennes, l'Agrocampus, le Conservatoire botanique national de Brest et le GIP Bretagne environnement, et portant sur les espèces faune et flore continentales invasives.

Ce document est l'aboutissement d'un travail de compilation, d'analyse, de synthèse et de mise en forme des connaissances de plus d'une vingtaine de personnalités :

- Michel Blanchard, Philippe Gouletquer, Dominique Hamon, Patrick Le Mao, Elisabeth Nézan (Ifremer),
- Franck Gentil, Nathalie Simon, Frédérique Viard (Station biologique de Roscoff),
- Erwan Ar Gall, Jacques Grall, Christian Hily, Michel Le Duff, Valérie Stiger-Pouvreau (IUEM Brest),
- Anthony Acou, Sandrine Derrien-Courtel, Eric Feunteun, Jean-Loup d'Hondt (MNHN),
- Alain Canard, Frédéric Ysnel (Université Rennes I),

- Bertrand Perrin (Université Bretagne Sud Vannes / Université Rennes I),

- Jacqueline Cabioc'h, Yves Gruet, Auguste Le Roux (retraités d'organismes scientifiques).

Chacun des experts, dans son domaine de compétence, a aiguillé les recherches, validé l'information scientifique, participé à la rédaction confiée à Julie Pagny au sein de l'OBPNB.

Le Conseil scientifique régional du patrimoine naturel (CSRPN) a validé en mai 2010 la liste des espèces marines introduites en Bretagne proposée à la fin de ce document.

Les données rassemblées ici reflètent les connaissances des experts à la date de mars 2010 et seront mises à jour périodiquement sur le site Internet dédié.

Sommaire

Les spécificités du phénomène de l'invasion biologique en milieu marin.	2
Faune et Flore marines introduites.	4
Faune marine introduite.	4
Flore marine introduite.	4
Le wakame (<i>Undaria pinnatifida</i>)	5
La sargasse (<i>Sargassum muticum</i>)	10
Le ver parasite (<i>Anguillicola crassus</i>)	14
La celtodoryx de Girard (<i>Celtodoryx girardae</i>)	16
La crépidule américaine (<i>Crepidula fornicata</i>)	22
L'huître creuse du Pacifique (<i>Crassostrea gigas</i>)	24
Le bryzoaire <i>Tricellaria inopinata</i>	27
Le mercierelle (<i>Ficopomatus enigmaticus</i>)	30
Définitions.	32
Abréviations et sigles	32
Références	33
Liste des espèces marines introduites de Bretagne	38

Les spécificités du phénomène de l'invasion biologique en milieu marin

Des inventaires récents et une prise de conscience plus tardive en milieu marin

Les bases de données actuelles sur les processus d'introduction biologique en milieu marin sont moins fournies que celles existantes pour le milieu terrestre. Deux raisons peuvent être avancées.

Tout d'abord, en comparaison du domaine terrestre, la biodiversité marine est moins bien décrite dans les inventaires anciens et également moins bien conservés dans les collections. Le début d'une histoire richement documentée date ainsi de la fin du XIX^e siècle avec la



Celtodoryx girardae utilisant les gorgones comme support de développement / © Perrin Bertrand

multiplication des inventaires. Il est donc plus difficile de retracer l'histoire ancienne des processus d'introduction biologique en milieu marin.

Par ailleurs, il est probable que ces introductions aient vu leur rythme s'intensifier relativement récemment, à la fin du XIX^e siècle et au début du XX^e siècle. En effet, à cette époque, une innovation technologique majeure voit le jour avec le déploiement de ballasts liquides dans les navires de transports marchands. Avant leur développement, les ballasts (solides) étaient des vecteurs privilégiés de graines ou spores ou parties propagatrices de plantes terrestres. L'essor des ballasts liquide a conduit à un changement radical : l'eau de mer permet de transporter des larves et individus pélagiques en grande quantité.

Les ballasts liquides, l'intensification des observations et inventaires en milieu marin expliquent certainement que le taux d'invasion en milieu marin se soit considérablement accru au cours de la seconde partie du XX^e siècle. Ainsi, le long des côtes atlantiques européennes, 61 % des premières signalisations d'introduction sont postérieures à 1960.

Des introductions accidentelles ou intentionnelles

Les invasions biologiques en milieu marin n'échappent pas à ces deux modalités.

Avec la mise en place de nouvelles filières aquacoles impliquant la culture in situ d'espèces non indigènes, l'aquaculture est un important vecteur d'introduction intentionnelle (voir paragraphe suivant). Étant exploitée dans un milieu non confiné, ces espèces peuvent s'échapper dans la nature. Par exemple, c'est le cas de l'huître creuse *Crassostrea gigas* ou de l'algue *Undaria pinnatifida* (wakame) sur les côtes bretonnes.

Par ailleurs, l'aquaculture favorise aussi les introductions accidentelles au même titre que les transports maritimes (ballast et fouling), l'aquariophilie ou la restauration. Par exemple, l'introduction d'huîtres à des fins aquacoles s'est accompagnée de l'introduction accidentelle d'un cortège d'espèces parasites ou fixées sur les coquilles d'huître.

Difficulté de détecter l'introduction des espèces allochtones en milieu marin

Les observations ne sont pas encore assez importantes pour pouvoir déceler suffisamment tôt l'introduction d'une nouvelle espèce et pour beaucoup d'entre elles, la présence d'un stade microscopique dans le cycle de vie (exemple des larves, des gamètes) rend difficile l'observation et l'éradication.

Par ailleurs, de multiples vecteurs d'introduction peuvent jouer en synergie. C'est le cas de la crépidule introduite accidentellement par le fouling et l'ostréiculture, ou du wakame introduit intentionnellement à des fins de culture mais également accidentellement par fouling ou les eaux de ballast.

Le fouling (la souillure des coques des navires par des organismes marins qui s'y fixent) représente un mécanisme d'introduction accidentelle non-négligeable.

Les procédures de ballastage et déballastage des eaux de mer, utilisées pour stabiliser les navires durant leur voyage, est un vecteur d'introduction accidentelle particulièrement important. Des vertébrés, invertébrés, végétaux marins et leurs propagules (ensemble de cellules assurant la multiplication chez certains végétaux), espèces microscopiques ou des larves de plus gros organismes sont ainsi transportés sur de longues distances. Une étude menée en Europe sur 550 navires entre 1992 et 2000 a permis d'identifier près de 1000 taxons transportés par les eaux de ballast.

En Bretagne, l'aquaculture est un vecteur important d'introduction, intentionnelle et accidentelle (comme précisé dans le paragraphe précédent).

Certaines espèces ont été introduites intentionnellement par l'aquaculture comme l'algue *Undaria pinnatifida*, le clam *Mercenaria mercenaria*, l'huître japonaise *C. gigas*, ou la palourde japonaise *Ruditapes philippinarum*.

D'autres espèces ont été introduites accidentellement via l'aquaculture tels que les parasites des huîtres, des moules, des espèces commensales (ou espèces accompagnatrices) comme l'ascidie *Styela clava*, le mollusque *Cyclope neritea* ou l'algue *Sargassum muticum*.

Plus particulièrement, et depuis les années 1970, la conchyliculture représente une part importante des introductions du littoral Ouest Cotentin à l'estuaire de la Loire. En 2008-2009, les productions de moules et d'huîtres en Bretagne représentent à 34,5 % de la production nationale.

Enfin, les besoins de maturation et d'affinage des huîtres génèrent un transfert entre bassins de production de Manche et d'Atlantique. Ces échanges favorisent la propagation des espèces exotiques.

Ainsi, la veille écologique des zones de fortes productions conchylicoles est un axe prioritaire pour la prévention des risques d'introduction en milieu marin. Face à ce problème, le conseil européen a émis le règlement (CE) n° 708/2007 du Conseil du 11 juin 2007 relatif à l'utilisation en aquaculture des espèces exotiques et des espèces localement absentes.

Sur sa façade Manche Atlantique française, 40% des introductions se font par ballast ou fouling sur les bateaux et 60% par l'aquaculture. Ces proportions sont une spécificité de la zone Manche Atlantique française puisqu'elles sont inversées à l'échelle mondiale : 40% pour l'aquaculture et 60% pour le ballast ou le fouling des bateaux.

Enfin rappelons que les côtes bretonnes s'étendent sur plus de 2730 km et sont situées le long des grandes routes maritimes internationales. Cette exposition maritime apporte un risque supplémentaire d'introduction d'espèces, par rapport à d'autres régions françaises ou européennes moins.

Dans le cas des introductions biologiques, le vecteur d'introduction n'est pas toujours connu. En effet, pour certaines espèces marines exotiques introduites en Bretagne, les experts n'ont pas de certitude sur le mécanisme/vecteur d'introduction.

Le cas des espèces cryptogéniques

Une espèce cryptogénique est une espèce dont le caractère introduit est suspecté voire probable, mais ne peut être affirmé. Cette suspicion repose, d'une part, sur le fait que l'aire de distribution naturelle n'est pas bien documentée; d'autre part, elle entretient une relation si étroite avec les activités humaines ou elle se trouve dans des habitats où se concentrent des activités humaines que l'on suppose pour une introduction via transports maritimes, aquaculture, etc. (Carlton 1996).

Une liste des espèces marines introduites

Pour traduire au mieux les réalités biogéographiques et environnementales du phénomène d'invasion biologique en milieu marin, la liste des espèces marines introduites ne peut s'inscrire dans le cadre de limites administratives.

La liste a d'abord pris en compte le golfe normano-breton jusqu'à l'estuaire de la Loire, depuis les eaux saumâtres jusqu'aux eaux côtières.

En effet, à cause de courants marins importants ou d'apports majeurs en eau douce, la pointe nord Cotentin et l'estuaire de la Loire sont considérés comme des frontières naturelles difficiles à franchir par les espèces marines.

Cependant, des espèces introduites dans les régions limitrophes pourraient, à plus ou moins long terme, effectuer une expansion géographique jusqu'en Bretagne. C'est pourquoi les espèces introduites présentant un caractère invasif dans la zone plus large de la Manche-golfe de Gascogne sont aussi listées.

Ainsi notre liste prend en compte :

pour la zone du golfe normano-breton à l'estuaire de la Loire :

- les espèces introduites, aujourd'hui établies dans le milieu naturel (c'est à dire qui se reproduisent dans le milieu sans intervention humaine) ;
- les espèces introduites à une certaine époque et aujourd'hui disparues; (à peu de chose près il s'agit donc des eaux bretonnes territoriales)
- pour les zones de la Manche-Atlantique en périphérie des zones précédentes :
- les espèces introduites envahissantes qui prolifèrent au détriment de l'écosystème en place, des activités économiques et/ou de la santé humaine; (afin de tenir compte d'une possible future contamination des eaux bretonnes par des espèces à problème ayant conquis les eaux limitrophes de Bretagne soit en Loire-Atlantique, Vendée, Charente-Maritime, voire Gironde ou de la Manche et du Calvados.

Faune et Flore marines introduites

La liste de faune et flore marines introduites s'élève 101 espèces. Parmi les 97 espèces introduites dans les eaux bretonnes, 31 sont envahissantes (en phase d'expansion) dont 26 sont connues comme invasives : elles génèrent des impacts négatifs sur la biodiversité, les activités économiques ou encore la santé. 4 espèces introduites dans les eaux périphériques sont invasives et ainsi comptabilisées dans notre liste.

Etablie en mars 2010 et appelée à évoluer en fonction des nouvelles connaissances, la liste des espèces introduites dans les eaux bretonnes comprend actuellement 74 animaux et 23 algues.

Pour traduire au mieux les réalités biogéographiques et environnementales du phénomène d'invasion biologique en milieu marin, la liste des espèces marines introduites ne peut s'inscrire dans le cadre de limites administratives. La liste a d'abord pris en compte le golfe normano-breton jusqu'à l'estuaire de la Loire, depuis les eaux saumâtres jusqu'aux eaux côtières. En effet, à cause de courants marins importants ou d'apports majeurs en eau douce, la pointe nord Cotentin et l'estuaire de la Loire sont considérés comme des frontières naturelles difficiles à franchir par les espèces marines. Cependant, des espèces introduites dans les régions limitrophes pourraient, à plus ou moins long terme, effectuer une expansion géographique jusqu'en Bretagne. C'est pourquoi les espèces introduites présentant un caractère invasif dans la zone plus large de la Manche-golfe de Gascogne sont aussi listées.

Ces espèces au caractère invasif en zone périphérique sont au nombre de 4. Une d'entre elles est connue dans les eaux de Loire-Atlantique et de Gironde, trois sont connues dans les eaux du Calvados et de la Manche.

Ainsi notre liste totalise 101 espèces (78 animaux et 23 algues) :

soit 97 espèces pour la zone du golfe normano-breton à l'estuaire de la Loire :

- les espèces introduites, aujourd'hui établies dans le milieu naturel (c'est à dire qui se reproduisent dans le milieu sans intervention humaine) ;
- les espèces introduites à une certaine époque et aujourd'hui disparues; (à peu de chose près il s'agit donc des eaux bretonnes territoriales) ;

et 4 espèces pour les zones de la Manche-Atlantique qui bornent la zone précédente par le nord et le sud :

- les espèces introduites envahissantes qui prolifèrent au détriment de l'écosystème en place, des activités économiques et/ou de la santé humaine; (afin de tenir compte d'une possible future contamination des eaux bretonnes par des espèces à problème ayant conquis les eaux limitrophes de Bretagne soit en Loire-Atlantique, Vendée, Charente-Maritime ou la Manche et le Calvados.

Parmi les espèces de cette liste, 10 sont des parasites : 4 crustacés copépodes, 3 «vers» (1 nématode, 2 plathelminthes), 3 protozoaires.

13 espèces sont qualifiées de cryptogénique : en l'état actuel des connaissances nous ne savons pas si leur présence dans les eaux bretonnes est due ou pas à une introduction, même si ce mécanisme d'arrivée est suspecté.

5 espèces introduites sont liées aux milieux d'eau saumâtre.

Se référer à la page 38 de ce document pour accéder à l'intégralité de la liste.

Faune marine introduite

La liste de faune marine introduite comprend actuellement 78 animaux. Parmi les 74 espèces introduites dans les eaux bretonnes, 25 sont envahissantes dont 22 sont connues comme invasives.

On y distingue :

- 1 poisson,
- 5 ascidies,
- 19 crustacés,
- 17 mollusques,
- 9 «vers» (annélides, nématodes, plathelminthes),
- 5 cnidaires (anémones et méduses),
- 7 bryozoaires,
- 1 éponge,
- 7 dinoflagellés,
- 3 protozoaires.

Quelques espèces en zone périphérique (eaux du 44, 14, 50) présentent un caractère invasif. Elles sont au nombre de 4 : 1 cnidaire, 1 mollusque, 2 crustacés.

Flore marine introduite

La liste de flore marine introduite dans les eaux de Bretagne comprend actuellement 23 algues. 6 d'entre elles sont envahissantes. Parmi celles ci, 4 sont connues comme invasives.

On y distingue :

- 16 rhodophycées (macro algue rouge fixée),
- 1 chlorophycée (macro algue verte fixée),
- 3 phéophycées (macro algue brune fixée),
- 2 raphidophycées (algue unicellulaire planctonique),
- 1 diatomée.

Aucune espèce d'algue introduite et au caractère invasif n'a été détectée dans les eaux périphériques aux eaux bretonnes.

Le wakame (*Undaria pinnatifida*)

Originaire d'Asie, *Undaria pinnatifida*, (Harvey) Suringar, 1873, connue également sous le nom de wakame, a connu une expansion mondiale depuis les années 1970. En Europe, comme dans son aire d'origine, *U. pinnatifida* est une espèce présente sous forme de cultures (sur filières) et de populations spontanées. Cette algue colonise des structures artificielles (ports, digues, etc.) mais également le milieu naturel rocheux. Sa tolérance aux conditions du milieu, sa capacité à coloniser des habitats perturbés ou des substrats vierges et un stade microscopique dans son cycle de vie en font une espèce pionnière efficace.

Description, écologie, origine et répartition

Le wakame est une algue cultivée, introduite depuis une trentaine d'année en Europe. Ses caractéristiques morphologiques, reproductives et sa tolérance aux conditions du milieu en font une espèce colonisatrice efficace.

Description

Undaria pinnatifida, appelé wakame, est une grande algue brune de l'ordre des laminariales, qui mesure environ 1 et 2 mètres (Cabioc'h et al. 1992). Le wakame est fixé au fond par un crampon (organe de fixation, mais pas d'assimilation des nutriments à l'inverse des racines des plantes terrestres), qui se prolongent par un stipe autour duquel se développe une lame fine et ondulée (le thalle). La lame est très caractéristique avec une sorte de nervure centrale (qui n'est pas assimilable à une nervure de feuilles). Lorsque l'algue devient fertile, des sporo-

phylls (nom donné aux structures de reproduction) se développent au niveau de la base du stipe formant des falbalas.

Ecologie

Undaria pinnatifida est une algue des eaux tempérées froides qui colonise la zone supérieure de l'infra-littoral, le plus souvent dans des sites caractérisés par de forts courants mais non battus (c'est-à-dire en dehors des zones de déferlement des vagues). Elle ne supporte pas des périodes d'exondations trop longues. Selon la turbidité, elle peut s'installer en zone subtidale jusqu'à une quinzaine de mètres de profondeur.

Le wakame se fixe sur toute sorte de substrats solides qu'ils soient naturels (rochers) ou artificiels (infrastructures portuaires, coques de bateaux, filières, corps-morts etc.). Cette facilité à coloniser des habitats variés est une des explications de son succès d'introduction.

Le wakame présente dans son aire d'origine et dans son aire d'introduction une grande tolérance vis-à-vis des conditions du milieu en termes de température, salinité et pollutions organiques. Ceci expliquerait en partie sa large distribution géographique en Europe (de la Méditerranée à la Mer du Nord ; Wallentinus 2007). En Bretagne, la température optimale de recrutement de sporophytes est autour de 13 à 17°C et la plupart des populations sont trouvées à des salinités supérieures à 30 psu(1) . La phase gamétophytique pourrait être particulièrement résistante aux conditions du milieu, notamment à la température (Stuart, 1999).

Reproduction

Undaria pinnatifida est une algue annuelle présentant un cycle de reproduction sexuée caractérisé par une alternance entre des stades haploïdes (appelé gamétophytes) et diploïdes (appelés sporophytes).



Structures de reproduction ou sporophylles de wakame / © M. Voisin – Station Biologique de Roscoff

Les sporophytes sont la phase visible (macroscopique) du cycle alors que la phase gamétophyte est microscopique (non visible à l'œil nu). Le sporophyte se développe en quelques semaines et vit quelques mois. Arrivé à maturité, il libère des spores dans la colonne d'eau puis meurt. Les spores qui ne vivent que quelques heures à quelques jours se fixent et germent pour se développer en gamétophytes mâles ou femelles. Les gamétophytes mâles libèrent des gamètes mâles qui se déplacent jusqu'au gamétophyte femelle producteur de gamètes femelles qu'ils fécondent. Le jeune sporophyte issu de cette fécondation se développe ainsi sur le gamétophyte femelle.

La reproduction asexuée a également été décrite mais en laboratoire (Fang et al., 1982) et est utilisée pour de la culture en masse dans la zone d'origine de l'algue (Wu et al. 2004).



Wakame sur une filière / © Ifremer - O. Barbaroux

La lumière, la profondeur et surtout la température sont très importantes pour déclencher le phénomène de reproduction chez *U. pinnatifida*. En Bretagne, en général deux générations par an sont observées (Castric et al. 1999, Voisin 2007). Des sporophytes reproducteurs sont observables quasiment toute l'année dans des populations denses (ex. en milieu portuaire). La majorité des nouveaux sporophytes est observée à des températures entre 13° et 17°C (Castric-Fey et al., 1999).

Plusieurs stades de dispersion naturelle existent ainsi chez cette algue : des spores, des gamètes mâles et des thalles matures (sporophytes avec sporophylles) dérivants qui peuvent relâcher des spores sur de longues distances. Ces trois stades peuvent se disperser dans la colonne d'eau en fonction des courants. Les gamétophytes sont quant à eux fixés.

Modalités d'introduction et répartition

La première observation d'*Undaria pinnatifida* en dehors de son aire d'origine a été faite dans l'étang de Thau, point initial de son introduction en Europe. Elle y fut introduite accidentellement, suite à l'importation de

naissains de l'huître japonaise *Crassostrea gigas* (Perez et al. 1981). Des populations ont ensuite été signalées en 1984 en dehors de l'étang de Thau, sur les côtes de la Méditerranée (Perez et al. 1990). A partir de 1983, des populations ont été transférées volontairement pour des essais de mises en culture, sur les îles d'Ouessant, de Sein et de Groix ainsi que dans l'estuaire de la Rance (Perez et al. 1984). En parallèle de sa mise en culture, des populations spontanées ont été rapidement signalées de l'île de Ouessant aux Pays bas (Floch'h et al. 1991) ainsi que sur les côtes anglaises (Fletcher et Manfredi, 1995).

Aujourd'hui, *U. pinnatifida* est présente le long des côtes de la Mer du Nord, de la Manche, de l'Atlantique (Grande-Bretagne, Pays-Bas, Belgique, France et Espagne) et en Méditerranée. Elle y occupe des habitats naturels rocheux, des zones portuaires ou différentes structures artificielles et est toujours cultivée (en Bretagne et en Espagne). L'Europe n'est pas le seul point d'introduction de wakame. Elle s'est installée de façon durable dans les deux hémisphères et dans la plupart des océans du globe. Ainsi des introductions de cette algue ont eu lieu en Australie et Nouvelle Zélande au milieu des années 80, en Californie en 2001, au Mexique en 2003 et en Argentine à la fin des années 90 et a atteint la Patagonie en 2009 (Wallentinus, 2007). Sur l'ensemble de son aire de distribution actuelle, elle a bénéficié de multiples vecteurs d'introduction parmi lesquels le navire maritime et l'aquaculture ont joué un rôle important (Voisin et al. 2005).

(1) Unité de salinité pratique ou psu (practical salinity unit), est une unité utilisée pour décrire la propriété salée de l'eau}

Impacts

Les caractéristiques biologiques du wakame lui donnent la capacité de coloniser de multiples substrats naturels ou artificiels, en particulier dans des environnements perturbés, occupés ou pas par d'autres espèces.

Capacité de colonisation

De nombreuses caractéristiques biologiques ou relatifs à l'histoire de son introduction (Fletcher et Farrell 1999, Castric et al. 1999 ; Voisin et al. 2005) explique le succès d'installation de cette algue classée par Nyberg et Wallentinus (2005) au troisième rang des espèces les plus menaçantes parmi 113 autres espèces d'algues.

Parmi ses caractéristiques qui ont pu favoriser son développement, on peut noter :

- des introductions répétées et en provenance de multiples sources (comme le fouling sur les coques des navires, l'aquaculture), associées à de nombreux vecteurs naturels de dispersion (comme les spores, les thalles dérivants),
- peu de prédateurs sur nos côtes (Castric-Fey et al., 1997) ;
- la présence de phases microscopiques dans son cycle de vie (ex. gamétophytes),
- des caractéristiques d'espèces pionnières lui permettant de coloniser rapidement de nouveaux substrats vierges ou des environnements perturbés,
- sa capacité à s'installer sur une très large gamme de substrats tels que des rochers, des structures artificielles (bouée, corps-morts, pontons, coques etc.) d'autres espèces (le wakame est par exemple trouvé en épiphyte sur une autre espèce introduite, l'ascidie japonaise *Styela clava*),
- ses taux de croissance rapide conduisant à une canopée de grande taille, ainsi que sa dynamique de reproduction efficace, avec l'émission de spores quasiment toute l'année et des gamétophytes certainement capables de rentrer en dormance.

Impacts écologiques

Différents travaux de recherches ont montré que l'établissement d'*Undaria pinnatifida* est facilité dans des habitats dépourvus de canopée ou perturbés, dans lesquels elle peut devenir une algue dominante. Cependant, en Bretagne, elle semble être moins compétitive que d'autres espèces locales comme l'espèce opportuniste *Saccorhiza polyschides* (Castric-Fey et al. 1993). Il a

également été suggéré que le broutage des sporophytes et gamétophytes par des oursins (*Paracentrotus lividus*, *Echinus esculentus* et *Psammechinus miliaris*) et des ormeaux, *Haliotis tuberculata*, pourraient avoir un effet négatif sur l'abondance de *Undaria pinnatifida* (Floc'h et al. 1991; Castric-Fey et al. 1993). Sur les côtes anglaises de la Manche, aucun impact écologique négatif n'a pu être mis en évidence en milieu rocheux et il a été suggéré que la présence de wakame pouvait être positive pour l'établissement de nurserie pour certains poissons (Fletcher et Farrell 1999). En revanche, dans les marinas et ports, elle pourrait remplacer des espèces natives.

