



51 ans depuis l'échouage du *Torrey Canyon* et 40 ans après la catastrophe de l'*Amoco Cadiz* : l'occasion d'un bilan historique

Hervé FERRIÈRE

L'an passé a eu lieu le cinquantenaire de l'échouage du superpétrolier *Torrey Canyon*. Mais l'événement est passé quasiment inaperçu. Les quelques manifestations scientifiques¹ et les rares publications d'albums photographiques rappelant les 40 ans de la catastrophe de l'*Amoco Cadiz* nous donnent l'occasion de revenir, dans les pages d'une des toutes premières revues scientifiques à avoir parlé du sujet, sur la première période de l'histoire des pollutions marines par le pétrole (de 1859 à 1900) et sur un « quiproquo » dramatique né en même temps.

La première marée noire médiatisée...

Il y a 51 ans, le 18 mars 1967, le *Torrey Canyon*, s'échoue à quelques miles des îles Sorlingues, en vue des côtes galloises. Son commandant, pressé de rejoindre son port de destination, a lancé son navire à pleine vitesse en direction de récifs pourtant bien connus des navigateurs. Le navire, brisé en deux, déverse aussitôt dans les eaux froides de la Manche une partie de ses 120 000 tonnes de pétrole brut. Les flots couleur émeraude virent brutalement au brun lisier. Le gouvernement britannique tente de réagir au plus vite. La Royal Air Force bombarde l'épave. On espère brûler le pétrole qui continue à s'écouler. Les tentatives pour bloquer les nappes huileuses en mer s'avèrent vaines. Sur la côte, on fait appel à des produits mis à disposition par

l'industrie pétrolière nationale pour nettoyer les rochers. Mais les détergents utilisés s'avèrent très vite plus nocifs encore que les polluants. Les scientifiques de la vieille station de biologie marine de Plymouth² – toute proche – essaient d'abord d'éviter la catastrophe et en même temps de comprendre les effets du pétrole sur le vivant. Il s'agit pour eux d'une véritable expérience « grandeur nature » et, comme telle, ils cherchent d'abord à collecter un maximum de données. Quelques jours plus tard, dès que les nappes de pétrole brut apparaissent sur les plages du Finistère – défiant les pronostics des autorités –, ils viennent prêter main-forte à leurs collègues français. Mais toutes les mesures envisagées de ce côté-ci de la Manche ne permettent pas non plus d'éviter ce qu'un journaliste du *Télégramme de Brest* nomme, pour la première fois de l'histoire, une « marée noire ». L'expression va, malheureusement, connaître le succès que l'on connaît.

1. <http://amococadiz40ans.fr/Programme.html>

2. Ouverte en 1888 par E. R. Lankester (1847-1929).



NOAA



NOAA

Le naufrage de l'Amoco Cadiz en 1978 a été un moment marquant de l'histoire des grandes pollutions maritimes.

La presse du pays ne parle plus que de ça. Le journal télévisé, produit tout récent de l'ORTF, fait son ouverture avec des images de cormorans englués en train de se noyer... Le choc est terrible. Les populations locales s'arment de pelles, de seaux, de bottes et ramassent ce qu'elles peuvent. Les protecteurs de la nature et les scientifiques tentent de sauver un maximum d'oiseaux englués. Une partie des locaux de la récente faculté des sciences de Brest (et, en son sein, les bureaux d'une association déjà ancienne, la SEPNB) est réquisitionné pour les soigner. Comme chez les Anglais, l'armée intervient. Mais il est déjà clair pour beaucoup de gens que cette catastrophe n'est rien d'autre que la première d'une longue série. L'avenir leur donnera raison : l'*Olympic Bravery*

et le *Boehlen* en 1976, l'*Amoco Cadiz* en 1978 bien sûr, le *Tanio* en 1980, et enfin de l'*Erika* en 1999...

Mais, au mois de mars 2017, qui aura entendu parler de ce triste cinquantenaire ? En février 2018, aucun colloque ni séminaire universitaire n'a encore été signalé. Nous aurons peut-être un petit communiqué émanant d'un quelconque secrétariat d'État, un émouvant reportage photographique sur les grandes marées noires du siècle dernier dans les journaux locaux...

Alors que le pétrole est le produit qui a le plus contribué aux changements récents de la biosphère (McNeil, 2010) et à l'avènement de cet « anthropocène » dont on nous parle depuis peu (Bonneuil et Fressoz, 2013), alors qu'on nous parle du

« continent de plastique » qui tournoie dans l'océan Pacifique Nord, il semble bien que nous soyons frappés d'une forme d'amnésie collective. Est-ce le signe d'un manque d'intérêt pour les pollutions marines en général, ou bien le résultat d'un très ancien quiproquo ? L'histoire des pollutions aquatiques pourraient bien nous aider à répondre. Même si nous nous contentons de raconter la période qui, de 1859 à 1900, aboutit à la mise en évidence des effets du pétrole sur les êtres vivants, nous allons en effet avoir quelques surprises...

La première marée noire de l'histoire ?

Dès 1967, ce qu'on nomme avec condescendance le « grand public » s'émeut et s'inquiète de voir l'absence d'efficacité, d'anticipation et de moyens de l'État face à ce genre de situation. Mais surtout, certains témoins mieux renseignés rappellent que le premier « accident » de ce type a eu lieu quasiment au même endroit 60 ans avant. Le vendredi 13 décembre 1907 – cela ne s'invente pas –, la plus grande goélette en acier jamais construite, le *Thomas H. Lawson*, a déversé 8 000 tonnes de pétrole après son échouage lors d'une tempête. On évalue que 100 000 macareux meurent à cause de la pollution.

Les finistériens, les scientifiques et les protecteurs de la nature demandent alors : depuis ces jours lointains, qu'a-t-on fait, appris et compris réellement ?

La mobilisation des archives nous donnent des réponses qui détonnent dans le discours permanent de déni et de confusion auquel nous nous sommes habitués à la longue. Elle nous permet aussi de réaffirmer que la question des pollutions marines a toujours été sous-estimée et, pire, qu'elle a été, en partie à cause de ces fameuses marées noires, l'objet d'un quiproquo dramatique qui perdure et empêche sans doute de les traiter efficacement : les pollutions marines dues au pétrole proviennent à plus de 90 % des terres et elles ne sont dues ni au hasard ni à des accidents, mais à des activités qui ont été imposées, après de

vives contestations et autant de menaces, comme dans une « joyeuse catastrophe », à la majorité des gens (Fressoz, 2012).

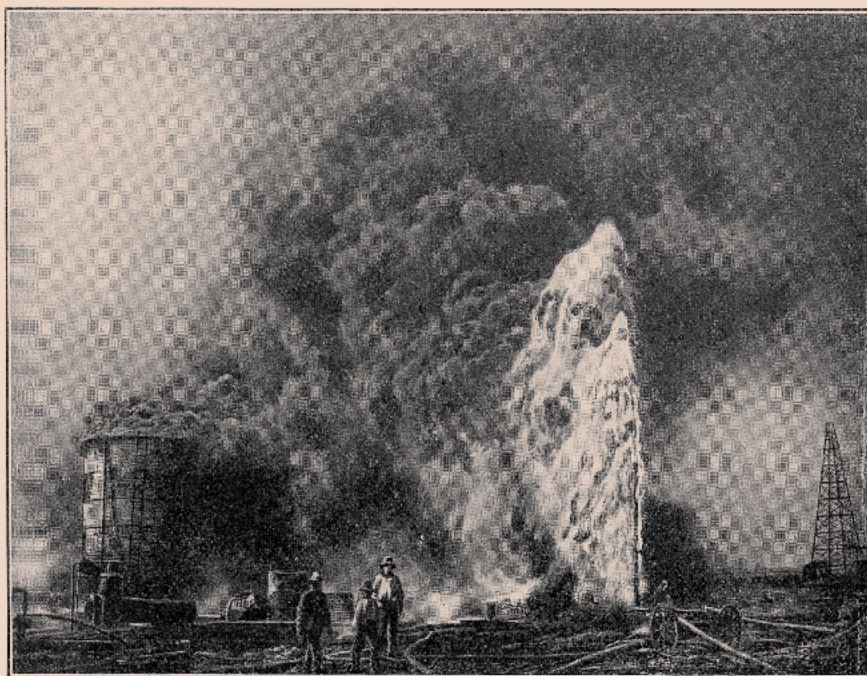
L'Âge des machines et des protestations

La compréhension des effets des pollutions marines par le pétrole est directement issue du développement de recherches scientifiques liées à des questions économiques et politiques puissantes et des demandes sociales fortes. Dès les années 1840, des populations locales (des pêcheurs en rivières et en mer et des conchyliculteurs) font part de nombreuses difficultés dans leur travail. Assez rapidement, ces plaintes et questionnements se retrouvent dans les discours politique, scientifique et juridique. Alors que débute ce qu'on appelle « l'âge des machines », on s'émeut de voir la nature s'appauvrir. Dans le même temps, la science s'autonomise et devient « au moyen de ses réalisations techniques, la première puissance de transformation du monde » (Jarrige, 2016). Des inquiétudes s'expriment aussi un peu partout, en Europe de l'Ouest et du Nord d'abord (dans des pays qui ne sont pas tous en voie de « sur-développement » industriel³), puis aux USA et en Russie. Elles dénoncent les effets de l'intensification de la production sur l'état de la nature et ses soi-disant « ressources ». Une part de la population, souvent aisée (Rome, 1996), relaie ces alarmes, avec des moyens « modernes » : leaders, pétitions, manifestations (Mathis, 2012)... Des sociétés ou associations de protection de la nature sont créées⁴ et recrutent des scientifiques. Sous leur pression, on crée des administrations censées gérer les « ressources naturelles ». Et parfois, des structures privées délimitent, avec la bénédiction de l'État, des réserves naturelles⁵. Ces espaces sont pensés d'abord dans une optique scientifique et élitiste comme un moyen de « sanctuariser » (Acot, 1988) de vastes espaces face à la convoitise des industriels, mais aussi (et surtout !) des populations les plus pauvres (Fressoz *et al.*, 2014). Cette démarche de zonage (toujours dominante depuis les années

3. Une expression que nous reprenons d'I.L. Horowitz (1966) : le sur-développement pourrait être défini comme un modèle économique dans lequel le mode de production est trop important face aux ressources disponibles et s'avère contraire à la survie, à plus ou moins long terme, des populations.

4. Comme en 1854, la Société Impériale zoologique d'acclimatation en France ou en 1865 la Commons Preservation Society en Grande-Bretagne.

5. En 1864 est créé le premier espace protégé au monde dans la vallée du Yosemite (en Californie).



L'INCENDIE D'UN RÉSERVOIR DE PÉTROLE À SPINDLER-TOP (TEXAS).

Un réservoir contenant près de 60000 hectolitres de pétrole ayant pris feu, l'incendie gagna bientôt un puits qui fit explosion. De nombreuses pompes furent mises en batterie pour inonder le brasier ou d'énormes gerbes de flammes se mêlaient à d'épais flocons de fumée noire et suffocante.

1870) vise en fin de compte à rationaliser et à optimiser l'exploitation des « ressources naturelles » (Hays, 1999).

Ce mouvement concerne, entre 1850 et 1900, de nombreux domaines : la destruction des forêts⁶, la création d'« espaces verts » en ville (Mathis, 2012), la mauvaise qualité de l'air urbain (Rome, 1996) – une loi britannique est votée dès 1863 mais elle s'avère peu efficace –, la pureté des montagnes (Scheidegger, 2014), mais aussi – et cela nous rapproche de notre sujet – la dégradation des rivières (Robinson, 1989). Partout, en ces temps de revendications nationalistes, on associe paysage, beauté, pureté, sacré et... amour de la Patrie.

Mais qu'en est-il de la mer ? Vue comme un réservoir sans fond, elle semble capable de tout recevoir et de tout offrir. Éternellement. Pourtant, durant cette même période, on assiste à un changement de représentation.

Il est lié à ces questions économiques et politiques dont nous parlions plus tôt, mais aussi à des problématiques scientifiques et à un intérêt évident du public : pour ne parler que de la France, en 1861 paraît *La mer* de Michelet⁷ et, en 1863, se tient, avec un succès impressionnant, la Première Exposition Internationale de pêche et d'agriculture à Arcachon (Scaps, 2005). Partout en Europe, on s'équipe d'aquariums et le tourisme côtier est de plus en plus à la mode. Les régates populaires se multiplient et concurrencent le yachting bourgeois⁸. On s'adonne à la balnéothérapie⁹ ou la thalassothérapie¹⁰. Ce changement est l'un des résultats de ce « désir du vide » si bien décrit par A. Corbin (Corbin, 1988 et 2004). Ces appétits, ces bouleversements sociaux et ces idées nouvelles concourent au développement des sciences océanographiques. L'océan est vu dorénavant comme un nouvel espace

6. Dès 1852, par exemple une étude scientifique montre que les fumées des usines dégradent les forêts d'Allemagne.

7. D'autres ouvrages sur la mer connaissent le succès durant la même décennie.

8. Par exemple, en 1847 est créée une société de régates à Brest.

9. C'est en 1859 par exemple qu'est créée la station de Deauville.

10. Un terme inventé en 1869 par le docteur de La Bonnardière, médecin à Arcachon.



UNE ÉRUPTION DE PÉTROLE.
UN PUITS JAILLISSANT EN ACTIVITÉ À BIDI-EYNAT, PRÈS DE BAKOU.

*Lorsqu'il jaillit spontanément sous la pression des gaz souter-
rains, le pétrole s'échappe parfois des puits avec une force
terrible. Semblables à un formidable géyser, ses jets, dont la
hauteur atteint jusqu'à 100 mètres, détruisent quelquefois les
canalisations disposées autour des puits pour recevoir le pétrole.*



UN « DERRICK » SURMONTANT UN DES PUITS D'EXTRACTION
À L'ÉTABLISSEMENT NOBEL FRÈRES, À BAKOU (RUSSIE).

de développement, un lieu d'expansion nationale et militaire, un nouveau centre d'intérêt, et non plus seulement comme un « milieu hostile » ou un lieu de « passage ».

La question de la pêche et des pollutions

Pendant la même période, en Californie (McEvoy, 1986), au Royaume Uni, en Norvège, en France (pensons à la crise de la sardine qui débute dans les années 1880 ; Figuiet, 1888), on note une baisse importante des effectifs animaux aussi bien dans les rivières, les lacs que dans les mers (poissons et mollusques), et l'on s'inquiète des phénomènes de pollutions. Des commissions d'enquête sont mises sur pied et émettent des conclusions qui ne répondent pas vraiment aux attentes des pêcheurs mais illustrent parfaitement le déni et la confusion qui règnent déjà sur toutes les questions touchant à la mer. Au Royaume Uni, la *Royal Commission for*

Sea Fisheries explique en 1864 que les « ressources sont inépuisables », et que la baisse des rendements est due à la « trop grande concentration des bateaux de pêche ». Elle propose donc « d'aller pêcher plus loin » et surtout de démanteler les nombreux systèmes de gestion locale des pêches qui « font obstacle à la liberté d'entreprendre » (Réveret, 1991). Cette conclusion est liée d'abord à l'idéologie libérale qui s'impose et ensuite à des fluctuations brutales des pêches. Certaines années, on réalise en effet des « pêches miraculeuses » qu'on ne saura pas expliquer avant de comprendre les raisons de la migrations des poissons (Taton, 1995) et le rôle du plancton – un terme proposé en 1886 – dans ce phénomène (Mills, 2012 ; Roswandowski, 2001). Cette conclusion « optimiste » est pourtant contestée, mais sans effet. La controverse est entretenue, au moins au Royaume Uni, jusqu'au début du XX^e (Glémarec, 2007). Bientôt, les approches statistiques se développent en haute mer et les premiers résultats contredisent l'idée de stocks inépuisables. Mais,



COMMENT ON TRANSPORTE LE PÉTROLE. — UN TRAIN DE WAGONS-CITERNES
DANS UNE STATION AFFECTÉE AU CHARGEMENT.

Afin d'écarter les dangers d'incendie, le transport du pétrole s'effectue dans des trains et des bateaux spéciaux. Mais la construction des voies ferrées entraînant des frais considérables, on a commencé à établir aux États-Unis et en Russie d'immenses réseaux de canalisation amenant le pétrole jusqu'aux ports d'embarquement.

pendant ce temps-là, la surpêche devient effective et la pollution des rivières et des côtes s'installe.

Les protestations contre la « mauvaise » exploitation (on ne parle pas encore de surexploitation) de la mer sont donc évidentes dès 1860. Elles dénoncent la mécanisation « sauvage » de la pêche et son intensification (introduction des chalutiers à vapeur et d'immenses filets : les sennes) censées répondre à la hausse de la demande émanant de grandes villes (reliées dorénavant à la côte par le chemin de fer). Des juristes et des autorités locales relaient rapidement ces plaintes (Conti, 1971) et l'on y répond en organisant des services scientifiques et techniques (préfigurations d'une gestion administrative de la « ressource » marine). En France, une petite structure, liée surtout à la qualité sanitaire des produits de la conchyliculture, apparaît en 1861 (elle deviendra, en 1919, l'*Office Scientifique et Technique de Pêches Maritimes* – ou OSTPM – ancêtre de l'actuelle IFREMER). Aux USA, c'est en 1871 qu'est créée l'*United States Fish Commission* (ou USFC) dont l'une des premières fonctions est de promouvoir le poisson comme aliment et donc d'en assurer l'approvisionnement (Shelford, 1919).

D'autres structures officielles se mettent en place comme dans les pays riverains de la mer du Nord. Elles participent dès 1881, à La Haye, à la première réunion internationale portant sur la question de la régulation des pêches. Cette première réunion de délégués scientifiques et de diplomates aboutit à une Convention internationale pour régler la police de la pêche dans la mer du Nord en dehors des eaux territoriales. Une autre réunion, à Copenhague en 1885, va lancer l'idée de ce qui deviendra, en 1902, l'une des premières organisations scientifiques internationales de l'histoire : le CIEM (*Conseil International pour l'Exploration de la Mer*), une structure, qui réunit au départ huit pays européens¹¹.

On le voit : la preuve du bien-fondé des protestations des pêcheurs réside dans la multiplication de ces dispositifs administratifs et scientifiques. Mais en fait, ceux-ci sont créés après la signature de conventions entre États qui avaient déjà pour but de limiter les tensions autour de la « ressource » en mer¹². On officialise et on finance après coup des démarches initiées par des individus ou des groupes de scientifiques, de « techniciens » et de pêcheurs qui cherchaient à organiser au mieux les pratiques et à répondre aux

11. Danemark, Finlande, Allemagne, Hollande, Norvège, Suède, Russie, Royaume Uni. En 1903, la Belgique les rejoint. En 1912, ce sont les USA. La France y participe seulement en 1920, après la création de l'OSTPM.

12. Traité et Conventions signés entre France et Royaume Uni en 1839 et 1843 afin de définir des zones de pêches, entre USA et Royaume Uni en 1854...



LE LABORATOIRE DE ROSCOFF EN 1890, D'APRÈS UNE GRAVURE DE L'ÉPOQUE.
On voit de gauche à droite les bateaux du laboratoire, le vivier, la salle des aquariums qui n'était, en 1890, qu'un vaste hangar vitré, le jardin et, à l'arrière-plan, l'église de Roscoff.



Le laboratoire de biologie marine de Roscoff en 1920

inquiétudes. Dès le début des années 1850, en Europe, on étudie la reproduction des espèces animales aquatiques pour limiter leur raréfaction : en eau douce (comme à Huningue, dans le Haut-Rhin¹³) et en mer (comme dans des lagunes en Italie). Les scientifiques, parfois à la demande de leur gouvernement, visitent les installations étrangères pour échanger informations et techniques autour de ce qu'on appelle alors en France, la « pisciculture » (Perrier, 1901). Des revues scientifiques, parfois nouvelles, permettent aussi des échanges efficaces et rapides (Levasseur, 2007).

Toujours dans le même mouvement, annonçant l'une des plus fastes époques de la biologie marine (ce qu'on a appelé les « Trente glorieuses de l'océanographie »), sont lancées, sur les mers, les grandes

expéditions, dont la plus célèbre est celle du *Challenger* de 1872 à 1876 (Carpine-Lancré, 1971). Et, sur les continents, débute la « grande course » aux stations marines (en Europe, puis au Japon et aux USA). Rien qu'en France, entre 1870 et 1900, une douzaine de ces stations voient le jour. Ces lieux d'études touchent à de nombreuses questions biologiques (développement, reproduction, physiologie, puis écologie, génétique...), mais servent aussi de centres d'essais techniques pour la pêche¹⁴ et l'aquaculture. C'est aussi dans ces lieux de recherche que l'on comprendra bientôt l'importance de la question des pollutions marines. Le premier centre de ce genre voit le jour en France, en 1859, à Concarneau, sous l'impulsion de V. Coste (1807-1873) (Chatry, 2014).

13. On maîtrise les techniques de pisciculture en eau douce depuis beaucoup plus longtemps (par exemple en Europe centrale) mais sans maîtriser les mécanismes de reproduction qui sont eux compris à la fin des années 1840.

14. C'est pour cette raison qu'a été créé la station de Plymouth par exemple.



UN VILLAGE À L'APPROCHE D'UN AUTOMOBILE : « SAUVE QUI PEUT ! »
Dans ce dessin d'une drôlerie si abondante, le caricaturiste nous représente l'automobile comme le monstre des temps modernes et la terreur des populations. Au seul son de sa trompe, c'est un sauve-qui-peut général ; les cloches sonnent le glas, les paysans rassemblent en toute hâte leurs bêtes prises de panique. (Caricature allemande extraite du « Nagel's Lustige Welt », Berlin.)

Un début pour notre histoire : 1859

En cette même année 1859, débute aux USA l'exploitation industrielle des forages de pétrole et paraît, à Londres, un livre fondamental dans l'histoire de la pensée naturaliste : l'*Origine des espèces* de Darwin.

Le pétrole, après la mise au point de méthodes de distillation efficace dans les années 1850, est désormais facilement transformé en essence qui sert, jusqu'au début des années 1890, avant la diffusion d'un moteur capable de l'utiliser (Ezran, 2010), à la lubrification des machines, et

surtout à l'éclairage des domiciles, des rues, des usines... On imagine toujours que c'est l'automobile qui a imposé le pétrole dans nos sociétés, mais il était présent bien avant. Produit très recherché, il est exporté par bateaux vers l'Europe dès 1861, dans de simples barils en bois peu étanches et très dangereux en cas d'incendie (Bertrand, 2000). À Londres, la Tamise se couvre très vite de nappes d'huile, comme le port du Havre. Philadelphie, premier port de départ de ces nouveaux « pétroliers¹⁵ » est très vite touché par des feux, des explosions accidentelles et surtout d'importants problèmes de pollution. Bientôt la pêche y devient impossible (Ross et Amter, 2010). Le premier naufrage (documenté) d'un voilier

transportant des cuves de pétrole date de 1869 (Bertrand, 2000). On est encore loin de la marée noire de 1907, mais on le voit bien : le pétrole est installé de force et très vite, et avec ses aspects les plus négatifs dans la vie des gens, dans les fleuves, les ports, sur les mers...

Le livre de Darwin connaît un succès relativement important. Il est considéré par ses contemporains comme le texte initiateur de l'écologie telle que l'a définie E. Haeckel en 1866. Il va contribuer à mieux comprendre les relations entre les espèces et les modifications de leur milieu de vie, et à la construction du cadre scientifique qui permettra de comprendre les effets des pollutions.

Bien sûr, ces différents événements s'inscrivent dans des histoires singulières, mais ils ont toute leur place dans notre récit. De plus, les pays qu'ils concernent (France, USA et Grande-Bretagne) sont aussi les lieux où se construit la représentation de la pollution dont nous ne sommes, finalement, que les lointains héritiers.

Quand on nomme la « pollution » par son nom

Le terme pollution, s'il existait déjà dans certains textes traitant de la qualité des eaux de rivières au Royaume Uni depuis au moins la fin du XVIII^e, n'apparaît dans la littérature scientifique états-unienne qu'à partir de 1865 – date du début d'une véritable croisade de type « organiciste¹⁶ » contre la pollution des rivières aux USA – et en France durant les années 1871-1872, dans des textes traitant de la lutte contre la pollution de la Seine (Cheret, 1968). Dans les deux cas, c'est en partie sous l'influence de ce qui se passe dans le pays le plus industrialisé, le plus puissant et aussi le plus pollué de la planète : le Royaume Uni (où des stations d'épuration sont créées dès 1858 et une commission parlementaire sur la pollution des rivières en 1865). On cherche alors, de manière préventive, à éviter de reproduire l'exemple britannique. Cet aspect, souvent oublié, montre bien que l'on avait anticipé les effets possibles et l'importance des pollutions.