Impacts économiques

Plusieurs activités et notamment l'aquaculture sont gênées dans les secteurs de forte prolifération du wakame. Celui-ci peut devenir problématique en créant :

- une charge de travail et de coup supplémentaires pour entretenir les installations aquacoles colonisées : colmatage des bouchots, alourdissement des filières, encrassement des machines d'exploitation, encombrement des casiers à filets, etc.,
- une compétition vis-à-vis des espèces cultivées ; lorsque la colonisation est très importante, l'écoulement de l'eau à travers les poches ou les casiers peut être restreint et ainsi ralentir le développement des espèces cultivées,
- une invasion des pontons et des structures portuaires formant une canopée dense responsable d'un « fouling » important.

Gestion

Undaria pinnatifida présente une phase microscopique au cours de son cycle de vie qui rend particulièrement problématique la gestion des populations présentes sur nos côtes.

Il apparaît que non seulement *Undaria pinnatifida* a colonisé nos côtes, mais s'y est aussi très bien adaptée. Aucune méthode satisfaisante curative (visant à éliminer l'espèce localement) n'existe.

La prévention visant à empêcher sa dissémination dans le milieu naturel est essentielle. Il existe un règlement du Conseil Européen (No 708/2007 du Conseil du 11 juin 2007) qui établit un cadre concernant les pratiques aquacoles relatives aux espèces exotiques.

La prévention

Malgré de faibles capacités de dispersion naturelle, la dispersion d'origine anthropique a permis à *Undaria pinnatifida* de coloniser de nombreux secteurs. La vigilance doit porter sur les vecteurs de dispersion (eaux de ballast, coquilles de bivalves, coques de bateaux, bouées...).

Les coques des bateaux de plaisance colonisées par du wakame ne doivent pas être nettoyées dans l'eau et les algues enlevées doivent être déposées dans des containers.

Dans les zones où cette espèce est absente, les restes de sporophylles mâtures présents sur les filières de cultures devraient être enlevés et ramenés à terre afin d'éviter la dissémination de spores dans les habitats naturels environnants. De même, dans ces zones, elle ne devrait pas être utilisée dans des aquariums en absence de traitements de rejets (ex. lors de démonstrations publiques ou dans des écoles).

La valorisation

Les qualités alimentaires et pharmaceutiques du wakame en font une algue à forte valeur commerciale. Elle est ainsi la troisième algue cultivée ou récoltée à une échelle mondiale pour l'alimentation humaine. Elle est également utilisée pour nourrir les ormeaux en élevage en Asie. En Bretagne, *Undaria pinnatifida* est cultivée notamment en rade de St-Malo et en baie de Morlaix (Wallentinus, 2007).

Lutte biologique

Aucune méthode de lutte biologique n'est répertoriée comme efficace sur cette algue. Cependant, elle semble être exploitée par de nombreux herbivores (voir « Impacts écologiques »). De plus, elle est colonisée par

de nombreuses ascidies coloniales (de type *Botryllus* sp.), bryozoaires et hydriaires (Wallentinus 2007) qui pourraient accélérer la dégénérescence de la lame des sporophytes.

Lutte mécanique

L'arrachage est pratiqué dans le cadre de la lutte mécanique. L'arrachage pour cette espèce se révèle souvent très fastidieux et très peu efficace du fait d'une recolonisation rapide des zones nettoyées (Hewitt et al. 2005). Par exemple, sur les côtes anglaises, lors de l'apparition de wakame, tous les sporophytes visibles ont été enlevés mais cette tentative d'éradication a échoué car les algues étaient déjà fertiles et des gamétophytes microscopiques étaient déjà certainement présents dans le milieu (Fletcher et Farrell 1999).

Lutte chimique

Le traitement avec des herbicides et des peintures antifouling a révélé que certaines toxines sont efficaces en prévention de la germination des spores ou pour détruire les gamétophytes (Wallentinus 2007). Ce type de traitement peut toutefois avoir des conséquences très néfastes sur l'écosystème.

Perspectives et recherches

Le wakame est étudié sur les côtes françaises depuis une trentaine d'années. Afin de mieux la cerner, elle fait l'objet de nombreux suivis, notamment en Bretagne.

Undaria pinnatifida a fait l'objet de différents suivis et programmes de recherches en Bretagne menés notamment par les stations de biologie marine de Concarneau et Roscoff.

Ainsi dans le cadre du programme REBENT (<http://www.rebent.org/documents/index.php>), S. Derrien-Courtet et ses collaborateurs ont mené une série d'observations et de suivis en milieu subtidal rocheux est menée, comprenant l'observation d'espèces remarquables parmi lesquels des espèces exotiques, comme *Undaria pinnatifida*.

Undaria pinnatifida a été étudiée avec d'autres grandes algues de Bretagne, dans le cadre du programme ANR ECOKELP (resp. M. Valero, <http://www.sb-roscoff.fr/ecokelp/>) dont l'objectif principal était l'étude de la dynamique de la biodiversité et de la «valeur» économique et sociale des laminaires.

Dans le cadre de ce projet, des suivis et études génétiques ont été effectués pour analyser la dynamique de reproduction et d'installation des populations de wakame dans les zones portuaires et naturelles (thèses de Marie Voisin en 2007 et de Daphné Grulois toujours en cours en 2010).

Aujourd'hui, le wakame est une des espèces cible du WP 3 (resp. J. Bishop, Plymouth & F. Viard, Roscoff), dans le cadre du programme INTERREG Marinexus. Il s'agit ici de mieux appréhender le rôle des installations portuaires sur la biodiversité et la connectivité des populations de différentes espèces exotiques.

Différentes actions de recherche sont nécessaires chez cette espèce, notamment concernant ses capacités d'adaptation à long terme et son impact sur le milieu 30 ans après son introduction initiale en Bretagne. Les suivis sur le terrain sont à pérenniser sur le long terme pour mieux appréhender le devenir de cette espèce et l'évolution de sa distribution géographique à une échelle régionale.

Rédigé par Julie Pagny (GIP BE) en collaboration avec Frédérique Viard (Station biologique de Roscoff).

La grateloupe (*Grateloupiia turuturu*)

Introduite accidentellement au début des années 1970 avec des naissains d'huîtres importés du Japon, l'algue rouge *Grateloupiia turuturu*, Yamada, 1941, s'est répandue sur les côtes européennes, des Pays-Bas au Portugal. *Grateloupiia turuturu*, appelée communément la grateloupe n'est pas encore invasive en Europe, mais elle s'étend de proche en proche du Cotentin jusqu'à la Vendée. Cette espèce est remarquable par sa capacité à survivre dans des milieux présentant de grandes variations de la salinité.

Description, biologie, origine et répartition

La grateloupe est une algue rouge cosmopolite, que l'on rencontre dans pratiquement tous les océans du globe. Elle a proliféré grâce à certaines de ses caractéristiques intrinsèques (faculté d'adaptation, croissance rapide, mode de reproduction, dispersions marginale et par saut, ...) et aux conditions favorables qu'elle a rencontrées sur nos côtes.

Description

Grateloupiia turuturu, appelée plus communément la grateloupe, est une macroalgue rouge (de grande taille) appartenant taxonomiquement à l'ordre des Halymeniales et à la famille des Halymeniaceae dans le groupe des Floridées. Connue auparavant sous le nom de *Grateloupiia doryphora*, des études moléculaires ont montré que la grateloupe européenne appartient à l'espèce *turuturu*, en provenance du Japon (Gavio & Fredericq 2002, Marston & Villalard-Bonhsack 2002). La grateloupe est une des algues rouges parmi les plus polymorphes. Le thalle (1), reconnaissable à sa texture douce et gélati-

neuse, se dresse à partir d'un axe très court (un stipe) porté par un crampon réduit. Une ou plusieurs lames, simples ou divisées se dressent à partir d'un même crampon. Un individu de grateloupe peut atteindre une longueur de 185 cm de long pour une largeur de 30 cm, ce qui fait d'elle la plus grande algue rouge d'Europe (Simon-Colin 2001).



Thalle de *Grateloupiia turuturu* dans le sens du courant / © Valérie Stiger

Ecologie

La grateloupe colonise la partie supérieure de la zone intertidale (zone de balancement des marées), jusqu'au niveau moyen des basses mers de vive eau. Elle s'installe préférentiellement dans les cuvettes marines où l'eau subsiste à marée basse, en modes battus (déferlement des vagues et de la houle) et abrités.

La grateloupe se fixe sur des substrats solides en place ou mobiles : rochers, cailloux, coquillages. Elle présente une grande tolérance vis-à-vis de la température et la salinité.

Reproduction

La grateloupe se reproduit de manière sexuée, avec libération d'éléments de la reproduction (gamètes et spores). Trois générations se succèdent au cours du cycle de vie de la grateloupe : le gamétophyte (qui produira les gamètes mâles ou femelles), puis le carposporophyte (qui produira des carpospores) et enfin le tétrasporophyte (qui produira aussi des tétraspores). Toutes trois sont couramment présentes dans les populations bretonnes. La génération carposporophyte est microscopique et reste fixée sur le gamétophyte. Celui-ci et le tétrasporophyte présentent la même morphologie : individu macroscopique au long thalle.

Les deux types de spores sont les seuls agents de dissémination à courte distance de l'espèce.

Modalités d'introduction et répartition

La grateloupe a été probablement importée en Europe, sous forme de spores avec les naissains de l'huître japonaise *Crassostrea gigas*, comme ceci a pu être démontré dans les bassins de Thau et d'Arcachon (Verlaque et al. 2007). Elle a été découverte pour la première fois en France en 1982 dans l'étang de Thau. En Bretagne, elle fut identifiée en 1989 à Fort-Bloqué (Morbihan) puis en 1992 à Carantec (Finistère). L'identification de nouvelles stations (Croisic où elle a été éradiquée par la pollution pétrolière de l'Erika, puis Concarneau, Brest, Granville et Cherbourg) confirme l'extension actuelle de cette nouvelle espèce (Simon-Colin et al. 2001).

En 30 ans, la grateloupe a colonisé les côtes atlantiques des Pays-Bas au Portugal, ainsi que la Méditerranée orientale française, où on la retrouve dans les chenaux de communication entre les lagunes et la mer, et les avant-ports (Verlaque et al. 2009). En Bretagne, la grateloupe colonise les milieux rocheux, sableux, présentant un écoulement d'eau, ainsi que les pontons de ports de plaisance. Dernièrement, la grateloupe a été observée dans la lagune de Venise (Verlaque et al. 2009). Ces deux localisations très éloignées témoignent de la grande tolérance de la grateloupe vis-à-vis du milieu qu'elle colonise.

Les différentes caractéristiques de la grateloupe permettent de mieux comprendre le succès que rencontre cette algue sur nos côtes :

- une croissance très rapide : en été, il a été observé des thalles atteignant une taille de 1,50 à 2 mètres en milieu abrité (Simon-Colin et al. 1999a),
- un pouvoir reproducteur élevé,
- une dispersion efficace des spores et des individus,
- une grande aptitude à la fixation sur n'importe quel support solide et mobile,
- une faculté d'adaptation importante.

Pourtant, dans son aire d'origine, la grateloupe ne prolifère pas autant, ce qui s'explique certainement par un phénomène de compétition entre espèces. Au Japon, plusieurs espèces d'Halymeniaceae coexistent et la taille moyenne des individus de grateloupe est de l'ordre d'une vingtaine de centimètres (Stiger, com. pers.).

(1) Appareil végétatif des plantes ne possédant ni feuille, ni tige, ni racine.

Impacts

Depuis son apparition sur les côtes bretonnes dans les années 1990, l'abondance de l'espèce fluctue avec le temps, sans jamais vraiment devenir proliférante.

En Bretagne, nous avons assisté à une colonisation progressive de l'ensemble de la zone intertidale, la zone de balancement des marées. La grateloupe s'est ainsi ins-

tallée à partir de l'étage médiolittoral (2) jusqu'au début de l'infralittoral (zone jamais découverte) et a colonisé également les cuvettes du haut de l'étage médiolittoral. C'est toutefois au niveau moyen de l'étage du médiolittoral qu'elle se développe le plus, notamment dans des écoulements enrichis en eau douce, salinité de 20 à 15‰ à basse mer (Simon-Colin et al. 1999, 2001), écoulements dans lesquels on observe une croissance rapide des pieds ainsi qu'une prolifération locale (jusqu'à 200 pieds/m²). Cette prolifération dans des environnements subissant des réductions à court terme de la salinité, ainsi que la dispersion de l'algue sur l'ensemble de la zone de balancement des marées laisse à supposer de fortes capacités physiologiques (Simon-Colin et al. 1999).

Capacité de colonisation

La dissémination de l'espèce a été favorisée par les facteurs suivants :

- transfert entre bassins conchylicoles,
- capacité élevée de dissémination par voie sexuée,
- capacité élevée de fixation sur divers supports, permettant ainsi sa dispersion longue distance,
- absence de prédateurs naturels sur nos côtes,
- capacité élevée à remporter la compétition pour l'espace en se fixant sur tous supports solides en lieu et place d'autres espèces.

Impacts écologiques

La grateloupe n'est pas connue pour avoir causé d'impacts écologiques. Aucune élimination d'espèces concurrentes n'a encore été observée (Plouguerné 2006).

Impacts économiques

La grateloupe n'est pas connue pour avoir causé d'impacts économiques.



(2) L'étage médiolittoral est la partie du littoral de balancement des marées où il y a alternance d'immersions et d'émersions. Cet étage est délimité vers le haut par le niveau moyen des hautes mers de vive-eau et vers le bas par le niveau moyen des basses mers de vive-eau.

Gestion

La grateloupe est une espèce introduite mais non invasive en Bretagne, aucun moyen de lutte n'a donc été mis en place.

Perspectives et recherches

La dispersion de la grateloupe étant néanmoins préoccupante, la question de sa valorisation reste au cœur des problématiques de recherche.

Quelques articles et rapports scientifiques ont été publiés sur la grateloupe. Les avancées significatives concernent :

- la mise au point de technique de suivi de l'expansion,
- la biologie de l'espèce dans ses nouveaux secteurs d'implantation,
- la cinétique de la prolifération et l'explication partielle de son succès,
- conséquences sur la biodiversité,
- pistes de valorisation (Simon-Colin 2001, Plouguerné 2006, Denis 2008).

Des recherches ont été effectuées en vue de valoriser la grateloupe (osmolytes (3) , pigments, pharmacologie, recherche de composés d'intérêts en agro-alimentaire et antifouling).

La grateloupe reste toujours un modèle d'étude pour de nombreux chercheurs.

En effet, sur une petite échelle de temps, cette espèce fournit des informations sur les mécanismes d'adaptation des espèces introduites, mis en place pour coloniser le milieu (Plouguerné 2006). La variabilité spatio-temporelle de variables d'état, de reproduction et de défense chimique de la grateloupe sont à l'étude afin de mieux comprendre la phénologie de l'algue à long terme. Un

suivi des populations de grateloupes a été entrepris depuis 2001 en Bretagne par V. Stiger, et a été intégré dans deux travaux de thèse de Simon-Colin (2001) et Plouguerné (2006). En Méditerranée, les chercheurs tentent de comprendre l'origine des populations (Verlaque et al. 2005).

Ainsi, *Grateloupia turuturu* est une source intéressante de composés bioactifs originaux à activité antifouling (Plouguerné et al. 2006, 2007, 2008, Hellio et al. 2004), d'osmolytes (Simon-Colin et al. 2002, 2004) et de pigments de type phycoerythrine (Denis et al. 2009).

(3) Composés permettant à la plante de réguler son milieu intérieur : quand la salinité du milieu est faible (dilution par pluie ou autre), l'algue relargue des osmolytes à l'extérieur pour éviter une entrée trop massive d'eau dans les cellules. Quand la salinité du milieu augmente (forte température et évaporation d'eau), l'algue accumule des osmolytes pour éviter une importante sortie d'eau de ces cellules.

Rédigé par Valérie Stiger-Pouvreau (IUEM Brest) en collaboration avec Julie Pagny (GIP BE).

La sargasse (*Sargassum muticum*)

Introduite accidentellement dans les années 1970 avec des naissains d'huîtres importés du Japon, l'algue brune *Sargassum muticum*, (Yendo) Fensholt, 1955, s'est répandue sur les côtes européennes, de la Norvège au Portugal. Sa prolifération est aujourd'hui stabilisée, mais elle gêne localement certaines activités humaines. La lutte contre la sargasse s'avérant difficile, la question de sa valorisation reste au centre des problématiques de recherches.



Sargasse dans une flaque d'estran / © Ifremer - O. Barbaroux

Description, biologie, origine et répartition

La sargasse est une algue brune aisément identifiable à sa longueur. Elle a proliféré grâce à certaines de ses caractéristiques intrinsèques (faculté d'adaptation, croissance rapide des axes secondaires, mode de reproduction, dispersions marginale et par saut, ...) et aux conditions favorables qu'elle a rencontrées sur nos côtes.

Description

Sargassum muticum (Yendo) Fensholt, 1955), appelée communément la sargasse, est une macroalgue brune de grande taille appartenant taxonomiquement à l'ordre des Fucales et à la famille des Sargassaceae.

La sargasse est constituée de deux parties à devenir distincts : une partie pérenne et une partie annuelle.

- La partie pérenne est constituée d'un disque de fixation, appelé haptère (crampon de fixation, mais qui n'effectue pas d'assimilation des nutriments à l'inverse des racines des plantes terrestres), surmonté d'un ou plusieurs axes principaux généralement très courts.
- La partie annuelle se développe sur le ou les axes principaux. Elle est constituée d'axes secondaires ou ramifications latérales souples (appelés des latérales), à croissance illimitée et de tailles variées.

Trois types de ramifications latérales peuvent être observés sur un individu de sargasse :

- les latérales portant des expansions foliacées appelées frondes,
- les latérales portant des frondes et des aérocystes (sphères remplies d'un gaz produit par l'algue qui permettent à l'algue de flotter) ;
- les latérales portant à la fois des frondes, des aérocystes et des organes reproducteurs appelés également réceptacles.

Suivant la saison, l'algue se présente sous deux types de morphologie : l'hiver, seule la partie pérenne d'une longueur de 5 cm environ, subsiste. La sargasse se trouve alors sous une forme réduite buissonnante, rigide avec une forte pigmentation. Durant la période estivale, les

latérales atteignent leur développement maximal. Elles peuvent alors atteindre des tailles de 2-3 mètres pouvant aller jusqu'à 10 m.

Ecologie

S. muticum se développe depuis la zone de mi-marée jusqu'à l'ensemble des étages infralittoraux (infralittoral supérieur et infralittoral inférieur), où elle peut atteindre les 13 mètres de profondeur. (Castric-Fey et al., 2001 ; Derrien-Courtel, com. pers.).

Elle s'installe par ailleurs dans les cuvettes où l'eau subsiste à marée basse, en modes battus et abrités. On la trouve plus particulièrement dans les fonds de baies, rades et rias.

La sargasse se fixe sur des substrats solides en place ou mobiles: rochers, cailloux, coquillages. Cette algue présente une grande tolérance vis-à-vis de la température et la salinité. La température optimale se situe entre 17 et 20°C, mais elle peut vivre entre -9 et 30°C.

Reproduction

La sargasse présente deux types de reproduction sexuée et asexuée. La sargasse présente un cycle monogénétique, c'est-à-dire qu'une seule génération est présente au cours de son cycle de vie. Cette génération devient mature durant la période estivale, par production de gamètes dans un organe reproducteur appelé réceptacle. L'espèce est dite monoïque, c'est-à-dire qu'un individu est capable de produire les deux types de gamètes, mâle et femelle. Après les grandes marées, les gamètes sont libérés : tandis que les gamètes mâles se dispersent dans le milieu marin, les gamètes femelles restent fixés au niveau des réceptacles, où a lieu la fécondation. Le zygote ou l'œuf (cellule initiale de tout être vivant produit par la fusion du gamète femelle et du gamète mâle) reste d'abord attaché au réceptacle, puis la plantule, une fois formée, se décroche, et entraînée par les courants, elle va se fixer sur un nouveau support.

Cette espèce peut se reproduire également de manière asexuée. Mais, cela n'a jamais été observé sous nos milieux tempérés.

Modalités d'introduction et répartition

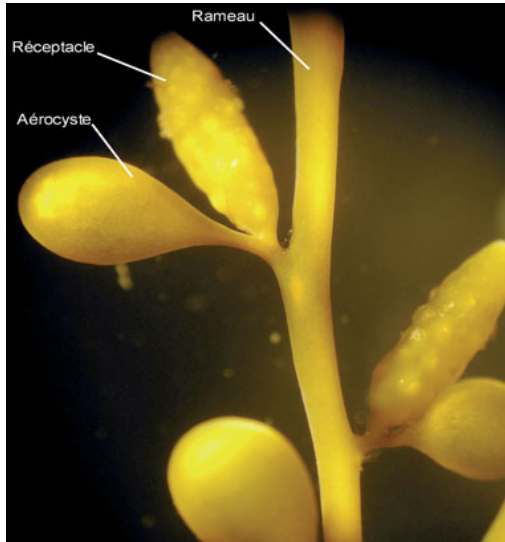
La sargasse a été très probablement importée accidentellement en Europe, sous forme de zygotes ou peut-être de plantules, avec les naissains de l'huître japonaise *Crassostrea gigas*, comme ceci a pu être démontré dans les bassins de Thau et d'Arcachon (Verlaque et al. 2007). En 1966, des importations clandestines auraient déjà été effectuées. Officiellement, les importations massives de *C. gigas* en provenance du Japon et de la côte ouest des USA ont eu lieu en 1975.

En 20 ans, cette algue a colonisé les côtes atlantiques de la Norvège au Portugal, ainsi que celles de France en Méditerranée (Verlaque et al 2007). : en 1973, elle est repérée en Angleterre ; en 1975, elle est en baie de Seine ; en 1976, elle se développe à proximité des installations ostréicoles de Saint-Vaast-la-Hougue et de Grandcamp. Elle atteint les Pays-Bas en 1980, et progresse en Manche occidentale. En 1982, elle apparaît en quelques localités de Bretagne Sud, et se trouve l'année suivante dans le bassin d'Arcachon (Gruet 1989). Dernièrement, la sargasse a été observée dans la lagune de Venise et en Suède (Lorraine, 1989). Ces deux localisations très éloignées témoignent de sa grande tolérance vis-à-vis du milieu qu'elle colonise.

Aujourd'hui, cette espèce colonise l'ensemble du littoral breton où elle affectionne plus particulièrement les fonds de petits blocs sur sable, en mode abrité, mais s'installe aussi sur les fonds de roche peu profonds (Castric-Fey et al., 2001 ; Derrien-Courtel, com. pers.)

Les différentes caractéristiques de la sargasse permettent de mieux comprendre le succès que rencontre cette algue sur nos côtes :

- une croissance très rapide (au printemps elle peut atteindre 10 cm par jour),
- un pouvoir reproducteur élevé durant la période estivale,
- une dispersion efficace des rameaux grâce aux flotteurs,
- une grande aptitude à la fixation sur n'importe quel support solide et mobile,
- une faculté d'adaptation importante.



Rameau de sargasse / © A. Le Roux

Pourtant, dans son aire d'origine, la sargasse ne prolifère pas autant, ce qui s'explique certainement par un phénomène de compétition entre espèces. Au Japon, plusieurs espèces de *Sargassum* co-existent et la taille moyenne des individus est de l'ordre de 1,20 m (Loraine, 1989 ; Stiger-Pouvreau, com. pers.).

Impacts

Après une apogée de sa prolifération dans les années 1980, l'abondance de l'espèce a régressé vers un état d'équilibre, et elle semble avoir trouvé sa place dans l'écosystème. Toutefois, en période estivale, son caractère proliférant et sa grande taille sont susceptibles de perturber la navigation et les activités aquacoles et de provoquer une compétition à l'issue défavorable pour les espèces locales.