Auparavant, dans ces trois pays, le terme pollution était utilisé – en dehors de son

usage religieux et médical (Serres, 2012)¹⁷ – dans un sens surtout moral (Forbes et Forbes, 1997 ; Rome, 1996). Pour les représentants des autorités, les pollutions étaient essentiellement les conséquences des agissements et de la présence des pauvres, des gens peu ou mal éduqués (et aux USA, des immigrants) qui ne respectent pas les conditions minimales d'hygiène. Cette définition change en partie dans les années 1870 pour se rapprocher du sens moderne, mais avec une différence notable : tout ce qui est « étranger » à l'eau des rivières est vu comme une pollution. Mais avec une distinction surprenante à nos yeux : on sépare les pollutions « dangereuses » (celles des égouts urbains qui provoquent les épidémies), de celles qui « empêcheraient indirectement » d'avoir de l'eau consommable ou potable (la plupart des pollutions industrielles et, dans une moindre mesure, agricoles). Ces dernières, qui explosent alors, sont toujours présentées comme un problème moral et privé. Les fautifs doivent le régler par eux-mêmes. On retrouve là l'idée générale concernant les nuisances et pollutions (de l'air par exemple) qui domine pendant la première période d'industrialisation fin XVIII^e-début XIX^e (Fressoz, 2012). Le terme le plus juste, quand on parle de l'introduction d'une substance se révélant mortelle même indirectement, devrait être « empoisonnement ». Mais, durant les années 1865-1875, les biologistes, ingénieurs, urbanistes, médecins, fonctionnaires et élus lui préférèrent « pollution », tout simplement parce que le terme empoisonnement implique l'idée d'intentionnalité. Or, il est tout bonnement impossible de criminaliser les responsables des pollutions parce que ceux-ci contribuent à deux activités vues comme « sacrées » : le développement économique et le progrès technique du pays.

Mais encore une fois, malgré quelques tentatives de limiter les rejets de produits néfastes à la pêche (comme en France, par une loi de 1852 qui inflige des amendes ridicules ; Cavaré, 1964), c'est parce qu'elle se pose d'abord dans les eaux douces, et en lien avec la santé publique, que la question de la pollution est ensuite prise en compte sur les côtes et en mer. Celle-ci ne devient en effet un sujet de controverses scientifiques très discrètes que durant les dernières années du XIX^e.

15. Les premiers véritables navires pétroliers (conçus spécialement pour ce transport) seront lancés à partir de 1878.

16. Les rivières et les égouts étant vus comme des organes du corps humain : vaisseaux sanguins et intestin...
 17. Il désignait en effet les émissions nocturnes et involontaires de sperme ou la souillure de lieux consacrés à la prière par des animaux en divagation.

En 1871, la pollution des eaux douces permet de comprendre celle des côtes

C'est « logiquement » dans le premier pays producteur de pétrole que ce produit va rapidement poser problème. Dès le début des années 1870, les terres et les eaux situées en amont de certains ports, puis les ports eux-mêmes (New-York, Pennsylvanie, Californie...) sont déjà fortement polluées par des nappes d'hydrocarbure (Hurley, 1994 ; Pisani, 1984). Or, dans ces mêmes régions, où la population croît à une vitesse folle, les autorités craignent des épidémies, des famines (par manque de poisson) et surtout des mouvements de révoltes qui pourraient en résulter. Les autorités exigent alors des réponses rapides de la part des scientifiques. Ceux-ci sont mobilisés sur deux aspects qui ne sont pas immédiatement liés : d'une part, la pollution des eaux continentales pour la consommation humaine et, d'autre part, la baisse des effectifs d'animaux aquatiques. Cette dispersion conduit un affaiblissement des réponses législatives proposées face

aux pollutions. En fait, malgré une timide proposition de loi datant de 1886, il faudra attendre l'épisode important de fièvres typhoïdes qui touche les USA durant la décennie 1890, pour que soit adoptée une véritable loi anti-pollution : le « *Rivers and Harbors Act* » de 1899.

Et pourtant, dès 1871, une étude scientifique, commandée par l'UFSC (qui vient juste d'être créée) lie les deux aspects du problème. Cette étude n'est pas réalisée en mer, mais dans un grand lac, et elle ne concerne pas seulement les pollutions au pétrole (qui figure dans la liste des produits étudiés), mais toutes celles liées aux égouts des grandes villes et des industries. Cette étape est fondamentale à plus d'un titre. Jusqu'en 1870, « quelques scientifiques, médecins et juristes suspectent que tous les contaminants (des eaux) ne sont pas forcément visibles ni détectables par le goût ou l'odorat, mais ils n'ont aucun moyen de vérifier leur intuition » (Pisani, 1984). C'est pourtant ce que va faire un certain J. W. Milner (1841-1880), biologiste de l'Illinois (qui va malheureusement décéder avant d'achever toutes ses recherches), auteur d'une étude sur l'industrie de la pêche dans les Grands Lacs et l'impact des polluants. Dans son rapport (repris par le célèbre V.E. Shelford

(1877-1968) en 1919), Milner démontre les effets délétères pour les œufs de poissons de certaines substances rejetées par l'industrie du bois (Bogue, 2001). Sa démarche initie les méthodes de ce qu'on appellera dans les années 1960 (presque un siècle plus tard !), l'écotoxicologie. Il établit une relation directe entre la baisse de quantité de poissons pêchés dans le lac Michigan et les pollutions qui y aboutissent. Dès 1871, on sait comment montrer les mécanismes des pollutions. Enfin, il montre que la cause principale des pollutions se trouve dans les déversements effectués depuis les terres par des industries. En 1873, deux ans seulement après sa création, l'UFSC est en mesure de publier un rapport sur les pollutions des rivières et d'en informer les autorités fédérales. Mais elles ne disposent pas de services capables de quantifier les polluants dans les eaux, ni de dresser de procès verbaux en cas d'infraction. L'industrie est donc exempte de toute obligation parce que les collectivités ne se donnent pas les moyens de les contraindre (Rome, 1996 : 21). Dans une vingtaine d'années, au cours de la décennie 1890, elles renverront même la gestion de ce « problème », comme s'il n'était que technique, à un Corps d'ingénieurs : l'*U.S. Army Corps of Engineers* (un service datant de 1829 et composé de militaires formés à West Point). La fonction essentielle de ce Corps est d'aménager les eaux navigables afin d'assurer un développement économique optimal. Même s'il participe à la création des premiers parcs naturels aux USA, il est assez peu soucieux des questions de santé ou d'environnement, et se retrouvera même assez vite opposé aux mouvements de protection de nature (Robinson, 1989).

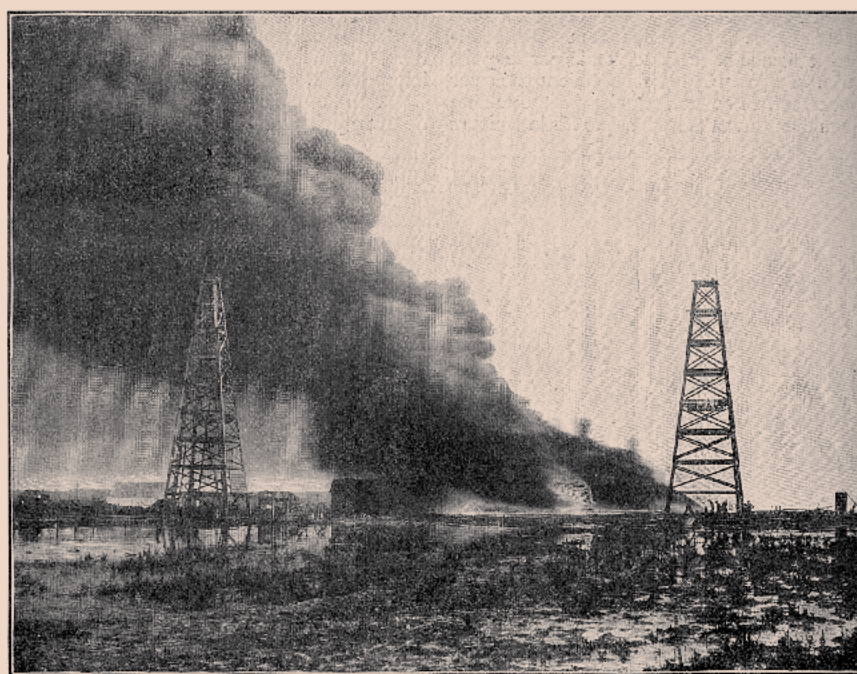
Pendant ce temps-là le pétrole et la pollution s'installent...

La période 1872-1914, ou deuxième révolution « industrielle », est celle pendant laquelle le pétrole devient peu à peu une source d'énergie fondamentale. Elle est marquée par le développement d'un grand nombre de techniques : chemin de fer, téléphone et, surtout, le moteur à explosion. Alors que Milner achève son rapport et que les députés britanniques débattent de propos de la régulation de la pollution des

rivières, le pétrole envahit la société. Bien que signalé parmi les produits étudiés par les scientifiques, il ne fait pas encore partie des causes jugées importantes de pollution. Mais à défaut d'être proscrit des égouts, il doit quand même être surveillé. Ainsi, en janvier 1874, dans un court article de la revue *Nature*, les membres de la *Rivers Pollution Commission* britannique identifient dix liquides différents dont il conviendrait de limiter les rejets dans les rivières au-delà de 0,05 parts pour 100 000 parts d'eau. Et, en toute fin de liste, ils citent les « solutions non diluées de pétrole, d'huiles et d'hydrocarbures ». Cette étude est suivie du vote du *Rivers Pollution Prevention Act* de 1876, une loi qui interdit le déversement sans contrôle d'eaux usées dans les rivières. Elle fait suite à celle portant sur la Protection de la Tamise (datant de 1857) et annonce les lois plus contraignantes de 1890 et 1895. Pendant les études réalisées en France par une commission chargée de limiter la pollution de la Seine, un scientifique signale en juillet 1876 qu'il n'a pas pu mener à bien toutes ses expériences sur « l'oxydation du pétrole », mais qu'il convient de considérer ce produit comme source de pollution (Collectif, 1876). La loi qui s'inspire du travail de cette commission n'est votée qu'en 1902 et se montre bien peu contraignante.

Durant cette période, divers épisodes d'épidémies, d'épizooties et de baisse de populations animales surviennent aux USA et en Europe (comme la dramatique « peste des écrevisses » de 1878¹⁸). Ces phénomènes attirent de plus en plus l'attention des médecins, biologistes et pouvoirs publics sur la question essentielle de la pollution des eaux. Celle-ci apparaît clairement lors du Congrès International d'hygiène de Paris, en août 1878, et, vingt ans après, elle mobilise les scientifiques pendant plusieurs réunions zoologiques internationales (à Bergen, Tampa, Dieppe et Cambridge).

Dans la plupart des pays européens, entre 1880 et 1900, sont votées aussi des lois de protection des populations contre les risques et accidents liés au sur-développement. Elles « aboutissent à la socialisation des risques par les assurances, mais contribuent aussi à en faire un phénomène normal, voire naturel, des sociétés industrielles » (Jarrige, 2016 : 150-151). On est donc encore loin d'une réglementation efficace



UN PUIT DE PÉTROLE EN FEU, À BEAUMONT (TEXAS).

Un incendie vient-il à se déclarer dans une de ces exploitations, c'est alors une des catastrophes les plus épouvantables qu'il soit possible d'imaginer. Récemment, la foudre occasionna à Beaumont l'incendie d'un des puits d'extraction. Il ne fallut pas moins de six jours pour se rendre maître du feu.

18. Elle a provoqué la quasi-disparition des écrevisses de rivière en Europe de l'Ouest, puis en Russie deux ans plus tard. Cette épizootie aurait été due à l'introduction dans les rivières de trop grandes quantités d'eaux « corrompues » par des matières fécales.

des activités industrielles qui sont la cause première des pollutions des eaux (dont les eaux côtières).

En 1899 et 1900, on déclare le pétrole comme un véritable polluant

Durant la même période, l'écologie végétale (et même, l'écologie en général – Acot, 1998) s'autonomise. Quelques-uns de ses concepts clés sont proposés : biosphère, biocénose et microcosme. On attribue généralement la paternité du terme « biosphère » au géologue autrichien, spécialiste des Alpes, E. Suess (1831-1914) qui l'utilise dès 1875 dans ses cours. Le terme « biocénose » est proposé en 1877 par le biologiste marin allemand K. Möbius (1825-1908). Dans un article qui « porte sur les bancs d'huîtres de la mer du Nord et explique leur épuisement par la surpêche (il) fait intervenir de multiples données à la fois écologiques et socio-économiques » (Drouin, 1998 : 13). Après cette étude, il devient clair que l'on ne peut plus séparer les variations des populations animales de leur causes anthropiques. En parallèle à ce concept, l'américain Stephen Alfred Forbes (1844-1930) propose, en 1887, en étudiant le lac Michigan, l'idée de « Microcosme » : ce « lac constitue un petit univers en lui-même, un microcosme au sein duquel toutes les forces élémentaires interviennent et où le spectacle de la vie se déroule dans sa totalité mais à une si petite échelle que la pensée l'appréhende aisément » (Forbes, 1887). Un petit univers, note-t-il, qu'il faut protéger contre « la saleté et le poison des villes et des usines par lesquels les eaux courantes de l'État sont chaque année plus profondément souillées ». Et parmi ces polluants, il y a bien sûr le pétrole. Concernant les pollutions marines, le chimiste autrichien Konrad Natterer (1860-1901) postule en 1892 l'existence de formes de pollutions organiques dans l'eau de mer ; des pollutions dont l'une des origines serait sans doute les eaux des fleuves (Klass Dfuursma et Marchand, 1974 : 315). « L'étai se resserre » : on sait dorénavant que les pollutions d'origine continentale aboutissent toujours dans les étendues d'eaux (douces ou salées) dans des quantités importantes et néfastes. Il ne « reste plus » qu'à déterminer si le pétrole seul peut être une cause

de danger pour la vie... Cela est fait à la fin du XIX^e siècle.

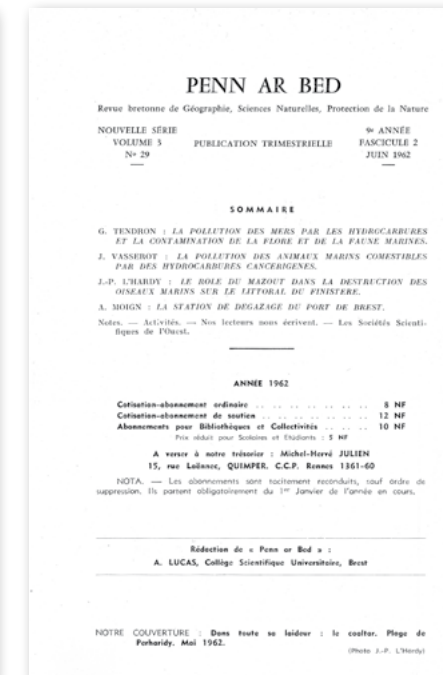
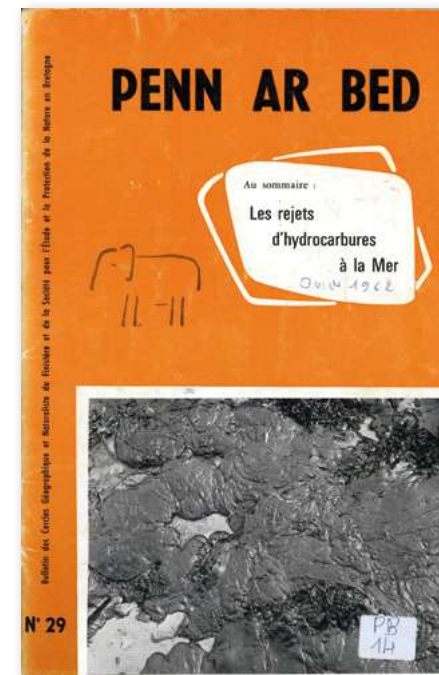
En 1899, dans sa thèse publiée à Chicago en 1899, Henry Chandler Cowles (1869-1939) est le premier à parler explicitement de « la destruction des forêts de pins par les effluents des raffineries de pétrole » (Acot, 1998 : 192). En 1900, le biologiste marin russe Oskar Andreevitch Grimm (1845-1921), alors Inspecteur général des pêches au sein du Ministère de l'agriculture, explique dans une note (lue au cours de l'exposition universelle de Paris) que le pétrole s'échappant des bateaux navigant sur les fleuves a des effets négatifs (voire mortels) sur les poissons (Kousnetzoff, 1901 : 115). À partir de cette date, les sous-produits du pétrole deviennent des éléments susceptibles de perturber le fonctionnement de ce que l'on appellera dans les années 1930 un « écosystème » et l'on sait, même si le transport maritime du pétrole augmente, que ces polluants proviennent essentiellement des rejets continentaux.

Conclusion

Durant les années 1910, le problème des pollutions par le pétrole devient évident pour tous : la baignade est interdite à cause d'elle pour la première fois en 1916 à New-York (Lane *et al.*, 1924). En 1926, se tient à Washington la première conférence internationale sur la pollution des eaux navigables par le pétrole. Elle conclut, si l'on en croit certains participants venant de pays producteurs ou vendeurs de pétrole, que le problème est en passe d'être réglé et qu'il a pour cause quasiment unique les rejets des navires (le plus souvent « étrangers ») circulant trop près des côtes. Lors de cette réunion de diplomates, aucun des travaux scientifiques présentés ici n'est cité...

Le « quiproquo » dramatique s'installe. Les déballastages sauvages et, surtout, les marées noires (que certains spécialistes actuels des pollutions ne présentent même plus dans leurs ouvrages pour bien souligner leur caractère « anecdotique »¹⁹), vont dorénavant masquer les « vaguelettes grises » en provenance des continents : ces pollutions chroniques, de faible intensité, quasiment invisibles, mais ayant de réels impacts à long terme, qui ont sans doute définitivement modifié les écosystèmes fluviaux et littoraux...

19. Nous pensons ici aux livres de François Ramade.



Le naufrage du *Torrey Canyon* est certes l'un des épisodes les plus importants de l'histoire des pollutions marines. Il est souvent présenté comme l'un des éléments « déclencheurs » de la « prise de conscience » écologique des populations. Mais c'est oublier que celles-ci (marins-pêcheurs, habitants, vacanciers, plaisanciers, protecteurs de la nature, médecins, naturalistes...) ont toujours été conscientes des effets délétères des rejets des égouts et, parmi eux, du pétrole (et de ses dérivés). En 1884, quand on chercha un emplacement pour construire la station marine de Plymouth, on dut abandonner un premier projet car on détecta des « pollutions huileuses » dans la rivière toute proche (Southward, 1984).

Alors, depuis ces jours lointains de 1899, 1900 et 1907, qu'a-t-on fait, appris et compris réellement ? Il est un peu décourageant de conclure en rappelant que cette question a déjà été posée, au sein de cette même revue, dans le numéro 29 du *Penn Ar Bed*, consacré aux « rejets d'hydrocarbures à la mer », datant de juin 1962. Cinq ans avant cette fameuse « prise de conscience »... ■

Bibliographie

ACOT, P., *Histoire de l'écologie*, Paris : PUF, 1988.
ACOT, P., « Écosystème : d'une pensée des

interactions à un univers de métamorphose », dans *Documents pour l'histoire du vocabulaire scientifique*, Paris : Institut national de la langue française, n° 9, 1989, p. 43.

BERTRAND, A., *Transports maritimes et pollution accidentelle par le pétrole, faits et chiffres 1959-1999*, Paris : Technip (IFP), 2000.

BONNEUIL, C., FRESSOZ, J.-B., *L'événement anthropocène*, Paris : Éd. Seuil, 2013.

BOGUE, Margaret Beattie, *Fishing the Great Lakes: An Environmental History, 1783-1933*, Univ. of Wisconsin Press, 2001, 464 pages.

CARPINE-LANCRE, J., « Les expéditions océanographiques françaises du XIX^e siècle » dans, *Actes du XII^e congrès international d'histoire des sciences de 1968*, tome VII, Paris : Blanchard, 1971.

CAVARE, L., « Les problèmes juridiques posés par la pollutions des eaux maritimes au point de vue interne et internationale », dans la *Revue générale*, 1964, pp. 618-640.

CHATRY, G., « Victor Coste, illustre initiateur de l'aquaculture et inspecteur des pêches (1807-1873) », *La revue maritime*, n° 499, avril 2014, pp. 40-47.

CHERET, Y., « L'eau, une matière première au service de l'Homme et de son équipement. La pollution, rançon du progrès technique », dans *le Monde Diplomatique*, juin 1968, p. 12.

CONTI, A., *L'océan, les bêtes et l'Homme ou l'ivresse du risque*, Paris : A. Bonne, 1971, p. 22.

COLLECTIF, *Assainissement de la Seine, épuration et utilisation des eaux d'égout*, t. 1, Paris : Gauthier-Villars, 1876, p. 452.

CORBIN, A., *Le territoire du vide. L'Occident et le*

désir de rivage (1750-1840), Paris : Aubier, 1988.

CORBIN, A. et RICHARD, H. (dir.), *La mer, terreur et fascination*, Paris : Le Seuil, 2004.

EZRAN, M., *Histoire du pétrole*, L'Harmattan, 2010.

DROUIN, J.-M., « L'écologie : généalogie d'une discipline », dans AUBERT, F. et SYLVESTRE, J.-P., *Écologie et société*, Dijon, Educagri, 1998, p. 13.

FRESSOZ, J.-B. et al., *Introduction à l'histoire environnementale*, Paris : La découverte, 2014.

FRESSOZ, J.-B., *L'apocalypse joyeuse, une histoire du risque technologique*, Paris : Seuil, 2012.

FIGUIER, L., « La pêche à la sardine. Recherche sur la cause de la diminution des bancs de sardine sur les côtes de la Bretagne ». In *L'année scientifique et industrielle...* 1888, p. 311.

FORBES, V.E., et FORBES, T.L., *Écotoxicologie, théories et applications*, Paris : INRA, 1997, p. 25.

FORBES, S.A., "The lake as a microcosm", *Bulletin of the Peoria scientific association*, 1887, p. 77-87.

GLÉMAREC, M., *Qu'est-ce que la biologie marine ? De la biologie marine à l'océanographie biologique*, Vuibert-Adapt-Snes, 2007, p. 77.

HAYS, S. P., *Conservation and the Gospel of Efficiency: The Progressive Conservation Movement, 1890-1920*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 1999.

HOROWITZ, I. L., *Three Worlds of Development, the Theory and Practice of international Stratification*, New-York, Oxford University Press, 1966.

HURLEY, Andrew J., "Creating Ecological Wastelands: Oil Pollution in New York City, 1870-1900" in *Journal of Urban History*, n° 20, May 1994, pp. 340-364.

JARRIGE, F., *Techno-critiques, du refus des machines à la contestation des technosciences*, La découverte/Poche, 2016, p. 128.

KLAAS DFUURSMA, E., MARCHAND, M., "Aspects of Organic Marine Pollution", dans *Oceanography and Marine Biology*, Harold Barnes (ed.), London: George Allen and Unwin LTD, vol. 12, 1974, p. 315.

KOUSNETZOFF, J. D., « La biologie et le pêche du hareng d'astrakan », dans PÉRARD, J. et MAIRE, M., *Mémoires et comptes rendus des séances du Congrès international d'aquiculture et de pêche (Exposition universelle de 1900)*, Paris : A. Challamel, 1901, p. 115.

LANE, F.W., BAUER, A.D., FISHER, H.F., HARDING, P.H., "Oil pollution at bathing beaches", *Public Health Reports (1896-1970)*, vol. 39, n° 51, 1924, pp. 3195-3206.

LEVASSEUR, O., « Les échanges scientifiques, vecteurs du développement des aquacultures marines au 19^e siècle », *Résumé de la communication donnée au colloque ESEH d'Amsterdam*, juin 2007.

MATHIS, C.-F., « Mobiliser pour l'environnement en Europe et aux États-Unis, un état des lieux à l'aube du 20^e siècle », dans *Vingtième siècle*,

revue d'histoire, n° 113, Presses de Science-Po, 2012, p. 18.

McEVOY, A.F., *The fisherman problem: ecology and law in the California fisheries*, Cambridge Univ. Press, 1986.

McNEILL, J. R., *Du nouveau sous le soleil. Une histoire de l'environnement mondial au XX^e siècle*, Seyssel : Champ Vallon, 2010, p. 394.

MILLS, E. L., *Biological oceanography, an early history, 1870-1960*, Toronto: UTP, 2012, pp. 147-171.