Capacité de colonisation

La dissémination de l'espèce a été favorisée par les facteurs suivants :

- transfert entre bassins conchylicoles pour les activités aquacoles,
- capacité élevée de dissémination par voie sexuée,
- peu de prédateurs naturels sur nos côtes. Il semblerait que certains gastéropodes et amphipodes s'en nourrissent,
- capacité élevée à remporter la compétition pour l'espace en se fixant sur tous supports solides en lieu et place d'autres espèces.

Impacts écologiques

Lorsque les peuplements sont denses, la sargasse crée une compétition pouvant aller jusqu'à l'élimination des espèces concurrentes.

La compétition pour l'occupation de l'espace, la captation de la lumière, l'utilisation des sels nutritifs se manifeste :

- vis-à-vis des autres algues situées sur le fond ; la sargasse, par l'importante canopée qu'elle forme au printemps crée un véritable écran, qui empêche la diffusion de la lumière. Elle peut réduire, voire empêcher, le développement des autres algues. Dès l'été, ce phénomène s'estompe puisque les rameaux se séparent des frondes puis souvent coulent, ce qui réduit l'effet écran ;
- vis-à-vis des algues planctoniques ; la sargasse capte de l'azote et du phosphore, éléments nécessaires au développement du phytoplancton (Le Roux, 1983).

La compétition spatiale de la sargasse vis-à-vis des autres macroalgues s'est aujourd'hui stabilisée, notamment en raison de l'adaptation d'organismes autochtones comme des épiphytes(1) , ou des brouteurs comme l'oursin. Un véritable partage de l'espace s'est mis en place entre la sargasse et les espèces natives de phaeophycées, comme les cystoseires (Le Lann, 2009).

Dans certains milieux, les laminaires sont rares voire totalement absentes en raison d'une forte turbidité de l'eau rendant impossible leur activité photosynthétique. Dans ce type de milieux, la sargasse beaucoup plus tolérante

devient une espèce dite structurante. Elle joue alors le même rôle que les laminaires en produisant un abri et une protection pour tout un cortège de flore et faune associées (Derrien-Courtel, 2008). Par exemple, des alevins, crustacés et poissons s'y réfugient ; les seiches y trouvent un support pour leur ponte, etc.

Une fois déposée comme laisse de mer, elle constitue une source de nourriture pour les amphipodes.

Impacts économiques

Plusieurs activités sont gênées dans les secteurs de forte densité de la sargasse.

La conchyliculture est impactée à plusieurs niveaux :

- sur les huîtres : la sargasse se fixe sur les coquilles créant des difficultés et du travail supplémentaire à la récolte ;
- sur les accès, l'entretien des parcs et des installations : enroulement autour des pieds de bouchots et des tables, ainsi que alourdissement des filières d'huîtres colonisées, etc.

La pêche est touchée par des problèmes de navigation, d'engrassement des lignes de pêche, d'encombrement des casiers et des filets, l'accrochage et la perte des hameçons et autre matériel de pêche, etc.

Pour la navigation, la sargasse peut gêner la circulation des bateaux. Les latérales se prennent dans les hélices ou les turbines et peuvent les bloquer. Les flotteurs des sargasses peuvent colmater les circuits de refroidissement.

Toutefois, les nuisances qu'elle a pu provoquer dans les années 1980, lorsque son extraordinaire exubérance donnait des inquiétudes justifiées, se sont modérées. Elle peut provoquer encore aujourd'hui des gênes passagères, locales en été.

(1) Se dit d'un végétal fixé sur un autre, sans pour autant être un parasite.

Gestion

Eradication ou valorisation ? Les techniques de lutte contre la sargasse sont coûteuses et généralement d'une efficacité limitée. Des recherches de valorisation ont été effectuées, mais ne permettent pas encore une exploitation à caractère industriel. Toutefois, la vigilance reste très importante, même si la sargasse semble avoir trouvé sa place dans notre écosystème.

La convention sur le droit de la mer (1982) demande aux Etats de prévenir, réduire et contrôler l'introduction intentionnelle ou accidentelle d'espèces dans le milieu marin. La directive européenne « Habitats » (92/43/CEE) va dans le même sens. Dans le cadre français du projet de loi relatif à la protection de l'environnement, un article (adopté par le Sénat le 14.10.1994) l'a transcrit en prohibant l'introduction dans le milieu naturel d'espèces exogènes.

Lutte mécanique

L'arrachage est pratiqué dans le cadre de la lutte mécanique. L'arrachage a pour inconvénients majeurs la dissémination supplémentaire de l'algue et des impacts négatifs sur l'écosystème.

L'arrachage manuel, tenté en Angleterre, fut un échec car s'est révélé trop fastidieux et finalement peu efficace. Dans le Cotentin, en zone intertidale, des tracteurs équipés de herse agricoles ont été utilisés pour dégager les parcs mytilicoles. Cette technique a été reprise avec des modifications (pelleteuse) pour débayer l'accès des parcs à moules dans le Cotentin.

Dans la zone sublittorale, différents prototypes embarqués sur des bateaux de recherche ont été testés : des dragues et chaluts modifiés, différents types de lames, des procédés d'aspiration. Des dragues ont été utilisées dans des zones portuaires et dans des secteurs à nombreux chenaux du golfe du Morbihan pour rétablir une circulation maritime normale (Lorraine 1989).

Lutte chimique

Plusieurs herbicides ont été expérimentés sur la sargasse, mais sans grand succès. Les doses nécessaires sont trop importantes, leur efficacité trop faible, et les risques pour l'environnement sont trop grands.

Le sulfate de cuivre, par exemple, est toxique pour la sargasse à des concentrations beaucoup plus élevées que celles rencontrées dans le milieu naturel. L'utilisation de ce produit pourrait causer de graves dommages à l'environnement pour les espèces marines, animales ou végétales.

Comme pour les autres produits chimiques testés, la sélectivité est le facteur limitant et l'utilisation de ces substances dans le milieu naturel est fortement déconseillée.

Lutte biologique

La lutte biologique consiste à rechercher des prédateurs autochtones.

Un petit copépode fréquent sur nos côtes fut pressenti pour être prédateur de l'algue. Mais celui-ci ne s'intéresse qu'aux latérales en mauvais état et peu aux individus et plantules en bon état.

Le broutage par les oursins ne constitue pas un moyen efficace de lutte contre les sargasses. Ceux-ci consomment effectivement l'algue, mais elle arrive en septième position de leur préférence alimentaire.

D'autres techniques pourraient tenir compte de la très grande sensibilité de la sargasse à la déshydratation ou aux brusques variations de salure. Elles sont techniquement difficilement envisageables.

Aucun moyen de lutte n'a pu encore être efficace. Cependant, au vu de la stabilisation des populations de sargasses, ces moyens de lutte ne sont plus aujourd'hui justifiés.

Seule la lutte mécanique peut être envisagée ponctuellement dans les endroits où l'éradication est indispensable (Lorraine, 1989).

Perspectives et recherches

La question de la valorisation de la sargasse est aujourd'hui au cœur des problématiques de recherche.

Nombre d'articles et de rapports scientifiques ont été publiés sur la sargasse. Les avancées significatives concernent :

- la mise au point de technique de suivi de l'expansion ;
- la biologie de l'espèce dans ses nouveaux secteurs d'implantation ;
- la cinétique de l'invasion et l'explication partielle de son succès ;
- les conséquences sur la biodiversité ;
- les pistes de valorisation (Plouguerné 2006, Le Lann 2009) et la mise au point de techniques de lutte (Dauvin, 1997).

Des recherches ont été effectuées en vue de valoriser la sargasse (alginates, pharmacologie, horticulture) mais elles ne semblent pas avoir donné de résultats concluants (Belsher et Pommelec, 1988 ; Belsher, 1991).

En liaison avec les collectivités locales et les organismes professionnels de la pêche et de la conchyliculture, l'Ifremer de Brest s'est intéressé à la lutte contre la sargasse.

Ainsi en 1982, le groupe de travail « Sargasse » a été créé à la demande des ministères en charge de la mer et de l'environnement. Coordonné par l'Ifremer, des scientifiques, des associations, des industriels, des professionnels de la mer se sont associés en vue de dresser une cartographie dynamique de la sargasse sur les côtes françaises, et d'étudier les possibilités de contrôle et de son exploitation.

Les conclusions du groupe de travail « Sargasse » se sont orientées vers une valorisation de l'algue :

- comme engrais pour les cultures, pour le compostage ;
- le Ceva (Centre d'Etude et de Valorisation des Algues) a conclu à la possibilité technique de l'utilisation de la sargasse :
- comme agent principal d'un compost ;
- comme source complémentaire d'alginates ;



- Sous forme d'extraits, pour piéger la matière organique présente dans les eaux usées (et plus précisément d'extraits de sargasse) ;
- pour la pharmacologie et l'industrie cosmétique comme source de vitamines C et K ainsi que pour son pouvoir bactéricide, gommant abrasif de la poudre (masques, crèmes gommantes, dentifrices).

Des travaux de thèse plus récents se sont intéressés à la sargasse (Bazes 2006, Plouguerné 2006, Le Lann 2009) en tant que ressource marine pouvant être utilisée dans divers secteurs industriels, dans la recherche des agents anti-salissures, dans la recherche pharmaceutique et parapharmaceutique.

Des débouchés semblent donc possibles mais le coût de la récolte reste un frein important à son exploitation.

Dans le cadre du programme national coordonné « Sargasse », un bilan sur les côtes de Basse-Normandie (Givernaud et al., 1991) a permis de faire le point sur l'évolution géographique de la sargasse et les conséquences écologiques de sa colonisation. Celles-ci se sont révélées « moins importantes que l'on pouvait le craindre au départ ». Sa prolifération et les impacts écologiques ont été importants lors de la phase invasive, mais semblent stabilisés à l'heure actuelle.

Aujourd'hui, les recherches se concentrent plus sur la valorisation de la biomasse que représente cette algue, plus qu'à son éradication.

La sargasse reste toujours un modèle d'étude pour de nombreux chercheurs.

En effet, sur une petite échelle de temps, cette algue fournit des informations sur les mécanismes d'adaptation des espèces introduites lorsqu'elles colonisent un milieu (Plouguerné et al. 2006). La variabilité spatio-temporelle des caractéristiques d'état, de reproduction et de défense chimique de la sargasse sont à l'étude afin de mieux comprendre la phénologie de l'algue à long terme. Un suivi des populations de sargasses a été entrepris depuis 2001 en Bretagne par V. Stiger-Pouvreau, et a été intégré dans deux travaux de thèse de Plouguerné (2006) et de Le Lann (2009).

Les chercheurs tentent également de comprendre l'impact des espèces invasives sur la diversité et le fonctionnement des écosystèmes intertidaux rocheux natifs, avec comme algue modèle la sargasse (Projet INVADIV, déposé à l'UEB, SBR-IUEM, piloté par D. Davoult).

Rédigé par Julie Pagny (GIP BE) en collaboration avec Valérie Stiger-Pouvreau (IUEM Brest) et Michel Blanchard (Ifremer), Sandrine Derrien-Courtel (MNHN Concarneau), Auguste Le Roux.

Le ver parasite (*Anguillicola crassus*)

Anguillicola crassus, Kuwahara, Niimi & Itagaki, 1974, est un parasite de l'anguille d'origine asiatique. Introduit récemment en Europe, ce ver rond (nématode) a trouvé des conditions et des hôtes favorables pour réaliser son cycle biologique et s'installer durablement dans nos rivières. Il s'est très vite répandu au sein des populations d'anguilles européennes d'élevages et sauvages. Actuellement, *Anguillicola crassus* fait peser une réelle menace sur le stock d'anguilles européennes sauvages ainsi que sur toute la filière des anguilles d'élevage.



Vessie natatoire d'Anguille européenne faiblement parasitée par *A. crassus* (N = 1 ver). © Photo : Acou Anthony

Description, biologie, origine et répartition

Le ver nématode *Anguillicola crassus* est un parasite de l'anguille, arrivé discrètement avec son hôte d'origine *Anguilla japonica*. Des conditions naturelles favorables ont permis son acclimatation.

Cycle de vie et description

Anguillicola crassus est un ver parasite qui se reproduit dans la vessie natatoire (ou gazeuse) de leur hôte définitif (anguille). Par conséquent, la présence de cet endoparasite ne peut être détectée qu'après autopsie de l'anguille. A l'état adulte dans la vessie gazeuse de l'anguille, ce ver mesure 2 cm environ. Son corps présente de larges anneaux et une peau transparente, à travers laquelle on peut voir ses organes.

Ecologie

Les conditions favorables à sa dispersion sont conditionnées par le degré de salinité de l'eau. Le passage de l'œuf au stade larvaire se produit habituellement en eau douce, et plus exactement lorsque les anguilles sont au contact de l'eau douce.

Régime alimentaire

Anguillicola crassus est un parasite qui se nourrit des fluides intérieurs de son hôte, notamment le sang.

Reproduction

S'il est consommé par une anguille, le ver creusera un tunnel à travers les parois de l'estomac pour aller se déposer dans la vessie natatoire, où il pourra se muer au stade adulte.

La température conditionne sa maturité sexuelle. Le parasite devient mature entre 8 et 10 mois, si la température est inférieure à 20°C, ou plus rapidement, sous deux mois, si la température est supérieure ou égal à 20°C.

Une anguille adulte peut contenir plus de 70 vers et plus de 500 000 œufs. Les œufs et les larves nouvellement conçus passent de la vessie (où ils sont pondus) au tube digestif d'où ils sont expulsés vers le milieu naturel avec

la matière fécale. Les larves attendent avant d'être ingérées par un hôte intermédiaire (petit crustacé ou directement par un poisson). Elles évoluent alors dans cet hôte intermédiaire jusqu'à ce que ce dernier soit mangé par une anguille. Le nématode va alors rejoindre la cavité abdominale pour se fixer ensuite dans la vessie natatoire, et ainsi de suite.

Modalités d'introduction et répartition

Anguillicola crassus est originaire du Japon. Son hôte d'origine est l'anguille japonaise, *Anguilla japonica*. *A. crassus* a été introduit accidentellement en Europe au début des années 1980, très certainement avec l'importation d'anguilles japonaises infectées, en provenance de Taïwan. Le parasite a été détecté pour la première fois en 1982, dans le nord de l'Allemagne, dans des anguilles européennes (Koops & Hartmann 1989). Il s'est alors propagé très rapidement à travers les populations d'élevage puis les populations sauvages d'anguilles européennes (Blanc et al., 1997).

De la même façon, *A. crassus* fut introduit dans le nord-est des Etats-Unis où il a parasité l'anguille américaine *Anguilla rostrata*.

A l'échelle de la Bretagne, le parasite *Anguillicola crassus* était présent uniquement sur le bassin versant de la Vilaine en 1991. En 1998, sa présence s'est étendue à tous les grands cours d'eau bretons (Aulne, Blavet, Vilaine) (Sauvaget et al., 2003).

Deux vecteurs d'introduction sont envisageables:

- des arrivées d'anguilles contaminées,
- des transferts d'eau contenant des œufs ou des larves du parasite. Les larves peuvent être disséminées par les eaux de ballast ; le succès de son expansion est dû en partie à sa forte capacité de survie notamment pendant ces phases transitoires.

Impacts

Anguillicola crassus fait peser une menace réelle sur les populations d'anguilles sauvages et d'élevage, et ainsi sur toute la filière aquacole.

Capacité de colonisation

Ce parasite a trouvé des conditions favorables à son expansion dans les rivières européennes. Par exemple, dans le Frémur (petit fleuve côtier proche de Saint-Malo), des études ont montré qu'environ 70 et 80% des anguilles autopsiées étaient parasitées par *A. crassus*, avec parfois des infections très élevées (30 vers présents dans la vessie) (Acou A., données non publiées).

Les raisons de sa forte expansion sont liées à :

- son fort potentiel reproducteur,
- au large éventail d'hôtes qu'il est capable de coloniser,
- et probablement à sa grande capacité de survie à l'état larvaire et adulte.

Impacts écologiques

La pathogénécité de *Anguillicola crassus*, c'est-à-dire la capacité de ce ver à créer des troubles, vis-à-vis de l'anguille se situe à plusieurs niveaux. Tout d'abord le ver à l'état larvaire ou adulte, par le biais de son action mécanique, peut provoquer une dégénérescence de la vessie natatoire de l'anguille, et réduire ainsi les capacités natatoires de l'anguille qui sont fondamentales lorsqu'elle réalise sa migration de reproduction vers la mer des Sargasses.

De plus, les vers adultes se nourrissent du sang de son hôte, absorbé à travers la paroi de la vessie natatoire. Cette consommation de sang peut entraîner un affaiblissement général de l'état de santé de l'anguille (Blanc, 1994). Cette diminution des performances pourrait de plus avoir des effets néfastes sur la migration transocéanique et la reproduction (Lefebvre et al., 2003).

Ce parasite est considéré comme un des facteurs responsables du déclin de l'anguille européenne. Cependant, il est probable que l'impact délétère de ce parasite sur l'anguille augmente quand l'immunité de celle-ci est affaiblie par les nombreux polluants auxquels elle est exposée en mer et en rivière.



Les larves de *Anguillicola crassus* sont consommées par les crustacés planctoniques, des amphipodes et les isopodes qui seront à leur tour consommées par d'autres poissons, amphibiens et insectes qui peuvent devenir des hôtes intermédiaires.

Impacts sanitaires

Ce parasite ne présente pas de risque pour la santé humaine.

Impacts économiques

Anguillicola crassus peut compromettre la production d'anguilles d'élevage et contribuer au déclin de toute la filière en aval. En effet, *A. crassus* contribue à une importante réduction du stock européen de *Anguilla anguilla*. Celle-ci a récemment reçue le statut d'espèce menacée (Sauvaget et al, 2003).

Gestion

La gestion du parasite *Anguillicola crassus* est aujourd'hui très limitée. La prévention est actuellement le moyen le plus efficace pour contenir son expansion.

La prévention

Les transferts de stocks de poissons en provenance de zones contaminées doivent être systématiquement contrôlés.

La lutte mécanique

Dans le cadre de la lutte mécanique, on préconise la filtration et le traitement des eaux utilisées dans les élevages d'anguilles pour limiter la dispersion des larves de *A. crassus*.

La lutte biologique

La salinité est un facteur déterminant dans la répartition de ce ver. En effet, les anguilles vivant en conditions estuariennes sont relativement épargnées par rapport aux anguilles vivant en eau douce. La salinité des baies et des estuaires semble donc pouvoir préserver de la

contamination les populations d'anguilles côtières, dont la gestion devient un enjeu prioritaire pour la préservation des stocks côtiers d'anguilles. Par exemple, dans les marais côtiers, le maintien du caractère salé, par l'amélioration des échanges avec la mer, pourrait permettre de diminuer la contamination des anguilles (Sauvaget et al., 2003).

Rédigé par Julie Pagny (GIP BE) en collaboration avec Anthony Acou (MNHN).

La celtodoryx de Girard (*Celtodoryx girardae*)

Celtodoryx girardae, Perez, Perrin, Carteron, Vacelet, & Boury-Esnault, 2006, est une éponge, décrite pour la première fois dans golfe du Morbihan en 1999. Elle semble avoir une dynamique de dispersion rapide, et depuis sa première observation, est devenue très abondante. *C. girardae* est un redoutable compétiteur pour l'espace qui s'étend sur d'autres invertébrés sédentaires tels que les gorgones ou d'autres éponges.



Celtodoryx girardae- forme «papillée» / © Perrin Bertrand - OXÉA

Description, biologie, origine et répartition

Celtodoryx girardae est une éponge, que l'on retrouve dans les eaux du golfe du Morbihan et en ria d'Étel, sous deux formes. Les premiers spécimens décrits furent observés dans le Golfe du Morbihan en 1999.

Description

Celtodoryx girardae est un spongiaire, une éponge. C'est un invertébré qui possède des pores, un porifère. C'est un animal sédentaire et sessile, qui vit sur un support. Bien qu'il puisse être de nature varié, ce support est impérativement solide.

Celtodoryx girardae se rencontre sous 2 formes (morphotypes) :

- sous sa forme massive, elle recouvre le substrat en formant une masse. Elle fait 8 à 10 cm en moyenne, et jusqu'à 50cm d'épaisseur. Cette espèce peut parfois, et uniquement dans le golfe du Morbihan, couvrir des zones dépassant un mètre carré. Sa surface est couverte de petits lobes. Elle est parfois camouflée par de nombreuses espèces épibiotiques (1) . Ces formes arrondies semblent caractériser les individus âgés ;
- sous sa forme tapissante, rampante, elle caractérise plutôt de jeunes individus. Sa base est assez épaisse pour un spongiaire, de 3 à 4 cm.

Plus généralement, sa surface est lisse mais non uniforme. En effet, sa surface présente de petites anfractuosités, de petits creux, appelés des lobes, qui peuvent retenir le sédiment.

Elle est de couleur jaune franc, poussin, ce qui est très net pour les individus de faible profondeur (3 à 4 m). La couleur peut se ternir à partir de 15 à 20 mètres. La couleur jaune peut s'estomper et devenir grisâtre à cause du sédiment aggloméré, de plus la teinte peut varier en fonction de la population bactérienne associée. L'intérieur de l'animal est d'un jaune plus soutenu.

Lorsque les conditions lui sont favorables, elle peut atteindre une épaisseur de 50 cm et des volumes remarquables, jusqu'à 1m3 (Perrin, 2002).

Elle présente une consistance très souple, « spongieuse », due en partie à son épaisseur importante et à une forte quantité de matières organiques dans ses tissus.

Dès la sortie de l'eau, elle émet une quantité très abondante de mucus, ce qui est un critère majeur de détermination sur le terrain. Elle n'a pas d'odeur caractéristique si ce n'est une très faible odeur iodée.

Cette éponge est suspensivore. Elle filtre des organismes dont la taille ne dépasse pas quelques microns. Le courant d'eau initié par l'éponge, circulant par ses orifices inhalants (ostioles ou pores) et exhalants (oscules), assure la double fonction nutritive et respiratoire.

Ce filtreur actif est capable de bioaccumulation, en particulier pour les métaux lourds, ce qui en fait un candidat potentiel pour les réseaux de bio-surveillance (biomonitoring). En effet, elle développe des bio-indicateurs quand elle est soumise à un stress environnemental (thermique, PCB, métaux lourds, etc.) (Perrin, travaux en cours).

Enfin, elle présente un étonnant pouvoir de régénération.

Ecologie

Celtodoryx girardae apprécie les milieux caractérisés par une forte turbidité et un hydrodynamisme marqué (entre 5 à 6 nœuds). Son substrat privilégié est constitué d'amas de blocs plus ou moins recouverts de sable et débris coquilliers.

On la retrouve préférentiellement dans la zone subtidale entre 2 à 20 m, des individus ayant été observés à – 38m sur la faille du Crouesty, dans le Morbihan, et en zone intertidale dans le secteur de Locmariaquer. La répartition bathymétrique conditionne la taille de l'éponge:

- les spécimens de grande taille (entre 40 et 80 cm) sont tous répartis entre 4 et 8 m de profondeur ;
- au-delà de cette profondeur, les individus sont de taille plus modeste de 15 à 20 cm et sont plus dispersés.

Au regard de sa répartition bathymétrique, la pression et la lumière sont les facteurs limitant la croissance de l'éponge (Perrin 2002).

Elle est absente dans les zones de très forts courants (supérieurs à 8 nœuds).

Sa présence est rare sur les tombants abrupts. Elle préfère une pente progressive.

Reproduction

La période de reproduction sexuée de cette éponge est mal connue et actuellement étudiée. La reproduction asexuée, par fractionnement, permet à cette éponge d'élargir ses sites de colonisation.

Modalités d'introduction et répartition

Cette éponge se développe dans des zones ostréicoles du Morbihan, ce qui laisse penser que c'est un facteur d'introduction possible, bien que les chercheurs n'aient actuellement aucune certitude. Il semble qu'une éponge très semblable existe en mer de Chine, qui pourrait donc être le lieu d'origine de cette espèce, mais des vérifications sont en cours (Perez et al., 2006). *Celtodoryx girardae* est une espèce cryptogénique.

Les premiers spécimens décrits l'ont été dans le golfe du Morbihan, sur le site des Goretts en 1999 (B. Perrin, M. Robert, 1999).