PERRIER, E., « Discours inaugural », dans *Comptes-Rendus du Congrès international d'aquiculture et de pêche, Exposition universelle de 1900*, Paris : A. Challamel, 1901, p. 9.

PISANI, Donald J., "Fish culture and the Dawn of Concern over water pollution in the United States", Dans *Environmental History*, Vol. 8, n° 2, été 1984, p. 126.

REVERET, J.P., *La pratique des pêches. Comment gérer une ressource renouvelable*, Paris : L'Harmattan, 1991.

ROBINSON, M. C., "The relationship between the Army Corps of Engineers and the Environmental community, 1920-1969", dans *Environmental Review*, ER, vol. 13, n° 1 (printemps 1989).

ROME, A. W., "Coming to Terms with Pollution : The Language of Environmental Reforms, 1865-1915", dans *Environmental History*, vol. 1, n° 3 (juillet) 1996, p. 13.

ROSS, B. et AMTER, S., *The Polluters. The Making of Our Chemically Altered Environment*, Oxford: Oxford University Press, 2010.

ROZWANDOWSKI, H.M., "History of ocean sciences", dans *Encyclopedia of Ocean Sciences*, 2001, vol. 2, pp. 1206-1210.

SCAPS, P., *Histoire de la biologie marine*, Paris : Ellipses, 2005, p. 80.

SCHEIDEGGER, T., « Edelweiss et lutte des classes dans les Alpes », dans *Le monde Diplomatique*, n° août 2014, p. 22-23.

SERRES, M., *Le malpropre. Polluer pour s'approprier ?*, Paris : Le Pommier, 2012.

SHELFORD, V.E., "Fortunes in Wastes and Fortunes in Fish", *The scientific monthly*, vol. 9, n° 2, Août 1919, p. 97.

SOUTHWARD, A.J., ROBERTS, E.K., "The marine biological association, 1884-1984: one hundred years of marine research", In *Journal Marine Biological Association*, Occasion publication number 3, 1984, p.9.

TATON, R., *La science contemporaine, vol. 2, Le XX^e siècle, années 1900-1960*, Paris : PUF, 1995, p. 683.

Hervé FERRIÈRE, Maître de conférences en EHST, spécialiste des sciences de la vie et de la mer, Université de Bretagne Occidentale, Centre F. Viète, 20, rue Duquesne, 29238, Brest Cedex 3 herve.ferriere@univ-brest.fr



Les roches rouges, marqueurs de l'histoire géologique en Bretagne. Impacts sur l'environnement naturel et bâti.

Louis CHAURIS

« La rougeur des matinaux »

René CHAR

Décrire quelques traits majeurs de l'évolution géologique de la Bretagne en s'appuyant sur la couleur rouge de ses roches : une gageure ? Tentative d'examen de telles pierres dans leur environnement naturel et dans leur mise en œuvre par l'Homme.

L'histoire géologique de la péninsule bretonne a fait l'objet de nombreux articles échelonnés depuis bientôt deux siècles (Puillon-Boblaye, 1827). Si bien qu'il peut paraître quelque peu prétentieux d'envisager encore un thème aussi complexe où l'unanimité des chercheurs est loin d'être acquise... Sans vouloir ici contribuer au débat, il a paru que les péripéties de cette évolution – avec ses orogenèses successives, suivies d'arasements, puis des nouvelles venues de la mer – pouvaient être contées d'une manière plus ludique – ou tout au moins plus colorée – en prenant comme leitmotiv la couleur de ses roches et, dans cette première esquisse, uniquement les teintes rougeâtres avec leurs nuances quasi infinies, depuis les roses jusqu'au violet pourpre. Certes, tout n'est pas « rouge » en Bretagne, loin de là... mais force est de reconnaître que cette couleur apparaît, mieux, éclaire à multiples reprises, des épisodes les plus divers de son passé. Les roches rouges, d'origine et de nature les plus variées,

prises en cause vont alors surgir comme autant de marqueurs, tant par leur impact sur l'environnement naturel que dans les aménagements humains, enracinés dans la Terre-Mère.

Avant d'aller plus avant dans le propos, quelques points doivent être précisés.

Tout d'abord, quelle est la cause des colorations rougeâtres ? La présence d'un minéral de cette teinte, le plus fréquent (et de loin) l'hématite, dont l'étymologie (du grec « *hema* », sang) est elle-même explicite. Ainsi, la teinte rouge des feldspaths de certains granites est due au processus de « schilléritisation », à savoir la dissémination de paillettes microscopiques d'hématite ; il en est de même pour la teinte de la cornaline... Citons aussi le rutile (à l'origine du terme « rutilant »), et également certains grenats...

Second point. Pourquoi ne pas avoir d'emblée étendu le propos à l'ensemble du Massif armoricain ? Tout simplement parce que la richesse de la Bretagne est déjà telle

qu'aller quérir des exemples au-delà aurait nécessairement conduit à des répétitions devenant bien vite fastidieuses.

Troisième point. Vu l'ampleur du sujet, il s'est avéré nécessaire de faire des choix. Ceux-ci, cependant, ont paru assez nombreux et diversifiés pour broser des fresques jusqu'à ce jour inédites. Certains aspects, mineurs, seront à peine esquissés ; d'autres, majeurs, feront l'objet de larges touches... Dans la mesure du possible, les tableaux s'élargiront en suivant l'ordre chronologique des événements géologiques, depuis les temps précambriens jusqu'à l'Actuel, modulations dans le Temps et l'Espace.

De la toponymie à la légende

La teinte rouge des roches a retenu très tôt l'attention des habitants comme l'atteste la toponymie : à l'ouest de Rennes, le vaste terroir connu sous l'appellation du « Pays pourpre » ; le nom même de la commune de « Rougé » ; à l'île de Groix, « les Sables Rouges » ; il est même possible que la plage de « La Rougeole » près de Saint-Nazaire doive sa curieuse dénomination à des sables ; à Ploumanac'h, « Men Ruz » près du phare... Mieux, parfois, l'imaginaire a glissé vers le légendaire. L'explication de la teinte rouge des falaises de Fréhel remonte à l'époque où les saints venus d'Outre-Manche évangélisaient la Bretagne ; en vue de convaincre les populations, un prédicateur se mutila le doigt ; une goutte de sang tombe sur le sol et, aussitôt les falaises virent au rouge... À Bréhat, la couleur du granite auprès du phare du Paon est due au sang de Mériadek, assassiné par ses fils...

Du rouge... en pointillé dans de nombreuses roches métamorphiques

Si les complexes métamorphiques sont nombreux et variés en Bretagne, leur âge est encore parfois discuté. Pour nos propos, ces roches occupent une position autant marginale qu'originale. Les minéraux rougeâtres y sont assez fréquents, mais, le plus souvent, disséminés.



Éclogite près du château de Penmarc'h à l'ouest de Lesneven (Pays de Léon), L = 6 cm.

Le cas le plus représentatif est celui de la staurotide ou « croix de Bretagne » des célèbres gisements de Coray (Finistère) où les cristaux, brun légèrement rougeâtre, souvent pluricentimétriques, initialement inclus dans des micaschistes, peuvent être recueillis dans la terre des champs après les labours. Les grenats rouges sont fréquents dans les micaschistes du Conquet (Finistère) et de l'île de Groix (Morbihan). Les éclogites de La Compaintrie à Saint-Philbert-de-Grand-Lieu (Loire-Atlantique) et des environs du château de Penmarc'h à Lesneven (Finistère) renferment de gros grenats rouges.

Associée au volcanisme sous-marin briovérien¹ : une pierre semi-précieuse : la cornaline de la pointe de Guilben près Paimpol

La pointe de Guilben offre de superbes affleurements littoraux dans les manifestations volcaniques sous-marines du Briovérien avec coulées à « pillow-lavas » (Barrois, 1908). Ces « coussins » ellipsoïdaux sont cimentés par une lave albitophyrique et par de la cornaline aux diverses nuances de rouges. Ces noyaux de cornaline, atteignant de 0,10 à 0,50 m, sont constitués par de minuscules grains de

quartz avec minéraux ferri-fères : hématite en très fines lamelles et magnétite en petits octaèdres. Ainsi, le premier contact avec les roches rouges de Bretagne s'effectue-t-il par une pierre semi-précieuse offrant un excellent poli et susceptible d'être utilisée en bijouterie... Première lueur encore timide des matinaux !

Magmatisme cadomien² : granite de Bréhat, granodiorite de Plouha, microgranite de Loguivy et du Verdelet

Bréhat et les îlots voisins sont essentiellement constitués par un granodiorite dont la mise en place a été fixée à 615 ± 10 Ma. Cette roche est recoupée par des granites à grain fin, totalement différents, plus récents (550 ± 8 Ma) et c'est à eux que Bréhat doit ses plus belles falaises colorées. Ces granites fins présentent deux faciès : au



H. Romné

La tour de Kerroc'h, près de Paimpol, mime quelque peu un phare.

Guerzido, à texture saccharoïde et nuance rouge-orangée ; au Paon, à texture miarolitique et teinte nettement rouge.

Ces granites rougeâtres ont été mis en œuvre dans diverses constructions de l'île : la table d'autel de la chapelle de Keranroux est un bloc monolithe en provenance du Guerzido ; le phare du Paon, détruit en 1944, a été réédifié avec deux granites rouges, le granite à miaroles local et le granite hercynien de La Clarté à Ploumanac'h (voir *infra*). Le granite de Bréhat a été aussi utilisé sur le continent dans la région de Paimpol pour les infrastructures portuaires (embarcadère de l'Arcouet à Ploubazlanec...), ainsi que pour le fût de la tour de Kerroc'h en Ploubazlanec. Il fournissait aussi des pavés estimés.

La granodiorite de Plouha forme plusieurs pointements alignés d'est en ouest, depuis Gwin Zégall en baie de Saint-Brieuc jusqu'au-delà de Runan, en passant par Pontrieux (Chauris, 1994). Selon les points, la teinte va du gris-bleuté au rose rougeâtre. Elle a été mise en œuvre dans l'église de Plouha et diverses chapelles de la région, ainsi que pour l'habitat local, et pour le quai de Porz-Moguer.

Aux environs de Loguivy, près de l'embouchure du Trieux, la granodiorite du batholite nord-trégorrois est recoupée par des microgranites en filons ou en petits massifs offrant une coloration violacée à rouge brique, essentiellement utilisés en moellons pour les constructions locales. La célèbre allée couverte de Mélys est caractérisée par le large emploi du microgranite auquel s'adjoint la granodiorite. Le même microgranite, associé à d'autres roches, a été mis en œuvre dans les édifices religieux (Lannevez, Loguivy), l'habitat, la cale de Loguivy.

À la pointe de Pléneuf et à l'îlot du Verdelet, sur la rive orientale de la baie de Saint-Brieuc affleure un microgranite brun-rougeâtre, utilisé en moellons à Pléneuf-Val-André.

Dans la féerie du pays pourpre...

Dans la région située à l'ouest de Rennes, les dépôts rougeâtres remontent au début de l'ère primaire et résultent de l'érosion de la chaîne cadomienne. La discordance

1. Briovérien, partie supérieure du Protérozoïque (de « briva » = pont et « vera » = Vire).

2. Cadomien, de « Cadomus » = Caen. Phase tectonique qui se manifeste par la discordance du Cambrien sur les couches redressées du Briovérien.



Ci-dessus : Monterfil, affleurement de schiste rouge près de l'école publique du Rocher.



À droite, de haut en bas : Château de Comper, schistes rouges en bordure de l'étang ; Carrière de la Troche ; Les Pierres Droites.

des séries rouges sur les terrains schisto-gréseux du Briovérien, plissés lors de l'orogénèse cadomienne, est soulignée par un conglomérat dit « poudingue de Montfort », à galets quartzueux blanchâtres dans une matrice rougeâtre très sombre. Ces poudingues sont interprétés comme une sédimentation de type deltaïque dans la mer paléozoïque au pied des montagnes cadomiennes en cours d'érection. Ils sont surmontés par des « schistes rouges » – siltites des géologues. L'origine de la teinte rouge est à rechercher dans les processus d'altération météorique de type latéritique (rubéfaction) affectant les terrains briovériens émergés. Les schistes rouges sont, à leur tour, surmontés par des grès, blanchâtres, dits « grès armoricains ».

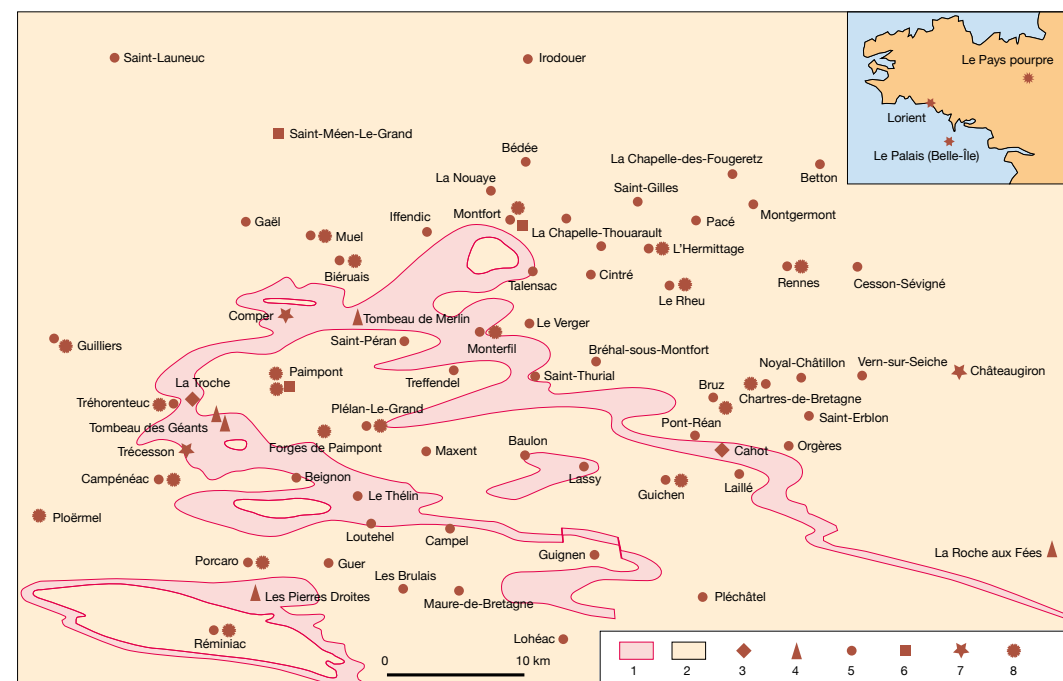
Comme l'écrivait Charles Barrois (1938), dans le Pays pourpre, « le sol végétal, rare, laisse partout percer les têtes couvertes de lichens des dalles rouges ». Parmi les innombrables affleurements, en voici quelques-uns facilement accessibles : en bordure de l'étang de Trémelin au sud d'Iffendic, des arêtes rocheuses surbaissées crèvent le sol ; sur les rives de l'étang du château de Comper, les dalles plongent dans l'eau comme des échines de dragons ; à Monterfil, un piton a donné son nom à l'établissement voisin : « École publique du Rocher » ; à Thélén, l'église est érigée sur un affleurement de schiste rouge ; près de l'Hôtel de Viviane, contraste entre le sol rouge et ses parures d'ajonc d'or ; les escarpements de la cluse de la Vilaine près du moulin de Boël...

Les schistes rouges se présentent en bancs épais, souvent peu inclinés, recoupés par une schistosité très redressée qui facilite leur débitage en éléments plats livrant moellons et dalles. Leur exploitation est ancienne ; l'un des secteurs d'extraction les plus célèbres était situé entre Le Pont Réan (en Guichen) et Cahot (en Bruz), à proximité de la Vilaine qui permettait l'acheminement de la pierre au loin par voie d'eau. D'autres carrières étaient ouvertes à proximité de la Fontaine de Jouvence et en bordure de la route entre Muel et Concoret ; en fait, des chicots disséminés incitaient partout à l'arrachement des pierres sans qu'il s'agisse de véritables carrières. La carrière de La Troche, ouverte à l'est de Tréhorenteuc, est une vaste excavation, à trois niveaux, exploitée par le Groupe Eiffage et fournissant des gravillons d'un rouge intense. Le poudingue de Montfort était exploité dans le passé, livrant moellons et même pierres de taille.

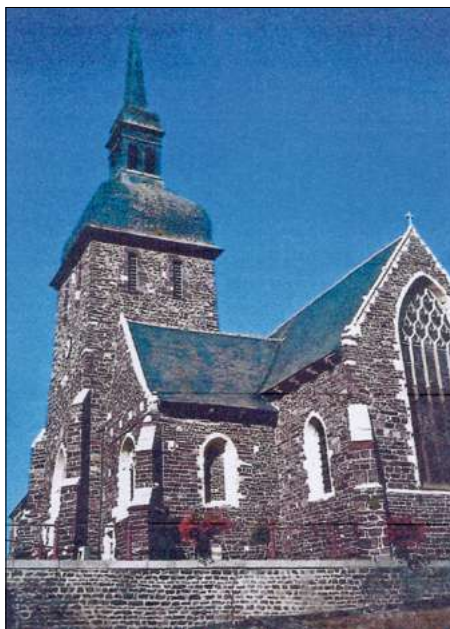
Les mégalithes du Pays pourpre, moins connus que ceux de Carnac, retiennent l'attention par leur nature schisteuse et par leur coloration rougeâtre qui les éloignent de la grisaille des granites morbihannais. Dans l'antique forêt de Brocéliande, citons

l'Hôtié de Viviane (en Paimpont), le Tombeau des Géants (en Campénéac), le Tombeau de Merlin... Un second ensemble, situé entre Guer et Monteneuf, est connu sous l'appellation des « Pierres Droites » ; les fouilles archéologiques ont répertorié plus de 400 pierres, dont une quarantaine est aujourd'hui redressée. Tous les menhirs, en schiste rouge local, sont, dans l'ensemble, très élancés, voire effilés.

Dans l'état actuel de nos recherches (Chauris, 2016), plus de cinquante édifices religieux ont mis en œuvre poudingue de Montfort et/ou schistes rouges : c'est dire leur impact dans l'environnement bâti ! Mais appel a été fait également à d'autres roches induisant un polyolithisme complexe qui contribue à leur originalité et à leur charme [1]. Seuls quelques édifices sont succinctement évoqués. L'église de Montfort (XIX^e siècle) étonne à la fois par son style avec porche et campanile inspirés de modèles italiens et par la diversité des pierres utilisées, soit de provenance distale (calcaire et granite), soit d'origine proximale, tout particulièrement le poudingue dans les soubassements et les contreforts. La petite église de Saint-Péran (XVI^e-XVIII^e siècles) est typiquement polyolithique, mais ici avec



[1] - Le Pays pourpre et ses abords. 1 - Poudingue de Montfort et schistes rouges. 2 - Autres roches, non distinguées. 3 - Carrière. 4 - Mégalithe. 5 - Église. 6 - Abbaye. 7 - Château. 8 - Divers (voir texte). Dans le cartouche, exemples distaux de mise en œuvre des schistes rouges (in Chauris, 2016).



Ci-dessus :
Bénitier de l'église à Saint-Péran ;
Eglise d'Iffendic.

À droite de haut en bas :
Croix de Trecoret en Plélan-le-Grand ;
Eglise de Saint-Maxent ;
Le Thélén, schistes rouges près de l'église.

emploi des roches du terroir (poudingue, schiste rouge, grès armoricain) ; le bénitier est façonné dans un grand monolithe en poudingue. Dans l'église polyphasé d'Iffendic (XVI^e, XVII^e, XVIII^e siècles...), la teinte rouge intense du poudingue de Montfort, associé à des grès de même nuance et de même provenance, confère à l'édifice une sombre coloration ; mieux,



son rougeoiement est encore renforcé par la mise en œuvre d'un granite blanchâtre pour l'entourage des ouvertures. Édifiée dans le style romano-byzantin à la fin du XIX^e siècle sur les plans d'Arthur Regnault, la colossale église de Maure-de-Bretagne a largement employé le schiste pourpre auquel elle doit son aspect sombre, quelque peu atténué par l'emploi du granite et du calcaire ; à

Plélan-le-Grand, la tour, excentrée, a mis en œuvre le schiste rouge avec profusion ; à Maxent, le vaste édifice de style néo-byzantin, dû également à A. Regnault, apparaît comme un véritable festival de schiste pourpre. Le Thélén est bâti sur le schiste rouge utilisé dans l'édifice dont les moellons conservent encore les traces des outils ayant servi à leur façonnement. Mieux, l'impact des schistes rouges dans les édifices religieux s'est étendu bien au-delà des limites du Pays pourpre : ainsi, à Rennes, l'église Sainte-Jeanne-d'Arc.

Énumérer les communes où les schistes rouges et, éventuellement, le poudingue de Montfort, ont été mis en œuvre dans l'habitat, reviendrait à égrener une interminable litanie bien vite fastidieuse. Seuls quelques exemples sont présentés. À Montfort-sur-Meu, les demeures offrent l'embaras du choix : l'actuel « Hôtel Montfort Communauté » était naguère une demeure particulière édiflée vers les années 1760 ; la sous-préfecture s'y était installée en 1857 jusqu'à sa disparition en 1926 ; la teinte rouge du bâtiment signe la nature des matériaux... L'Hôtel de Ville, aujourd'hui installé dans l'ancien couvent des Ursulines, expose avec magnificence les aptitudes du poudingue de Montfort à la construction, avec, entre autres, ses grandes arcades en plein cintre. Les maisons présentent parfois des portes cintrées à arc double. À Plélan-le-Grand, l'habitat montre fréquemment l'association en alternance des schistes

pourprés en longs éléments plats et des grès blancs en éléments trapus, nettement plus courts. À Rennes, l'habitat a fait appel tant au poudingue de Montfort qu'au schiste pourpre. Trécesson en Campénéac, remontant au XV^e siècle, est véritablement le château rouge, tant le schiste local est employé ici à profusion ; de part et d'autre de l'entrée, les tourelles à encorbellement sont reliées par une galerie à mâchicoulis dominant la porte en plein cintre ; les hautes murailles se reflètent dans l'étang, accroissant encore la magie du site ; dans la cour intérieure, les piliers cylindriques en schiste rouge indiquent que cette roche peut être remarquablement mise en œuvre...

Le schiste pourpre et, dans une moindre mesure, le poudingue de Montfort ont été recherchés aussi pour les constructions les plus diverses, depuis les bâtiments industriels et les édifices publics jusqu'aux monuments commémoratifs : forges de Paimpont, fours à chaux à Chartres-de-Bretagne ; à Plélan-le-Grand, les anciennes halles ; rez-de-chaussée du bâtiment de l'ancienne mine de Pont-Péan ; pont sur la Vilaine à Pont-Péan ; gare de Montfort en poudingue local... ; remparts à Montfort-sur-Meu. Quelques monuments aux morts ont fait appel, au moins pour partie, au schiste rouge ; le plus surprenant (celui de Porcaro) est un néo-menhir ; soubassement en schiste rouge et poudingue de Montfort pour celui de Blérais. Par ailleurs, du fait de leur qualité et/ou de leur originalité, les schistes rouges ont été aussi recherchés à des distances éloignées des sites d'extraction : à Lorient, pour la gare SNCF reconstruite après la guerre ; à Belle-Île, pour l'Hôtel de Ville du Palais.

Au total, en Bretagne, aucune pierre rouge n'a eu l'impact des poudingues et schistes au Pays pourpre. Non seulement ces roches ont conféré à l'environnement naturel une coloration exceptionnelle, mais elles se sont aussi imposées dans les constructions les plus diverses, comme des émanations modelées par l'Homme. Leur pérennité s'étendant du Néolithique à nos jours traduit, jusqu'à l'obsession, l'influence du sol dans les œuvres humaines.

Falaises d'Erquy et de Fréhel Grès roses... Grès rouges...

Sur le littoral des Côtes-d'Armor affleurent des formations gréseuses d'âge paléozoïque inférieur, liées à la destruction de la



Château de Trécesson



Ci-dessus :
À Erquy, stèle en grès.

À gauche, de haut en bas :
Falaise d'Erquy au-dessus du port ;
Grès d'Erquy.

chaîne cadomienne. Les trois « bassins » principaux (Erquy, Fréhel et Plourivo) ne sont, en fait, que les reliques d'un ensemble primitif nettement plus étendu. Ces grès sont essentiellement à dominante quartzeuse, localement feldspathique, à grain fin, parfois granuleux, voire poudingiforme. La teinte rose domine à Erquy ; à Fréhel, à cette dernière nuance s'adjoignent des faciès rougeâtres ; à Plourivo, la coloration est parfois lie-de-vin.

Les anciennes carrières ouvertes au-dessus du port d'Erquy ne passent pas inaperçues : les draperies rosées de leur débris de taille ont paré, peu à peu, le versant de la falaise éventrée. Au début du XX^e siècle, cinq chantiers, exploités par la « Société des Carrières de l'Ouest », s'échelonnent le long de la côte, sur une longueur d'environ 800 mètres ; une voie ferrée à écartement de 500 mm relie tous les chantiers. Les produits sont descendus jusqu'au quai par un plan

incliné à 45° et chargés sur des voiliers accostés au môle. Les carrières occupent environ 200 personnes. Les pavés, taillés sur place, sont ainsi expédiés par mer à Bordeaux, Brest, Le Havre, Dunkerque, Boulogne... Le prix moyen du pavé rendu à Paris, qui est le principal consommateur, est de 300 francs le mille. La production, en 1910, s'est élevée à 850 000 pavés. En sus de cette utilisation, le grès d'Erquy livrait également de bons moellons et même des pierres de taille (bordures de trottoirs, linteaux et montants pour portes et fenêtres) dans toute la région (église d'Hénansal, château de Bienassis...) ; à Erquy : pierres d'angle de la tour de l'église, encadrements des ouvertures de demeures, jetée du port, porte et fenêtres du phare... L'examen des carrières abandonnées qui échancrent partout le versant de la falaise ne laisse pas d'impressionner. Plusieurs de ces excavations sont aujourd'hui noyées

et assez abusivement dénommées « lacs bleus ». À présent, la falaise d'Erquy apparaît comme le résultat d'une gigantesque entreprise de démolition.

Aujourd'hui, le grès d'Erquy est exploité de manière artisanale, principalement à des fins ornementales, dans une carrière ouverte sur le plateau. Le sciage des blocs permet l'obtention de dalles qui offrent des figures extraordinaires dues à l'interférence du plan de coupe avec la stratification. Ces motifs, mimant des plis sans en être, sont soulignés par des teintes d'une grande douceur, oscillant entre les nuances rosées et violines. Offrant un excellent poli et une résistance exceptionnelle à l'usure, le grès d'Erquy présente ainsi les avantages des marbres (coloration) sans en avoir les inconvénients (fragilité).

Les plus grandes carrières littorales de toute la Bretagne et les seules qui soient encore en exploitation aujourd'hui (par la Société des Carrières de l'Ouest) sont situées dans la commune de Fréhel. Les points abandonnés ou en activité s'échelonnent sur 2,5 km. Les extractions ont complètement modifié l'environnement primitif, les falaises naturelles ont disparu pour faire place à d'impressionnantes échancrures. Les carrières exploitent le grès pour l'obtention de granulats, de sables et aussi de blocs en vue d'enrochements littoraux. Actif jusqu'aux alentours de la dernière guerre avec l'expédition des pavés, Port-Barrier semblait être abandonné pour toujours, lorsqu'en 1994, après une longue léthargie, le quai était remis en état par la Société des Carrières de l'Ouest, afin d'acheminer les énormes volumes de blocs exigés par les enrochements du nouveau port de Saint-Hélier à Jersey (600 000 tonnes de grès). Des enrochements littoraux en grès de Fréhel ont eu lieu également en Bretagne (ports de Saint-Cast, du Dahouët...).

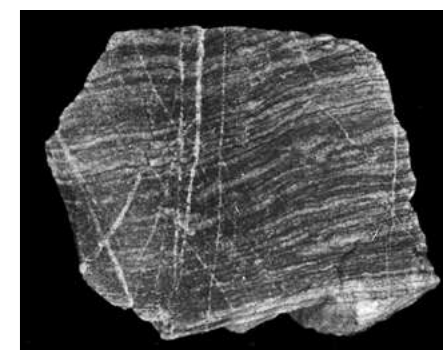
Les grès de Plourivo offrent des colorations variées (blanc, rose, lie-de-vin) ; le faciès rouge lie-de-vin (à feldspaths détritiques et ciment d'hématite), le plus recherché, confère aux constructions de toute la région un cachet original. Sous ces teintes diverses, les grès de Plourivo ont été mis en œuvre dans de nombreuses églises (Yvias, Plounez, Plourivo, Kerity, Plouézec...) ; pour des ouvrages d'art de la ligne du chemin de fer Pontrieux-Paimpol où le faciès lie-de-vin a été privilégié (viaducs de Pontrieux et du Leff) ; pour quelques phares reconstruits après la guerre (Coatmer amont, Coatmer aval, Bodic) et surtout pour l'habitat dans toute la région paimpolaise.

À Erquy, la base du Paléozoïque est constituée par un puissant niveau de roches conglomératiques, à dominante quartzeuse. Pour notre propos, leur intérêt repose sur la présence, en sus de galets de phanite noir-bleuté, en provenance des formations briovériennes érodées, de galets de cornaline rougeâtre dérivant des coulées à pillow-lavas (voir supra). D'excellents affleurements sont observables à l'extrémité orientale de la plage des Sables-d'Or-les-Pins. Ce matériau très hétérogène a été localement mis en œuvre (corps de garde du Cap d'Erquy...).

Toujours dans les mers paléozoïques

Grès à rutile et zircon = des placers fossiles

Dans sa partie supérieure, le grès armoricain (Ordovicien) renferme des concentrations élevées en zircon, associé au rutile à l'origine de la teinte rougeâtre de lits minéralisés. La reconnaissance de ces occurrences est facilitée par leur radioactivité due au thorium contenu dans le zircon (Mulot, 1969, Faure, 1978). Ces grès radioactifs sont caractérisés par leur fine stratification, en lits subparallèles brun-rougeâtre. Ils résultent de la concentration des minéraux lourds triés par les vagues sur les hauts des plages de la mer ordovicienne : ce sont des placers fossiles. Remarquables exemples en presqu'île de Crozon (Kador à Morgat...). De fortes concentrations ont été également mises en évidence dans les grès qui bordent le granite du Huelgoat, tant à l'ouest (la Croix Cassée) qu'à l'est (Menez Molvé) ; en ce dernier point, les teneurs de l'ordre de 30 % rutile+zircon (2/3 rutile, 1/3 zircon) ont motivé des travaux miniers de la



Grès à rutile et zircon, Menez Molvé

part du BRGM avec reconnaissance d'une formation minéralisée de grès blanc-rose à rouge brique, de 9 mètres de puissance.

Grès multicolores de Redon

C'est à l'Ordovicien supérieur que sont rapportées les formations gréseuses connues depuis longtemps des géologues sous le nom de grès de Redon. Leur trait le plus remarquable est la variabilité dans la coloration, passant parfois dans le même élément, du violacé-rouge dans sa partie externe, au vert dans sa partie interne, par suite du changement dans la valence du fer. Ce matériau singulier a été recherché très tôt : il joue un grand rôle dans le clocher roman de l'église Saint-Sauveur à Redon ; on le retrouve aussi dans la façade de cette église, reconstruite à la fin du XVIII^e siècle, après l'incendie de 1780. La même pierre, souvent bicolore, apparaît dans diverses constructions anciennes de la ville ; elle est parfois alors très érodée. La Société Men-Arvor, fondée à Avessac (Loire-Atlantique) exploite dans les carrières du Pont, non loin de la vallée du Don, à l'extrémité orientale de la commune, des grès susceptibles de fournir des dalles rouges sous l'appellation commerciale de « Men Arvor Rouge » (Gargi, 1975)

Grès rougeâtre de Camaret

Les grès du Dévonien inférieur (« Taunusien ») sont localement ferrugineux et offrent alors une teinte rougeâtre plus ou moins prononcée. Ils ont été utilisés dans l'habitat, entre autres à Camaret (Finistère).

Jaspes rouge de Plouyé

Des jaspes associés au volcanisme dinantien de la bordure septentrionale du bassin de Châteaulin, ont été naguère extraits dans une petite carrière ouverte près du village de Guerriau en Plouyé. L'abondance de l'hématite, finement disséminée, leur confère une coloration rouge sang (Conquéré, 1966).

Magmatisme hercynien

La traînée moniliforme des granites rouges

Charles Barrois (1909) semble bien être le premier à avoir établi que le long des côtes septentrionales du Massif armoricain

s'échelonne une succession de massifs granitiques de teinte rose à rougeâtre, d'une grande beauté, qu'il avait dénommée « traînée moniliforme », les comparant aux perles d'un collier (*monilis*, en latin). C'est à cette « traînée » qu'appartiennent les plutons de l'Aber-Ildut (avec ses satellites), de Carantec (Finistère), de Ploumanac'h (Côtes-d'Armor), de Flamanville et de Barfleur dans le Cotentin (Manche), ces deux derniers ici hors de nos propos. Leur mise en place à la fin de l'orogénèse hercynienne a été rapportée à la réactivation d'un linéament cadomien. Tous ces plutons sont polyphasés ; les faciès rose-rougeâtre, à gros grain, sont les plus précoces. Ces granites se classent parmi les plus belles roches ornementales françaises.

Aber-ildut

Dans ce pluton, les feldspaths roses trapus atteignent jusqu'à 4-5 cm ; des enclaves gris-noir, oblongues, se rassemblent parfois en amas. Un système de cassures régulières (diaclasses) sépare des éléments parallélépipédiques, facilitant l'exploitation, avec possibilité de se procurer des monolithes pouvant atteindre dix mètres de longueur. Le système des diaclasses a guidé la progression de l'érosion météorique, à l'origine des boules ou amas souvent énormes et aux formes quelque peu fantastiques, à l'origine d'appellations imagées. Dès 1844, E. de Fourcy souligne que le granite de « Laber » réunit « aux avantages de la solidité, les agréments de la nuance ». Les carrières, à présent toutes à l'abandon, restent encore bien visibles tant sur les rivages de l'océan (île Melon, Kleguer...) que sur les rives de l'Aber-Ildut (Kerglonou...). Dans plusieurs sites, les carrières étaient complétées par un quai en vue de faciliter le chargement des navires [2] (Chauris, 1998).

La recherche du granite de l'Aber-Ildut se perd dans la nuit des temps, ainsi que l'attestent de nombreux mégalithes. Nulle part ailleurs dans le Finistère ne se rencontre une telle densité de grands menhirs qu'entre Porspoder et Lanildut ; mieux, aucune autre région bretonne ne présente autant de menhirs aussi bien façonnés (Kergadiou, Kerhouezel, Kerloas...). Plusieurs stèles de l'Âge du Fer ont fait aussi appel au même granite. De nombreuses églises et chapelles l'ont également mis en œuvre. Dans l'église Saint-Martin, à Brest, on admirera tout spécialement les huit superbes colonnes cylindriques monolithes. Ce granite a été

très apprécié pour l'érection des phares ; cette pierre réunit en effet un ensemble de conditions éminemment favorables à la construction de tels ouvrages : excellente résistance à l'altération, effet décoratif assuré, possibilité d'obtenir des blocs pour le grand appareil, carrières en bordure de mer... (phares du Stiff, Saint-Mathieu, Le Portzic, Le Petit Minou, Les Pierres Noires, Le Four, Trézien, La Jument, Kéréon...).

Le même granite a joué aussi un rôle important dans les infrastructures maritimes (jetées, môles, quais ou bassins) du Finistère, mais aussi dans des ports français (Cherbourg, Le Havre, Dunkerque, La Rochelle, Rochefort, Bordeaux...) ; les ouvrages militaires assurant la protection du port de Brest (dès l'époque de Vauban, la célèbre tour de Camaret...), les infrastructures ferroviaires (viaduc de la Mignonne



[2] - Localisation des carrières ayant exploité le granite rose de l'Aber-Ildut, situées sur le littoral ou à proximité. [La carrière de Calès a été également figurée. La dimension des symboles suggère leur importance relative.]



Granite porphyroïde de l'Aber-Ildut (x 1,5)

pour la ligne Quimper-Landerneau...); le bâti à la ville et à la campagne (château de Kergoades – 1602-1613 – en Brélès...); près d'une trentaine de monuments aux morts du Finistère ont fait appel, au moins pour partie, au granite de Laber (Saint-Renan...); dans les cimetières et pour les monuments commémoratifs... Toutefois, sa considération nationale remonte à l'époque où il fut choisi pour le socle de l'obélisque de Louxor à Paris... Tout récemment (2015), une réplique au 1/7^e de l'obélisque, en granite de Laber, a été érigée devant le port de Lanildut.

Carantec

Le massif granitique de Carantec, dit aussi de la baie de Morlaix, est en grande partie masqué sous les eaux; il affleure à l'île de Callot et dans les nombreux récifs avoisinants. Le faciès le plus remarquable de ce pluton polyphasé est un granite rougeâtre, à tendance porphyroïde, largement exploité dans le passé à partir d'innombrables boules éparses sur les estrans. Sa mise en œuvre est omniprésente dans toute la région (Chauris, 1995): édifices religieux (chapelle de Callot, église Saint-Martin à Morlaix...); habitat; manufacture des tabacs à Morlaix; le château du Taureau, à l'entrée de la rade, représente sans doute l'utilisation majeure du granite de Callot: la pierre en grand appareil confère à la forteresse sa teinte caractéristique.

Ploumanac'h

Le complexe granitique dit de « Ploumanac'h » *sensu lato* correspond typiquement à la définition de pluton polyphasé, avec la mise en place successive d'intrusions emboîtées... (Barrière, 1977). Seule la première venue, formant la bordure marginale concerne nos propos: elle est constituée par des granites rougeâtres à gros grain (La Clarté) ou nettement porphyroïde (Traouieros, avec, cas exceptionnel, deux feldspaths colorés, l'un en rouge, l'autre en vert). Ces faciès marginaux présentent une profonde altération arénacée, isolant d'énormes boules saines auxquelles la « Côte du granit rose » doit son nom.

Le granite de La Clarté est extrait dans d'impressionnantes excavations dépassant 50 mètres de profondeur. La roche, qui présente un poli parfait, est très estimée dans l'art funéraire; elle est recherchée aussi pour dallage des rues, mobilier urbain, revêtements de façades... Parmi ses innombrables réalisations, citons la Croix de Lorraine du mémorial au Général de Gaulle à Colombey-les-deux-Églises, pour partie le dallage de la place de l'Hôtel de Ville à Paris, plusieurs statues dans la « Vallée des Saints » à Carnoët... Le monument aux Américains, à Brest, détruit pendant la guerre, a été reconstruit en granite de La Clarté. Les rebuts des carrières servent aujourd'hui aux enrochements littoraux. Le granite de La Clarté présente localement deux faciès exceptionnels de grande

beauté, d'une part des différenciations pegmatitiques à arborescences de biotite; d'autre part, une variété orbiculaire, d'un type unique au monde: les orbicules, dont les dimensions vont de quelques centimètres à 35 cm de grand axe, sont composés d'une zone centrale (noyau ou cœur) entourée d'une zone marginale (enveloppe ou cortex) moulée à son tour par la matrice granitique interstitielle. La teinte d'ensemble est rose-rougeâtre, comme celle du granite encaissant. Après sciage et polissage, les tranches sont utilisées pour l'obtention de revêtements muraux de grande dimension (dalles monolithes de l'ordre de 2 x 1,5 m), de tables ovales (comme les orbicules constitutifs), de divers mobiliers d'intérieur... L'entrée de l'École nationale supérieure des Mines de Paris est signalée par une plaque façonnée dans ce faciès. Au total, les relations des orbicules entre eux, leur dimension et leur forme, la diversité dans la nature et la dimension des cœurs, la largeur variée du cortex... confèrent à chaque objet façonné l'originalité d'une véritable œuvre d'art (Chauris, 1999).

Depuis plusieurs années, l'extraction du Traouieros, dans la carrière ouverte sur le versant du vallon de ce nom, a cessé. Cette roche superbe, susceptible d'un excellent poli, a été très recherchée pour l'art funéraire (les 52 « sarcophages de Douaumont » près de Verdun...). Les douze colonnes (5,30 m de haut sur 0,40 m de diamètre) de l'église Sainte-Odile à Paris permettent de se rendre compte de son exceptionnel cachet ornemental. À Brest, le monument aux Américains, détruit pendant la guerre, avait été initialement édifié en ce granite.

Un cas singulier: l'épisyénite de Belle-Isle-en-Terre

La granodiorite de Bégard, qui constitue l'une des principales venues de l'immense pluton de Plouaret (Côtes-d'Armor), est caractérisée par de gros cristaux trapus de feldspaths. Aux environs de Belle-Isle-en-Terre, la granodiorite a subi des modifications deutériques sous l'influence de fluides hydrothermaux conduisant à la genèse d'épisyénite. Le processus d'épisyénitisation entraîne la coloration rose ou rougeâtre des gros feldspaths, la dissolution du quartz (d'où la texture caverneuse de la roche) et la transformation de la biotite en résidus d'exsudation riches en hydroxyde de fer. Cette roche tout à fait exceptionnelle a été naguère recherchée pour partie

(élévation sud) lors de la construction de l'église Saint-Jacques-le-Majeur à Belle-Isle (aujourd'hui désaffectée) à laquelle elle confère un aspect unique, à notre connaissance, en Bretagne.

Une curiosité: le leucogranite rouge de l'île d'Houat

Cette roche constitue la principale singularité lithologique de Houat: partie médiane et extrémité nord-ouest de Treac'h Salus, carrière ouverte près de l'Éclosarium, entre Porz Plouz et Treac'h er Venigued... Ce granite est caractérisé par un grain assez fort, l'abondance de la muscovite et une fissuration intense. Son originalité repose sur le fait que les granites offrant cette coloration sont généralement dépourvus de muscovite. Sous les impacts de l'altération météorique, la teinte rougeâtre s'atténue progressivement.

Des microgranites

À Ouessant

Un étroit champ filonien microgranitique recoupe le leucogranite de Lokeltas, des environs de Poull Bridik au nord jusqu'aux abords de Bougzenn au sud. Plus précisément, il s'agit d'une microsyénite. La roche, à grain fin, offre une teinte brun-rougeâtre. Elle constitue la formation intrusive la plus récente de l'île. Le passage des filons est souligné localement par de petites carrières peu profondes (Niou Izella). La répartition des constructions, essentiellement des murets, utilisant la microsyénite s'avère tout à fait remarquable: elle est étroitement concentrée à proximité du champ filonien.

Près de Morlaix

Un long champ filonien microgranitique s'étend d'ouest en est entre le Dossen (rivière de Morlaix) et le Douron (à la limite Finistère – Côtes-d'Armor). La roche présente une cristallisation en deux temps très accusée. Elle est caractérisée par de très grands cristaux (jusqu'à près de 8 cm de long) de feldspaths potassiques et de gros quartz bipyramidés, dans une mésostase rouge-brunâtre. Utilisée pour les constructions locales, elle est susceptible d'un excellent poli et a été recherchée comme pierre ornementale par le comte de la Fruglaye qui l'avait découverte dans ses terres près du château de Keranroux à Ploujean.



Microgranite du Dourduff (g. nat.)

Fractures tardi-hercyniennes quartzifiées

Parmi les innombrables filons de quartz injectés dans les roches les plus diverses en Bretagne, certains offrent une belle teinte rouge due à leur hématisation. Les plus nombreux recoupent le massif granitique de Plouaret (Côtes-d'Armor) ; en l'occurrence, il s'agit de filons de silice rouge à grain très fin, associés à une brèche granitique, également hématisée, et accompagnés d'une minéralisation uranifère. De beaux quartz hématoides ont été recueillis dans les carrières de kaolin à Ploemeur (Morbihan). Sur la plage de Morgat affleure un filon quartzueux imprégné d'hématite lui conférant une coloration rouge sang.

Au début de l'ère Tertiaire, des témoins du climat tropical : les cuirasses latéritiques

Des minerais de fer ont été très tôt et longtemps extraits dans les départements actuels d'Ille-et-Vilaine et de Loire-Atlantique dans des « minières » (exploitations à ciel ouvert) démantelant des cuirasses latéritiques dont la genèse remonte au Tertiaire lorsque régnait un climat de type tropical. Ces cuirasses dont l'épaisseur atteint plusieurs mètres, sont essentiellement constituées d'hydroxyde de fer, de type limonite, et parfois d'hématite, surmontant toujours des argiles d'altération (kaolinite et illite) (Davy, 1911). La coloration rougeâtre du sol attire très vite le regard... Le district du Rougé est le plus célèbre. Dès l'abord, le nom même de la commune souligne l'importance des occurrences, confirmée par le lieu-dit « La Minière » ; mais bien



Minière du Fretay, exploitant une cuirasse latéritique

d'autres sites étaient également exploités aux environs : Le Fretay et la Boulaye en Teillac, Cropé en Ercé-en-Lamée... De telles cuirasses sont connues aussi dans la région de Nozay (La Brianderie, Launay, La Villefoucré, Le Houx...) ; à La Galivélais en Saint-Sulpice-des-Landes.

Silification au tertiaire : le « caillou de Rennes » pour pavés et... bijoux

L'appellation quelque peu péjorative de « caillou » peut *a priori* induire en erreur. Sans doute faut-il attribuer ce terme au fait que ledit caillou a été longtemps employé à Rennes comme pavé, par suite destiné à être foulé au pied. Or, il s'agit en fait d'une fort belle roche. Dans son « Oryctologie », publiée en 1755, Dezallier d'Argenville ne s'y est pas trompé quand il écrit : « les pavés des rues de cette ville sont de très beaux cailloux, très variés de couleurs, qui se polissent parfaitement ». Le Supplément au dictionnaire d'Ogée indique que « jadis », Rennes était « pavé en porphyre ». Selon Pavot, vers les années 1870, la rue d'Échange permettait d'admirer, après les averses, « une collection de toutes les variétés de nuance et de structure du caillou de Rennes », l'eau avivant les « couleurs de ces surfaces déjà polies par les sabots ferrés ».

Toutefois, ces emplois de voirie ne sauraient justifier la célébrité du caillou de Rennes. C'est que cette pierre, de par ses nuances et son poli, a servi naguère de parure aux dames ! Selon Orain, on en fait « des colliers, des broches, des pendants d'oreilles, des chatons de bagues ». Et l'auteur de regretter que ledit caillou ne soit plus utilisé « comme autrefois, à faire des bijoux ». Son utilisation comme pierre ornementale pour petits objets d'intérieur (presse-papiers, socles, tabatières, petits vases...) était fort en vogue au XVIII^e siècle.

Les gisements du « caillou de Rennes » ne se présentent jamais en masses importantes, mais toujours en blocs isolés, de dimensions diverses, le plus souvent en forme d'ellipsoïde irrégulier. Ces éléments sont éparés dans les champs, dans les fossés ; tout indique que la genèse s'est effectuée pratiquement à la surface du sol. On sait à présent (Estéoule-Choux, 1970) que la genèse de cette roche se rattache à des silicifications superficielles liées à

des processus du type latéritisation : il s'agit d'une formation sidérolithique, d'âge éocène, lorsque régnait sur la Bretagne un climat tropical ; ultérieurement, ces carapaces, formées à la surface de la péninsule, ont été démantelées et fragmentées.

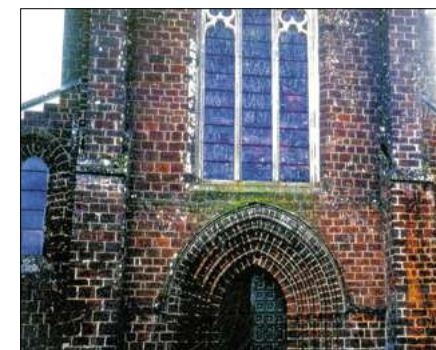
Aujourd'hui encore, il est possible d'observer ces étonnants pavés silicieux associés à d'autres roches, dans quelques rues du vieux Rennes aux abords de la Porte Mordelaise, rue des Dames, rue Saint-Melaine...

Les roussards du pliocène

L'appellation populaire de roussard s'applique à des grès dont les grains de quartz sont soudés par un ciment ferrugineux qui leur confère à la fois, ténacité, dureté et couleur rougeâtre accusée. En Haute-Bretagne (Loire-Atlantique, Ille-et-Vilaine et Morbihan), les roussards sont d'âge pliocène (à la fin de l'ère Tertiaire) et sont disséminés dans des sites dont les faibles extensions sont compensées par leur grand nombre ; ils représentent les vestiges de la dernière grande transgression marine sur la vieille péninsule depuis longtemps arasée ; ils sont parfois conservés dans de petits bassins à la faveur de failles d'effondrement (Chauris, 2011).