Depuis, des observations intra et extra golfe du Morbihan sont effectuées régulièrement. L'éponge a été recensée sur la faille du Crouesty par 38 m de profondeur (Gilard, 2004) et dans le bassin d'Arcachon (Limouzin, 2007, communication personnelle).

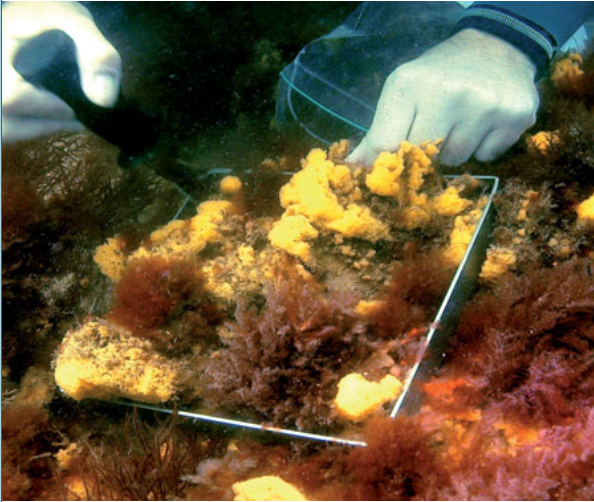
En 2002, *C. girardae* est observée sur deux nouveaux sites situés à la sortie du golfe du Morbihan : la pointe de Bilgroy et le phare de Port-Navalo ; ainsi qu'au niveau de la faille du Crouesty, site en baie de Quiberon (Perrin, 2002 données personnelles).

Dans le golfe du Morbihan, sa répartition s'est stabilisée en 2004 et 2005, sur une zone de plus ou moins 4 km2 sur les sites suivants des Goretts, de Grégan, et de La Cale. Le phénomène de stabilisation de la population a aussi été observé en ria d'Étel, à cette époque.

De récentes plongées, en 2008-2009 sur des sites inhabituellement prospectés dans la partie orientale du golfe du Morbihan, ont révélé sa présence.

Actuellement, *C. girardae* est dans une phase d'expansion et de colonisation au regard des résultats de suivis de biomasse mis en place sur le golfe du Morbihan (Perrin, en cours).





Suivis de biomasse / © Perrin Bertrand - OXéA

Aucune observation n'a été faite sur les fonds des îles sud-armoricaines (Houât, Hoëdic, Groix, Belle Ile). Cependant, les campagnes de prospection sont moins importantes que pour le golfe et aucune campagne de recensement systématique n'a été effectuée pour ces sites au large.

Le statut de cette éponge est encore flou. Sur la base de plusieurs critères, cette éponge pourrait être une espèce introduite car :

- elle est nouvelle dans l'aire considérée ;
- sa distribution est encore très localisée ;
- depuis sa première signalisation, sa dispersion dans l'espace s'effectue de manière rayonnante par rapport à un lieu, un point potentiel d'introduction initiale que serait le site des Gorets ;
- elle a tendance à proliférer ;
- il existe une source potentielle d'introduction, l'ostréiculture, dans l'aire où elle a été découverte (Perez et al., 2006).

(1) Espèces qui vivent à la surface d'un autre organisme

Impacts

Celtodoryx girardae est un nouveau genre et une nouvelle espèce dans nos eaux côtières. Peut-il s'agir d'une espèce introduite qui n'a pas encore été identifiée comme telle ? Les recherches avancent. Cependant, cette éponge inquiète de par sa vitesse de propagation et la compétition interspécifique qu'elle entretient avec les espèces autochtones.

Capacité de colonisation

Celtodoryx girardae semble avoir une dynamique de dispersion rapide, et depuis les premières observations elle est devenue très abondante. Plusieurs individus sont aujourd'hui aisément identifiables, avec des tailles pouvant aller jusqu'à 50 cm d'épaisseur. *Celtodoryx girardae* est capable de se régénérer, même si elle est écrasée.

Elle présente aussi une grande tolérance aux conditions du milieu, même dégradé.

Impacts écologiques

Celtodoryx girardae est un redoutable compétiteur pour l'espace et s'étend sur d'autres invertébrés sessiles notamment les gorgones (*Eunicella verrucosa*) ou d'autres éponges (*Amphilectus fucorum*, *Haliclona (Haliclona) simulans*) qu'elle englobe et ennoie. Ces espèces servent de support physique à son développement. Elle tend à homogénéiser la diversité spécifique des fonds marin et les rendre localement uniformément « jaunes », comme c'est le cas à la pointe sud des Gorets.

Cependant, cette éponge représente un support de développement pour les épibioses. Dans les zones à rhodophycées, elle peut être recouverte en partie par des algues rouges (*Delesseria sp.*, *Chondrus sp.*, *Solieria chordalis* par exemple), faisant à son tour office de support.

Elle abrite très fréquemment *Pilumnus hirtellus*, un petit crabe qui vit dans des galeries entre le rocher et la base de l'éponge. Deux échinodermes (2) *Antedon bifida* et *Ophiothrix fragilis* profitent des petits interstices de sa surface pour se protéger des courants. Ils ne laissent dépasser que leurs « bras » pour filtrer la masse d'eau.

Impacts économiques

Celtodoryx girardae n'a pas encore causé d'impacts économiques. Cependant, au regard de son expansion, de sa taille, ainsi que sa capacité à filtrer une quantité extraordinaire d'eau en 24h et à retenir jusqu'à 90% des particules filtrées, la compétition alimentaire est réelle avec les autres filtreurs et notamment les huîtres cultivées en abondance dans le golfe du Morbihan. La filière ostréicole pourrait être impactée par une telle compétition interspécifique.

(2) Embranchement du règne animal comprenant par exemple les oursins, les étoiles de mer, etc.

Gestion

Celtodoryx girardae est une espèce nouvellement observée, dont le caractère envahissant pourrait être une menace. A l'heure actuelle, aucun moyen de lutte n'a été mis en place.

Perspectives et recherches

Les recherches portent d'une part sur les origines de cette espèce et d'autre part sur sa valorisation pharmacologique.

Actuellement, l'origine géographique de cette espèce reste en suspens. Cependant, les recherches renforcent l'hypothèse d'une nouvelle introduction, dans le golfe du Morbihan, déjà fortement colonisé par un certain nombre d'espèces exotiques (Afli & Chenier, 2002).

C. girardae partage certaines caractéristiques des espèces typiquement introduites (Williamson & Fitter, 1996) : elle est nouvelle en Bretagne ; sa répartition actuelle est strictement localisée ; le golfe du Morbihan est exposé à plusieurs sources potentielles d'introductions comme l'aquaculture. Des huîtres plates ont été importées du Japon et de Corée, avec son cortège potentiel d'espèces associées. La question reste en suspens puisque les faunes d'éponges y sont encore mal connues.

Les espèces introduites sont caractérisées par une forte tolérance aux conditions du milieu, même dégradé. Dans le golfe du Morbihan, les zones de colonisation de *C. girardae* correspondent à des secteurs fortement dégradés par des sorties d'égouts, des activités de dragage, etc. (Afli & Chénier, 2002).

D'autres enquêtes sont nécessaires pour évaluer les éventuels effets de cette nouvelle espèce sur l'écosystème local et sur l'équilibre des communautés benthiques dans les zones colonisées (Perez et al., 2006).

Valorisation

Celtodoryx girardae présente des intérêts économiques et pharmacologiques. En effet, elle produit des polysaccharides (des sucres) issus en particulier des bactéries qu'elle héberge. Ceux-ci présentent des propriétés anti-herpétiques (Mat Rashid, et al., 2009).

Comme bon nombre de spongiaires, *C. girardae* pourrait être utilisée dans le cadre de bio-monitoring subaquatique, c'est-à-dire dans le cadre d'un réseau de suivi de la qualité du milieu, de l'eau. A l'heure actuelle, la moule sert de bio-indicateur. *Celtodoryx girardae* pourrait être un excellent bio-indicateur de la qualité du milieu. Des dosages de métaux lourds ont été effectués sur les tissus de cette éponge et certains d'entre eux présentent une bioaccumulation (B.Perrin, 2008, communication personnelle).

Rédigé par Julie Pagny (GIP BE) en collaboration avec Bertrand Perrin (Université de Bretagne Sud / Université de Rennes I)

L'ascidie massue (*Styela clava*)

***Styela clava*, (Herdman, 1881), est une ascidie, originaire de la côte ouest du Pacifique.**

Sa grande capacité d'adaptation et l'absence de prédateur lui ont permis de s'établir largement sur nos côtes européennes, parfois dans des densités extrêmes. *Styela clava* est aujourd'hui considéré comme un redoutable compétiteur pour les espèces indigènes sauvages et cultivées.

Description, biologie, origine et répartition

Styela clava, appelée ascidie plissée, est arrivée en Europe dans les années 1950, sur les côtes sud de l'Angleterre. Elle a été très certainement introduite, accrochée à la coque de bateaux revenant de Corée. Elle s'est très largement implantée sur toutes les côtes européennes, depuis la mer du Nord jusqu'à la Méditerranée.

Description

Les ascidies sont des animaux marins appartenant à l'embranchement des tuniciers. Ce sont des animaux marins filtreurs enveloppés d'une tunique, d'une carapace (Castric et al., 1987).

Styela clava est une ascidie pouvant atteindre 16 à 18 cm de longueur. On l'appelle ascidie plissée.

Son corps est allongé et cylindrique, en forme de massue, et peut mesurer jusqu'à 12 cm de haut. La base de son corps, plus étroite, est fixée au substrat par son pédoncule. La surface extérieure de son corps, sa tunique, est ferme comme du cuir, souvent ridée, plissée. Elle est souvent couverte d'organismes divers (algues, bryozoaires, etc.).



L'ascidie *Styela clava* sur l'estran / © Savelli Patrick

Elle possède deux siphons rapprochés et situés à l'extrémité antérieure du corps. Le grand siphon ouvert vers le haut est la bouche (siphon buccal ou inhalant), le petit siphon latéral est l'anus (siphon cloacal ou exhalant). Sa coloration est brune marbrée de blanc (Minchin, 2009).

Ecologie

Styela clava peut vivre en eau peu profonde et en particulier au niveau de la limite inférieure de la zone intertidale (ou zone de balancement des marées). Elle peut même survivre quelques jours hors de l'eau dans des conditions très humides. On la trouve aussi au niveau de l'ensemble des étages subtidaux (zone toujours immergée) infralittoral supérieur, infralittoral inférieur, circalittoral côtier et circalittoral du large, où elle peut atteindre les 30 mètres de profondeur (Derrien-Courtel, com. pers.).

Cette ascidie simple peut se fixer sur n'importe quel substrat dur, qu'il soit rocheux ou biologique (coquilles d'huitres, de moules, etc).

S. clava affectionne plutôt les milieux turbides et soumis à de forts courants tels que les fonds de baie, les rades, estuaires et canaux, et notamment les milieux particulièrement perturbés que sont les ports (sous les pontons, sur les coques des bateaux, ...). Outre sa faculté à supporter ces eaux polluées, *S. clava* est aussi capable de résister à d'importants changements de salinité et de température (de -2 à 23°C).

Enfin, cette ascidie peut vivre jusqu'à deux ans (Dauvin, 1997).

Régime alimentaire

Styela clava est une ascidie suspensivore : elle filtre l'eau et capte les particules en suspension dont elle se nourrit, on parle donc d'un filtreur actif. Son régime varié se compose de micro-organismes végétaux et de petits animaux (protozoaires flagellés, crustacés...) (Minchin, 2009).

Reproduction

Sa reproduction de *S. clava* est sexuée.

Elle est un organisme hermaphrodite (un individu est à la fois mâle et femelle). Les gonades, c'est-à-dire les glandes sexuelles qui produisent les gamètes, sont situées près du siphon exhalant. Ces gonades sont mâles et femelles, mais ne sont pas matures en même temps ce qui empêche l'autofécondation.

S. clava est ovipare : la fécondation est interne ainsi que le premier stade larvaire. Les larves s'échapperont par le siphon exhalant pour devenir planctoniques, en fin d'été, début automne. Le frai se déclenche lorsque la température de l'eau atteint 15°C. La larve, libre pendant 1 à 3 jours, va rapidement venir se fixer au substrat pour se métamorphoser en la forme adulte. Les larves ont une très faible capacité de dispersion et se fixent souvent non loin des populations d'origine.

S. clava atteint sa maturité sexuelle vers l'âge de 10 mois (Parker et al. 1999).

Modalités d'introduction et répartition

Cette espèce est apparue dans la Manche à Plymouth (Angleterre), en 1953 (Carlisle, 1954). Elle s'est rapidement répandue jusqu'en Mer du Nord, Mer Baltique, et en Atlantique jusqu'à l'Espagne (Davis, 2007). Elle est originaire du Pacifique nord-ouest, du Japon et de la Corée. Vraisemblablement, elle a été introduite en Europe, fixée sur les coques des navires militaires, revenant de la guerre de Corée.

En France, c'est à Dieppe que *S. clava* a été repérée pour la première fois, en 1968 (Monniot, 1968), puis dans le port du Havre au début des années 1970 (Breton et Dupont, 1973) et enfin en Bretagne, au niveau du golfe du Morbihan en 1979 (Le Roux, 2006).

Depuis 1981, on l'a également observée sur les côtes est et ouest de l'Amérique du nord, dans le sud de l'Australie et en Nouvelle-Zélande (Davis, 2006). Depuis, elle ne cesse d'étendre sa répartition.

En Bretagne, cette espèce est désormais présente sur l'ensemble du littoral, mais en faible densité (Derrien-Courtel, com. pers.).

Elle se disperse au stade larvaire, comme organisme encroûtant sur les coques des navires ou de diverses autres structures flottantes, avec la dérive de plantes, ou encore attachée sur d'autres organismes comme les huitres, les moules, les crabes, etc. (Minchin, 2009).

Impacts

Lorsque les populations de *Styela clava* sont importantes, elles entrent en compétition avec de nombreuses espèces indigènes : prédation des larves, la nourriture, l'espace. Ces densités extrêmes peuvent occasionner des gênes pour des activités telle que l'aquaculture ou venir encroûter des structures diverses.

Capacité de colonisation

La dissémination de l'espèce a été favorisée :

- par l'efficacité de sa dispersion au stade larvaire ;

- dans sa région d'origine les juvéniles sont mangés par des serpents marins comme *Mitrella lunata* et certains poissons comme *Tautoglabrus adspersus*. En Europe il n'y a aucun prédateur connu pour les larves, et un seul prédateur aurait été identifié pour le stade adulte, l'araignée de mer *Maja brachydactyla*. Or, cette prédation ne suffit pas pour réguler à elle seule les populations de *S. clava* (Minchin, 2009) ;
- D'une nature « robuste », *S. clava* s'est très bien adaptée aux conditions du milieu.

Impacts écologiques

Styela clava peut atteindre des densités entre 500 - 1500 individus par mètre carré.

De telles concentrations créent un phénomène de compétition interspécifique, c'est-à-dire de compétition entre espèces. Les espèces natives et cultivées, et plus particulièrement les organismes filtreurs, sont en concurrence avec *S. clava* pour l'espace et la nourriture.

S. clava est également prédateur des larves d'espèces natives et cultivées, pouvant ainsi causer leur déclin (Minchin, 2009).

Impacts économiques

Différents secteurs d'activités sont impactés, lorsque les populations de *S. clava* deviennent importantes.

Dans les ports, les structures artificielles telles que les pontons, les coques des bateaux, les amarres et les cordes sont encrassées, entraînant une augmentation de la fréquence et du coût du nettoyage.

Les professionnels de la pêche doivent aussi faire face à un surplus de travail et de coût suite :

- à l'encrassement des bateaux et des équipements de pêche ;
- au nettoyage des huitres et des moules encroûtées ;
- au risque de déclin des populations de filtreurs cultivées par compétition pour la nourriture ou la prédation sur les larves (Dauvin 1997).

Impact sanitaire

S. clava peut se retrouver fixée sur d'autres espèces telles que les moules ou les huîtres. Si, en essayant de l'en détacher, on endommage ses tissus, *S. clava* dégage alors une gerbe d'eau. Une exposition répétée à cet embrun est connue pour entraîner une affection respiratoire chez les humains, surtout si le nettoyage s'effectue dans des zones mal ventilées. Pour l'instant, des cas ont été rapportés du Japon (Minchin, 2009).

Gestion

S. clava est tolérante aux conditions du milieu et ne rencontre que peu de prédateurs dans nos eaux tempérées. La régulation des populations doit donc se faire par une gestion anthropique. Or, les moyens mécaniques et chimiques sont très limités. La prévention reste le meilleur moyen de limiter le développement de nouvelles populations.

Prévention

Les mouvements des stocks d'huîtres ou de moules provenant de zones infestées doivent être surveillés attentivement.

Le nettoyage du matériel et des coques de bateau avant leur transfert réduit les risques.

Lutte mécanique

Le seul moyen de lutte mécanique est l'arrachage manuel de *S. clava*.

Lutte chimique

Dans le cadre de la lutte chimique, *S. clava* s'est révélée sensible à l'exposition aux sels de cuivre.

D'autre part, une période hors de l'eau prolongée entraînant la dessiccation ainsi que le gel sensibilise voire provoque la mort de l'ascidie. Cette technique est donc envisageable pour les bateaux et les équipements de pêche.

Aussi, le trempage des huîtres et des espèces associées, dans des solutions saturées ou à fortes teneurs en sel s'est révélé efficace pour tuer les ascidies sans pour autant nuire à l'organisme colonisé tel que l'huître. Cette

technique est considérée comme la moins chère et la plus efficace pour contrôler les espèces encrassantes. Toutefois, des difficultés de mise en œuvre subsistent. Cette technique nécessite la collecte de toutes les huîtres colonisées, puis de les placer dans la solution et il n'est pas possible de la mettre en œuvre dans l'environnement ouvert (Minchin, 2009).

Perspectives et recherches

Où en sont les recherches à l'heure actuelle pour notre zone d'étude ? La génétique semble une voie de recherche préférentielle pour cette ascidie ?

Dans le cadre du programme REBENT (<http://www.rebent.org/documents/index.php>), une série d'observations et de suivis en milieu subtidal rocheux est menée, comprenant l'observation d'espèces remarquables parmi lesquels des espèces exotiques comme *Styela clava*.

En 2009, une équipe de scientifiques a cherché à mettre en évidence les voies de dispersion possibles de *Styela clava* dans les eaux du nord de l'Europe en sachant que les facultés de dispersion naturelle de cette ascidie sont quasiment nulles. Pour ce faire, les chercheurs ont retracé les voies de dispersion grâce à des marqueurs génétiques (Dupont et al., 2009).

Rédigé par Julie Pagny (GIP BE) en collaboration avec Sandrine Derrien-Courtel (MNHN).



La crépidule américaine (*Crepidula fornicata*)

Originnaire d'Amérique du Nord, la crépidule américaine, *Crepidula fornicata*, (Linnaeus, 1758), a colonisé depuis une cinquantaine d'années la plupart des côtes de Bretagne. Aujourd'hui bien implantée et formant souvent des populations denses, la crépidule occasionne des gênes importantes aux pêcheries et induit de profonds changements d'habitat et des écosystèmes dans le milieu marin.



Chaîne reconstituée de crépidules / © Ifremer - X. Caisey

Description, biologie, origine et répartition

Crepidula fornicata, appelée la crépidule, forme des empilements d'individus attachés les uns sur les autres (appelés chaînes).

Description

La crépidule est un mollusque gastéropode qui mesure environ 5 centimètres maximum à l'état adulte. Sa coquille est légèrement spiralée. Elle forme des empilements réguliers où les individus plus jeunes vivent sur les individus plus âgés. Elle est fixée à un support par un pied qui sert de ventouse.

La crépidule colonise préférentiellement les zones conchylicoles de substrat hétérogène envasé.

Régime alimentaire

La crépidule est un mollusque suspensivore : elle filtre l'eau et capte les particules en suspension dont elle se nourrit. Son régime est très varié (matériel détritique, bactérien, phytoplancton...).

Reproduction et cycle de vie

La crépidule est un organisme hermaphrodite protandre : chaque individu naît mâle puis en vieillissant il devient femelle. Aussi, dans les empilements, les plus gros individus sont des femelles et les plus petits sont des mâles. Le mâle féconde les femelles avec son pénis et les embryons se développent en quelques semaines, d'abord dans le corps de la femelle puis à l'extérieur de celui-ci, mais protégés sous la coquille. Les larves sont ensuite libérées dans le milieu marin pendant deux à cinq semaines environ avant de se métamorphoser en jeunes individus, en réponse à des signaux chimiques (par exemple lié à la présence d'individus adultes), et se posent sur le substrat.

Modalités d'introduction et répartition

La crépidule est originaire d'Amérique du Nord. C'est l'ostréiculture qui involontairement en a été le vecteur principal. Elle fut introduite en Europe en 1872, à Liverpool, avec des stocks d'huîtres américaines. De là elle fut dispersée d'abord sur les côtes anglaises puis continentales et on la signala dès 1911 en Belgique. En France, elle a été signalée en rade de Brest en 1949. Par le transport d'huîtres plates, elle fut propagée vers le Nord (Morlaix, Saint-Brieuc) et vers le sud-Bretagne, dans les années 1950-60. Mais ce sont les importations d'huîtres japonaises, destinées à remplacer les huîtres portugaises malades dans les années 1970, qui aggravèrent l'implantation de la crépidule partout en France.

Si l'ostréiculture est le premier facteur de dispersion, la phase larvaire en est le deuxième facteur. Le troisième est l'activité de pêche aux arts traînants (dragues et chaluts).

Elle occupe dorénavant d'importantes surfaces dans les zones côtières abritées : 800 km² (25 % de la zone) en baie de Saint-Brieuc, 150 km² (61 % de la zone) dans la rade de Brest et 115 km² (90%) en baie du Mont Saint-Michel.

Les biomasses estimées s'élevaient à 250 000 tonnes en 1994 en baie de Saint-Brieuc. Elles sont actuellement de 210 000 t. en rade de Brest et 200 000 tonnes en baie de Cancale.

Impacts

Les capacités de colonisation de la crépidule sont telles que ce mollusque est encore en expansion et occasionne des nuisances importantes.

Capacité de colonisation

La prolifération et l'expansion de la crépidule semblent actuellement illimitées, favorisées par plusieurs facteurs :
- des introductions multiples d'un grand nombre d'individus ainsi que la reproduction entre individus de classes d'âge différentes permettant une plus grande diversité génétique ;

- des échanges entre bassins ostréicoles ;
- des pratiques de pêche aux engins traînants qui facilitent leur dispersion ;
- une phase larvaire qui permet une dissémination sur de longues distances ;
- des prédateurs rares et insuffisants ;
- une grande faculté d'adaptation ;
- de faibles exigences écologiques.

La crépidule occasionne des impacts d'ordre économique et écologique quand ses densités sont élevées.

Impacts économiques

Les pêcheries (soles ou coquilles Saint-Jacques) et les élevages ostréicoles, sont actuellement largement concernées. La crépidule entre directement en compétition avec les mollusques filtreurs cultivés et sauvages pour l'espace et la nourriture. Elle serait également responsable d'un plus faible recrutement de jeunes soles du fait des modifications d'habitats qu'elle engendre.

La crépidule est installée dans les parcs ostréicoles ce qui augmente le coût de production des huîtres qu'il faut nettoyer avant leur commercialisation. Il faut également nettoyer régulièrement les concessions.

Les coquilles Saint-Jacques ou les soles, voient leurs gisements se réduire ou se déplacer, entraînant un déplacement des flottilles de pêche et un surcoût de carburant.

En rade de Brest, le coût de l'invasion de la crépidule a été estimé à 28 millions d'euros.

Impacts écologiques

Le développement de fortes populations de crépidule modifie la biodiversité du peuplement ; il provoque une modification importante des fonds marins colonisés engendrant des modifications de la composition des peuplements et une homogénéisation de ces peuplements à grande échelle. Le peuplement prend une allure de récif où se fixent de nouvelles espèces, tandis que les espèces en place dans (ou sur) le sédiment initial disparaissent. Un nouveau type d'habitat benthique se crée.

La crépidule produit énormément de déchets issus de son métabolisme. Ces déchets, appelés biodépôts, provoquent un engorgement du sédiment renforcé par les matières en suspension piégées. Le mélange des biodépôts vaseux et des coquilles mortes crée un nouveau type de sédiment noir et cohésif.