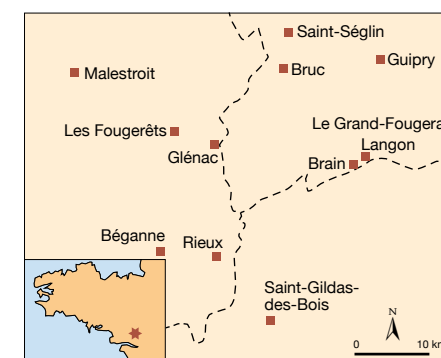


Église de Langon, roussard en moellons dans un contrefort de l'abside



Façade occidentale de l'église abbatiale de Saint-Gildas-des-Bois, prédominance écrasante du roussard

L'exemple le plus significatif de la mise en œuvre du roussard dans les édifices religieux en Bretagne est sans conteste l'église abbatiale de Saint-Gildas-des-Bois (Loire-Atlantique) qui confère au monument (fin du XII^e ou début du XIII^e siècle), une étonnante tonalité rouge : façade occidentale aux éléments soigneusement assésés avec ses puissants contreforts et son porche aux multiples voûtures ; piliers cylindriques couronnés par des chapiteaux supportant les arcades... En Ille-et-Vilaine, le grès roussard est largement mis en œuvre dans l'abside romane de Langon ; à Guipry, la façade au pied du clocher est essentiellement en ce matériau ; à Brain-sur-Vilaine, il est utilisé dans les contreforts du chevet... Dans le Morbihan, un bel exemple est fourni par la partie romane de l'église de Malestroit... L'emploi du roussard s'est évidemment étendu aussi à l'habitat. Beaucoup plus récemment, le monument aux morts de Langon a fait appel au roussard [3].



[3] - Situation de quelques édifices religieux ayant mis en œuvre le grès roussard en Loire-Atlantique, Ille-et-Vilaine et Morbihan.

Une formation de sub-surface : la pierre des landes

Dans divers secteurs de la Bretagne, et tout particulièrement de part et d'autre de la baie de Saint-Brieuc, de nombreuses constructions anciennes ont mis en œuvre un matériau singulier, caractérisé par sa teinte rouge sombre à bleu-noirâtre et sa texture bréchique due à l'abondance de fragments anguleux enrobés. Cette curieuse roche est connue sous le nom de « pierre des landes » (Chauris, 2001). Il s'agit d'un conglomérat à ciment ferrugineux qui soude les éléments du substratum. La genèse de ces conglomérats, toujours superficiels, est conditionnée par un substrat rocheux ferrifère. À ce facteur géochimique se superpose un facteur géomorphologique, à savoir un relief subhorizontal, mal drainé. La pierre des landes peut être considérée comme une « croûte de battance », liée à la présence d'une nappe perchée subafléurante. Sa formation est subactuelle. Les défrichements ont fait disparaître la plupart de ces dépôts superficiels. En fait, c'est l'abondance, dans le passé, à la surface même du sol, d'une roche facile à extraire et à tailler qui explique sa fréquence dans les constructions anciennes, en particulier dans les édifices religieux dont le polythisme s'interprète par diverses raisons : esthétique, en jouant sur l'association des sombres brèches avec d'autres roches plus

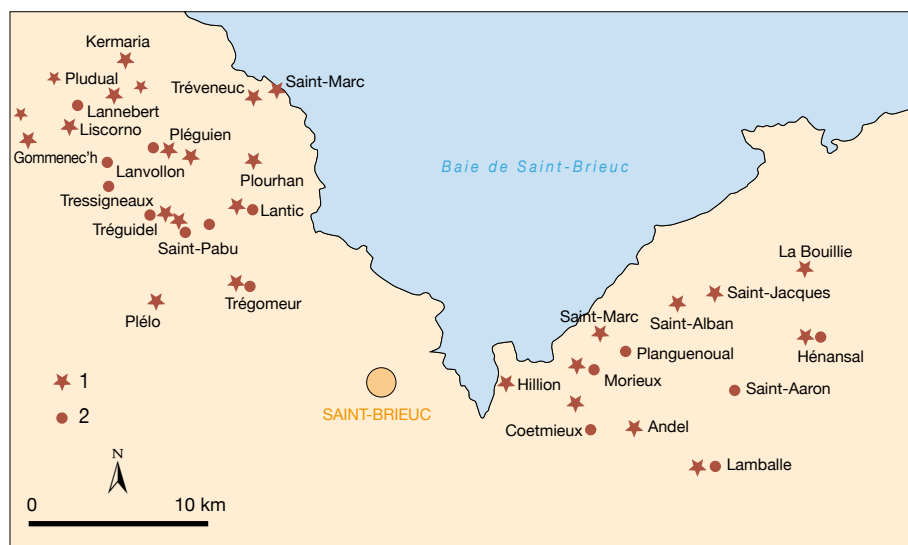
claires ; technique, à savoir l'impossibilité d'utiliser la pierre des landes pour les parties finement ouvragées ; pratiques, enfin, la pierre des landes n'étant pas toujours disponible en quantité suffisante. La même pierre a été aussi utilisée, pour l'habitat [4].

Plages anciennes quaternaires

L'hydroxyde de fer peut parfois cimenter les galets et plages anciennes quaternaires. Un bel exemple est connu à Kerguillé en presqu'île de Crozon.



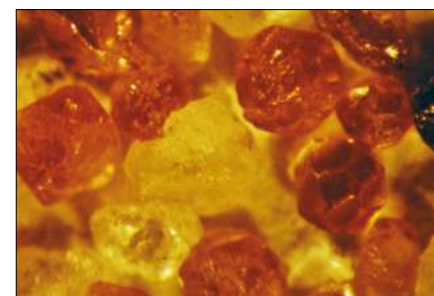
Plage ancienne de Kerguillé, les galets sont cimentés par l'hydroxyde de fer



[4] - Constructions ayant utilisé la pierre des landes de part et d'autre de la baie de Saint-Brieuc (enquêtes préliminaires). 1 - Édifices religieux. 2 - Habitat (in Chauris, 2001).

Une parure mouvante : les sables lourds à grenat des plages actuelles

La densité et la dureté des grenats expliquent leur abondance dans certains sables lourds des plages auxquelles ils confèrent une coloration rougeâtre. Groix occupe ici une place privilégiée : ce terroir n'est-il pas appelé « l'île aux grenats » ? Quelques exemples : plage du Trech, dépôt sur 3 à 4 mètres de large, avec, en haut de l'estran, succession de lits minéralisés



De haut en bas :
Île de Groix, les Grands Sables ;
Hoedic, côte nord-est de l'isthme du Vieux-Château, sables lourds à grenat dominant, staurotide subordonnée ;
Île de Sieck, sable grenatifère.

répartis sur environ 50 cm ; dans la crique des Sables Rouges, le dépôt peut atteindre un mètre d'épaisseur ; superbes affleurements aux Grands Sables... Les teneurs en grenat des sables lourds s'élèvent jusqu'à près de 90 %. À l'évidence, le grenat, si abondant en place dans les roches métamorphiques groisillonnes se concentre dans le « miroir des sables », reflet de la falaise...

Mieux, l'énorme stock de grenat libéré à partir du domaine groisillon émergé et immergé est, pour une part très significative, la source des dépôts observés dans le Mor Braz, à Quiberon, Belle-Île, Houat et Hoedic.

Dans le Pays de Léon, les micaschistes à grenat sont la source de dépôts alluvionnaires aux environs du Conquet. À Plouguerneau, les sables grenatifères dérivent des granites migmatitiques.

Par contre, dans la région de Roscoff, les leucogranites et les pegmatites à grenat sont à l'origine des placers (île de Sieck).

La draperie éphémère de Kerdreux

Au sud-ouest de Kerdreux (côte occidentale du Cap de la Chèvre en presqu'île de Crozon), sur quelques dizaines de mètres de large, un filon de dolérite est parcouru par un réseau de veinules de melnicovite. Par altération météorique, ce sulfure de fer se transforme en minéraux secondaires jaune, ocre et rouge, conférant à la falaise un habitus des plus singuliers, mimant des peintures d'art abstrait !

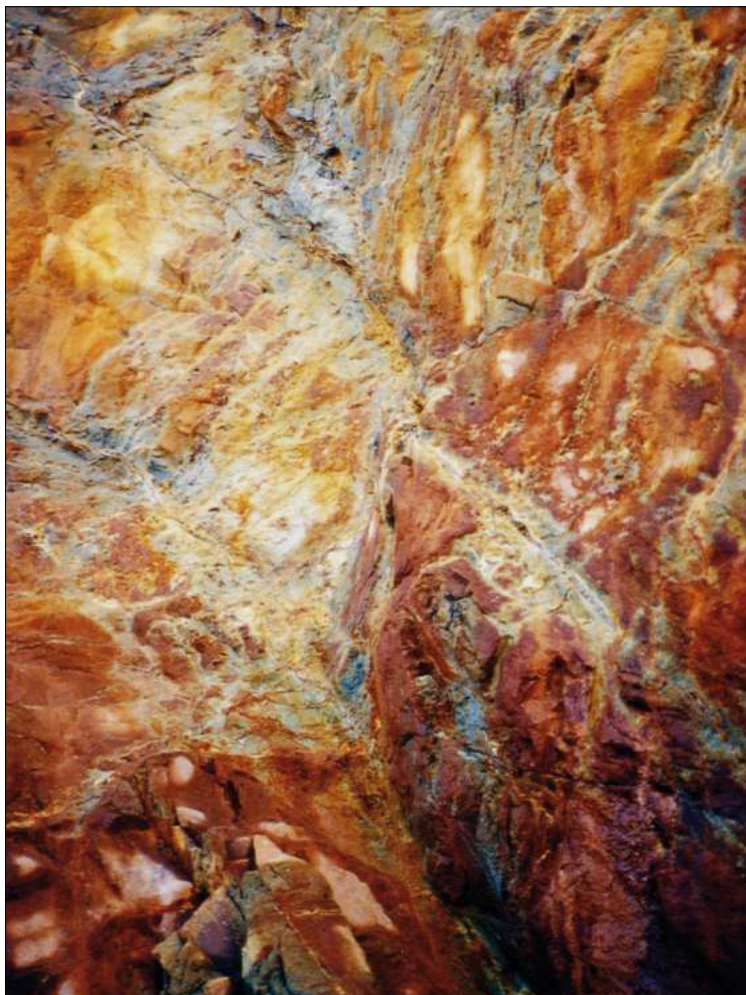
Épilogue

À l'issue de ces itinéraires sinueux, hauts en couleurs, à travers l'histoire géologique de la Bretagne narrée d'une manière originale, l'objectif de l'auteur aura été atteint si le lecteur, étonné, mais ravi, s'écrie, convaincu : « *Eadem, sed aliter* »³ !

De ces tableaux, que retenir si ce n'est que « la rougeur des matinaux », en exergue à nos propos, s'est prolongée ici pendant des centaines de millions d'années. Jusqu'à ce que l'Homme, séduit, se soit approprié ces pierres pour bâtir, émanations humanisées du sol.

3. « La même chose, mais autrement ».

**Falaise de
Kerdreux en
presqu'île de
Crozon**



In fine, la géologie ne peut-elle faire écho à la mythologie, tant à Pluton présidant à la genèse des magmas rougeoyants, qu'à Neptune rythmant les dépôts de l'Océan jusqu'aux ultimes reliques des montagnes évanouies, les sables rouges des plages.

L'émerveillement jaillit devant la conservation intacte des couleurs : les schistes rouges du Pays pourpre n'ont pas perdu leur éclat ; de même, les feldspaths rouges des granites... Beauté et pérennité cohabitent. Tout se passe ici comme si la Terre voulait éterniser la durée...

Mieux, parfois, la même pierre réapparaît après une longue absence, telle la cornaline des pillow-lavas briovériens en galets dans les poudingues de la base du Paléozoïque.

Et ce n'est qu'exceptionnellement que le tableau coloré se révèle éphémère, comme dans les falaises de Kerdreux.

En un mot, l'histoire de la Bretagne contée en couleur confine sinon aux abords de la philosophie, tout au moins de la poésie : « *E tenebris tantis tam clarum extollere lumen* » (Lucrèce, *De rerum natura*)⁴. ■

Bibliographie

BARRIÈRE M. 1977. *Le complexe de Ploumanac'h (Massif armoricain)*. Thèse Doc. Sc. nat. Brest.
BARROIS C. 1908. Carte géologique au 1/80 000^e, feuille « Tréguier ».

BARROIS C. 1909. Carte géologique au 1/80 000^e, feuille « Lannion ».

BARROIS C. et PRUVOST P. 1938. Carte géologique au 1/80 000^e, feuille « Redon ».

CHAURIS L. 1994. Le granite de Plouha et sa bordure. *Bulletin de la Société des Sciences naturelles de l'ouest de la France*, n° 14, pp. 19-110.

CHAURIS L. 1995. L'extraction du granite rose de l'île Callot et son emploi dans le Pays de Morlaix. *Annales de Bretagne et des Pays de l'Ouest*, 102, 1, pp. 7-34.

CHAURIS L. 1998. En Bretagne, une superbe roche ornementale aujourd'hui délaissée : le granite rose de l'Aber-Ildut. *Le Mausolée*, 740, pp. 74-82 ; 741, pp. 70-77 ; 743, pp. 62-67.

CHAURIS L. 1999. En Bretagne, une roche ornementale de classe internationale : le granite orbiculaire de Ploumanac'h. *Minéraux et fossiles*, 273, pp. 5-14.

CHAURIS L. 2001. Dans la région briochine, un matériau de construction original : « la pierre des landes ». *Mémoires de la Société d'Émulation des Côtes-d'Armor*, CXXXIX, pp. 137-148.

CHAURIS L. 2011. Propos discontinus sur les roussards en Haute-Bretagne. *Pierre Actual*, 891, pp. 54-58.

CHAURIS L. 2016. Des pierres de construction colorées : schistes et grès rouge du Pays pourpre. *Mémoires de la Société d'Histoire et d'Archéologie de Bretagne*, XCIV, pp. 5-35.

CONQUÉRÉ F. 1966. *Contribution à l'étude géologique de la bordure septentrionale du bassin*

de Châteaulin, région du Huelgoat. Thèse 3^e cycle, Paris.

DAVY L. 1911. Les minerais de fer de l'Anjou et du Sud-Est de la Bretagne. *Bulletin de la Société de l'Industrie minière*, Saint-Étienne, 4, n° 14, pp. 19-110.

ESTÉOULE-CHOUX J. 1970. Contribution à l'étude des argiles du Massif armoricain. *Mémoires Société géologique et minéralogique de Bretagne*, 14, 319 p.

FAURE P. 1978. *Le grès à rutile et zircon du Massif armoricain*. Thèse Doc. Ing. ENSM, Paris.

FOURCY E. de 1844. Carte géologique du Finistère. Impr. de Fain et Thunot, Paris, 196 p.

GARGI R. 1975. Parmi les roches rustiques en Bretagne. Grès rouge-rose d'Avessac. *Le Mausolée*, avril 1975, pp. 739-743.

MULOT B. 1969. *Inventaire des gisements de grès à zircon et rutile du Massif armoricain*. Rapport BRGM, inédit.

PUILLON-BOBLAYE E. 1827. Essai sur la configuration et la constitution géologique de la Bretagne. *Mémoires du Muséum d'Histoire naturelle*, Paris, XV, pp. 49-116.

Les photographies sont de l'auteur sauf mention contraire.

Louis CHAURIS est directeur de recherche au CNRS (e.r.).

4. « De rerum natura », Lucrèce : « Du fond des ténèbres [...] une lumière éclatante ».



Des « champignons » peu communs dans la réserve du Cragou

Emmanuel HOLDER

Bien des espèces restent à découvrir sur les espaces protégés, c'est le rôle d'un conservateur de réserve naturelle que de créer les conditions permettant à des naturalistes de les rechercher. À l'automne 2017, trois petits « champignons » ont ainsi été découverts dans la réserve naturelle régionale des landes du Cragou et du Vergam.

Le 18 septembre 2017 à l'est du Cragou, à Kergreis, dans une prairie pauvre fauchée depuis des décennies par un agriculteur conventionné, de minuscules oreilles d'ânes veloutées dépassaient d'une touffe de sphaignes. La consistance était celle d'un champignon, mais le carpophore [1] ne ressemblait pas du tout aux classiques basidiomycètes [2]. C'est ce qu'a confirmé Jacques Mazé, président de la Société mycologique du Finistère, précisant qu'il s'agissait d'un ascomycète [3], une classe de champignons qui se distingue des basidiomycètes par leur mode de reproduction. Après avoir observé le spécimen sous une loupe binoculaire, Jacques Mazé put déterminer l'espèce : *Trichoglossum hirsutum*, littéralement la « langue poilue et hirsute » en latin, qui fait partie de ces champignons qu'on appelle vulgairement « langue de terre ». Selon la littérature scientifique, c'est un ascomycète qui pousse dans les sphaignes, les prairies marécageuses ou en compagnie des Drosera, ce qui correspond bien à l'environnement dans lequel il a été observé. La réserve du Cragou compte dorénavant 112 espèces de champignons inventoriées.

Le 22 novembre de la même année, José Durfort, botaniste, bryologue et spha-gnologue, cherchait *Pseudomarsupidium decipiens* (= *Adelanthus decipiens*), une

hépatique très rare qu'il avait localisée sur une barre rocheuse du Cragou. Cette hépatique n'est recensée en France que dans une vingtaine de stations du Finistère, la plupart situées sur le territoire du Parc naturel régional d'Armorique. Cette hépatique compte sans doute parmi les éléments les plus rares de la bryoflore française. La recherche a commencé par un rocher où un prothalle de *Trichomanes speciosum* avait été observé quelques mois auparavant par Erwan Glemarec, du Conservatoire botanique de Brest, mais qui est resté introuvable. Par contre, José Durfort n'eut aucun mal à retrouver *Pseudomarsupidium decipiens*. Étonnamment, de minuscules boules orange ou noires parsemaient le revêtement végétal que formaient les mousses et les hépatiques autour du rocher. Elles ressemblaient à de petits fruits portés par des pédoncules plus ou moins épais. Grâce à un appareil photo qui permet la macrophotographie en hyper focale (c'est-à-dire en empilant plusieurs photos dont le plan focal varie pour donner une image dotée d'une plus grande profondeur de champ qu'avec une image unique), José a pu demander leur avis à des spécialistes en ascomycètes. Jean-Paul Piriou et Yann Quelen ont tout de suite reconnu des myxomycètes [4] (amibozoaires) et deux espèces ont pu être déterminées après l'envoi d'échantillons aux spécialistes.



Trichoglossum hirsutum



Lepidoderma tigrinum
stabilisé



Lepidoderma tigrinum
non stabilisé

La première est *Lamproderma columbinum* reconnaissable par la proportion pied/chapeau, le périidium [5] irisé mais non ponctué, les spores finement spinuleux [6] et de taille comprise entre 12 et 14 microns. L'écologie est aussi un bon critère pour cette espèce, puisqu'elle vit sur des mousses et des hépatiques à feuilles en milieu humide, et souvent sur des rochers.

La deuxième espèce a été plus difficile à déterminer, car les individus n'étaient pas complètement stabilisés [7]. Malgré tout, grâce à la photo envoyée et à un individu avec les calciums [8] extérieurs en tuile large retrouvé dans l'échantillon, *Lepidoderma tigrinum* a pu être déterminé par Yann Quelen.

De nombreuses espèces de myxomycètes sont à rechercher sur les arbres morts, la végétation, les feuilles mortes ou à même le sol. Ce groupe d'êtres vivants est bien souvent ignoré dans les inventaires programmés sur les espaces protégés, et c'est bien dommage, car les différentes formes adoptées au cours de leur cycle de vie sont remarquables et attirent forcément l'œil du naturaliste. ■

Lexique

[1] Le carpophore est la partie visible des champignons, généralement constituée d'un pied et d'un chapeau et portant des spores à la face inférieure du chapeau. C'est ce qui est communément appelé « champignon ».

[2] et [3] Les champignons supérieurs comptent environ 10 000 espèces réparties entre la classe des ascomycètes et celle, majoritaire, des basidiomycètes. Les ascomycètes ont une reproduction sexuée avec union de gamètes mâles et femelles et production d'une cellule allongée appelée asque qui contient 8 spores. Les spores sont libérées après l'éclatement de l'asque. Les ascomycètes ressemblent à une coupe simple, comme la pézize, ou à regroupement de coupes, comme les morilles. Les basidiomycètes n'ont pas de reproduction

sexuée et chaque cellule contient deux noyaux dont l'union produit une baside contenant 4 spores. Ceux-ci se détachent et tombent du chapeau ou sont libérés après éclatement du champignon (cas des vesses de loup). Les basidiomycètes regroupent la plupart des champignons consommés par l'homme.

[4] Un myxomycète est une amibe qui grossit en dévorant des bactéries, des champignons et d'autres êtres vivants pour former un plasmode, une masse gélatineuse visible à l'œil nu. Ce protozoaire géant est pourvu de millions de noyaux identiques contenus dans la seule cellule qui le constitue. Pour se nourrir, le myxomycète se déplace la plupart du temps grâce à son corps gélatineux.

[5] Le périidium est une enveloppe renfermant les spores de certains champignons.

[6] Un organe ou un être vivant muni de petites épines est dit spinuleux.

[7] Au départ, tout myxomycète est un plasmode gélatineux, qui va se transformer en une forme complètement différente capable de libérer des spores. Ainsi, le *L. tigrinum* est au départ une masse gélatineuse qui, en se nourrissant, va mûrir et se transformer en petites boules pédonculées oranges puis noires. La forme orange est en cours de maturation, elle est dite « non stabilisée ». La forme de petite boule noire pédonculée est la forme stabilisée, prête à libérer des spores.

[8] Le plasmode de certains myxomycètes contient des grains ou des cristaux de carbonate de calcium.

Remerciements

L'auteur remercie José Durfort, botaniste et bryologue indépendant, pour la relecture de cet article, et Yann Quelen, mycologue, pour la détermination des myxomycètes.

Les photographies sont de l'auteur.

Emmanuel HOLDER est conservateur des réserves naturelles des monts d'Arrée.



Additions à la liste des espèces marines introduites dans le golfe du Morbihan

Auguste LE ROUX

L'installation d'espèces exotiques (introduites) dans le milieu marin revêt souvent un caractère définitif et leur éradication, à l'exception de quelques cas de détection précoce, paraît tout à fait illusoire. Mieux les connaître, les situer, disposer de données historiques concernant leur présence, constituent des bases de départ pour appréhender leur impact sur la flore et la faune autochtone ainsi que pour évaluer leur rôle dans l'écosystème modifié par leur arrivée.

« Ar Mor Bihan », mot à mot « la mer petite », a donné son nom au département de Bretagne sud (le Morbihan, en un seul mot) et en est devenue une simple enclave marine nommée « golfe du Morbihan » (47°35' N, 2°48' O), lequel est appelé localement « le Golfe », avec une majuscule puisqu'il s'agit d'un nom propre. Nous utiliserons indifféremment ces diverses dénominations.

Dans un précédent numéro de *Penn ar Bed* (Le Roux, 2008), nous avons fourni une liste de 28 espèces introduites dans cette petite mer à la fin du XX^e siècle et au début du XXI^e, auxquelles s'ajoutaient quelques autres dont l'introduction, ancienne, voire incertaine, a eu lieu à une date imprécise ou dont l'origine est inconnue (espèces dites « cryptogéniques » dans ce dernier cas).

Nous savions cette liste incomplète d'une part parce que le statut d'« introduites » de certaines espèces nous avait échappé, d'autre part parce que l'ensemble des biotopes du Golfe n'avait pas été prospecté, loin s'en faut, puisque nos observations se limitaient principalement à l'estran. De plus, certains groupes algaux ou zoologiques comme les bryozoaires (encore appelés Entoproctes), qui comportent de nombreux

représentants localement, n'avaient été que très partiellement examinés. Ces dernières lacunes n'ont à vrai dire pas été comblées ! Cependant, compte tenu du nombre d'espèces nouvellement recensées, qui double largement l'effectif initial, il nous paraît indispensable de publier une liste complémentaire, sachant que l'inventaire n'est certainement pas encore exhaustif et qu'il ne risque pas de l'être de sitôt, tant le trafic maritime international et interocéanique ainsi que les activités aquacoles véhiculent en permanence des espèces d'un point à un autre de la planète.

Limites de la prospection

Nos observations portent essentiellement sur l'estran et l'infralittoral sur lequel subsistent quelques décimètres d'eau (quatre ou cinq) aux plus basses mers. Un outil de jardinage (grattoir à main) emmanché a été utilisé pour gratter les flotteurs des pontons et les extrémités non exondables des cales. Cet outil est équipé d'un sac destiné à recueillir les échantillons. Il permet de collecter du matériel à environ cinquante centimètres de profondeur.

Depuis bientôt deux décennies nous avons prospecté principalement les pointes rocheuses mentionnées sur la carte du Mor Bihan [1]. Elles ont été visitées au moins une et généralement plusieurs fois par an, sauf celles de la côte sud (presqu'île de Rhuys) où nos passages ont été irréguliers (points M et N conservés comme repères). Des observations occasionnelles ont été effectuées çà et là sur le même linéaire de côte, essentiellement sur fond rocheux. Le littoral des îles, Berder et Bailleron exceptées, n'a pas été examiné. Le point A, embarcadère de la pointe du Blair, n'a été visité qu'à partir de décembre 2017.

L'identification des espèces exotiques peut présenter de sérieuses difficultés dues à l'absence de documents les concernant dans la littérature scientifique européenne. L'Internet se révèle évidemment d'une grande utilité par les documents auxquels il donne accès et les contacts qu'il permet d'établir. Nous avons eu recours à l'expertise de collègues notamment phycologistes (spécialistes des algues) pour déterminer

certaines espèces. Leur responsabilité n'est engagée que pour les échantillons qu'ils ont examinés, d'éventuelles erreurs d'identification sur le terrain ou lors d'examen à la loupe ou au microscope nous incombent évidemment. Les références bibliographiques marquées d'un astérisque après la date contiennent une description de l'espèce concernée.

La nomenclature des espèces est parfois complexe et déroutante. Les contributeurs du site WoRMS (World Register of Marine Species, www.marinespecies.org) essaient de manière louable et efficace d'y mettre de l'ordre. Nous adoptons leurs recommandations telles qu'elles apparaissent au printemps 2018 en rappelant, éventuellement, des appellations plus familières mais obsolètes.

Un petit lexique, après le texte, définit quelques termes spécialisés marqués du signe •.

Les illustrations sont de l'auteur. Les microphotographies ont été prises à l'aide d'un

appareil Nikon Coolpix L 101 tenu à la main au-dessus de l'oculaire de la loupe ou du microscope.

Des échantillons des espèces collectées pour la première fois dans le Mor Bihan par l'auteur seront déposés dans les collections du Laboratoire des Sciences de l'Environnement Marin (LEMAR) de l'Université de Bretagne Occidentale à Brest.

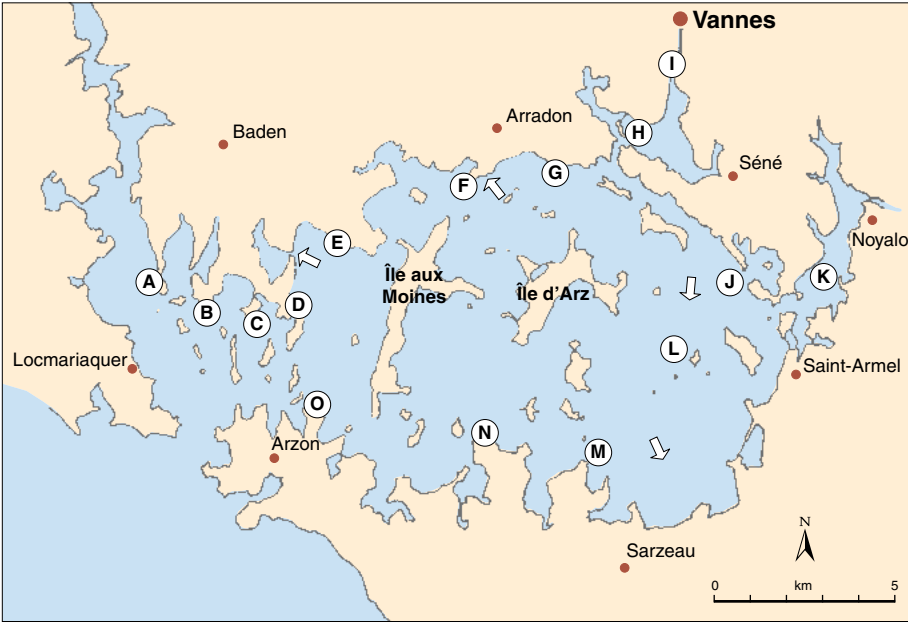
Les éléments nouveaux

Les espèces nouvellement identifiées dans le Mor Bihan figurent dans les tableaux [T1]

(algues) et [T2] (invertébrés), qui donnent quelques indications concernant leurs origines et les sites où elles ont été observées. Ces derniers ne sont qu'en partie mentionnés dans le texte.

A. Algues

L'identification des algues par leurs caractères morphologiques ou d'anatomie microscopique n'est pas toujours possible et de plus en plus on a recours à des techniques biochimiques. Parmi celles-ci le séquençage des bases d'une partie du gène (ADN) d'une enzyme, impliquée dans la photosynthèse et connue par l'acronyme



[1] Carte du golfe du Morbihan (ou Mor Bihan) indiquant les principaux points d'observation ou mentionnés dans le texte. A : Pointe du Blair (embarcadère) ; B : Pointe de Locmiquel ; C : Pointe de Berchis ; D : Passage de l'Île Berder ; E : Toulindac ; F : Pointe d'Arradon ; G : Pointe de Penboc'h ; H : Pointe de Conleau ; I : Vannes, port de commerce ; J : le Grand-Pont (chenal entre l'anse Mancel et le Golfe proprement dit) ; K : Rivière de Noyal ; L : Île Bailleron ; M : Pointe du Ruault ; N : Pointe de l'Ours ; O : Pointe de Kerners (en fait, petite pointe en 47° 33' 46 N, 2° 52' 59 O). Les flèches pointent vers des sites intermédiaires qui apparaissent dans le texte : entre D et E, Pen en Toul ; entre F et G, port d'Arradon ; à gauche de J, chenal de Lerne ; à droite de M, l'anse de Truscat.

	Nom scientifique	Origine géographique	Lieu et date de la 1 ^{re} observation en Europe	Lieu et date de la 1 ^{re} observation dans le Mor Bihan	Sites où l'espèce a été observée
1	<i>Anotrichium furcellatum</i>	Méditerranée	/	Île Longue 1996	C, G, H, sud de J
2	<i>Antithamnion hubbsii</i>	Pacifique Nord-Ouest	Étang de Thau 2001	Pointe du Blair 2017	A
3	<i>Centroceras clavulatum</i>	Méditerranée et sud-Gascogne	/	Pointe du Berchis 2014	C
4	<i>Chondracanthus chamissoi</i>	Chili via le Japon	Mor Bihan 2009	Toulindac 2009	A, B, C, E, F, G, J
5	<i>Chrysomenia wrightii</i>	Pacifique Nord-Ouest	Étang de Thau 1978	Le Bill (nord de J) 2010	Port d'Arradon (est de F)
6	<i>Dasysiphonia japonica</i>	Pacifique Nord-Ouest	Pays-Bas 1994	Le Grégan 2005	B, C, E, F, G, H, J
7	<i>Gracilariopsis chorda</i>	Pacifique Nord-Ouest	Mor Bihan 2010	Île Bailleron 2010	L
8	<i>Grateloupia</i> sp.	Pacifique Nord-Ouest	?	?	A, B, C, D
9	<i>Hypnea musciformis</i>	Adriatique Méditerranée	/	Pointe de Locmiquel 2012	B, C, F, G, H
10	<i>Lomentaria hakodatensis</i>	Pacifique Nord-Ouest	Baie de Morlaix 1987	Port d'Arradon 2012	B, C, F, J
11	<i>Pachymeniopsis lanceolata</i>	Pacifique Nord-Ouest	Étang de Thau 1970-1980	Pointe du Berchis 2016	A, C, port d'Arradon
12	<i>Polyopes lancifolius</i>	Pacifique Nord-Ouest	Mor Bihan 2008	Toulindac 2008	B, E, port d'Arradon
13	<i>Polysiphonia</i> cf. <i>morrowii</i>	Pacifique Nord-Ouest	Pays-Bas 1993	Passage de Berder, 2005	B, C, D, E, F, H, J, L
14	<i>Pterosiphonia tanakae</i>	Pacifique Nord-Ouest	Étang de Thau 1993	Conleau 2005	A, F, G, H, port d'Arradon
15	<i>Solieria</i> sp.	Nouvelle-Zélande ? Japon ?	Mor Bihan 2005 (1994 ?)	Le Pêchit (sud de J) 2005	B, G, J

[T1] Liste des algues rouges nouvellement signalées dans le Mor Bihan

rbcl, est fréquemment utilisé. Actuellement ces techniques ne sont disponibles que pour certains laboratoires bien équipés et, à défaut de pouvoir y recourir, on est condamné à l'incertitude.

Étant donné que seules des algues rouges (rhodophycées) figurent dans cet inventaire, elles sont présentées par ordre alphabétique, comme dans le tableau [T1].

Nous revenons d'abord sur *Caulacanthus ustulatus* mentionné en 2008. Il conviendrait de changer le nom d'espèce et d'adopter le binôme *Caulacanthus okamurai* Yamada, 1933 [cf. Verlaque et coll. (2008) sous le nom de *Feldmannophycus okamurai*. Voir aussi Bunker et coll., 2017]. Cette espèce est extrêmement abondante dans l'étage médiolittoral, fréquemment sous forme de pompons plus ou moins rouges fixés aux rochers, aux moules, etc., ou engainant la base des *Fucus serratus* Linnaeus, 1753. Elle n'est pas à proprement parler nouvelle pour l'inventaire.

1. *Anotrichium furcellatum* (J. Agardh) Beldock, 1976. [2]. Cette espèce constitue un oubli dans notre première liste, elle figure dans l'inventaire des espèces recueillies par Girard et coll. (1996) près de l'entrée du Golfe. Elle peut être extrêmement abondante sur son littoral nord dans des stations

comme Penboc'h, Roguedas (entre G et H) et Conleau souvent à l'état de touffes libres.

2. *Antithamnion hubbsii* E.Y. Dawson, 1962. [3]. Cette petite algue délicate, longue de 1 à 2 cm, forme des taches gazonnantes rouges de quelques cm². Elle a été découverte en décembre 2017 sur le ponton de la pointe du Blair et correspond aux descriptions de Cho et Fredericq (2005, sous le nom d'*Antithamnion nipponicum*), Rueness et coll. (2007*, sous le nom d'*Antithamnion nipponicum*) et de Bárbara & Diaz Tapia (2012*). Des tétrasporophytes et des gamétophytes femelles avec cystocarpes ont été observés en avril. Sur la côte atlantique française, cette espèce n'était connue auparavant que de Biarritz (Bárbara & Diaz Tapia, 2012).

3. *Centroceras clavulatum* (C. Agardh) Montagne, 1846. La présence de cette petite algue (2 à 3 cm de longueur), voisine des *Ceramium*, a été révélée par Le Duff et Ar Gall (2015*). Elle se situe dans la frange supérieure de l'étage subtidal à la pointe du Berchis.

4. *Chondracanthus chamissoi* (C. Agardh) Kützinger, 1843. [4]. Cette algue a été récoltée pour la première fois à Toulindac en 2009 et signalée comme *Chondracanthus* sp. par Mineur et coll. (2012). La séquence de sa rbcl a fait alors apparaître sa proximité

avec *C. chamissoi*. Suite à une étude de *Chondracanthus* du Pacifique et d'Europe, Yang et coll. (2015*) incluent effectivement l'exemplaire du Golfe dans *C. chamissoi*. Nous adoptons ce point de vue.

C. chamissoi se distingue de l'espèce voisine *C. teedei* (Mertens ex Roth) Kützinger, 1843, avec laquelle elle cohabite dans la partie basse de l'estran, par sa couleur brun rouge et non pas bleutée, presque noire, ainsi que par ses divisions espacées et d'aspect épineux, contrairement à des rameaux abondants, serrés et fins chez *G. teedei*. Un gamétophyte avec cystocarpes et un sporophyte ont été récoltés, respectivement en décembre et en avril, en situation d'immersion permanente sur le ponton de la pointe du Blair.

L'espèce est originaire de l'Amérique du Sud (Chili et Pérou) mais nous serait parvenue à partir du Japon où, suite à des échanges commerciaux, elle a été implantée.

5. *Chrysomenia* (= *Botryocladia*) *wrightii* (Harvey) Yamada, 1932. (Identification : M. Verlaque). [5]. Cette espèce, au thalle tubulaire de couleur rouge rosé, atteint 20 à 30 cm de long. Quelques exemplaires en très bon état ont été récoltés dans la laisse de mer à la pointe du Bill (au nord du repère J, en décembre 2010 et septembre 2014) ainsi qu'à l'Île Bailleron (décembre 2010) dans le bassin oriental du Golfe, ce qui rend probable l'installation de l'algue dans l'infralittoral du voisinage. Cette installation dans le Mor Bihan est confirmée par la découverte d'un exemplaire fixé à un ponton du port d'Arradon en 2016. Sur la façade atlantique *C. wrightii* a été signalée en Galice (Bárbara et coll., 2008*) et à Falmouth en Cornouailles anglaises (Bunker et coll., 2017*).

6. *Dasysiphonia* (= *Heterosiphonia*) *japonica* (Yendo) H.-S. Kim, 2012. [6]. Cette espèce est signalée à la tourelle du Grégan



[2] *Anotrichium furcellatum*. Touffes rouges à centre clair. Diamètre environ 5 cm. Les cordons ramifiés bleu-vert sont des *Hypnea musciformis*. En bas à gauche *Sargassum muticum*. Roguedas, Août 2016.



[3] *Antithamnion hubbsii*. Extrémité de thalle. Largeur environ 0,5 mm. Le Blair, décembre 2017.

[4] *Chondracanthus chamissoi*. Le trait d'échelle mesure 1 cm. Toulindac, février 2018.

[5] *Chrysomenia wrightii*. Gamétophyte avec cystocarpes (points sombres) épars. Largeur de l'axe principal, environ 5 mm. Le Bill (au nord de J), décembre 2010.

[6] *Dasysiphonia japonica*. Touffe étalée à basse mer. Longueur environ 25 à 30 cm. En haut à droite et en bas à gauche, *Sargassum muticum*. Le Berchis, février 2018.

près de l'entrée du Golfe en 2005 (Derrien-Courtet et Le Gal, 2013*). La même année nous trouvions des exemplaires échoués sous forme de galettes rougeâtres d'une vingtaine de cm de diamètre sur la plupart des sites du nord et de l'est du Golfe, ce qui témoignait probablement d'une large implantation. Actuellement *D. japonica* est surtout bien représenté sur les estrans de l'ouest du Mor Bihan jusqu'à Conleau. On le rencontre en place, au bas de l'estran, jusqu'à la limite inférieure de la ceinture du *Fucus serratus*. Dans l'infralittoral il descend jusqu'à une profondeur de 13 mètres (Derrien-Courtet et Le Gal, 2013).

7. *Gracilariopsis chorda* (Holmes) Ohmi, 1958. [7]. Cette algue est représentée par un seul fragment d'environ 20 cm de long qui reposait sur le bas de l'estran de l'île Bailleron (juin 2010). Son identification repose sur la séquence de sa rbcL (Mineur et coll., 2012). Sa position benthique en un site très éloigné de l'entrée du Mor Bihan permet de penser que l'algue serait installée dans l'infralittoral voisin mais pour l'instant elle n'y a pas été retrouvée. Son repérage et son identification sont difficiles compte tenu de sa ressemblance avec des *Gracilaria*.

8. *Grateloupia* sp. [8], [9]. En 2008 nous citons *G. filicina* var. *luxurians*. Suite aux travaux de Kawaguchi et coll. (2001*) et de Faye et coll. (2004*), cette espèce a été démembrée et deux de celles qui en sont issues, *G. subpectinata* Holmes, 1912 et *G. asiatica* S. Kawaguchi & H. W. Wang, 2001, se rencontrent en Europe. La première, considérée comme synonyme de *G. filicina*, est largement répandue en Méditerranée et en Atlantique. Les deux

cohabitent dans l'étang de Thau (Verlaque et coll., 2005*) et on ne peut exclure que, à partir de cette source ou en suivant une autre voie, *G. asiatica* ait été introduit dans le Mor Bihan.

Les deux espèces sont très polymorphes et extrêmement difficiles à distinguer l'une de l'autre (voir Suzuki : *Grateloupia subpectinata* et *G. asiatica*, natural-history.main.jp*).

Si l'on exclut le petit *G. minima* P. L. Crouan & H. M. Crouan, algue autochtone trouvée à l'île d'Arz et à Conleau, les *Grateloupia* très ramifiés et plus ou moins buissonnants du Golfe présentent des formes variées parmi lesquelles on peut distinguer un ensemble, polymorphe certes, mais suffisamment homogène pour constituer, à première vue, une seule espèce [8]. Ces thalles ont un axe aplati, plus ou moins ondulé, souvent spiralé, pouvant atteindre 50 cm de long pour une largeur allant de 2 à 20 mm (généralement inférieure à 10 mm). L'épaisseur est inférieure à 0,5 mm. Ces axes portent des ramifications latérales dont les bases sont plus ou moins rétrécies et éventuellement cylindriques. La face des axes pleinement développés peut porter de nombreuses proliférations courtes (inférieures à 15 mm), cylindriques, parfois ramifiées. Dans les exemplaires femelles, les cystocarpes se trouvent sur l'axe, les ramifications et, lorsque l'axe est très étroit, sur les proliférations ultimes. Ces caractères correspondent plutôt à *G. subpectinata*, mais on pourrait dire d'une boutade simpliste que la population (si elle est monospécifique !) présente des axes trop larges pour être *G. asiatica* et trop peu épais pour être *G. subpectinata* selon les données de la littérature citée.

La forme et les dimensions de la cellule auxiliaire de l'appareil reproducteur femelle constituent de bons critères de discrimination entre les deux espèces. L'étude de cette cellule est à la limite de nos possibilités techniques et les observations que nous avons faites nous ont paru variables et non concluantes.

En conséquence et compte tenu de la morphologie des spécimens non inclus dans l'ensemble ci-dessus [9], nous ne nous prononçons pas sur l'identité spécifique de ces *Grateloupia*. Il serait hautement souhaitable qu'une étude génétique soit consacrée à leurs représentants sur le littoral breton.

Ces algues occupent la partie basse de l'espace intertidal et une bande où subsistent quelques dm d'eau aux plus basses



[7] *Gracilariopsis chorda*. Fragment de thalle. L'aspect de l'axe, avec ses boutures latérales, n'est pas caractéristique de l'espèce.

[8] *Grateloupia* sp. Thalle végétatif séché de la forme commune dans le Mor Bihan. L'axe mesure environ 40 cm. Passage de Berder, mars 2018.

[9] *Grateloupia* sp. Thalle séché. Sporophyte. Forme ou espèce différente de [8]. Le trait mesure 1 cm. Le Berchis, mars 2018.

mers. Elles colonisent aussi, parfois densément, les cuvettes de l'étage médiolittoral.

9. *Hypnea musciformis* (Wulfen) J.V. Lamouroux. [10], [2]. Identifié d'après Boudouresque et coll. (1992) et Gonzales (manuel.gonzales.free.fr). Les exemplaires du Golfe ont la particularité d'avoir les extrémités peu enroulées en crosse.

Cette espèce trouvée pour la première fois à la pointe de Locmiquel en août 2012 était abondante, voire dominante sur des surfaces de quelques m², depuis ce site jusqu'à Conleau en été 2016. C'est une algue des mers chaudes qui a été observée en Bretagne et en Normandie aux alentours de 1900 (Goulletquer, 2016).

10. *Lomentaria hakodatensis* Yendo, 1920. [11]. Signalée en Bretagne par Cabioch et Magne (1987*), cette espèce apparaît dans nos récoltes en 2007 (lieu indéterminé) puis en 2012 dans le port d'Arradon. Elle constitue, du fait de la soudure de ses éléments, de petites masses buissonnantes presque sphériques de quelques cm de diamètre (5 à 10 environ) et de couleur rouge sombre. Elle est fixée aux roches, aux galets, voire à une autre algue (*Polyopes lancifolius*) au bas de l'estran, au-dessous de la ceinture de *Fucus serratus*. *P. hakodatensis* est

abondante au Berchis et elle se rencontre sur tous les points du littoral ouest et nord du Golfe jusqu'au Grand-Pont.

11. *Pachymeniopsis* (= *Grateloupia*) *lanceolata* (K. Okamura) Y. Yamada ex S. Kawabata, 1954 (identification : M. Verlaque). [12]. Espèce récoltée pour la première fois à la pointe du Berchis en 2016. Le thalle a la forme d'une feuille allongée atteignant en fin de printemps une longueur de 50 cm pour 10 de large environ, de couleur brun vert, virant au jaune sur les grands exemplaires. À première vue l'algue fait penser à une laminaire. Plusieurs feuilles munies d'un court pédoncule partent d'une base commune. Les grands thalles peuvent présenter des marbrures qui correspondent à des algues vertes endophytiques• (*Acrochaete* ?).

En hiver les thalles ne mesurent que quelques cm, certains sont cependant fertiles. Éventuellement ils peuvent présenter des ramifications spontanées ou suite à des blessures (broutage notamment). Des sporophytes et des gamétophytes avec cystocarpes ont été observés en hiver et au printemps.

P. lanceolata peut se rencontrer à découvert sur l'estran mais c'est une espèce plutôt



[7] *Gracilariopsis chorda*. Fragment de thalle. L'aspect de l'axe, avec ses boutures latérales, n'est pas caractéristique de l'espèce.

infralittorale. Elle colonise les flotteurs des pontons à la pointe du Blair et dans le port d'Arradon. Elle peut être difficile à distinguer de *Grateloupia turuturu* Yamada, 1941 (citée en 2008 comme *G. doryphora*), cette dernière espèce est toutefois de couleur rouge orangé (plus jaune chez les vieux spécimens), ses bords présentent de nettes ondulations qui sont absentes ou discrètes chez *P. lanceolata*. La présence de *P. lanceolata* est connue dans l'étang de Thau (Verlaque, 2001, 2005*, sous le

nom de *Grateloupia lanceolata*), elle est signalée ici pour la première fois sur les côtes atlantiques européennes.

12. *Polyopes lancifolius* (Harvey) Kawaguchi & Wang, 2002. [13], [14]. *P. lancifolius* a été récolté à Toulindac en août 2008. C'était sa première observation en Europe (Mineur et coll., 2010*). Son thalle aplati, à l'état reproducteur, porte de nombreuses petites papilles allongées, il vire du rouge sombre au blanc après échouage et

prend alors l'aspect d'une fourrure animale très visible dans la laisse de mer. C'est l'abondance de ces thalles blanchis qui nous a permis de repérer l'espèce. Cet échouage correspondait à une population vivante dense, dont les touffes étaient fixées sur des galets ensablés au bas de l'estran.

L'algue occupait alors un espace très restreint sur une cinquantaine de mètres face au centre nautique, s'y ajoutaient quelques plants épars sur environ 800 m, le long de l'estran de Toulindac. Un pied échoué est également à mentionner à Locmariaquer en 2010 (J. Grall, comm. pers.). Actuellement, sur le site initial, les touffes de *P. lancifolius* sont très dispersées mais l'algue s'est installée à la pointe de Locmiquel ainsi que sur la cale et les pontons du port d'Arradon (flèche à droite de F). Elle été trouvée à Jersey en mai 2011 (Chambers, 2011).

13. *Polysiphonia* cf. *morrowii* Harvey, 1857. [15]. C'est une algue constituée de filaments ramifiés, très fins, formant des touffes ayant, à basse mer, l'aspect d'une chevelure rouge ou rousse. Sa longueur peut atteindre 30 cm (généralement 15 à 20 cm). Du point de vue morphologique elle est très difficile à distinguer d'une espèce autochtone *P. stricta* (Dillwyn) Gréville, 1824. Nous fondons notre opinion sur son caractère exotique d'après les considérations suivantes : elle présente un caractère invasif et, si nos souvenirs sont fiables, ce phénomène est récent (deux décennies au maximum), elle n'est présente que durant l'hiver et le printemps et enfin on ne la rencontre que sous forme de thalles végétatifs ou sporophytiques (sur de multiples spécimens contrôlés au fil des années, seul un gamétophyte porteur de procarpes a été observé). Cette saisonnalité et ce mode de reproduction ne correspondent pas à ceux décrits pour *P. stricta* par Maggs et Hommersand (1993).

Globalement, nos exemplaires correspondent à la description de *P. morrowii* par Curiel et coll. (2002*). Il leur manque cependant un caractère que ces auteurs considèrent comme important : la présence de touffes de courtes ramifications axillaires porteuses de tétraspoires. Ce caractère est également souligné par Hansen et coll.

(2017*) mais il n'est pas mentionné par Geoffroy et coll. (2012) dans leur étude portant sur quatre localités bretonnes, étude qui n'inclut malheureusement pas le Golfe.



[10] *Hypnea musciformis*. Portion du thalle faisant apparaître la surface hérissée de courts rameaux. L'algue entière atteint une longueur de 20-30 cm environ. Pointe de Locmiquel, août 2012. Voir aussi [2].

[11] *Lomentaria hakodatensis*. Touffe d'environ 10 cm de diamètre. Le Berchis, février 2018.