A l'échelle d'une baie, on observe une homogénéisation de l'écosystème.

Gestion

Face aux gênes conséquentes engendrées aux pêcheries, les responsables locaux et les chercheurs ont tenté de mettre en place des programmes de régulation et de valorisation du mollusque en Bretagne.

Un décret du 30/12/1932, toujours en vigueur, fait obligation aux professionnels de détruire la crépidule dans leurs établissements. Ce décret n'ayant pas été suivi des faits, la gestion de la prolifération est aujourd'hui urgente. Dans certaines zones, et notamment sur les sites ostréicoles, les densités de crépidules très importantes nécessitent le développement de techniques d'élimination variées.

La valorisation

De 2000 à 2006, le Comité Régional des Pêches Maritimes de Bretagne (CRPM) et la Section Régionale de la Conchyliculture (SRC) se sont associés au sein de l'Association AREVAL pour la REcolte et la VALorisation des crépidules en Bretagne-nord. Coordinée par Côte d'Armor Développement, cette association a géré un programme de récolte et valorisation des crépidules en partenariat avec l'Ifremer. Il s'agissait de transformer le coquillage en amendement calcaire. Pour se faire, un navire sablier d'une capacité de 700 m³ a été affrété. Muni d'un « aspirateur hydraulique » et capable de travailler à de faibles profondeurs, ce navire a récolté 50 000 tonnes de crépidules entre 2002 et 2006, soit plus de 7000 t/an. A terre, les crépidules ont été séchées et broyées et la poudre ainsi obtenue a ensuite été commercialisée pour l'agriculture en tant qu'amendement calcaire sous le nom de bicarbonate marin.



Fonds de crépidules en baie de Morlaix / © Yann Fontana, Station Biologique de Roscoff

Dans ce programme, la récolte de la crépidule a fait l'objet d'un suivi par l'Ifremer, afin de mesurer l'impact de cette activité sur l'environnement marin (cartographie des zones traitées, prélèvements dans les traces...). Les résultats obtenus montrent notamment que la vitesse de recolonisation est relativement élevée en dépit des efforts de récolte.

D'autres programmes de récolte et de valorisation sont en cours de montage dans les deux baies de Saint-Brieuc et du Mont Saint-Michel. Comme la crépidule est comestible, une valorisation alimentaire est possible et permettrait une utilisation large. Certains restaurateurs l'ont déjà proposé dans leurs plateaux de fruits de mer et son utilisation dans l'industrie alimentaire est à l'essai.

Perspectives et recherches

La crépidule est au cœur de nombreuses thématiques de recherche.

La crépidule a fait l'objet de nombreuses recherches, tant sur les évaluations et la cartographie de stocks, que pour en connaître la biologie, la physiologie et l'impact sur l'environnement. Ainsi le premier programme Liteau, 1999-2002 a permis de comparer l'impact sur 4 sites (Baie de St Brieuc, rade de Brest, baie de Marennes, baie d'Arcachon) avec la participation de 4 laboratoires. Le programme Invabio lancé en 2002 a mis en commun les compétences des laboratoires de l'Institut Universitaire Européen de la Mer (IUEM-Brest) et de la Station Biologique de Roscoff. Cette mutualisation a permis d'obtenir des résultats dans plusieurs domaines:

- la connaissance des phénomènes invasifs côtiers ;
- l'évaluation des rapports coût/bénéfice de l'invasion de la crépidule sur les plans écologique et socio-économique ;
- la gestion du phénomène.

En 2003, le Ministère en charge de l'environnement a lancé un nouveau programme Liteau dont une des thématiques de recherche s'est intéressé à la crépidule sur plusieurs sites français, dont deux en Bretagne. Les chercheurs ont mis en évidence plusieurs facteurs de régulation naturelle. Il apparaît ainsi que les colonies anciennes et très denses sont moins favorables à l'installation de nouveaux individus. Cependant, ces phénomènes ne semblent pas limiter l'expansion de la crépidule ni ne sont généralisables à l'ensemble des zones colonisées. D'autres programmes de recherche soutenus par l'ANR et le GIS Europôle Mer se sont intéressés plus spécifiquement à la phase larvaire.

Rédigé par Julie Pagny (GIP BE) en collaboration avec Michel Blanchard (Ifremer) et Frédérique Viard (Station biologique de Roscoff).

L'huître creuse du Pacifique (*Crassostrea gigas*)

Crassostrea gigas, (Thunberg, 1793), appelée « huître creuse du Pacifique » ou « huître japonaise », est un cas particulier parmi les espèces introduites marines puisqu'elle fut introduite volontairement à travers le monde, à des fins économiques. L'espèce est aujourd'hui très bien adaptée aux conditions naturelles de la Manche et de l'Atlantique. Lorsqu'elle prolifère, *Crassostrea gigas* cause des problèmes écologiques et économiques. Actuellement, son invasion reste incontrôlée et les possibilités de gestion restent limitées à des actions très ponctuelles.

Description, biologie, origine et répartition

Crassostrea gigas fut introduite pour l'ostréiculture à la fin des années 1960. Cette espèce s'est rapidement acclimatée aux conditions environnementales locales. Cette acclimatation s'est rapidement traduite par l'installation progressive et durable de populations sauvages en dehors des zones de production.

Description

Crassostrea gigas est un mollusque bivalve qui mesure en moyenne 15 cm de long. Les plus gros spécimens peuvent atteindre 30 cm de long. *Crassostrea gigas* peut vivre jusqu'à 10 ans.

La coquille très polymorphe est globalement allongée et ovale et comporte de nombreuses arêtes concentriques et coupantes. La valve supérieure est plate. La valve inférieure est plus creuse et fixée au substrat dur. Sa coloration est gris brunâtre, avec parfois des marques violacées. L'intérieur de la coquille est lisse et blanc mat.



Estran tapissé d'huîtres /© Ifremer – A. Le Magueresse

Elle vit plutôt le long des côtes abritées, dans la zone des marées, même dans des eaux peu salées. Elle supporte bien les variations de salinité. Hors de l'eau, elle peut survivre une semaine en hiver, un peu moins l'été.

A l'état sauvage, elle vit dans la zone intertidale où elle colonise tous les substrats rocheux intertidaux, en milieu plutôt abrité (roche, blocs, cailloutis) mais également les structures ostréicoles laissées à l'abandon ou les infrastructures marines (cale, jetée).

Des populations sauvages sont également observées sur le substrat meuble, dans les zones de vase. Dans ces milieux les larves se fixent sur des coquilles et petits cailloutis en surface de la vase, puis en grandissant ces huîtres deviennent à leur tour des supports pour les fixations de naissain. C'est ainsi que de véritables récifs se

développent dans de nombreuses rias en Bretagne. Les huîtres s'installent aussi sur les moules, pour former des récifs en Mer du Nord (Markert et al. 2009).

Régime alimentaire

Crassostrea gigas est un mollusque suspensivore. L'huître filtre l'eau de mer et absorbe les organismes planctoniques dont elle se nourrit. Les algues phytoplanctoniques sont sa principale nourriture.

Elle peut filtrer plusieurs litres d'eau de mer par heure. Les particules dont elle se nourrit sont retenues par les cils sur les branchies et transportées vers la bouche.

Reproduction

L'huître creuse est hermaphrodite protandre, c'est-à-dire qu'elle est mâle la première année puis change de sexe. Sur les côtes atlantiques, la reproduction a lieu en été. La femelle libère des millions d'œufs qui seront fécondés en pleine eau. Les femelles peuvent produire jusqu'à 60 millions d'œufs par ponte, ce qui donne souvent à l'eau une apparence laiteuse (Gérard, 1998). La ponte a lieu une ou plusieurs fois par été lorsque la température de l'eau est supérieure au seuil de 18°C (Mann 1979). La fécondation est externe. Les larves vont dériver avec la masse d'eau pendant environ trois semaines avant de se métamorphoser en jeunes individus, et se fixer sur le substrat.

La croissance de l'huître est très variable, elle peut être très rapide, mais en moyenne, elle croît de 2,5 cm par an.

Modalités d'introduction et répartition

En France, l'introduction de *Crassostrea gigas* a débuté à la fin des années 1960, pour remplacer l'huître creuse portugaise, *Crassostrea angulata*, alors décimée par deux maladies d'origine virale (Comps et Duthoit 1976, Comps et al. 1976).

Dans le cadre du programme « Resur », 562 tonnes d'huîtres adultes ont été importées du Canada entre 1971 et 1975, ainsi que 10 000 tonnes de naissains en provenance du Japon de 1971 à 1977 (Grizel et Heral 1991).

Les premières observations en milieu naturel ont lieu à Marennes-Oléron et Arcachon, en 1975 (Grizel et Heral 1991). Depuis le milieu des années 1990, les épisodes de reproduction se sont multipliés dans les sites plus au nord, jusqu'au golfe normano-breton.

Les secteurs bretons les plus colonisés sont la Baie de Saint-Brieuc, la Rade de Brest, de Lorient à la Baie de Bourgneuf avec des densités pouvant atteindre plusieurs centaines d'huîtres par mètre carré (Lejart, 2009).

Plusieurs paramètres expliquent la distribution de *Crassostrea gigas* sur les côtes bretonnes :

- la présence de zones de production ostréicole représente une source de diffusion des larves d'huîtres au début du phénomène de prolifération (Lejart, 2009) ;
- les courants marins, induits par la marée et le vent influencent la distribution des huîtres en déterminant la direction et la distance de dispersion des larves (Ellien et al. 2000) ;
- une eau suffisamment chaude (18°C en été) permet de déclencher le phénomène de reproduction (Lejart, 2009).
- Depuis le début des années quatre vingt dix, l'augmentation de la température moyenne des eaux côtières et l'augmentation de la fréquence des épisodes chauds en été, induit par le changement climatique global, ont progressivement permis la reproduction dans presque tous les sites ostréicoles français et en particulier en Bretagne, d'où l'invasion récente des côtes.

Impacts

Crassostrea gigas se trouve à la limite des conditions naturelles de sa reproduction. En conséquence, le risque écologique de sa dispersion n'avait pas été initialement envisagé. Depuis une dizaine d'années, sa prolifération induit des conséquences écologiques sur son écosystème hôte et sur les activités humaines.

Capacité de colonisation

Le développement de *Crassostrea gigas* est favorisé par plusieurs facteurs :

- des introductions multiples d'un grand nombre d'individus à intervalles réguliers ;
- des facultés d'adaptation en eau saumâtre comme en milieu marin favorisant leur dissémination ;
- des translocations entre bassins ostréicoles ;
- une phase larvaire de trois semaines qui permet une dissémination sur de longues distances.

Les colonies d'huîtres sauvages vont parfois jusqu'à former des récifs très denses. Des poids frais de plus de 45 kg par m² ont été observés. Elle occasionne des impacts d'ordre économique et écologique.

Impacts écologiques

Les impacts écologiques sur l'écosystème hôte sont :

- à petite échelle spatiale, lorsque les huîtres se développent en récif, elles modifient le peuplement autochtone en augmentant les abondances, les biomasses et le nombre d'espèces. En effet, les huîtres créent un habitat très différent des roches, avec de nombreuses anfractuosités, aussi très hétérogène, qui permet à de nombreuses espèces de s'abriter. Cependant, ce type d'habitat récif se surimpose aux autres habitats intertidaux, entraînant une homogénéisation et une banalisation à grande échelle sur le littoral.
- une modification de l'habitat, particulièrement sur substrat meuble et dans des eaux calmes (les pelotes fécales et l'activité de filtration des huîtres génèrent une quantité importante de biodépôts (Boudouresque, 2005)) d'où un envasement et un enrichissement organique favorisant l'eutrophisation ;
- l'introduction d'espèces associées : une trentaine d'espèces animales et d'algues ont été introduites involontairement avec *Crassostrea gigas* (Gruet et al. 1976).



Impacts économiques

Pour les ostréiculteurs, *C. gigas* sauvage représente un risque de compétition trophique ou alimentaire avec les huîtres en élevage, ainsi qu'un surplus de travail et de coût générés par le nettoyage des installations ostréicoles (Le Roux et Boncoeur 2006). Cependant, ils peuvent capter eux-mêmes le naissain dans les zones où elle se reproduit, évitant ainsi l'achat à des écloséries.

Pour les palourdières, la présence de l'huître creuse dans leurs vasières représente un surplus de travail car ils doivent trier leurs prises.

Pour le tourisme et la plaisance, ces huîtres tranchantes représentent un danger de coupure pour les hommes et de dégâts pour le matériel nautique.

Cependant, les pêcheurs à pieds récoltent abondamment cette espèce.

Gestion

Malgré l'ampleur du phénomène, aucune mesure efficace n'a été trouvée pour gérer cette invasion à grande échelle.

La convention sur le droit de la mer (1982) demande aux Etats de prévenir, réduire et contrôler l'introduction intentionnelle ou accidentelle d'espèces dans le milieu marin.

La directive européenne « Habitats » (92/43/CEE) va dans le même sens. Dans le cadre du projet de loi relatif à la protection de l'environnement, un article (adopté par le Sénat le 14.10.1994) l'a transcrit en prohibant l'introduction dans le milieu naturel d'espèces exogènes.

Dans le milieu naturel, *Crassostrea gigas* peut être régulée par :

- des prédateurs : l'étoile de mer, la daurade, le bigorneau-perceur, les goélands argentés et l'huître-pie ;
- des parasites : *Bonamia ostrea* (2 à 4 microns) est un petit parasite intracellulaire. Il peut provoquer des mortalités importantes, en particulier chez les huîtres adultes ;
- la température : des températures de l'eau trop basses, ne dépassant jamais 18°C, empêchent la reproduction ;

- un substrat inadapté : un substrat recouvert d'algues ne diminue la fixation des larves.

Mais, ces facteurs ne sont pas susceptibles de limiter l'invasion naturellement. Manipuler ces facteurs ne sont ni souhaitables d'un point de vue environnementale, ni envisageables techniquement.

Les pistes de réflexion pour une gestion à grande échelle sont aujourd'hui limitées par les coûts trop élevés du ramassage, transport et valorisation des produits coquille et chair. Les experts s'accordent à dire que les seules opérations envisageables ne peuvent être que limitées dans le temps et l'espace (une plage, un quai, un parc ostréicole...). Ces opérations ponctuelles se font par ramassage ou destruction, tant mécanique (en milieu sédimentaire) que manuel (en substrat rocheux). Elles sont réalisables d'un point de vue technique et financier et sans impacts négatifs majeurs sur l'écosystème marin. Des expérimentations pour tester ces actions de gestion ont été menées en rade de Brest (Hily et Larzillière, 2009).

La gestion de l'invasion de *C. gigas* est un problème complexe à résoudre pour les scientifiques. En effet, dans le cas de *C. gigas*, l'éradication est une solution difficilement envisageable car c'est une espèce comestible dont l'exploitation génère des revenus importants. Il n'est donc pas possible d'interdire la culture de cette espèce. D'autant plus que cela ne serait pas une solution pour enrayer l'invasion car si les populations cultivées ont représenté les premières sources de diffusion des larves d'huîtres, les populations sauvages se reproduisent désormais et sont donc devenues quasiment indépendantes des stocks exploités (Hily, 2009).

Perspectives et recherches

Face aux pertes conséquentes engendrées aux pêcheries, les responsables locaux et les chercheurs recherchent des pistes pour réguler ou valoriser *Crassostrea gigas*.

En 1997, l'Ifremer pour permettre la vente estivale, et diminuer les mortalités des huîtres qui se reproduisent, a mis au point l'huître tripléide ou huître des 4 saisons.

Ces huîtres sont stériles et ne produisent donc pas de laitance pendant les mois dits sans «r». Cependant le contrôle de la reproduction des stocks exploités ne permettra pas une limitation importante des stocks sauvages qui se reproduisent également.

Dans le cadre du programme national LITEAU II, le programme PROGIG (PROlifération de crassostrea GIGas) a été initié au laboratoire des Sciences de l'environnement LEMAR de l'IUEM (Université de Bretagne occidentale, Brest), en 2005. PROGIG avait pour objectifs de dresser un bilan actualisé de la colonisation des côtes Manche-Atlantique par *C. gigas*, d'analyser les conséquences écologiques et économiques, et de rechercher des moyens de gestion appropriés (Hily, 2009).

En 2009, M. Lejart a rédigé une thèse au Lemar dans le cadre de ce programme PROGIG. Cette thèse avait pour objectifs de comprendre le processus invasif, les causes de l'invasion de *C. gigas* en Bretagne, et d'en étudier la dynamique et les conséquences écologiques et socio-économiques. Cette étude met en avant que l'impact de *C. gigas* sur les communautés intertidales semble pour le moment assez limité en Bretagne. Cependant, le processus invasif est toujours très actif, avec la conquête de nouvelles zones et la densification des peuplements dans les zones déjà colonisées, ce qui pourrait laisser craindre à terme un impact sur le milieu (banalisation de l'estran, engorgement...). L'invasion des estrans par *C. gigas* se mondialise et peu de facteurs semblent pouvoir stopper le phénomène (Lejart, 2009).

En 2010, Christian Hily, dans le cadre de l'Observatoire du domaine côtier de l'Institut Universitaire Européen de la Mer, met en place un réseau d'observation de l'invasion en partenariat avec les gestionnaires d'espaces protégés de Bretagne. Avec un protocole standardisé et simple de mise en œuvre, les gestionnaires feront périodiquement les observations sur les recrutements, les mortalités et la dynamique invasive dans leur site. Le réseau pourra ainsi donner une vision régionale de la dynamique de l'invasion dans les prochaines années.

Rédigé par Julie Pagny (GIP BE) en collaboration avec Christian Hily (IUEM Brest).

Le bryzoaire *Tricellaria inopinata*

Tricellaria inopinata, d'Hondt & Occhipinti Ambrogio, 1985, est un bryzoaire. Originnaire de l'Océan Pacifique, *T. inopinata* a été observée pour la première fois en Europe en 1982, à Venise. Sa description et son premier signalement en ont été publiés trois ans plus tard. Depuis lors, cette espèce colonise un nombre croissant de localités sur les côtes européennes et nord-africaines, l'implantation débutant chaque fois en région portuaire.

Description, biologie, origine et répartition

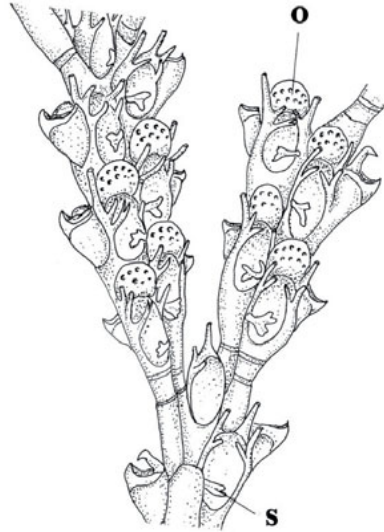
Tricellaria inopinata constitue de petits buissons, de 1 à 1,5 cm de hauteur, de couleur blanche sur des substrats immergés à faible profondeur. Elle ne possède pas de nom vernaculaire et est communément désignée sous son nom scientifique.

Description

Tricellaria inopinata est un bryzoaire. Les bryzoaires sont de petits animaux fixés à un substrat qui forment des colonies encroûtantes ou dressées.

Les colonies de *T. inopinata* sont constituées d'individus en continuité physique. Ces individus sont appelés des zoïdes. Les zoïdes, longs de 0,40 à 0,65 mm, ont l'aspect de petites logettes ou cavités closes. Le corps du zoïde est abrité dans un exosquelette constitué de chitine et de calcaire. La couche chitineuse est la plus externe. La couche calcaire est comprise entre l'épiderme et la couche chitineuse. Ce squelette externe est continu pour tous les individus de la colonie.

Excepté sa partie proximale brièvement calcifiée (1), la face frontale de l'individu est membraneuse. Elle porte à l'avant un opercule par lequel ressort le panache tentaculaire (le lophophore), lorsque l'animal veut se nourrir.



Ovicelle et scutum du bryzoaire *Tricellaria inopinata* / © J. L. d'Hondt

Quelques épines (plus ou moins une demi-douzaine) entourent cet opercule. Les faces latérales et dorsales des individus sont calcifiées.

Cette espèce se présente sous la forme d'un petit buisson dense de 1 à 1,5 cm de hauteur, ramifiés dichotomiquement, en forme de V.

Chaque branche est fragmentée en entre-nœuds de 6 à 10 individus séparés par des joints constitués de chitine, ayant la forme d'un disque. Une ramification est ainsi formée par l'accolement de deux séries d'individus.

La colonie est attachée au substrat par des filaments fixateurs appelés rhizoïdes. Dans une colonie, les individus peuvent se spécialiser pour une fonction (nourri-

ture, défense, incubation des œufs) servant à la colonie entière. Les ovicelles par exemple, sont les individus spécialisés dans l'incubation des œufs et des larves. Ils sont un peu dissymétriques par rapport au grand axe, ont un diamètre de 0,15 à 0,16 mm et leur surface est ornée de quelques pores disposés selon 2 ou 3 arcs de cercle concentriques autour de l'orifice.

Les aviculaires sont des individus spécialisés dans la défense et le nettoyage des colonies. Les aviculaires sont portés sur les côtés de la colonie. Ils sont en fait implantés et sessiles sur des individus « normaux », les zoïdes, à partir desquels ils sont bourgeonnés. Les aviculaires sont en forme de becs d'oiseaux de 1,15 à 0,30 mm de long.

A mi-longueur du zoïde, du côté interne, est implantée une épine particulière et isolée, le scutum, de forme très variable (simple, bifide, trifide ou plus ramifiée encore ou en éventail).

Ces colonies arborescentes présentent diverses formes. A l'œil nu, elles ressemblent à une mousse aquatique à l'origine du nom de bryzoaires ou animaux-mousses.

Biologie

La colonie vit fixée sur des supports flottants, notamment des bouées, mais aussi des pieux, des docks, parfois des substrats vivants tels que les coquilles de mollusques, des ascidies ou des spongiaires. La colonie vit toujours dans des eaux peu profondes comprises entre 0,5 et 1,5 m, parfois moins. En mer du Nord, elle se rencontre aussi sur des algues (De Blauwe, 2009).

Cette espèce se développe en milieu estuarien soumis à l'influence marine, par une température de l'eau comprise entre 16° et 25°, et une salinité variant de 30 à 35 pour mille.

Tricellaria inopinata se nourrit de microorganismes, de phytoplancton. C'est un animal filtreur.

Reproduction et propagation

Lorsque *Tricellaria inopinata* apparaît dans une région donnée, c'est d'abord en milieu portuaire, en un secteur limité. Elle se propage ensuite de proche en proche, par saltation à partir de son site d'introduction.

Sa propagation s'effectue essentiellement grâce à la navigation commerciale ou de plaisance. À partir de colonies transportées fixées sur des coques de navires, ou rejetées avec des eaux de ballast, elle pond des larves dans son lieu d'arrivée. La longévité des larves est réduite à quelques heures, ce qui lui interdit d'aller se métamorphoser par ses propres moyens à distance de son lieu de ponte. D'autant plus que chez ces animaux, la nage est peu active. La propagation de l'espèce est donc essentiellement passive. Après quelques heures de vie libre, elle se fixe à un substrat, subit une métamorphose qui la transforme en « ancestrula », individu fondateur d'une nouvelle colonie et qui bourgeonnera les premiers zoïdes. Ceux-ci prennent ensuite le relais pour bourgeonner à leur tour des individus-fils de seconde génération, et ainsi de suite.

Difficultés d'identification, modalités d'introduction et répartition

Tricellaria inopinata fut longtemps confondue avec deux autres espèces de *Tricellaria* indo-pacifiques (*T. occidentalis* et *T. porterii*). Sa validité a encore été mise en doute durant les premières années qui ont suivi sa description, avant d'être définitivement confirmée (Dyrynda & al., 2000). Lors de sa description, il existait déjà dans différentes collections des spécimens typiques de *T. inopinata* sous la détermination erronée de *T. occidentalis*. C'est donc une espèce qui n'a été décrite que récemment, en 1985, à partir d'une population introduite en Europe.

Tricellaria inopinata est originaire de l'océan Pacifique. *T. inopinata* a été signalée en Nouvelle-Zélande, en Australie et au Japon.

En Europe, sa première observation a été réalisée en 1982, dans la lagune de Venise. Des colonies ont été repérées, fixées sur des pieux balisant les contours de la région navigable entre la mer et l'intérieur des terres. En 1985, 15 stations étaient dénombrées autour du Lido et du canal de la Giudecca qui borde le centre historique de Venise (d'Hondt & Occipinti Ambrogi, 1985 ; Occhipinti Ambrogi, 1991). Après une période d'extension d'une quinzaine d'années, elle a commencé à régresser sur place en 2000, tandis que son aire de distribution conti-

nuit de s'accroître par ailleurs, gagnant graduellement une grande partie des côtes européennes en zone tempérée. Il semble donc exister un phénomène de régulation naturelle.

T. inopinata a été observé sur les côtes espagnoles de la Galice à partir de juin 1996 (Fernandez-Pulpeiro & al., 2001 ; Reverter-Gil & Fernandez-Pulpeiro, 2001), dans une localité où des palourdes d'origine méditerranéenne, ont été probablement importées d'Italie. On la retrouve ensuite en différentes localités du nord de l'Espagne.

C'est également à partir de 1996 qu'elle a été observée en différents points de la côte sud de l'Angleterre (Dyrynda & al., 2000). En l'an 2000, elle a été recueillie en plusieurs points des côtes basque, belge et néerlandaise (De Blauwe & Faasse, 2001), puis dans le Bassin d'Arcachon (De Blauwe, 2001). Sa présence a été relevée l'année suivante en Normandie (Breton & d'Hondt, 2005) et plus récemment, en 2008 et 2009 dans le Golfe du Morbihan (A. Le Roux, communication personnelle). Elle a été récoltée en Tunisie (Ben Souissi, 2006, communication personnelle) et au Portugal (Marchini & al., 2007). Elle ne semble pas avoir encore atteint, les côtes méditerranéennes françaises, espagnoles, ou algériennes.

(1) Qui a subi une calcification.

Impacts

Tricellaria inopinata ne représente pas une gêne pour les espèces autochtones et les activités anthropiques. Cependant, au vue de ses capacités d'expansion, la prévention est actuellement le seul moyen connu pour contenir sa prolifération.

Capacité de colonisation

La prolifération et l'extension de l'aire géographique colonisée par *Tricellaria inopinata* sont a priori illimitées, dès que les conditions éco-physiologiques (température, salinité, turbidité, brassage) leur sont favorables en zone tempérée.

La colonisation se fait par étapes à partir du foyer d'introduction primaire, puis de foyers secondaires, essentiellement par des échanges d'espèces de mollusques

comestibles entre différents bassins, des déplacements de port en port de bateaux de plaisance, ou de la navigation commerciale.

D'autre part, aucun prédateur de ce bryozoaire n'est actuellement connu en Europe. Il n'a pas été mis en évidence de compétition entre *T. inopinata* et d'autres espèces autochtones appartenant, comme les *Tricellaria*, à la famille *Candidae*, dans une même niche écologique. Cependant, cette compétition entre espèces n'est pas à exclure puisque certains bryozoaires européens indigènes colonisent les mêmes biotopes.

Impacts

L'impact de ce bryozoaire apparaît a priori comme très limité. Il peut se traduire au maximum par un phénomène de dominance ou de remplacement potentiel, géographiquement localisé, d'une espèce autochtone de mêmes exigences éco-physiologiques. Cela ne se traduira pas forcément par une modification du nombre d'espèces dans la biodiversité locale.

Une telle substitution, ou même simplement une telle introduction, sont sans conséquences sur l'activité socio-économique de la région concernée.

Il n'est pas envisagé de l'exploiter puisqu'elle est, à priori, non consommable par l'homme et la plupart des animaux.

Les déchets excrétés par *Tricellaria inopinata* sont négligeables et ne sont pas de nature, aussi bien qualitativement que quantitativement, à perturber ou polluer l'environnement.

Les seules nuisances de cette espèce, si elle est sujette à une prolifération importante, de la même façon que les autres espèces du « fouling », seraient de contribuer à la salissure des coques de navires. Ce « fouling » a pour conséquences un ralentissement de leur déplacement pour des raisons mécaniques, leur corrosion, et une augmentation du coût et du temps de nettoyage.

Pour le moment, aucune gêne ne semble devoir être imputable à *T. inopinata*, car elle ne constitue nulle part une biomasse très importante. Il ne semble donc pas justifié de s'en préoccuper dans le cadre d'une lutte biologique.

La prévention

Les transferts de stocks d'organismes pour l'aquaculture ainsi que les bateaux en provenance de zones contaminées doivent être systématiquement contrôlés.

Perspectives et recherches

A l'heure actuelle, il s'avère opportun de mieux connaître *Tricellaria inopinata* au vue de ses capacités d'expansion, imprévues à l'origine et devenant imprévisibles. Les publications existent déjà, mais les perspectives de recherches restent encore vastes.

Actuellement, les scientifiques ont identifiés plusieurs perspectives de recherche. *Tricellaria inopinata* est en premier lieu un excellent modèle pour l'étude chronologique et la datation de phénomènes invasifs en milieu littoral. Effectivement cette ascidie est facile à identifier et à récolter. Aussi, les premières données historiques sur son extension sur les côtes européennes sont disponibles et facilement accessibles. Il serait utile de continuer à suivre son installation dans les régions d'Europe et de surveiller son arrivée dans les pays péri-méditerranéens, où elle n'est pas encore signalée.

Il serait également intéressant d'approfondir les connaissances sur ses vecteurs matériels et éco-physiologiques de propagation ainsi que ses facteurs limitants. Ces recherches doivent logiquement s'articuler avec une étude du rythme de développement des colonies, de leur multiplication, de la longévité et des capacités de résistance des larves aux différents facteurs contraignants possibles, ainsi que des conditions climatiques qui favorisent la ponte larvaire.

Plusieurs publications ont déjà gradué l'évolution des connaissances sur cette espèce (Occhipinti Ambrogi & d'Hondt, 1993 ; Dyrinda & al., 2000 ; d'Hondt, sous presse a et b). Il s'avère maintenant nécessaire de mieux connaître *T. inopinata* au vue ses capacités d'expansion, imprévues à l'origine et devenant imprévisibles par la suite. De premières études de polymorphisme enzymatique (variations moléculaires des enzymes entre individus de populations différentes) ont été réalisées sur

T. inopinata dans le cadre d'une collaboration entre le Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris et l'Université de Pavie (d'Hondt, Occhipinti Ambrogi & Goyffon, 2003). Elles ont révélé de profondes affinités entre les populations japonaises et italiennes, mais sans avoir pu être étendues à des individus d'autres origines géographiques, des côtes pacifiques et européennes. Il serait intéressant d'entreprendre sur ce modèle des recherches complémentaires faisant intervenir des méthodes plus actuelles de biologie moléculaire, et notamment en génétique, afin de préciser l'origine exacte dans l'Indo-pacifique de la population vénitienne, et de déterminer si les colonisations actuelles en Europe relèvent ou non d'une même souche originelle. Ce qui permettra de démontrer s'il y a eu une seule introduction sur nos côtes, ou une colonisation multiple caractérisée par plusieurs introductions successives d'origines diverses selon les aires géographiques affectées en Europe (Italie, France, Grande-Bretagne, etc.).

Rédigé par Jean-Loup d'Hondt (MNHN) en collaboration avec Julie Pagny (GIP BE).



Le mercierelle (*Ficopomatus enigmaticus*)

Originaire du sud-ouest Pacifique, *Ficopomatus enigmaticus*, (Fauvel, 1923), a colonisé depuis les années 1920, certains bassins à flot, canaux et lagunes de France. Aujourd'hui bien implanté et formant des récifs de plusieurs décimètres d'épaisseur, ce ver marin peut provoquer localement diverses perturbations (salissure de bouées, de coques de bateaux, de pontons, gêne à la fermeture de portes de bassins...).

Description, biologie, origine et répartition

L'annélide polychète sédentaire, *Ficopomatus enigmaticus*, est une espèce d'origine australe, décrite en Europe dès 1921. Elle est présente en Bretagne dans des milieux à fortes variations de salinité et à faible marnage.

Description

Ficopomatus enigmaticus, connu initialement sous le nom de *Mercierella enigmatica* (Fauvel, 1923), est un annélide polychète marin sédentaire, de la famille des Serpulidés, qui vit dans un tube calcaire. La longueur maximale de ce ver est d'environ 2,5 cm et celle de son tube ne dépasse pas 10 cm. C'est un ver grégaire dont les tubes individuels se soudent entre eux pour former des récifs qui peuvent atteindre plusieurs décimètres d'épaisseur. Les densités observées atteignent plusieurs dizaines de milliers d'individus par m².

Ficopomatus enigmaticus colonise préférentiellement des milieux confinés, semi-fermés et saumâtres tels que les estuaires, les bassins à flot des ports, ou encore les marais maritimes. Ces milieux offrent protection aux larves qui restent proches des colonies adultes, dans des eaux turbides riches en matière organique.

Son développement en eaux calmes facilite la construction de son tube calcaire. Sa durée de vie est de 4 à 8 ans.

Régime alimentaire

C'est un animal filtreur suspensivore. A l'aide de son panache branchial, il capture les organismes planctoniques dont il se nourrit. Il est adapté à vivre dans des milieux fortement chargés en matières en suspension.

Reproduction

L'espèce est généralement gonochorique c'est-à-dire que les individus, mâles ou femelles, ne changent pas de sexe au cours de leur vie. On rencontre parfois un faible pourcentage (3% maximum) d'hermaphrodites protandres : l'individu naît mâle puis devient femelle.

Dans la zone atlantique, une température minimale de 18°C est nécessaire pour que *Ficopomatus enigmaticus* arrive à maturité sexuelle (Dixon, 1981).

La fécondation est externe. Les œufs donnent une larve (Dixon, 1981) qui peut séjourner dans la masse d'eau pendant plusieurs mois. Les larves nageuses s'installent ensuite sur les colonies établies et commencent à sécréter leur propre tube, participant ainsi à la construction récifale.

Modalités d'introduction et répartition

Ficopomatus enigmaticus est répertorié dans les eaux saumâtres des zones tempérées tout autour du globe, incluant des sites au Japon, en Afrique du Sud, en Amérique du Nord et du Sud, dans l'océan Indien, à Hawaï et au sud de l'Australie (Martinez-Tarberner, 1993). L'espèce serait originaire d'Australie (Martinez-Tarberner, 1993) et sa dispersion est probablement liée à l'essai-mage sous forme de salissures (ou fouling) présentes sur les coques des bateaux (Dixon, 1981).



Ficopomatus enigmaticus / © Ifremer – P. Briand

Le ver est aujourd'hui répertorié dans les eaux européennes, depuis le sud des Pays-Bas jusqu'à la Mer Noire, en passant par la Méditerranée et la Mer Caspienne.

L'espèce a été répertoriée en France en 1921 dans le canal de Caen menant à la mer. Depuis, elle est identifiée en divers sites de la Manche, de l'Atlantique et de la Méditerranée. En Bretagne, on la rencontre en différents points du littoral (notamment Saint-Malo, Paimpol, Brest/étang du Relecq-Kerhuon, Lorient/étang du Ter, Belle-Ile, Vannes Saint-Nazaire).

Impacts

Ficopomatus enigmaticus n'est ni un animal nuisible ni un animal dangereux, que ce soit pour le milieu naturel où il vit, ou pour l'homme. Il n'en demeure pas moins que sa prolifération occasionne des désagréments.

Capacité de colonisation

Ficopomatus enigmaticus n'a pas vraiment de compétiteurs. L'absence de concurrence avec d'autres espèces s'explique notamment par le fait qu'il s'établit dans des milieux très sélectifs (avec de fortes variations de salinité, milieu eutrophe) dont peu d'espèces s'accommodent.

Une fois fixé, sa croissance est rapide (Martinez-Tarberner, 1993). Sa grande fécondité et une rétention des larves dans les eaux semi-fermées contribuent à l'augmentation rapide du nombre d'individus dans les colonies et au succès de l'espèce.

Impacts

Impacts économiques

Dans les bassins à flot, les canaux et lagunes où il se développe, il peut avoir des impacts négatifs comme des canalisations obstruées, les structures portuaires ou coques de bateaux colonisées.

Impacts écologiques

Un récif de *F. enigmaticus* constitue un véritable biotope de fentes et de microcavités où s'abrite toute une faune associée constituée en particulier de crevettes et des poissons (des civelles notamment). L'espèce a donc du point de vue de la biodiversité un effet bénéfique. En outre, la présence massive de *Ficopomatus enigmaticus* dans certains milieux fermés, a des effets bénéfiques réels sur la qualité de l'eau en réduisant les quantités de particules en suspension.

Gestion

Face aux gênes créées sur les installations portuaires et les navires, des moyens ont été recherchés pour y remédier (Camus et al., 2000).

Les peintures antisalissures

Il est souhaitable d'éviter de revêtir les hélices de bateaux (partie souvent la plus touchée) avec un vernis antisalissure, aucun produit actuellement commercialisé ne

semblant efficace. Les peintures antisalissures à forte teneur en cuivre sont en revanche très efficaces, surtout lorsqu'elles sont appliquées avant la période de recrutement du ver (fin de printemps – début d'été sous nos latitudes).

Cependant, depuis 1998, la « Directive Biocides » réglemente la mise sur le marché des produits biocides pour 23 types de produits (TP) d'usages revendiqués. Les TP 21 correspondent aux biocides à usage antisalissure. Les substances actives et les formulations mises sur le marché doivent répondre aux obligations d'efficacité pour chaque usage revendiqué tout en n'ayant pas d'impact néfaste ni sur les travailleurs, ni sur les utilisateurs, ni sur l'environnement ou les organismes non ciblés. Les peintures ont cuivre font l'objet de cette Directive et sont en cours d'évaluation (Compère Ch. et al., 2005).

Les carénages printaniers précoces

Les carénages printaniers précoces sont à privilégier par rapport aux carénages de fin de saison. L'application des peintures antisalissures à forte teneur en cuivre sera plus efficace au moment de l'année où la colonisation est maximale. De manière plus générale, un entretien régulier des carènes doit être maintenu ainsi qu'une bonne régularité des sorties en mer.

La lutte naturelle

La réduction des apports nutritifs, une exondation périodique ou un à sec prolongé sont susceptibles de détruire cette espèce. Mais ces modes de gestion sont techniquement difficilement envisageables.

Le curage des ports pourrait réduire de façon notable les matières en suspension des eaux favorisant le développement de *F. enigmaticus*.

L'éradication par lutte naturelle semble donc très difficile et pas nécessairement souhaitable vu la non-dangerosité de l'espèce et le rôle positif qu'elle joue vis-à-vis de la biodiversité dans des milieux habituellement très peu diversifiés. Certains préconisent même la protection de certains sites (Gruet et Baudet in Dauvin, 1997).

Perspectives et recherches

Un programme de recherche sur la prolifération de *Ficopomatus enigmaticus* a été coordonné par le laboratoire côtier de l'Ifremer La Trinité-sur-Mer, en association avec deux laboratoires de recherche de l'Ifremer Brest (Camus et al., 2000). Une synthèse des observations réalisées en 2000, dans le port de Vannes, a permis de préciser des éléments de la biologie et de la reproduction de *F. enigmaticus* et d'identifier les matériaux et les peintures antisalissures les plus efficaces pour empêcher la fixation de *F. enigmaticus*.

Rédigé par Julie Pagny (GIP BE) en collaboration avec Dominique Hamon (Ifremer)



Salissure coque de bateau par *Ficopomatus enigmaticus* / © Ifremer - P. Camus

Définitions

Espèce autochtone : il s'agit d'une espèce qui est présente sur son aire de répartition naturelle et s'y reproduit. Elle y est encore actuellement présente, disparue ou peut être réapparue après une disparition temporaire.

Selon l'Invasive species specialists group (ISSG) de l'Union mondiale pour la conservation de la nature (UICN), les espèces qui augmentent leur aire naturelle de répartition sans l'intervention de l'Homme sont autochtones même si cet accroissement est généralement induit par une modification du milieu par les activités humaines. L'UICN parle d'aire de dispersion potentielle.

Espèce allochtone : à l'inverse d'une espèce autochtone, une espèce allochtone est une espèce qui est présente hors de son aire de répartition naturelle et y forme des populations pérennes. D'après l'UICN, les espèces allochtones sont des espèces qui ont été introduites par l'Homme dans une nouvelle aire géographique.

Espèce introduite : l'Homme, dans ces migrations, a transporté avec lui des espèces animales, végétales, microbiennes... qui se sont installées sur les territoires que celui-ci a explorés. Ces espèces ont donc été introduites sur de nouveaux territoires hors de leur aire de répartition initiale.

Les introductions d'espèces peuvent être non intentionnelles : des individus sont transportés accidentellement et à l'insu de l'Homme dans une cargaison de bateau par exemple.

Les espèces commensales, c'est-à-dire celles qui trouvent dans l'entourage de l'homme les ressources nécessaires à leur survie, peuvent accompagner les explorations humaines et s'introduire ainsi dans de nouveaux territoires : le Rat surmulot a colonisé par ce processus une bonne partie de la planète.

Les introductions sont aussi volontaires, dans un but d'élevage par exemple (le Ragondin).

Invasion biologique : d'après Williamson, une invasion biologique survient quand un organisme ou un groupe d'organismes parvient en dehors de son aire de répartition initiale.

Pascal et ses collaborateurs considèrent l'invasion biologique comme l'accroissement durable de l'aire de répartition des populations d'une ou plusieurs espèces et complètent cette définition en ajoutant qu'il peut aussi bien s'agir de phénomènes naturels (invasions biologiques spontanées) ou dus à l'homme (introduction volontaire ou fortuite).

L'espèce réalisant une invasion doit pouvoir se multiplier sur le territoire qu'elle colonise sans intervention de l'homme. Elle forme alors une ou des populations pérennes.

Espèce envahissante : c'est une espèce qui a agrandi son aire de répartition naturellement où à la suite d'une modification anthropique ou naturelle du milieu. Elle peut être autochtone ou allochtone de la zone considérée.

Espèce invasive : selon la définition adoptée ici, une espèce est dite invasive si elle réalise trois conditions :

- c'est une espèce introduite, intentionnellement ou non, dans un territoire qui se situe hors de son aire de répartition naturelle,
 - c'est une espèce qui se multiplie sur ce territoire, sans intervention de l'homme, et y forme une population pérenne,
 - c'est une espèce qui constitue un agent de perturbation des activités humaines ou nuit à la diversité biologique.
- Une espèce invasive est donc une espèce introduite, envahissante et perturbatrice.

L'UICN élargie la définition d'espèce invasive à toute espèce qui, s'étant établie dans un nouveau domaine géographique pour elle, y est un agent de perturbation et nuit à la diversité biologique. Ce sont généralement des espèces introduites mais pas uniquement.

Une espèce peut être invasive en un lieu donné et ne pas être invasive sur son aire de répartition initiale. Le phénomène d'invasion biologique concerne donc des populations (des sous ensembles) et non l'ensemble de l'espèce.

Invasive ou envahissante ? les deux termes désignent la capacité d'une espèce à accroître son aire de répartition. Le terme invasif (ou invasive) est initialement employé dans la langue anglaise. En France, il est utilisé depuis les années 1970 en particulier dans le domaine médical (méthodes d'investigation invasives). La langue française utilise donc les deux termes, mais avec une signification différente.

Abréviations et sigles

ANR : Agence nationale pour la recherche

Areval : Association pour la récolte et la valorisation des crépidules

Ceva : Centre d'étude et de valorisation des algues

CRPM : Comité régional des pêches maritimes

GIS : Groupement d'intérêt scientifique

Ifremer : Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer

Interreg : programme inter régional

Invadiv : programme invasion diversité

IUEM : Institut universitaire européen de la mer

LEMAR : Laboratoire environnement marin

MNHN : Muséum national d'histoire naturelle

PCB : Polychlorobiphényle

Progig : Programme prolifération de crassostrea gigas

Rebent : Réseau benthique

SBR : Station biologique de Roscoff

SRC : Section régionale de la conchyliculture

UEB : Université européenne de Bretagne

UICN : Union mondiale pour la conservation de la nature

Références

Références Wakame

Cabioc'h J., Floc'h J.-Y., Le Toquin A., Boudouresque C. F., Meinesz A. & Verlaque M., 1992. Guide des algues des Mers d'Europe, Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, Paris.

Castric-Fey A., Beupoil C., Bouchain J., Pradier E. & L'Hardy-Halos M. T., 1999. «The introduced alga *Undaria pinnatifida* (Laminariales, Alariaceae) in the rocky shore ecosystem of the St-Malo area: growth rate and longevity of the sporophyte.» *Botanica Marina* 42: 83-96.

Castric-Fey A., Beupoil C., Bouchain J., Pradier E. & L'Hardy-Halos M. T., 1999. «The introduced alga *Undaria pinnatifida* (Laminariales, Alariaceae) in the rocky shore ecosystem of the St-Malo area: morphology and growth of the sporophyte.» *Botanica Marina* 42: 71-82.

Castric-Fey A., L'Hardy-Halos M. T. and J. BOUCHAIN, 1997. Control of the *Undaria pinnatifida* population by the gastropods *Gibbula* ssp on the shore, in the Saint-Malo area. Aquatic life-cycle strategies, Survival in a variable environment. Plymouth, 14-17 avril 1997. Session IV « population and community », Poster sessions.

Castric-Fey A., Girard A. & L'Hardy-Halos M. T., 1993. «The distribution of *Undaria pinnatifida* (Phaeophyceae, Laminariales) on the coast of St Malo (Brittany, France).» *Botanica Marina* 36: 351-358.

Fang, T. C., Dai, J., and Chen, D. 1982. Parthenogenesis and the genetic properties of parthenosporophytes of *Undaria pinnatifida*. *Acta Oceanologica Sinica*, 1: 107-111.

Fletcher R. L. & Farrell P., 1999. «Introduced brown algae in the North East Atlantic, with particular respect to *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar.» *Helgoländer Meeresuntersuchungen* 52: 259-275.

Fletcher R. L. & Manfredi C., 1995. «The occurrence of *Undaria pinnatifida* (Phaeophyceae, Laminariales) on the south coast of England.» *Botanica Marina* 38: 355-358.

Floc'h J. Y., Pajot R. & Mouret V., 1996. «*Undaria pinnatifida* (Laminariales, phaeophyta) 12 years after its introduction into the Atlantic ocean.» *Hydrobiologia* 326/327: 217-222.

Floc'h J.-Y., Pajot R. & Wallentinus I., 1991. «The Japanese brown alga *Undaria pinnatifida* on the coast of France and its possible establishment in European waters.» *J. Cons. int. Explor. Mer* 47: 379-390.

Hewitt C. L., Campbell M. L., McEnnulty F., Moore K. M., Murfet N. B., Robertson B. & Schaffelke B., 2005. «Efficacy of physical removal of a marine pest: the introduced kelp *Undaria pinnatifida* in a Tasmanian Marine Reserve.» *Biological Invasions* 7: 251-263.

Nyberg C. D. & Wallentinus I., 2005. «Can species traits be used to predict marine macroalgal introductions?» *Biological Invasions* 7: 265-279.

Peréz R., Lee J. Y. & Juge C., 1981. Observations sur la biologie de l'algue japonaise *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar introduite accidentellement dans l'Étang de Thau. *Science et Pêche*, 315: 1-12.

Perez R., Kaas R., Barbaroux O., 1984. Culture expérimentale de l'algue *Undaria pinnatifida* sur les côtes de France. *Science et Pêche*, Bull Inst Pêches marit 343.

Perez R., Kaas R., Barbaroux O., Arbault S., Le Bayon N., Moigne J.Y., 1990. Technique de culture pour les côtes bretonnes

de l'algue alimentaire *Undaria pinnatifida* -Tableau de marche - étude économique- ArchiMer, Institutional Archive of Ifremer (French Research Institute for Exploitation of the Sea), p 1-68.

Saito Y., 1972. On the effects of environmental factors on morphological characteristics of *Undaria pinnatifida* and the breeding of hybrids in the genus *Undaria*. In: Abbott A, Kurogi M (eds) *Contribution to the Systematics of the Benthic Marine Algae of the North Pacific*. Jap. Soc. Phycol., Kobe, p 117-132.

Silva P. C., Woodfield R. A., Cohen A. N., Harris L. H. & Goddard J. H. R., 2002. «First report of the Asian kelp *Undaria pinnatifida* in the northeastern Pacific Ocean.» *Biological Invasions* 4: 333-338.