[12] *Pachymeniopsis lanceolata*. Deux lames issues d'une même base. À droite, *Grateloupia* sp. La barre d'échelle mesure 10 cm. Le Berchis, juin 2018.



[13] *Polyopes lancifolius*. Thalle en lames simples en fin d'hiver, fixées à un galet enfoui dans le sédiment. Largeur de lames de 5 à 10 mm. Toulindac, mars 2011.

[14] *Polyopes lancifolius*. Thalles décolorés, couverts de ramifications, échoués dans la laisse de mer. La couleur des thalles vivants est semblable à celle de la figure 13 ou plus foncée. La largeur des lames est de l'ordre de 15 à 20 mm. Toulindac, octobre 2009.

[15] *Polysiphonia* cf. *morrowii*. Les touffes aplaties et lisses de *Polysiphonia*, rouges à la base, sombres au sommet, forment la bande médiane de l'image. Les filaments très fins de l'algue ne sont pas discernables. En haut les touffes rouges dans lesquelles on distingue les rameaux sont des *Lomentaria hakodatensis*. Le Berchis, février 2018.

Ce *Polysiphonia* présente en fin de cycle une phase de ramification exubérante (production de rhizoïdes et de rameaux) qui modifie radicalement son aspect, lequel passe de celui de chevelure bien peignée à celui de perruque inextricable. Cette phase que nous décrirons séparément, pourrait apporter des éléments intéressants du point de vue taxonomique.

Geoffroy et coll. (2012, 2016) situent *P. morrowii* dans la partie haute de l'estran (« the higher intertidal »). Dans le Golfe l'espèce semblable occupe le bas de l'estran, de la partie inférieure de la ceinture de *Fucus serratus* jusqu'au niveau des plus basses mers. Elle ne se rencontre dans la partie haute de l'étage médiolittoral que dans les cuvettes et les zones de ruissellement où elle bénéficie d'une immersion ou d'une humectation permanente. Elle est largement répandue dans tout le Mor Bihan mais paraît moins abondante dans le bassin oriental.

14. *Pterosiphonia tanakae* S. Uwai & M. Masuda, 1999 (selon Bustamante et coll. 2016* *P. dendroidea* devrait être substitué à *P. tanakae*) (Identification : M. Verlaque). [16]. Cette espèce a été récoltée à Conleau en 2005 puis en 2009 sur les pontons du port d'Arradon où elle est particulièrement florissante, comme d'ailleurs sur celui de la pointe du Blair. La partie rampante du thalle

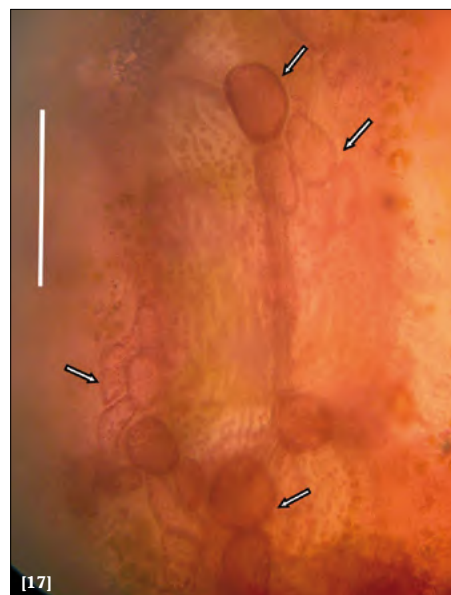
produit un axe dressé qui, par ramification, donne une touffe constituée d'éléments disposés dans un même plan et juxtaposés. L'ensemble, de couleur rouge sombre, atteint une longueur d'environ 8 cm. L'axe comporte 9 ou 10 cellules périaxiales et présente, à la base, une cortication partielle discrète [17].

Des gamétophytes mâles et femelles sont présents de juillet-août jusqu'en octobre, les sporophytes en juillet et novembre. Cette algue peut se rencontrer à sec au bas de l'estran mais elle préfère l'immersion permanente. Sur la façade atlantique *P. tanakae* est connue dans le Bassin d'Arcachon (Verlaque et coll., 2008).

15. *Solieria* sp. [18]. Récoltée, en place, près du passage de Berder en 2005, cette algue a été trouvée soit en place, soit dans la laisse de mer, en divers points du Golfe. Son installation est probablement antérieure à 2005 puisqu'une touffe à la dérive a été recueillie au sud de l'île d'Arz en 1994. En août 2012 elle constituait, associée à des touffes disséminées de *Hypnea musciformis*, une couverture dominante de plusieurs dizaines de m² sur le flanc ouest de la pointe de Locmiquel [19]. L'analyse de la séquence de sa rbcL montre qu'elle est proche d'un *Solieria* non identifié de Nouvelle-Zélande (Mineur et coll., 2012). Son aspect général (touffe de rameaux



[16] *Pterosiphonia tanakae*. Port d'Arradon, avril 2016.



[17] *Pterosiphonia tanakae*. Cellules corticales (flèches) à la surface des cellules périaxiales de l'axe. La barre d'échelle mesure 0,1 mm.



[18] *Solieria* sp. Thalle échoué. Le départ des rameaux est étroit et va en s'élargissant. La longueur des rameaux est de 15 cm environ. Le Bill, au nord du repère J, décembre 2010.

[19] *Solieria* sp. Thalles décolorés recouvrant presque totalement le sol. Pointe de Locmiquel, août 2012.

cylindriques présentant une nette constriction près de leur base) présente, à notre avis, une ressemblance frappante avec *Solieria tenuis* J.F. Zhang & E.Z. Xia telle qu'elle est représentée par Suzuki (voir *Solieria tenuis*, natural-history.main.jp). Elle partage avec cette espèce la particularité de laisser sur le papier une ombre brune lorsqu'elle est soumise au séchage sous

presse. Un gamétophyte et un sporophyte ont été recueillis en décembre.

B. Invertébrés

Les invertébrés sont listés le tableau [T2] et classés, comme dans le texte, selon leur appartenance à un même groupe zoologique.

1. *Diadumene* (= *Haliplanella*) *lineata* (Verrill, 1869). [20]. Anémone de mer dont la colonne est parcourue par des bandes

longitudinales orangées, trouvée dans le port de commerce de Vannes en 2009 puis en différents points du Golfe ultérieurement.

	Groupe zoologique	Nom scientifique	Origine géographique	Lieu et date de la 1 ^{re} observation en Europe	Lieu et date de la 1 ^{re} observation dans le Mor Bihan	Sites où l'espèce a été observée
1	Cnidaires	<i>Diadumene lineata</i>	Pacifique	Grande Bretagne Fin XIX ^e siècle	Vannes port de commerce 2009	C, F, H
2	Cténaires	<i>Mnemiopsis leidyi</i>	Amérique côte est	Mer Noire 1982 Baltique 2005	2014 Île Bailleron	L
3	Bryozoaires	<i>Bugula neritina</i>	Méditerranée (ou Amérique)	Angleterre Sud Début XX ^e siècle	Vannes port de commerce 2009	D, G, H, I, J
4		<i>Bugulina stolonifera</i>	Atlantique Nord-Ouest	Angleterre Sud Milieu XX ^e siècle ?	Vannes port de commerce 2009	Pen en Toul, Port Arradon, I
5		<i>Pacificincola perforata</i>	Pacifique	Arcachon 2001	Le Berchis 2010	C, D, J
6		<i>Tricellaria inopinata</i>	Pacifique Nord	Venise 1982	Er Lannic 2009	D, E, H, I, J, L, port Arradon, Pen en Toul
7		<i>Watersipora subatra</i>	Atlantique Ouest, Caraïbes	Arcachon 1983	Entrée Golfe 2006 Kersers 2007	B, C, D, F, H, J, O
8	Nématodes	<i>Anguillicoloides crassus</i>	Est de l'Asie, Japon, Taiwan	Allemagne 1988	Truscat 2001	Anse de Truscat
9	Annélides	<i>Pileolaria berkeleyana</i>	Pacifique Nord-Ouest	Grande Bretagne 1974	Conleau 2007	D, F, H
10	Mollusques	<i>Dendrodoris limbata</i>	Méditerranée, presqu'île ibérique	/	Ouest de N 2013	Ouest de N, J
11		<i>Monocorophium sextonae</i>	Nouvelle Zélande	Grande Bretagne ± Années 30	Bailleron 2009	C, F, L
12		<i>Grandidierella japonica</i>	Pacifique Nord-Ouest	Grande Bretagne 1999	Rivière de Noyal 2017	K
13		<i>Zeuxo holdichi</i>	/	/	Arradon 2009	C, D, F, G, I, O
14	Crustacés	<i>Amphibalanus eburneus</i>	Amérique du Nord, côte est	Sébastopol 1892	Vannes port de commerce 2009	I
15		<i>Hesperibalanus fallax</i>	Afrique côte ouest	Baie de Seine 1976	Le Ter, ouest de E 2009	Ouest de E, port Arradon, G
16		<i>Hemigrapsus takanoi</i>	Pacifique Nord-Ouest	La Rochelle 1994	Pen En Toul 2006	D, H, I, J, N
17	Ascidies	<i>Asterocarpa humilis</i>	Hémisphère sud	Bretagne 2005	Penboc'h 2012	F, G
18		<i>Botrylloides violaceus</i>	Pacifique Nord-Ouest	Pays-Bas 1999	Berder 2009	G, H, J, L
19		<i>Corella eumyota</i>	Hémisphère Sud	Bretagne nord & ouest 2002	Conleau 2007	B, F, H, I, L
20		<i>Didemnum cf. vexillum</i>	Pacifique Nord-Est	Pays-Bas 1991	Arradon 2014	Port Arradon

[T2] Liste des invertébrés nouvellement signalés dans le Mor Bihan

2. *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, 1865. [21]. Cette espèce a été repérée et attribuée à son groupe zoologique, les cténophores (= cténaires) par L. Allano, technicien à la Station Biologique de Bailleron en 2014. Les individus que nous avons examinés en octobre 2015 présentent des auricules particulièrement développés mais leur rattachement à *M. leidyi* ne semble pas faire de doute car l'espèce est réputée polymorphe. Les individus ont une forme globuleuse, sensiblement aplatie. Leur corps, translucide, se confond presque avec l'eau mais les battements de bandes de brosse ciliées, disposées longitudinalement, attirent l'attention par les reflets irisés qu'ils produisent. L'animal pourrait atteindre une longueur totale de 10 cm, ceux que nous avons récoltés ne dépassaient pas 2 à 3 cm. *M. leidyi* est réputé vorace, il s'attaque à divers organismes du plancton dont les crustacés copépodes, les œufs et les alevins de poissons. En conséquence, lorsque l'espèce prolifère elle peut avoir des effets très négatifs non seulement sur le plancton permanent mais aussi sur les animaux dont le développement comporte une phase planctonique comme les crabes, crevettes et poissons. C'est enfin un compétiteur important pour les organismes benthiques ou pélagiques qui se nourrissent du plancton. Son introduction en mer Noire en 1982 a « constitué l'une

des explosions biologiques les plus dévastatrices jamais enregistrées » (Popescu, 2010). Dans le Mor Bihan, la crevette dite « du Golfe », *Palaemon adspersus* Rathke, 1837, qui constitue une population isolée et fait l'objet d'une petite pêche (Le Roux, 2006), pourrait être affectée si ses larves étaient consommées par ce nouvel arrivant. Fort heureusement les effectifs de *M. leidyi* semblent avoir nettement régressé en 2017-2018 (L. Allano, comm. pers.).

Les bryozoaires sont de petits animaux dont les individus (ou zoïdes), de très petite taille (inférieure à 1 mm), sont regroupés en colonies dressées ou encroûtantes aux dimensions pouvant atteindre plusieurs cm, voire plusieurs dm. À première vue ils peuvent paraître négligeables, mais ils ont un atout sérieux : leur nombre. Ils colonisent des surfaces considérables et consomment des quantités importantes de petits organismes et de particules organiques ou minérales.

3. *Bugula neritina* (Linnaeus, 1758). [22], [23]. Ce bryzoaire forme des colonies aisément repérables à l'œil nu. Elles sont dressées, robustes, atteignent environ 5 cm de haut et ont une couleur violacée peu commune sur l'estran. Plutôt infralittorale, cette espèce s'observe parfois à sec à basse mer. Trouvée dans le port de commerce de Vannes en 2009, elle a été



[20] *Diadumene lineata*. Le Berchis, avril 2010.



[21] *Mnemiopsis leidyi*. Noter les irisations sur les rangées de cils locomoteurs. Diamètre 10 à 15 mm. Île Bailleron, octobre 2015.

rencontrée depuis en plusieurs points du nord du Golfe.

4. *Bugulina* (= *Bugula*) *stolonifera* (Ryland, 1960), est observé dans le port de commerce de Vannes en 2009 (Le Roux, 2013) et dans le nord du Golfe.

5. *Pacificincola perforata* (Okada & Mawatari, 1937) (Identification : O. Reverter). [24]. Espèce encroûtante trouvée à quelques exemplaires sur des coquilles vides à la pointe du Berchis en mai et juillet 2010 puis au Passage de Berder en 2011. Sur la façade atlantique française *P. perforata* est également connue d'Arcachon (De Blauwe, 2006).

6. *Tricellaria inopinata* d'Hondt & Occhipinti Ambrogi, 1985. [25]. *T. inopinata* forme de petites colonies plus ou moins dressées, buissonnantes de un à quelques cm. Cette espèce, repérée en 2009 au port de commerce de Vannes (Le Roux, 2013) est présente et généralement commune dans plusieurs des points prospectés.

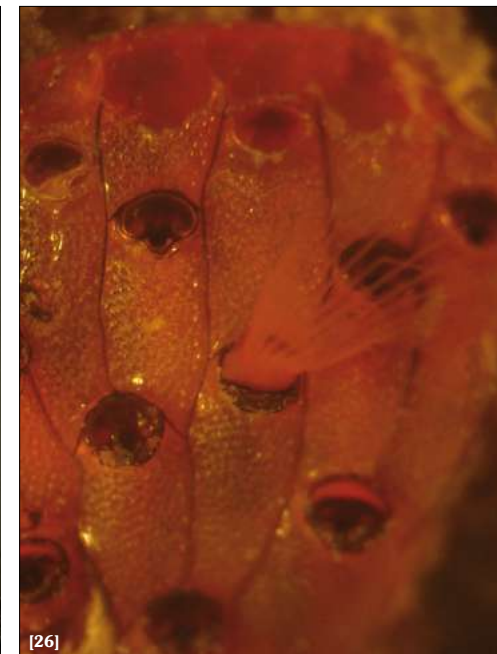
7. *Watersipora subatra* (Ortmann, 1890). [26], [27]. Signalée à l'entrée du Golfe en 2009 (Ryland et coll., 2009) sous le nom de *W. subtorquata*, cette espèce serait en fait *W. subatra* selon Vieira et coll. (2014), dénomination que nous adoptons. Elle constitue des croûtes rouge vif ou orangées, pouvant virer au noir. *P. subatra* est particulièrement abondante au bas de l'estran sur les côtés et la face inférieure de blocs. Elle fait preuve d'une remarquable aptitude à recouvrir le substrat et les espèces qui le colonisaient avant elle. Elle élimine ainsi d'autres bryozoaires, des spongiaires, des annélides, etc., jusqu'à former de larges plaques monospécifiques au niveau desquelles plusieurs colonies arrondies ou plusieurs lobes de la même colonie s'affrontent en se redressant. La présence de *W. subatra* est de ce fait responsable d'une perte importante de biodiversité des



[22] *Bugula neritina*. Aspect des colonies à basse mer. Longueur des rameaux environ 5 cm. Le Grand-Pont, août 2012.

[23] *Bugula neritina*. Extrémité d'un rameau vu à la loupe. La couronne tentaculaire des individus (zoïdes) de la colonie est déployée, c'est grâce à elle qu'ils capturent les particules alimentaires en suspension dans l'eau. Arradon (port), juillet 2009.

[24] *Pacificincola perforata*. Colonie encroûtante. Trois individus en reproduction possèdent une logette incubatrice (ovicelle) disposée comme un casque au-dessus de l'orifice. Largeur des logettes 0,4 mm environ. Le Berchis, juin 2010.



[25] *Tricellaria inopinata*. Portion de colonie dressée. La flèche indique une pièce calcaire triangulaire caractéristique qui surplombe l'aire membraneuse des logettes. Largeur des logettes environ 0,15 mm. Vannes, port de commerce, mars 2009.

[26] *Watersipora subatra*. Zoïdes vus à la loupe. Un individu avec tentacules déployés. Largeur des logettes environ 0,4 mm. Port Jakez, mai 2007.

[27] *Watersipora subatra*. Colonies recouvrant un bloc rocheux. Les parties jeunes sont rouges, les parties plus anciennes, sombres, presque noires. Seuls les orifices des tubes calcaires d'annélides émergent de la nappe. Surface couverte deux décimètres carrés environ. Pointe de Locmiquel, août 2012.

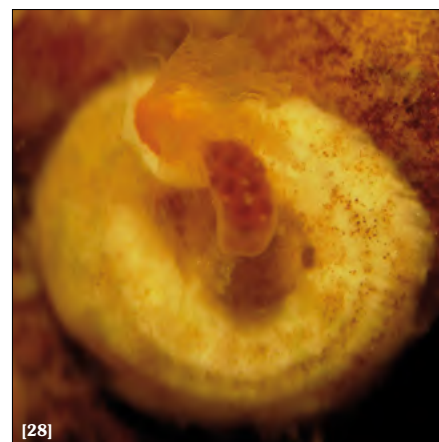
champs de blocs rocheux, surtout au niveau des pointes balayées par les courants, milieux qui ont la réputation d'héberger une faune particulièrement riche. Cette aptitude invasive a atteint son expression maximale à la pointe de Locmiquel en 2009 quand la forme noire était si continue qu'elle donnait l'impression que les blocs étaient badigeonnés de goudron. Ce niveau de couverture a nettement régressé ensuite mais l'espèce est encore largement représentée sur les sites prospectés, à l'exception de Bailleron. Les « grains de café », petits gastéropodes du genre *Trivia* [*T. monacha* (da Costa, 1778) et *T. arctica* (Pulteney, 1799)], consommateurs habituels d'ascidies coloniales, s'observent souvent sur *W. subatra* et pourraient en être des prédateurs.

8. *Anguillicoloides* (= *Anguillicola*) *crassus* (Kuwahara, Niimi & Itagaki, 1974) est un nématode (ver rond) parasite de la vessie natatoire des anguilles. Introduit en Europe (Allemagne) à partir de l'est de l'Asie (Taïwan), il décime les populations européennes en eau douce (Dupont & Petter, 1988). Il a été observé dans le Golfe (Sauvaget et coll., 2003) mais, résistant mal à la salinité, il n'y produit pas de dégâts sérieux selon ces mêmes auteurs (0,9 % des anguilles porteuses d'au moins un parasite vivant dans l'anse de Truscat, flèche à l'est de M).

9. *Pileolaria berkeleyana* (Rioja, 1942). [28]. Petit annélide marin de la famille des spirorbidés qui sécrètent un tube calcaire de dimension millimétrique enroulé sur lui-même. Celui de *P. berkeleyana* porte des stries transversales et des arêtes longitudinales formant un motif grossièrement quadrillé, il ne permet pas l'identification de l'animal. Pour ce faire il est indispensable d'observer les parties molles et les soies. La face dorsale du thorax est marquée par une tache rouge très apparente. Trouvée à Conleau en 2006 et en d'autres points ultérieurement, ce spirorbe est probablement commun dans l'ensemble du Mor Bihan.

10. *Dendrodoris limbata* (Cuvier, 1804). [29]. Cette belle limace de mer était considérée comme essentiellement méditerranéenne, quoique signalée au Portugal en 1895, jusqu'à ce qu'elle soit observée en Bretagne Nord à Saint-Quai-Portrieux (Le Méhauté, 2007). Sa première capture dans le Golfe date de 2013 lors d'un dragage près de l'île Stibiden à l'ouest de N (Heimler et Brehm, comm. pers.). Elle y est maintenant assez commune (Allano, comm. pers.) et nous avons observé quatre

individus simultanément sur l'estran au Grand-Pont en février 2016.



[28] *Pileolaria berkeleyana*. Le panache est partiellement étalé à l'orifice du tube. La chambre incubatrice, de forme caractéristique, contient de œufs sombres ou clairs, probablement avortés. Diamètre de l'enroulement 1,5 à 2 mm. Pointe de Kerners, mai 2007.

[29] *Dendrodoris limbata*. La couleur de l'animal est très variable, le liséré jaune autour du pied est caractéristique. Longueur 5 cm environ. Le Grand-Pont, février 2016.

Côté crustacés, les espèces nouvelles comportent des amphipodes, un tanaïdacé, des balanes (cirripèdes) et un crabe.

11. *Monocorophium sextonae* Crawford, 1937. [30]. C'est un petit amphipode, d'une longueur inférieure à 5 mm (Lincoln, 1979), qui construit parmi les autres organismes benthiques (éponges, bryozoaires, algues, etc.) des tubes autour de l'orifice desquels il récolte les particules alimentaires. Ce crustacé discret et très semblable à d'autres espèces du même genre apparaît dans

nos relevés à partir de 2009, mais il est potentiellement présent dans le Mor Bihan depuis plusieurs décennies.

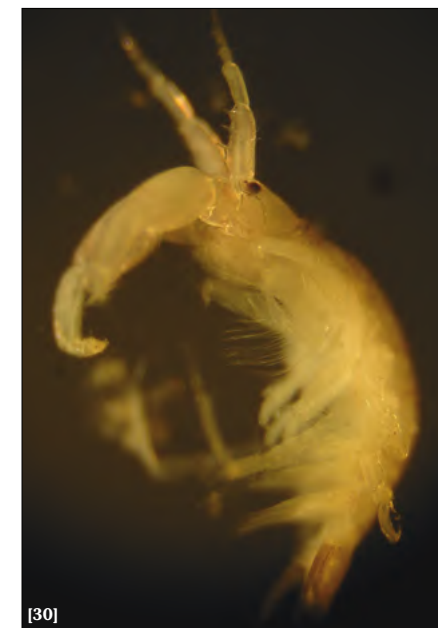
12. *Grandidierella japonica* Stephensen, 1938. C'est un amphipode de belle taille pouvant atteindre 22 mm de long. Il a été capturé pour la première fois en 2015 dans la Rivière de Noyal (Droual et coll., 2017*) où sa population atteint en zone intertidale 5018 individus au m².

13. *Zeuxo holdichi* Bamber, 1990. [31]. Il s'agit d'un crustacé tanaïdacé de 4 à 5 mm, muni de fortes pinces. Le dessus de la tête et des segments thoraciques est de teinte marron (très foncé pour la tête) et parsemé de taches claires. Décrite à Arcachon (Bamber, 1990), cette espèce, très repérable par sa livrée, a été récoltée pour la première fois au port de commerce de Vannes en 2009. Bien que son statut exact soit discutable, c'est, à notre avis, un nouvel arrivant dans le Golfe où il paraît être largement répandu à présent.

14. *Amphibalanus* (= *Balanus*) *eburneus* (Gould, 1841). [32]. C'est une grande balane blanche dont le plus grand diamètre à la base peut atteindre 28 mm. Elle est bien établie mais très localisée dans les ports de plaisance et de commerce de Vannes où elle se trouve en compétition avec deux autres espèces exotiques *Amphibalanus* (= *Balanus*) *improvisus* (Darwin, 1854) et *Austrominius* (= *Elminius*) *modestus* (Darwin, 1854) (Le Roux, 2013*).

15. *Hesperibalanus* (= *Balanus*) *fallax* (Broch, 1927). [33]. Autre balane qui possède une muraille blanchâtre souvent parcourue de jolies lignes longitudinales rouges ou roses. Son plus grand diamètre basal peut atteindre 12 mm (Gruet et coll., 2014). Dans le Golfe, elle paraît peu abondante. Nous l'avons notée en 2009 et 2014 sur des perches de balisage de parcs à huîtres dans l'anse du Ter (entre C et D) et à Penboc'h ainsi que sous la coque d'un canot, probablement sédentaire, dans le port d'Arradon.