Stuart M. D., Hurd C. L. & Brown M. T., 1999. «Effects of seasonal growth rate on morphological variation of *Undaria pinnatifida* (Alariaceae, Phaeophyceae).» *Hydrobiologia* 398/399: 191-199.

Voisin M., Engel C., Viard F., 2005. Differential shuffling of native genetic diversity across introduced regions in a brown alga: aquaculture vs. maritime traffic effects. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 102 (15): 5432-5437.

Voisin M., 2007. Les processus d'invasions biologiques en milieu côtier marin : le cas de l'algue brune *Undaria pinnatifida*, cultivée et introduite à l'échelle mondiale. Thèse, Université Pierre & Marie Curie, Paris, 269 pages.

Voisin M., Daguin C., Engel C., Grulois D., Javanaud C. & Viard F., 2007. Processus et dynamique d'installation des espèces introduites en milieu marin : une illustration avec l'algue brune asiatique *Undaria pinnatifida*. *Journal de la Société de Biologie*, 201(3)

Wallentinus I., 2007. Alien species alert: *Undaria pinnatifida* (wakame or Japanese kelp). ICES COOPERATIVE RESEARCH REPORT, n° 283. 40 pages.

Wu C. Y., Li D. P., Liu H. H., Peng G. & Liu J. X., 2004. Mass culture of *Undaria gametophyte* clones and their use in sporeling culture. *Hydrobiologia*, 512 (1-3): 153-156.

Références Grateloupe

Cabioc'h, J., Castric-Fey, A., L'Hardy-Halos, M.T. & Rio, A., 1997. *Grateloupia doryphora* et *Grateloupia filicina* var. *Luxurians* (Rhodophyta, Halymeniaceae) sur les côtes de la Bretagne. *Cryptogamie Algol.*, 18: 117±137.

Denis C., 2009. Caractérisation de la composition biochimique de la macroalgue rouge *Grateloupia turuturu*; évaluation de ses potentialités de valorisation via un procédé de digestion enzymatique et la purification partielle d'un pigment d'intérêt (R-phycoérythrine). Thèse de Doctorat de l'Université de Nantes. Mention Biotechnologie marine.

Denis, C., Ledorze, C., Jaouen, P. & Fleurence, J., 2009. Comparison of different procedures for the extraction and partial purification of R-phycoerythrin from the red macroalga *Grateloupia turuturu*. *Botanica Marina* 52(3): 278-281.

Gavio, B. & Fredericq, S., 2002. *Grateloupia turuturu* (Halymeniaceae, Rhodophyta) is the correct name of the non-native species in the Atlantic known as *Grateloupia doryphora*. *European Journal of Phycology* 37: 349-360.

Hellio C., Simon-Colin C., Clare A.S. & Deslandes E., 2004. Isethionic acid and floridoside isolated from the red alga, *Grateloupia*



turuturu inhibit settlement of Balanus amphitrite Cyprid larvae. Biofouling 20(3): 139-145.

Marston M. & M. Villalard-Bohnsack, 2002. Molecular variability and potential sources of *Grateloupia doryphora* (Hyalmeniaceae, Rhodophyta), an invasive species in Rhode Island waters (USA). J Phycol 38:659-658.

Plouguerné E., 2006. Étude écologique et chimique de deux algues introduites sur les côtes bretonnes, *Grateloupia turuturu* Yamada et *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt : nouvelles ressources biologiques de composés à activité anti-fouling. Thèse de Doctorat de l'Université de Bretagne Occidentale (UBO). Mention : Chimie marine, 251p.

Plouguerné E., Kikuchi K., Oshima Y., Deslandes E. & Stiger-Pouvreau V., 2006. Isolation of Cholest-5-en-3-ol formate from the Red Alga *Grateloupia turuturu* Yamada and its chemotaxonomic significance. Biochem. Syst. Ecol. 34: 714-717.

Plouguerné, E., Hellio, C., Deslandes, E., Véron, B. & Stiger-Pouvreau, V., 2008. Anti-microfouling activities in extracts of two invasive algae: *Grateloupia turuturu* and *Sargassum muticum*. Botanica Marina 51: 202-208.

Plouguerné E., Trepos R., Jechoux G., Lennon J.F., Deslandes E. & Stiger-Pouvreau V., 2007. An investigation of the presence and variations in abundance of UV-absorbing structures in *Grateloupia turuturu* Yamada (Hyalmeniaceae, Rhodophyta) from Brittany (France). Cryptogamie, Algologie 28(2) : 1-10.

Simon C., Ar Gall E., Levavasseur G. & Deslandes E., 1999. Effects of short-term variations of salinity and temperature on

the photosynthetic response to the red alga *Grateloupia doryphora* from Brittany (France). Botanica Marina 42:437-440.

Simon C., Ar Gall E. & Deslandes E., 2001. Expansion of the red alga *Grateloupia doryphora* along the coasts of Brittany (France). Hydrobiologia 443: 23-29.

Simon-Colin C., Bessières M.-A. & Deslandes E., 2002. An alternative HPLC method for the quantification of floridoside in salt stress cultures of the red alga *Grateloupia doryphora*. J. Appl. Phycol. 14: 123-127.

Simon-Colin C., Kervarec N., Pichon R. & Deslandes E., 2004. Purification and characterization of 4-methane sulfinyl-2-methylamino butyric acid from the red alga *Grateloupia doryphora* Howe. Phytochem. Rev. 3: 367-370.

Verlaque M, Bannock PM, Komatsu T, Villalard-Bohnsack M, Marston M., 2005. The genus *Grateloupia* C. Agardh (Hyalmeniaceae, Rhodophyta) in the Thau Lagoon (France, Mediterranean): a case study of marine plurispecific introductions. Phycologia 44:477-496.

Références Sargasse

Bazes A., 2006. Recherche et valorisation de principes actifs antifouling isolés à partir de 3 macroalgues. Thèse de Doctorat de l'Université de Bretagne sud (UBS). Mention : Biologie. 370p.

Belsher T., 1991 - *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt, sur le littoral français ; synthèse des études 1983-1989. Rapport Ifremer-del 91.25 : 96p.

Belsher T., Pommelec S., 1988. Expansion de l'algue japonaise *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt, sur les côtes françaises de 1983 à 1987. Cahiers de Biologie Marine 29 : 221-231.).

Belsher T., Boyen C, 1983 - Installation du *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt sur les côtes françaises. Problèmes et perspectives au 31 mars 1983. Rapport Ifremer Brest, 67 p.

Castric-Fey A., Girard-Descatoire A., L'Hardy-Halos M.-Th., Derrien-Courtel S., 2001. La vie sous-marine en Bretagne - Découverte des fonds rocheux. Les Cahiers Naturalistes de Bretagne n°3, Conseil Régional de Bretagne, Biotope édit., 176p

Dauvin J.C., 1997. Les biocénoses marines et littorales françaises des côtes atlantique, Manche et mer du Nord. Collection Patrimoines Naturels, Secrétariat de la faune et de la flore/MNHN, Paris, pp 229-250.

Derrien-Courtel S., 2008 L'étude des peuplements subtidiaux rocheux (flore et faune) du littoral breton permet-elle de contribuer à l'évaluation de la qualité écologique du littoral et d'en mesurer les changements dans le temps ? Thèse Muséum National d'Histoire Naturelle, 221p.

Givernaud, T., Cosson, J., & Givernaud-Mouradi, A. 1991. Etude des populations de *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt sur les côtes de Basse-Normandie (France). In: Estuaries and coasts: spatial and temporal intercomparisons. ECSA 19 Symposium, Caen, September 1989, ed. by M. Elliott & J.P. Ducrotoy, 129-132. Fredensborg, Olsen & Olsen, for Estuarine and Coastal Sciences Association (International Symposium Series No. 19).

Gruet Y., Héral M-, Robert J.M., 1976 - Premières observations sur l'introduction de la faune associée au naissain d'huîtres

japonaises *Crassostrea gigas* (Thunberg), importé sur la côte Atlantique française. Cah. Biol. mar.,17, 173-184.

Gruet Y., 1977 - Expansion sur les côtes de la Manche de *Sargassum muticum* grande algue brune originaire du Japon. Penn ar bed, 11, 191-198.

Gruet Y., 1989. Algues des côtes rocheuses de Loire - Atlantique et de Vendée. Richesses naturelles du littoral. Bull. Sec. Sci. Nat. Ouest Fr., Nantes 90 pp.

Gruet Y., «L'algue brune d'origine japonaise *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt envahit la côte française de l'Océan Atlantique après avoir colonisé celles de la Manche». Bull. Sec. Sci. Nat. Ouest Fr., (sous presse).

Ifen, 1994. Crépidule, sargasse et caulerpe, trois espèces proliférantes en milieu marin. Le 4 pages de l'Ifen, n°8, octobre 1994, Ifen, 4 p.

Le Lann K., 2009 - Etude de la biodiversité des Sargassaceae (Fucales, Phaeophyceae) en milieu tempéré et tropical : écologie, chimiotaxonomie et source de composés bioactifs. Thèse de Doctorat de l'Université de Bretagne Occidentale (UBO), sous le sceau de l'Université Européenne de Bretagne (UEB). Mention : Biologie marine, 350 p.

Le Roux A., 1983 - La Sargasse, *Sargassum muticum* dans le Morbihan. Rapport au Conseil Général du Morbihan. 16 p.

Lorraine I., 1989. L'algue japonaise *Sargassum muticum* (Yendo) fensholt. Caractéristiques et répartition. Rapport Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes / Ifremer - Département Environnement Littoral, Brest, 83 p.

Plouguerné E., Le Lann K., Connan S., Jechoux G., Deslandes E. & V. Stiger-Pouvreau (2006) Spatial and seasonal



variations in density, maturity, length and phenolic content of the invasive brown macroalga *Sargassum muticum* along the coast of Western Brittany (France). *Aquatic Botany* 85: 337-344

Plouguerné E., 2006. Étude écologique et chimique de deux algues introduites sur les côtes bretonnes, Grateloupia turuturu Yamada et *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt : nouvelles ressources biologiques de composés à activité antifouling. Thèse de Doctorat de l'Université de Bretagne Occidentale (UBO). Mention : Chimie marine, 251p.

Verlaque M., Boudouresque C.F. & F. Mineur (2007) Oyster transfers: a major vector for macrophyte introductions. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.* 38 : 632

Verlaque M., Ruitton S., Mineur F. & C.F. Boudouresque (2009) CIESM Atlas of Exotic Macrophytes in the Mediterranean Sea. <http://www.ciesm.org/online/atlas/index.htm>

Références Ver parasite

Blanc G., 1994. Biologie du cycle d'*Anguillicola crassus* (Nematoda, Dracunculoidae), contrôle thérapeutique de ses populations. Thèse, Université de Perpignan, Montpellier, 355 p.

Blanc G., Ashworth S.T., 1997. *Anguillicola crassus*, un colonisateur agressif récemment introduit dans les stocks européens d'anguilles. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* Number 344-345, Les introductions d'espèces dans les milieux aquatiques continentaux en métropole: pp 335 – 342.

Brusle J., 1994. L'anguille européenne *Anguilla anguilla*, un poisson sensible aux stress environnementaux et vulnérable à diverses atteintes pathogènes, *Bull. Fr. Pêche Piscic.* Number 335, 1994 L'anguille

européenne Bilan des travaux et expérimentations en cours (Volume 1) : pp 237 – 260.

Koops H., Hartmann F., 1989. *Anguillicola* infestations in Germany and in German eel imports. *J Appl Ichthyol* 1: pp 41-45.

Lefebvre F., Acou A., Poizat G. et Crivelli A. J., 2003. Anguicollosis among silver eels: a 4-year survey in 4 habitats from Camargue (Rhône delta, South of France); *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 368: pp97-108.

Sauvaget B., Fatin D. et Briand C., 2003. Contamination par *Anguillicola crassus* de cinq populations d'anguilles (*Anguilla anguilla*) du littoral de Bretagne sud (France). *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 368 : 21-26.

Références Eponge à Girard

Afli A. & Chenier F. 2002. Etat de santé de la macrofaune benthique et rôle des espèces invasives dans le golfe du Morbihan (Bretagne, France). *Vie et Milieu*, 52: 43-57.

Mat Rashid Z., Lahaye E., Defer D., Douzenel Ph., Perrin B., Bourgougnon N., Sire O., 2009. Isolation of a sulphated polysaccharide from a recently discovered sponge species (*Celtodoryx girardae*) and determination of its anti-herpetic activity. *International journal of biological macromolecules*. *International journal of biological macromolecules*. Ed. Elsevier, Amsterdam, PAYS-BAS, pp. 286-293.

Perez Th.; Perrin B.; Carteron S.; Vacelet J.; Boury-Esnault N., 2006. *Celtodoryx girardae* gen. nov. sp. nov., a new sponge species (Poecilosclerida: Demospongiae) invading the Gulf of Morbihan (North East Atlantic, France). *Cahiers de biologie marine*, vol.47. Ed. de la station biologique, Roscoff, pp. 205-214.

Williamson M. & Fitter A. 1996. The varying success of invaders. *Ecology*, 77: 1661-1666.

Références Ascidie massue

Breton G., Dupont W., 1973. *Styela clava* (Herdmann, 1882), une ascidie nouvelle pour les côtes de la baie de Seine abonde dans le port du Havre (76). *Bulletin Trimestriel de la Société Géologique de Normandie et des Amis du Muséum du Havre* 65 (1978), p. 51.

Carlisle DB (1954). *Styela mammiculata*, a new species of ascidian from the Plymouth area. *J Mar Biol Ass UK* 33:329-334.

Castric A., Girard A. & Michel C., 1987. Roches sous-marines de Bretagne, Flore et Faune fixés. ADMS. Concarneau 5ème édition, 125 p.

Dauvin J.C., 1997. Les biocénoses marines et littorales françaises des côtes atlantique, Manche et mer du Nord. Synthèse, menaces et perspectives. *Collection Patrimoines Naturels*, 31, Paris, Laboratoire de Biologie des Invertébrés Marin et Malacologie / SPN / IEGB / MNHN, p. 376.

Davis, M. H. & M. E. Davis (2007). «The distribution of *Styela clava* (Tunicata, Ascidiacea) in European waters.» *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 342, pp. 182-184.

Davis M.H., Davis M.E. (2006). *Styela clava* (Tunicata, Ascidiacea)— a new addition to the fauna of New Zealand. *Porc Mar Nat Hist Soc News* 20:19-22.

Dupont L., Viard F., Davis MH., Nishikawa T., Bishop JDD, 2009. Pathways of spread of the introduced ascidian *Styela clava* (Tunicata) in Northern Europe, as revealed by microsatellite markers. *Springer sciences*. 15 pages.

Le Roux A., 2006. Aperçu de la flore et de la faune marines du Morbihan ou Golfe de la Morbihan in *Mémoires de la Société Polytechnique du Morbihan*, 132, pp. 259-405.

Michin D., 2009. *Styela clava* Herdman, Asian sea-squirt (Styelidae, Ascidiacea) in DAISIE, Handbook of Alien Species in Europe. pp. 298.

Monniot C. (1970). Sur quatre ascidies rares ou mal connues des côtes de la Manche. *Cahiers de Biologie Marine* 11, pp.145-152

Parker L.E., Culloty S., O' Riordan R.M., Kelleher B., Steele S., and van der Velde G. (1999). Preliminary study on the gonad development of the exotic ascidian *Styela clava* in Cork Harbour, Ireland. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 79, pp. 1141-1142

Références Crépidule américaine

Blanchard, M. (1997). «Spread of the slipper limpet *Crepidula fornicata* (L. 1758) in Europe. Current state and consequences.» *Scientia Marina* 61(2): 109-118.

Blanchard M. 2006. La crépidule. Site web Ifremer. <http://www.ifremer.fr/envlit/>

Blanchard M., Hamon D., Bajjouk T. (2009). La crépidule. Dossier pour la DIREN-Bretagne. Ifremer-Dyneco, 10 pages + carte.

http://www.rebent.org//medias/documents/www/content/documents/Blanchard_Rebent_Natura2000_Crepidules_Ed2009.pdf

Dupont L (2004) Invasion des côtes françaises par le mollusque exotique *Crepidula fornicata* : contribution de la dispersion larvaire et du système de reproduction au succès de la colonisation. Thèse, Université Pierre et Marie Curie, Paris. 124 pages.

Dupont, L., C. Ellien & F. Viard (2007). «Limits to gene flow in the slipper limpet *Crepidula fornicata* as revealed by micro-satellite data and a larval dispersal model.» Marine Ecology Progress Series 349: 125-138.

Grall, J. & J. M. Hall-Spencer (2003). «Problems facing maerl conservation in Brittany.» Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 13(S1): S55-S64.

Guérin L. 2004. La crépidule en rade de Brest: un modèle biologique d'espèce introduite proliférante en réponse aux fluctuations de l'environnement. Thèse, Université de Bretagne Occidentale. 323 p. + annexes.

Hamon D., Blanchard M., Houlgatte E., Blanchet A., Gaffet J.D., Cugier P., Menesguen A., Cann P., Domalain D. et A.G. Hautbois, 2002. Programme Liteau : La crépidule identifier les mécanismes de sa prolifération et caractériser ses effets sur le milieu pour envisager sa gestion. Chantier : Baie de St Brieuc. Rapport final Liteau 1ere tranche ; Rapport Ifremer/del ec, Plouzané ; 70p.

Le Cam S. (2009) Grégarité, changement de sexe et polyandrie : modalités de la reproduction chez une espèce invasive *Crepidula fornicata*. Thèse, Université Pierre & Marie Curie, Paris, 269 pages.

Le Cam, S., J. A. Pechenik, M. Cagnon & F. Viard (2009). «Fast versus slow larval growth in an invasive marine mollusc: does paternity matter?» Journal of Heredity 100(4): 455-464.

Le Pape, O., D. Guérault & Y. Désaunay (2004). «Effect of an invasive mollusc, American slipper limpet *Crepidula fornicata*, on habitat suitability for juvenile

common sole *Solea solea* in the Bay of Biscay.» Marine Ecological Progress Series 277: 107-115.

Richard, J., M. Huet, G. Thouzeau & Y. M. Paulet (2006). «Reproduction of the invasive slipper limpet, *Crepidula fornicata*, in the bay of Brest, France.» Marine Biology 149:789-801..

Thieltges, D. W. (2005). «Impact of an invader: epizootic American slipper limpet *Crepidula fornicata* reduces survival and growth in European mussels.» Marine Ecological Progress Series 286: 13-19.

Références Huître creuse du Pacifique

Comps M, Duthoit JL (1976) Infection virale associée à la « maladie des branchies » de l'huître portugaise *Crassostrea angulata* Lmk. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences. 283, 1595-1596

Ellien C, Thiebaut E, Barnay AS, Dauvin JC, Gentil F, Salomon JC (2000) The influence of variability in larval dispersal on the dynamics of a marine metapopulation in the eastern Channel. Oceanologica Acta 23: 423-442

Gérard A (1998) Avancées récentes sur la reproduction des huîtres. European Aquaculture Society Special Publication 26: 115-119

Grizel H, Heral M (1991) Introduction into France of the Japanese oyster (*Crassostrea gigas*).

ICES Journal of Marine Science 47: 399-403.

Gruet Y., Héral M. & Robert J.-M. 1976. Premières observations sur l'introduction de la faune associée au naissain d'huîtres japonaises *Crassostrea gigas* (Thunberg), importé sur la côte atlantique française. Cahiers de Biologie marine, 17: 173-184.

Hily C. 2009. Prolifération de *Crassostrea gigas* sur les côtes Manche-atlantiques françaises. Rapport final du programme de recherche PROGIG 2006-2009. Programme LITEAU II. Ministère de l'Environnement

Hily C. et Larzillièrre A. 2009. Réflexion sur les bases d'une gestion locale expérimentale de la prolifération de l'huître sauvage *Crassostrea gigas* en Rade de Brest dans le cadre d'usages de loisirs et de gestion d'espaces naturels littoraux protégés. In Rapport final Progig, Ministère de l'Environnement

Lejard M. (2009). Etude du processus invasif de *Crassostrea gigas* en Bretagne : Etat des lieux, dynamique et conséquences écologiques. Thèse de Doctorat Université de Bretagne Occidentale, Brest, Lemar, Institut Universitaire Européen de la Mer. 255 pages. Directeur de thèse C.Hily.

Le Roux J, Boncoeur J (2006) Impact de la prolifération de l'huître creuse sauvage sur les activités conchylicoles et la pêche à pied professionnelle en Bretagne : Etude économique. Rapport PROGIG.

Mann R (1979). Some biogeochemical and physiological aspects of growth and gametogenesis in *Crassostrea gigas* and *Ostrea edulis* grown at sustained elevated temperature. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 59: 95-110

Markert A, Wehrmann A, Kroncke I (2009). Recently established *Crassostrea*-reefs versus native *Mytilus*-beds: differences in ecosystem engineering affects the macrofaunal communities (Wadden Sea of Lower Saxony).

Références Bryozoaire *Tricellaria*

Breton G. & d'Hondt J.L. (2004, paru 2005). *Tricellaria inopinata* d'Hondt et Occhipinti Ambrogio, 1985 (Bryozoa : Cheilostomatida) dans le port du Havre (Manche orientale). Bull. Soc. géol. Normandie et Amis du Muséum du Havre, 91 (2) : pp 67-72.

De Blauwe H. (2001). Determinatie en verspreiding van *Tricellaria inopinata* d'Hondt & Occhipinti Ambrogio (Bryozoa, Cheilostomatida), een recente immigrant uit het boorden van de Stille Oceaan. Het Zeepard, 62 (3) : pp 73-88.

De Blauwe H. (2009). Mosdiertjes van de Zuidelijke Bocht van de Noordzee. Vlaams Instituut voor de Zee, Ostende, 464 p.

De Blauwe H. & Faasse M. (2001). Extension of the range of the Bryozoans *Tricellaria inopinata* and *Bugula simplex* in the North-East Atlantic Ocean (Bryozoa : Cheilostomatida). Nederl. Faunist. Mededel, 14, pp 103-112.

Dyrynda P.E.J., Fairall V.R., Occhipinti Ambrogio A. & d'Hondt J.-L. (2000). The distribution, origins and taxonomy of *Tricellaria inopinata* d'Hondt & Occhipinti Ambrogio, an invasive bryozoan new to the Atlantic. J. Nat. Hist., 34 : pp 1996-2006.

Fernandez-Pulpeiro E., Cesar-Aldariz J. & Reverter-Gil O. (2001). Sobre la presencia de *Tricellaria inopinata* d'Hondt & Occhipinti Ambrogio, 1985 (Bryozoa, Cheilostomatida) en el litoral gallego (N.O. Espana). Nova Acta Cien. Compostelana (Biol.), 11 : pp 207-213.

Hondt J.L. d' (sous presse, a). Les introductions et transplantations de Bryozoaires exotiques. In : Plantes et animaux voya-

geurs, M.-F. Diot & B. de Foucault (eds.), Editions du CTHS, Paris (congrès annuel 2005 du CTHS à La Rochelle).

Hondt J.L. d' (sous presse, b). Bryozoaires invasifs : quelques exemples. Bull. Soc. Sc. Hist. Nat. Corse.

Hondt J.L. d' (1999). Les invertébrés marins méconnus. Editions de l'Institut Océanographique, Paris, 445 p.

Hondt J.L. d' & Occhipinti Ambrogio A. (1985). *Tricellaria inopinata* n. sp., un nouveau Bryozoaire Cheilostome de la faune méditerranéenne. P.S.Z.N.I.: Marine Ecology, 6 (1): 35-46.

Hondt J.L. d', Occhipinti Ambrogio A. & Goyffon M. (2003). Etude comparée du polymorphisme électrophorétique chez deux familles de Bryozoaires Cellularines : les Candidae et les Bugulidae. Bull. Soc. zool. Fr., 138 (3) : 161-183.

Marchini A., Cunha M.R. & Occhipinti Ambrogio A. (2007). First observations on bryozoans and entoprocts in the Ria de Aveiro (N W Portugal) including the first record of the Pacific invasive cheilostome *Tricellaria inopinata*. Mar. Ecol., 28 (suppl. 1): 154-160.

Occhipinti Ambrogio (1991). The spread of *Tricellaria inopinata* into the lagoon of Venice: an ecological hypothesis. In: Bryozoaires actuels et fossiles: Bryozoa living and fossil, F.P. Bigey & J.-L. d'Hondt (eds.), Bull. Sc. Nat. Ouest Fr., Mém. H.S. 1: 299-306.

Reverter-Gil O. & Fernandez-Pulpeiro E. (2001).- Inventario y Cartografía de los Briozoos marinos de Galicia (N.O. de Espana). Monografias de NAAC, Biología, 1, Universidade de Santiago de Compostela : 1-243.

Références Le mercierelle

Camus P., Compere Ch., Blanchet A., Dimeet J., Hamon D., Lacotte N., Peleau M. et Lasalle E., 2000. *Ficopomatus enigmaticus*: écologie, répartition en France et Bretagne, nuisances et moyens de lutte sur le site atelier du port de Vannes. Rapport de contrat Ifremer – Ville de Vannes, 50 p.

Compere C., Peleau M., Camus P., Blanchet A., Hamon D., 2005. Moyens de lutte contre le ver *Ficopomatus enigmaticus*. Journées du réseau national biofilm, Lorient.

Dixon D.R. 1981: Reproductive biology of the Serpulid *Ficopomatus (Mercierella) enigmaticus* in the Thames estuary, S.E. England. J. mar. biol. Ass. U.K., 61 : pp 805-815.

Dauvin, J.-C. (édit.) 1997 : Les biocénoses marines et littorales françaises des côtes Atlantique, Manche et Mer du Nord - Synthèse, menaces et perspectives. Laboratoire de Biologie des invertébrés Marins et Malacologie – Service du Patrimoine naturel/ IEGB/MNHN, Paris, 376 p.

Fauvel, P. 1927 : Faune de France : 16 Polychètes sédentaires. Office central de Faunistique, Paris, Librairie de la Faculté des Sciences, pp359-361

Martinez-Taberner, A. et al. 1993: Colonization, structure and growth of *Ficopomatus enigmaticus* cf. TEN HOVE & WEERDENBURG (polychaeta, Serpulidae) in the Albufera of Menorca, Balearic Islands. Verh. Internat. Verein. Limnol. 25: p p1031-1034.



Celtodoryx girardae en zone intertidale / © Perrin Bertrand

Liste des espèces marines introduites de Bretagne

Liste établie en collaboration avec : **Michel Blanchard, Philippe Gouletquer, Dominique Hamon, Patrick Le Mao, Elisabeth Nézan** (Ifremer), **Franck Gentil, Nathalie Simon, Frédérique Viard** (Station biologique de Roscoff), **Erwan Ar Gall, Jacques Grall, Christian Hily, Michel Le Duff, Valérie Stiger-Pouvreau** (IUEM Brest), **Anthony Acou, Sandrine Derrien-Courtet, Eric Feunteun, Jean-Loup d'Hondt** (MNHN), **Alain Canard, Frédéric Ysnel** (Université Rennes I), **Bertrand Perrin** (Université Bretagne Sud Vannes), **Jacqueline Cabioc'h, Yves Gruet, Auguste Le Roux** (retraités

d'organismes scientifiques) et mise en forme par Julie Pagny (GIP Bretagne environnement), en l'état des connaissances en **mars 2010**. Cette liste a été validée en mai 2010 par le Conseil scientifique régional du patrimoine naturel de Bretagne.

Liste des départements concernés : Calvados (14), Côtes d'Armor (22), Finistère (29), Gironde (33), Ille-et-Vilaine (35), Loire-Atlantique (44), Manche (50), Morbihan (56), Seine Maritime (76), Vendée (85).

La présente liste s'appuie sur le travail de synthèse élaborée par Gouletquer P., Bachelet G., Sauriau P. G. et Noël P., 2002. Open Atlantic Coast of Europe - A century of introduced species into french waters. E. Leppäkoski et al. (eds.), Invasive Aquatic Species of Europe, 276-290

La méthodologie d'élaboration de la liste est explicitée en page 4 de ce document..

Abréviations pour «Statut actuel dans la zone d'étude» : **D** disparue / **nonR** reproduction non prouvée / **R** reproduction certaine / **ENV** envahissante / **INV** invasive **abréviations pour «Impacts documentés»** : **BIO** biodiversité / **ECO** économique / **SA** sanitaire

La nomenclature utilisée dans ce document repose sur les informations fournies par le World Register of Marine Species sur le site www.marinespecies.org

Nom scientifique	Auteur	Nom vernaculaire	Présence connue en Bretagne 22 29 35 56	Présence connue dans les eaux périphériques 14 50 44 85 17 33	Statut actuel dans la zone d'étude	commentaires
<i>Unicellulaire royaume Protozoa > phylum protozoa incertae sedis > genre Marteilia</i>						
<i>Marteilia refringens</i>	(Grizel et al., 1974)		toutes côtes bretonnes		D avec huître plate dans le Golfe Morbihan	cryptogénique, parasite
<i>Unicellulaire royaume Protozoa > phylum Haptosporidia > genre Bonamia et Haptosporidium</i>						
<i>Bonamia ostreae</i>	Pichot et al., 1979	bonamie de l'huître plate	toutes côtes bretonnes	50	R	parasite
<i>Haptosporidium nelsoni</i>	Couch et al., 1966	haptosporidie de Nelson	29 56		R	parasite
<i>Unicellulaire flagellé planctonique royaume Protozoa > phylum Myozoa > classe Dinophyceae</i>						
<i>Alexandrium affine</i>	(Inoue et Fukuyo, 1985) Balech, 1985	alexandrium affine	29 56	44	nonR	
<i>Alexandrium leei</i>	Balech, 1985	alexandrium de Lee	29		R	
<i>Alexandrium minutum</i>	Halim, 1960	alexandrium nain	29 35 56	44	INV	cryptogénique
<i>Karenia brevisulcata</i>	(F.H. Chang, 1999) G. Hansen et Moestrup, 2000		29		nonR	cryptogénique
<i>Karenia papilionacea</i>	Haywood & Steidinger, 2004		29		nonR	
<i>Karenia umbella</i>	de Salas, Bolch et Hallegraef, 2004		29 56		nonR	
<i>Takayama tasmanica</i>	de Salas, Bolch et Hallegraef, 2003		29 56		nonR	
<i>Eponge royaume Animalia > phylum Porifera > classe Demospongiae</i>						
<i>Celtodoryx girardae</i>	Perez, Perrin, Carteron, Vacelet, & Boury-Esnault, 2006	celtodoryx de Girard	Golfe du morbihan, faille du Croesty Ria d'Étel (56)	Bassin d'Arcachon	ENV	
<i>Bryzoaire royaume Animalia > phylum Bryozoa > classe Gymnolaemata</i>						
<i>Bugula neritina</i>	(Linnaeus, 1758)	bugule brune	Bretagne nord ? Toute Bretagne sud	14 76	INV (côtes sud de l'Angleterre notamment depuis 2000)	
<i>Bugula stolonifera</i>	Ryland, 1960	bugule à stolon	56	14 33 (Arcachon)	INV	
<i>Caulibugula zanzibarensis</i>	Waters, 1913	bugule de Zanzibar	non	33 (Arcachon)	R - INV fortement potentielle	
<i>Tricellaria inopinata</i>	d'Hondt & Occhipinti Ambrogio, 1985	bryzoaire inopiné	56	Normandie	R	
<i>Victorella pavida</i>	(Saville Kent, 1870)	victorelle timide	22 29 35 56	44 50	R	cryptogénique, espèce d'eau saumâtre
<i>Watersipora subovoidea</i>	(d'Orbigny, 1852)		22 (Saint Jacut de la mer)	50	nonR	
<i>Watersipora subtorquata</i>	(d'Orbigny, 1852)	bryzoaire encroûtant orange	29 56	44 50	R	

Nom scientifique	Auteur	Nom vernaculaire	Présence connue en Bretagne 22 29 35 56	Présence connue dans les eaux périphériques 14 50 44 85 17 33	Statut actuel dans la zone d'étude	commentaires
<i>Méduse royaume Animalia > phylum Cnidaria > classe Hydrozoa</i>						
<i>Blackfordia virginica</i>	Mayer, 1910	méduse de Mer Noire	29 56	44 50	INV	cryptogénique
<i>Cordylophora caspia</i>	(Pallas, 1771)	cordylophore caspienne	22 35	50	INV	espèce d'eau saumâtre
<i>Gonionemus vertens</i>	(Gosse, 1853)		29	50 85	ENV	
<i>Nemopsis bachei</i>	Agassiz, 1849		non	44 50	INV	
<i>Anémone royaume Animalia > phylum Cnidaria > classe Anthozoa</i>						
<i>Diadumene cincta</i>	Stephenson, 1925	anémone flammée	toutes côtes bretonnes	44	R	
<i>Diadumene lineata</i>	(Verrill, 1869)	anémone asiatique lignée	toute Bretagne nord et 56	44 50 85 et les Îles anglo-normandes	R	
<i>Vers rond royaume Animalia > phylum Nématoda > classe Secernentea</i>						
<i>Anguillicola crassus</i>	Kuwahara, Niimi & Itagaki, 1974		29 56	44 50	INV	parasite
<i>Vers polychètes royaume Animalia > phylum Annelida > classe Polychaeta</i>						
<i>Boccardia semibranchiata</i>	Guérin, 1990	boccardie	29 56	44	R	
<i>Ficopomatus enigmaticus</i>	(Fauvel, 1923)	mercierelle	toutes côtes bretonnes	44 50	INV	
<i>Goniadella gracilis</i>	(Verrill, 1873)	goniadelle gracile	29 56	?	nonR	
<i>Hydroides dianthus</i>	(Verrill, 1873)	serpule nord-américaine	toutes côtes bretonnes	44 50	R	
<i>Neodexiospira brasiliensis</i>	(Grube, 1872)	spirobe brésilienne	56		nonR	
<i>Pileolaria berkeleyana</i>	(Rioja, 1942)	spirobe de Berkeley	toute Bretagne nord, 56		R	cryptogénique
<i>Vers plat royaume Animalia > phylum Plathelminthes > classe Monogenea</i>						
<i>Pseudodactylogyrus anguillae</i>	(Yin & Sproston, 1948)		29 56	44 50	R	parasite
<i>Vers plat royaume Animalia > phylum Plathelminthes > classe Turbellaria</i>						
<i>Pseudostylochus ostreophagus</i>	(Hyman, 1955)		29 56	44 50	nonR	parasite
<i>Mollusque bivalve royaume Animalia > phylum Mollusca > classe Bivalvia</i>						
<i>Crassostrea gigas</i>	(Thunberg, 1793)	huître creuse du Pacifique	toutes côtes bretonnes	44 50 85 et Îles anglo-normandes	INV	C. gigas conspécifique de C. angulata
<i>Ensis directus</i>	(Conrad, 1843)	couteau américain	non	14 50	INV	
<i>Lymnaea pedicellatus</i>	(de Quatrefages, 1849)		56	?	R	cryptogénique
<i>Mercenaria mercenaria</i>	(Linnaeus, 1758)	clame	(22 ?) 29 56	44 50 85	nonR	
<i>Mya arenaria</i>	(Linnaeus, 1758)	mye	toutes côtes bretonnes	44 50	R	
<i>Mytilopsis leucophaeata</i>	(Conrad, 1831)	fausse moule brune	22 35 56	14 44	INV	espèce d'eau saumâtre
<i>Mizuhopecten yessoensis</i>	(Jay, 1856)	pétoncle japonais	22 29	44 50	nonR	
<i>Ruditapes philippinarum</i>	(Adams & Reeve, 1850)	palourde japonaise	toutes côtes bretonnes	44 50 et Îles anglo-normandes	INV	
<i>Teredo navalis</i>	Linné, 1758	taret naval	35 56	50 et Îles anglo-normandes	R	cryptogénique
<i>Mollusque gastéropode royaume Animalia > phylum Mollusca > classe Gastropoda</i>						
<i>Crepidula fornicata</i>	(Linnaeus, 1758)	crépidule américaine	toutes côtes bretonnes	44 50 et Îles anglo-normandes	INV	
<i>Cyclope neritea</i>	(Linnaeus, 1758)	nasse neritoïde	22 29 56	44	R	
<i>Fusinus rostratus</i>	(Olivi, 1792)		22 29	14 50	R	
<i>Gibbula albida</i>	(Gmelin, 1791)	gibbule blanchâtre	22 29 56	44 50 85	INV	
<i>Pisina glabrata</i>	(Von Mühlfelot, 1824)	pisinne glabre	35		nonR, trouvé qu'une coquille	identification spécifique incertaine
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	(Gray, 1843)	hydrobie de Nouvelle-Zélande	22 35	50 et Îles anglo-normandes	nonR	espèce d'eau saumâtre
<i>Pteropurpura inornatus</i>	(Récluz, 1851)	bigorneau perceur japonais	22 35 56	44 50	INV	
<i>Rapana venosa</i>	(Valenciennes, 1846)	rapana veiné	29 56	44		en cours d'observation pourrait s'établir
<i>Urosalpinx cinerea</i>	(Say, 1822)		56	Îles anglo-normandes	R	

Nom scientifique	Auteur	Nom vernaculaire	Présence connue en Bretagne 22 29 35 56	Présence connue dans les eaux périphériques 14 50 44 85 17 33	Statut actuel dans la zone d'étude	commentaires
<i>Crustacé décapode royaume Animalia > phylum Arthropoda > subphylum Crustacea > classe Malacostraca</i>						
<i>Hemigrapsus takanoi</i>	Asukura & Watanabe 2005	crabe à pinces	29 56	14 44	INV	
<i>Hemigrapsus sanguineus</i>	(De Haan, 1835)	crabe sanguin	non	50 (île de Tatihou)	INV	
<i>Homarus americanus</i>	H. Milne Edwards, 1837	homard américain	toutes côtes bretonnes	44 50	R	
<i>Marsupenaeus japonicus</i>	(Bate, 1888)	crevette kuruma	56	44	nonR	
<i>Palaemon macrodactylus</i>	Rathbun, 1902	crevette à grande pince	non	44, 33	INV	
<i>Rhithropanopeus harrisi</i>	(Gould, 1841)	crabe de vase	29 56	44 50 76	INV	
<i>Crustacé amphipode royaume Animalia > phylum Arthropoda > subphylum Crustacea > classe Malacostraca</i>						
<i>Monocorophium sextonae</i>	(Crawford, 1937)	corophie de Sexton	toutes côtes bretonnes	44 50 et Îles Anglo-normandes	R	
<i>Crustacé isopode royaume Animalia > phylum Arthropoda > subphylum Crustacea > classe Malacostraca</i>						
<i>Limnoria lignorum</i>	(Rathke, 1799)	limnorie du bois	22 35	50	R	cryptogénique, post 1957 : L. lignorum divisé en L. quadripunctata / tripunc- tata / lignorum
<i>Limnoria quadripunctata</i>	Holthuis, 1949	limnorie à quatre points	56	50 et Îles Anglo-normandes	R	
<i>Limnoria tripunctata</i>	Menzies, 1951	limnorie à trois points	56	?	R	
<i>Crustacé stomatopode royaume Animalia > phylum Arthropoda > subphylum Crustacea > classe Malacostraca</i>						
<i>Odontodactylus scyllarus</i>	(Linnaeus, 1758)	squille multicolore	35	non	R	
<i>Crustacé copépode royaume Animalia > phylum Arthropoda > subphylum Crustacea > classe Maxillopoda</i>						
<i>Acartia tonsa</i>	Dana, 1849		56	14 (44 ?)	R	cryptogénique
<i>Midicola spinosus</i>	(Raffaele & Monticelli, 1885)		29 56	44 50	R	copépode parasite
<i>Mycicola ostreae</i>	Hoshina & Sugiura, 1953		29, 56	44	R	copépode parasite
<i>Mytilicola intestinalis</i>	Steuer, 1902		toutes côtes bretonnes	44 50	INV	copépode parasite
<i>Mytilicola orientalis</i>	Mori, 1935		29 56	44 50	R	copépode parasite
<i>Crustacé cirripède royaume Animalia > phylum Arthropoda > subphylum Crustacea > classe Maxillopoda</i>						
<i>Balanus amphitrite amphitrite</i>	Darwin, 1854	balane rose	29 35 56	50 85	INV	
<i>Balanus eburneus</i>	Gould, 1841	balane ivoire	29 56	(44 ?) 50 85	R	
<i>Balanus improvisus</i>	Darwin, 1854	balane bernache	toutes côtes bretonnes	44 50 85 et Îles anglo-normandes	INV	
<i>Elminius modestus</i>	Darwin, 1854	balane croix de Malte	toutes côtes bretonnes	44 50 et Îles Anglo-normandes	ENV	
<i>Solidobalanus fallax</i>	(Broch, 1927)	balane feinte	22 35 56	Îles anglo-normandes, 50	R	cryptogénique
<i>Ascidie royaume Animalia > phylum Chorda > subphylum Tunicata > classe Ascidiacea</i>						
<i>Botrylloides violaceus</i>	Oka, 1927	botrylle violet	22 35 56	?	R	
<i>Corella eumyota</i>	Traustedt, 1882		22 29 56	44 50 et Îles anglo-normandes	INV	
<i>Molgula manhattensis</i>	(De Kay, 1843)	molgule de Manhattan	toutes côtes bretonnes	44 50 85	INV	cryptogénique
<i>Perophora japonica</i>	Oka, 1927	pérophore du Japon	toutes côtes bretonnes	44 50 et Îles anglo-normandes	INV	
<i>Styela clava</i>	(Herdman, 1881)	ascidie massue	toutes côtes bretonnes	44 50 85 et Îles anglo-normandes	INV	
<i>Poisson royaume Animalia > phylum Chorda > subphylum Vertebrata > superclasse Gnathostomata > classe Actinopterygii</i>						
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	(Walbaum, 1792)	truite arc-en-ciel	22 35	50	nonR	
<i>Algue unicellulaire flagellé planctonique royaume Chromista > sousroyaume Chromobiota > infraroyaume Heterokonta > phylum Ochrophyta > classe Raphidophyceae</i>						
<i>Fibrocapsa japonica</i>	Toriumi & Takano, 1973	fibrocapsule du Japon	29 56	14 44	R	
<i>Heterosigma akashiwo</i>	(Y. Hada, 1967) Y. Hada ex Y. Hara & M. Chihara, 1987		29 56	44	nonR	
<i>Diatomée planctonique royaume Plantae > sousroyaume Chromobiota > infraroyaume Heterokonta > phylum Bacillariophyta > classe Bacillariophyceae</i>						
<i>Pseudo-nitzschia multistriata</i>	(Takano, 1993) Takano, 1995		22 29 35		nonR	

Nom scientifique	Auteur	Nom vernaculaire	Présence connue en Bretagne 22 29 35 56	Présence connue dans les eaux périphériques 14 50 44 85 17 33	Statut actuel dans la zone d'étude	commentaires
<i>Ceramiales</i> Macro algue rouge fixée royaume Plantae > sousroyaume Biliphyta > division Rhodophyta > classe Florideophyceae						
<i>Anotrichium furcellatum</i>	(J. Agardh) Baldock, 1976		toutes côtes bretonnes	44 50	R	
<i>Antithamnion densum</i>	(Suhr) Howe, 1914		Iroise et toute Bretagne sud	44 50	R	
<i>Antithamnionella spirographidis</i>	(Schiffner) Wollaston, 1968		toutes côtes bretonnes	44 50	R	
<i>Antithamnionella ternifolia</i>	(J.D. Hooker & Harvey) Lyle, 1922		toutes côtes bretonnes	44 50	R	
<i>Heterosiphonia japonica</i>	Yendo, 1920	hétérosiphonie du Japon	toutes côtes bretonnes	44 50	R et potentiellement ENV dans le 22	
<i>Laurencia brongniartii</i>	J. Agardh, 1841	laurencia de Brongniart	toutes côtes bretonnes	44 50	D	
<i>Pleonosporium caribaeum</i>	(Borgesen) Norris, 1985		toutes côtes bretonnes	44 50	INV	cryptogénique
<i>Bonnemaisoniales</i> Macro algue rouge fixée royaume Plantae > sousroyaume Biliphyta > division Rhodophyta > classe Florideophyceae						
<i>Asparagopsis armata</i>	Harvey, 1855	algue à harpons	toutes côtes bretonnes	44 50	R	
<i>Bonnemaisonia hamifera</i>	Hariot, 1891	algue à crochet	toutes côtes bretonnes	44 50	R	
<i>Gigartinales</i> Macro algue rouge fixée royaume Plantae > sousroyaume Biliphyta > division Rhodophyta > classe Florideophyceae						
<i>Caulacanthus ustulatus</i>	(Turner) Kützinger, 1843	caulacanth brûlée	toutes côtes bretonnes	44	INV dans le 29, et 56	
<i>Hypnea musciformis</i>	(Wulfen) Lamouroux, 1813	hypnée en forme de mousse	non		D	
<i>Gracilariales</i> Macro algue rouge fixée royaume Plantae > sousroyaume Biliphyta > division Rhodophyta > classe Florideophyceae						
<i>Gracilaria vermiculophylla</i>	Ohmi, 1956	gracilaire à feuilles vermiculées	toutes côtes bretonnes		R	espèce d'eau saumâtre
<i>Halymeniales</i> Macro algue rouge fixée royaume Plantae > sousroyaume Biliphyta > division Rhodophyta > classe Florideophyceae						
<i>Grateloupia turuturu</i>	Yamada, 1941	grateloupe turuturu	toutes côtes bretonnes	44 50 85	ENV potentiellement INV	
<i>Grateloupia subpectinata</i>	Holmes, 1912	grateloupe luxuriante	29 56		R	
<i>Polyopes lancifolius</i>	(Harvey) Kawaguchi & Wang 2002		56		R	
<i>Rhodymeniales</i> Macro algue rouge fixée royaume Plantae > sousroyaume Biliphyta > division Rhodophyta > classe Florideophyceae						
<i>Lomentaria hakodatensis</i>	Yendo, 1920		toutes côtes bretonnes	44 50	R	
<i>Macro algue brune fixée royaume Plantae > sousroyaume Chromobiota > infraroyaume Heterokonta > phylum Heterokontophyta > classe Phaeophyceae</i>						
<i>Colpomenia peregrina</i>	(Sauvageau) Hamel, 1937	voleuse d'huître	toutes côtes bretonnes	44 50	INV	
<i>Sargassum muticum</i>	(Yendo) Fensholt, 1955	sargasse	toutes côtes bretonnes	44 50	potentiellement INV	
<i>Undaria pinnatifida</i>	(Harvey) Suringar, 1873	wakame	toutes côtes bretonnes	44 50	INV	
<i>Macro algue verte fixée royaume Plantae > sousroyaume Viridaeplantae > division Chlorophyta > classe Bryopsidophyceae</i>						
<i>Codium fragile</i> spp. fragile	Suringar (Hariot), 1889		toutes côtes bretonnes	44 50	R	

Le GIP Bretagne environnement

Les problématiques environnementales sont nombreuses et les enjeux associés parfois très importants, qu'ils soient environnementaux, économiques ou sociaux. Du citoyen au décideur public ou privé, tout le monde est concerné et amené à faire des choix ayant un impact sur la qualité de notre environnement.

La raison d'être du groupement d'intérêt public Bretagne environnement est de permettre à chacun de trouver les renseignements qu'il recherche sur l'environnement en Bretagne, afin de développer ses connaissances et d'être aidé dans ses prises de décisions.

Cette mission a été confiée à Bretagne environnement par l'Etat et le Conseil régional de Bretagne, membres créateurs du GIP

GIP Bretagne environnement
12 rue Kerautret-Botmel,
bât. C 35000 Rennes
Tél. 02 99 35 45 80 Fax 02 99 41 73 54
contact@bretagne-environnement.org

L'Observatoire de la biodiversité et du patrimoine naturel en Bretagne

La Bretagne possède un patrimoine naturel riche et diversifié. Cette diversité dans les espaces terrestres et maritimes est aujourd'hui fragilisée. Tout en maintenant et développant les activités, il faut protéger et conserver cet environnement exceptionnel. Chaque citoyen est concerné par la préservation du patrimoine naturel.

L'observatoire de la biodiversité et du patrimoine naturel en Bretagne, est une plateforme de réflexion et d'information qui mutualise la connaissance des experts. Son objectif est d'expliquer les problématiques et les enjeux liés à la préservation de la biodiversité et du patrimoine naturel dans un but d'aide à la décision.

Cet observatoire est porté par le GIP Bretagne environnement.