16. *Hemigrapsus takanoi* Asakura & Watanabe, 2005. [34]. Appelé « crabe à pinces » parce que les mâles portent une grosse touffe de poils à l'articulation des doigts de la pince. Son premier signalement dans le Mor Bihan date de 2008 (Noël et Gruet, 2008*) à Pen en Toul (flèche entre D et E). Ce crustacé semblait être un bon candidat pour constituer de belles populations dans le Golfe, il n'en a rien été. Elles apparaissent dispersées sur le pourtour du Mor Bihan et demeurent peu denses. En

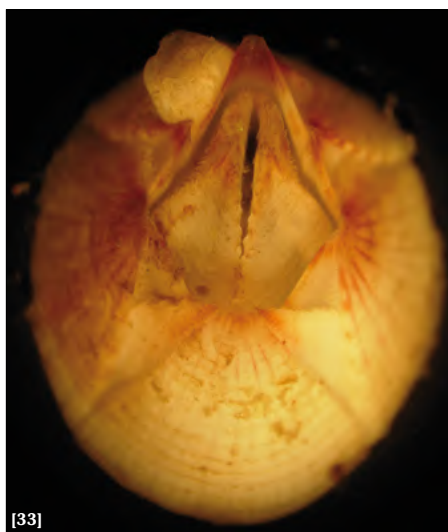


[30] *Monocorophium sextonae*. L'image donne l'allure générale de l'animal mais ne permet l'identification spécifique. Le fort appendice à gauche est l'antenne, bien développée dans toutes les espèces du genre *Corophium*. Taille de l'animal environ 0,5 mm. Île Bailleron, Décembre 2009.

[31] *Zeuxo holdichi*. Animal vu par la face dorsale. Longueur totale environ 3,5mm. Le Berchis, avril 2010.

revanche, sur certains estrans océaniques de la presqu'île de Rhuy (à l'est de la pointe Saint-Jacques par exemple), *H. takanoi* est devenu le crabe le plus abondant.

17. *Asterocarpa humilis* (Heller, 1878). [35]. Avec cette espèce nous entrons dans la classe des ascidies. Il s'agit d'une ascidie simple, dont les individus peuvent être jointifs mais indépendants les uns des autres. Chaque individu est de forme globuleuse pouvant atteindre environ 1,5 à 2 cm de diamètre. La tunique est de couleur rouge et les siphons ouverts montrent une alternance de bandes rouges et jaunes. Pour leur identification, il est bon de procéder à une dissection et d'observer la branchie ainsi que la gonade droite, très étendue et



[32] *Amphibalanus eburneus*. La couleur blanche et les rayures sur les plaques de l'opercule sont caractéristiques, mais l'espèce jeune peut se confondre avec *Amphibalanus improvisus*, également introduite et susceptible d'être présente dans les mêmes milieux. Grand diamètre à la base environ 15 mm. Vannes, port de commerce, janvier 2012.

[33] *Hesperibalanus fallax*. La muraille de l'animal peut être entièrement blanche, comme celle du petit individu fixé sur le côté gauche, en haut. Grand diamètre à la base environ 6 mm. Le Ter, près de Pen En Toul, sur perche échouée, janvier 2009.

[34] *Hemigrapsus takanoi*. Individu mâle, les « pinceaux » (touffes de poils) sont visibles de chaque côté des pinces. La largeur de la carapace est de 2 cm environ. Vannes, face au port de commerce, avril 2016.

[35] *Asterocarpa humilis*. Les bandes alternées jaunes et rouges à l'intérieur des siphons constituent un bon indice pour l'identification, mais seule une dissection de l'animal permet d'aboutir à un résultat certain. Diamètre environ 15 mm. Penboc'h, août 2012.

munie de plusieurs orifices séparés. Cette espèce était signalée en 2011 à Quiberon (Bishop et coll., 2013*), nous l'avons trouvée en 2012 sur la cale de Penboc'h. Elle est présente également à la pointe d'Arradon et, habitant l'étage infralittoral, elle devrait être observée en d'autres sites par les plongeurs.

18. *Botrylloides violaceus* Oka, 1927. [36]. Il s'agit cette fois d'une ascidie coloniale dont les nombreux individus, de petite taille, sont intimement reliés les uns aux autres. Les colonies sont épaisses, d'un aspect massif et de coloration souvent rouge vineuse. Elles atteignent fréquemment 10 à 15 cm de longueur. À l'état jeune la distinction avec l'espèce autochtone

Botrylloides leachii Savigny, 1816 est difficile. En période de reproduction, la position des larves dans la colonie et le nombre de leurs ventouses permettent de séparer les deux espèces. De beaux spécimens se rencontrent à Conleau et au Grand-Pont. Nous notons sa présence au port de commerce de Vannes en 2009, mais la date de son introduction est probablement antérieure, car dès les années 1990 de grosses colonies de 10 cm et plus,

qu'on peut très probablement lui attribuer, étaient remontées occasionnellement sur des objets immergés à proximité de l'île Bailleron. Elle paraît être présente un peu partout dans le Golfe

19. *Corella eumyota* Traustedt, 1882. [37]. C'est une ascidie simple blanchâtre souvent teintée de brun-orangé dans la région des siphons. Éventuellement, l'examen de sa branchie, dont les trémas sont disposés



[36] *Botrylloides violaceus*. De gauche à droite trois colonies de couleurs différentes sont alignées. Longueur de l'ensemble 15 cm environ. La masse grisâtre en haut, est un bryzoaire (*Alcyonidium*). Le Grand-Pont, avril 2016.

[37] *Corella eumyota*. Les siphons, saillants, sont généralement brun-orangé. Largeur de l'animal environ 15 mm. La colonie jaune, à gauche, est une ascidie coloniale, *Botrylloides leachii* ; les petites boules translucides à droite, une autre ascidie, *Perophora japonica*, espèce introduite. Conleau, Juin 2006.

[38] *Didemnum cf. vexillum*. Colonies beiges sur la façade est de la cale du port d'Arradon. Longueur environ 20 cm. La grande tache rouge à noir en haut à gauche est un revêtement de *Watersipora subatra*. Octobre 2016.

en spirale, permet de la distinguer des *Ascidella* autochtones qui possèdent des trémas droits, parallèles. Elle apparaît dans nos relevés en 2007, à Conleau. Sans être jamais très abondante, elle est probablement présente et commune sur tout le pourtour du Golfe dans la frange exondable de l'étage infralittoral et plus profondément.

20. *Didemnum* cf. *vexillum* Kott, 2002. [38]. Une autre ascidie coloniale de couleur brun clair, susceptible de couvrir des surfaces de plusieurs dm². Des colonies ayant un aspect et des spicules correspondant à cette espèce ont été observées pour la première fois dans le port d'Arradon en 2014 et retrouvées au même endroit en 2016. Leur caractère nouveau pour le Mor Bihan ne fait à notre avis aucun doute, mais compte tenu des difficultés que pose une identification certaine de *D. vexillum* (cf. Lambert, 2009), nous laissons l'affectation spécifique en suspens en attendant un examen plus approfondi.

À cet inventaire, certainement imparfait, il convient d'ajouter quelques espèces réputées être plus ou moins cosmopolites, mais que l'on n'avait jusqu'à présent pas mentionnées dans le Golfe bien que leur détection ne présente pas de difficultés. Il s'agit de l'éponge *Plakina monolopha* Schulze, 1880, observée à Toulindac, au Pêchit et à Bailleron ainsi que de l'annélide *Flabelligera diplochaitus* Otto, 1820, trouvé en abondance dans la vase noire du fond de chenal à l'est de l'île de Lerne (flèche à gauche de J). Ces cas rappellent celui de *Thelepus setosus* (Quatrefages, 1866) que nous citons en 2008 et dont les pontes sont encore très abondantes chaque année. Bien que ces espèces soient probablement d'origine rapprochée, leur implantation dans le Mor Bihan n'en est pas moins potentiellement perturbante pour le milieu : on peut, par exemple, soupçonner l'annélide *Thelepus setosus* d'être la cause de l'extrême raréfaction d'un ver de la même famille et aux mœurs voisines, *Eupolymnia* (= *Polymnia*) *nebulosa* (Montagu, 1819), naguère très abondant sous les blocs au bas de l'estran à Bailleron.

Conclusion

L'effectif de la présente liste additionné à celui de 2008 donne un total, compte tenu des incertitudes, d'environ 60 espèces introduites plus ou moins récemment dans

le golfe du Morbihan. C'est un effectif élevé, lorsqu'on sait que pour l'ensemble du littoral breton 101 espèces étaient recensées par Blanchard et coll. (2010). Ceci s'explique d'une part par le fait que le Golfe présente depuis son entrée jusqu'à ce qu'on appelle les « rivières » (d'Auray, de Vannes, de Noyal) et qui sont en fait de petits estuaires, un gradient de milieux différents qui permettent l'installation d'une large gamme d'espèces. D'autre part, les milieux à salinité variable (estuaires et anciens marais salants) sont réputés être particulièrement « accueillants » envers les espèces exotiques. Dans le seul ensemble port de plaisance - port de commerce de Vannes, on dénombre 18 introduites, soit 25% des espèces recensées (Le Roux, 2013). Par ailleurs, le Golfe est un site de transit pour de nombreux bateaux qui transportent, fixées à leur coque, une flore et une faune plus ou moins abondantes. Enfin, et surtout, l'activité ostréicole, qui s'accompagne de mouvements incessants d'huîtres vivantes transportées à l'intérieur de poches en grillage plastique qui séjournent longuement en mer, véhicule inévitablement tant par le contenu que par le contenant des organismes divers d'un bassin ostréicole à l'autre.

Parmi les nouvelles espèces, aucune ne présente la densité et l'extension qu'avaient eues et ont encore quelques-unes de la première liste : la sargasse *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt, 1955, une des algues rouges (*Caulacanthus okamurae*), la crépidule *Crepidula fornicata*, la palourde du Pacifique *Ruditapes* (= *Venerupis*) *philippinarum* (Adams et Reeve, 1850), l'huître creuse *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793), la balane (« gravant ») *Austrominius* (= *Elminius*) *modestus* (Darwin, 1854) ou plus ponctuellement le petit gastéropode *Tritia* (= *Cyclope*) *neritea* (Linnaeus, 1758).

Ces « poids lourds », outre les désagréments que leur installation provoque dans les activités humaines (sargasse et crépidule notamment), déplacent sérieusement l'équilibre de l'écosystème. Fort heureusement, après une période de prolifération initiale, beaucoup d'entre eux ont régressé (la sargasse, la palourde, l'huître creuse, en particulier), mais ils pèsent encore lourd dans le fonctionnement de l'écosystème et marquent le paysage marin. Les huîtres creuses, après des mortalités massives (année 2008 et suivantes), sont de nouveau en phase colonisatrice, elles continuent de s'installer tant sur les vasières que sur les rochers intertidaux.

Les estrans rocheux du Mor Bihan, tout particulièrement les pointes, subissent depuis la fin du siècle dernier une profonde transformation. Les patelles ont éliminé une grande partie de leur couverture de fucales (notamment les ascophylles). Cette action, qui se poursuit, a favorisé l'installation de *Caulacanthus okamurae* sur les parties « sèches » des rochers et l'occupation, souvent dense, des cuvettes médiolittorales par *Polysiphonia* cf. *morrowii*, *Grateloupia* sp., *Grateloupia turuturu* et *Sargassum muticum*. Il en résulte un véritable bouleversement écologique du point de vue de la saisonnalité, des ressources trophiques, des conditions physicochimiques, etc., dont les conséquences restent à décrire et évaluer.

À partir de la limite inférieure de la ceinture de *Fucus serratus* jusqu'au niveau des plus basses mers (« infralittoral découvrant », « frange infralittorale ») et jusqu'à quelques dm plus profondément, les sargasses, le wakamé [*Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar, 1873)] et pratiquement l'ensemble des algues citées plus haut, isolément ou associées, sont fréquemment dominantes. Les illustrations montrant plusieurs espèces simultanément sur de petites surfaces témoignent de cette situation. Le fonctionnement des communautés ainsi formées demanderait lui aussi à être étudié.

Ces phénomènes passent largement inaperçus des non-initiés et la présente liste pourrait donc apparaître comme une simple mention de curiosités naturalistes. Ce serait ne pas tenir compte du nombre des espèces d'une part et du fait, d'autre part, que nous ignorons presque tout des actions que les adventices peuvent exercer sur les espèces autochtones. Pire encore, notre compréhension du fonctionnement des écosystèmes bien établis est hélas partielle et les perturbations induites par les nouveaux arrivants n'améliorent pas cet état des choses.

Par ailleurs, les associations complexes des organismes de grande taille avec, outre les parasites, toute une faune et une flore d'organismes microbiens (champignons, protozoaires, bactéries) ainsi que de virus, qui ne semblaient il y a quelques années encore qu'une vue de l'esprit, se confirment avec précision grâce aux techniques d'investigation moléculaires (Taylor et coll., 2007, Bondoso et coll., 2014). Ces organismes sont plus ou moins étroitement associés à leurs espèces-hôtes et, éventuellement, pathogènes. Pour citer

un exemple, le Bryozoaire *Bugula neritina* a connu une certaine célébrité parce qu'on en a extrait une substance baptisée bryostatine qui a suscité des espoirs pour le traitement de certains cancers. Ce projet d'utilisation a, semble-t-il, été abandonné au profit d'essais concernant le traitement d'accidents circulatoires et de maladies neurologiques (A.V.C., maladie d'Alzheimer). Or on s'est aperçu que la bryostatine n'est pas produite par le bryozoaire lui-même mais par une bactérie qui lui est associée (Sudek et coll., 2007).

L'apparition de *Polyopes lancifolius* voire de *Gracilariopsis chorda* et de *Chondracanthus chamissoi* paraît récente et n'a pas été précédée d'une étape européenne antérieure, dans l'étang de Thau par exemple comme c'est le cas fréquemment. Elle est postérieure à l'an 2000, c'est-à-dire bien après l'arrêt officiel, en 1977, des importations d'huîtres creuses à partir du Canada ou du Japon. Il est peu probable que ces algues aient pu être transportées fixées sur la coque des bateaux ou dans leurs eaux de ballast. Ceci conduit à soupçonner que de récents apports clandestins d'huîtres, véhicules possibles de ces algues, auraient eu lieu et pourraient être aussi à l'origine de l'épizootie à herpès-virus responsable d'une forte mortalité du cheptel des exploitations ostréicoles depuis 2008 (Mineur et coll., 2014, 2015). Les épizooties de *Marteilia* et de *Bonamia*, dont les effets ont été catastrophiques pour l'huître plate (*Ostrea edulis* Linnaeus, 1758), tout comme celle due à l'*Anguillicoloides* pour l'anguille, illustrent avec bien d'autres exemples les dangers inhérents aux transferts volontaires ou non d'espèces vivantes. ■

Lexique

Auricule (= petite oreille). Lobe à extrémité arrondie prolongeant le corps de *Mnemiopsis*. Deux sont visibles à la partie basse de la figure 21.

Cortication (cortex = écorce). Couche de cellules situées à la périphérie de l'axe et des rameaux d'une algue.

Cystocarpe (cysto = vessie, carpe = fruit). Formation généralement globuleuse qui se développe autour de l'organe femelle des algues rouges après la fécondation de l'ovule (= oosphère). À l'intérieur des cystocarpes sont produits des spores (appelées carpospores) qui, en germant, donnent naissance à un sporophyte.

Endophytique (endo = dans, phyto = végétal). Organisme (dans le texte, algue verte étrangère) se développant à l'intérieur du thalle d'une autre algue.

Gamétophyte (gaméto = mariage, phyte = végétal). Les algues, notamment les algues rouges, peuvent présenter une succession de formes au cours de leur cycle vital. Le gamétophyte désigne l'algue sexuée qui produit les gamètes, c'est-à-dire les équivalents des spermatozoïdes et des ovules des animaux. La forme en question peut être mâle, femelle ou les deux à la fois. Quand les sexes sont séparés, les thalles mâles et femelles peuvent avoir une morphologie différente.

Procarpe (pro = avant, carpe = fruit). Dans les algues rouges, organe reproducteur femelle avant la fécondation ou, en pratique, juste après la fécondation, au tout début de la formation du cystocarpe.

Sporophyte (sporo = semence, phyte = végétal). Dans le cycle vital d'une algue, c'est la forme qui fait suite directement ou indirectement au gamétophyte. Elle produit des spores, différentes de celles du cystocarpe, qui en germant donnent naissance à un nouveau gamétophyte. Sporophyte et gamétophyte peuvent être de morphologie identique ou différente.

Tétraspore (tetra = quatre, spore = semence). Dans le sporophyte, les cellules destinées à produire des spores se divisent deux fois et donnent donc naissance à quatre cellules qui restent groupées, d'où le nom donné à ce type de spores.

Tétrasporephyte (tétra = quatre, sporo = semence, phyte = végétal). Sporophyte produisant des spores groupées par quatre.

Quelques sources documentaires

On consultera avec profit les sites Internet dédiés, en tout ou partie, aux espèces invasives :

- <http://www.observatoire-biodiversite-bre-tagne.fr/especes-invasives>.
- DAISIE, Delivering Alien Species Inventories for Europe. www.europe-aliens.org.
- Global invasive species database, www.issg.org/database/species/ecology.

Pour les algues en général : www.algae-base.org.

Pour les algues rouges originaires du Japon et plus largement du nord est de l'Asie, voir : http://natural-history.main.jp/Tree_of_life/Eukaryote/Plantae/Florideophyceae.html. Nombreuses photographies et commentaires de M. Suzuki, en japonais, avec traduction automatique possible (laissant subsister quelques obscurités !). La navigation sur le site est évidemment difficile, mais on accède directement aux pages recherchées en tapant le nom scientifique de l'espèce dans le moteur de recherche.

En document papier voir :

Gouletquer P. 2016 - Guide des organismes exotiques marins. Belin éd., 304 p.

Références

BAMBER R. N. 1990 – A new species of *Zeuxo* (Crustacea Tanaidacea) from the French Atlantic coast. *Journal of Natural History*, 24, pp. 1587-1596.

BÁRBARA I., LEE S.-Y., PENA V., DIAZ P., CREMADES J., OAK J. H. & CHOI H.-G. 2008 – *Chrysomenia wrightii* (Rhodomyxales, Rhodophyta) - a new non-native species for the European Atlantic Coast. *Aquatic Invasions*, 3, pp. 367-375.

BÁRBARA I. & DIAZ TAPIA P. 2012 – New records and additions to the seaweeds of France. *Marine Biodiversity Records*, 5, pp. 1-7, <http://journals.cambridge.org/MBD>.

BISHOP J. D. D., ROBY C., YUNNIE A. L. E., WOOD C. A., LEVEQUE L., TURON X. & VIARD D. 2013 – The Southern Hemisphere ascidian *Asterocarpa humilis* is unrecognised but widely established in NW France and Great Britain. *Biological Invasions*, 15, pp. 253-260.

BONDOSO J., BALAGUE V., GASOL J. M. & LAGE O. M. 2014 – Community composition of the *Planctomycetes* associated with different macroalgae. *FEMS. Microbiology Ecology*, 88, pp. 445-456.

BOUDOURESQUE C. F., MEINESZ A. & VERLAQUE M. 1992 – *Guide des algues des mers d'Europe. Méditerranée*. Delachaux et Niestlé éd., pp. 140-219.

BUNKER St P. D., BRODIE J., MAGGS C. A. & BUNKER A. 2017 – Seaweeds of Britain and Ireland. *Wild Nature Press*, 312 p.

BUSTAMANTE D. E., WON B. Y. & CHO T. O. 2016 – Morphology and phylogeny of *Pterosiphonia dendroidea* (Rhodomelaceae, Ceramiales) described as *Pterosiphonia tana-kae* from Japan. *Botanica Marina*, 59, n° 5, pp. 353-361.

CABIOCH J. & MAGNE F. 1987 – Première observation du *Lomentaria hakodatensis* (Lomentariaceae, Rhodophyta) sur les côtes Françaises de la Manche (Bretagne occidentale) [First report of *Lomentaria hakodatensis* (Lomentariaceae, Rhodophyta) on the French

coast of the English Channel (West Bretagne)]. *Cryptogam. Algol.*, 8, pp. 41- 48.

CHAMBERS P. 2011 – Two newly arrived seaweed species to look out for in British Channel Islands waters. www.sustainableguernsey.info/. 2nd June 2011. Accédé le 21 juin 2018.

CHO T. O., WON B. Y. & FREDERICQ S. 2005 – *Antithamnion nipponicum* (Ceramiales, Rhodophyta), incorrectly known as *A. pectinatum* in western Europe, is a recent introduction along the North Carolina and Pacific coasts of North America. *Eur. J. Phycol.*, 40, pp. 323-335.

CURIEL D., BELLEMO B., LA ROCCA M., SCATTOLI M. & MARZOCCHI M. 2002 – First Report of *Polysiphonia morrowii* Harvey (Ceramiales, Rhodophyta) in the Mediterranean Sea. *Botanica Marina*, 45, pp. 66-70.

DE BLAUWE H. 2006 – On the taxonomy and distribution of the family Pacificincolidae Liu & Liu, 1999 (Bryozoa, Cheilostomata), with the description of a new genus. Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, *Biologie*, 76, pp. 139-145.

DERRIEN-COURTEL S. & LE GAL A. 2013 – Répartition actuelle de l'algue rouge *Heterosiphonia japonica* Yendo (Dasyaceae, Ceramiales, Rhodophyta) en Bretagne. *An aod. Les cahiers naturalistes de l'Observatoire marin*, 2, pp. 1-8.

DROUAL G., LE GARREC V., CABELGUEN J., GELINAUD G. & GRALL J. 2017 – The spread goes on: the non-indigenous species *Grandidierella japonica* Stephensen, 1938 (Amphipoda: Aoridae) has reached Brittany (Gulf of Morbihan). *An aod - les cahiers naturalistes de l'Observatoire marin*, 5, pp. 21-29.

DUPONT F. & PETTER A. J. 1988 – Anguillicola, une épizootie plurispécifique en Europe. Apparition de *Anguillicola crassa* (Nematoda, Anguillicolidae) chez l'anguille européenne *Anguilla anguilla* en Camargue, sud de la France. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, n° 308, pp. 38-41.

FAYE E. J., WANG H. W., KAWAGUCHI S., SHIMADA S. & MASUDA M. 2004 – Reinstatement of *Grateloupia subpectinata* (Rhodophyta, Halymeniaceae) based on morphology and rbcL sequences. *Phycological research*, 52, pp. 59-67.

BLANCHARD M., GOULLETQUER P., HAMON D., LE MAO P., NEZAN E., GENTIL F., SIMON N., VIARD F., AR GALL E., GRALL J., HILY C., LE DUFF M., STIGER-POUVREAU V., ACOU A., DERRIEN-COURTEL S., d'HONDT J.L., CANARD A., YSNEL F., PERRIN B., CABIOC'H J., GRUET Y. & LE ROUX A. 2010 – Les espèces marines invasives en Bretagne. Observatoire de la biodiversité et du patrimoine naturel en Bretagne. www.bretagne-environnement.org/, 44 p.

GEOFFROY A., LE GALL L. & DESTOMBES C. 2012 – Cryptic introduction of the red alga *Polysiphonia morrowii* Harvey (Rhodomelaceae, Rhodophyta) in the North Atlantic Ocean highlighted by a DNA barcoding approach. *Aquatic Botany*, 100, pp. 67-71.

GEOFFROY A., DESTOMBES C., KIM B., MAUGER S., RAFFO M. P., KIM M. S. & LE GALL L. 2016 – Patterns of genetic diversity of

the cryptogenic red alga *Polysiphonia morrowii* (Ceramiales, Rhodophyta) suggest multiple origins of the Atlantic populations. *Ecology and Evolution*, 6, pp. 5635-5647.

GIRARD A., L'HARDY-HALOS M. T. & CASTRIC-FEY A. 1996 – Inventaire de la faune et de la flore sur les fonds rocheux du Golfe du Morbihan et de la Ria d'Étel. *Rapport Convention ZNIEFF* 94, ADMS, 167 p.

GONZALES M. – Algues marines benthiques Méditerranée et Atlantique. <http://manuel.gonzales.free.fr/>. Consulté le 20 juin 2018.

GOULLETQUER P. 2016 – *Guide des organismes exotiques marins*. Belin éd., 304 p.

GRUET Y., VIMPERE J., SAURIAU P.-G. & LE ROUX A. 2014 – La balane *Hesperibalanus fallax* (Broch, 1927) (Crustacé Cirripède) sur la côte française du Golfe de Gascogne et sa présence en Baie de Seine (Manche orientale) dès 1976. *Bull. Soc. Sci. Nat. Ouest de la France*, 36, pp. 244-256.

HANSEN G. I., HANYUDA T. & KAWAI U. H. 2017 – Benthic marine algae on Japanese tsunami marine debris – A morphological documentation of species. Part 1. The tsunami event, the project overview, and the red algae. *OSU Scholars Archive*, Corvallis, pp. 1-50, <http://dx.doi.org/10.5399/osu/1110>.

KAWAGUCHI S., WANG H. W., HORIGUCHI T., SARTONI G. & MASUDA M. 2001 – A comparative study of the red alga *Grateloupia filicina* (Halymeniaceae) from the northwestern Pacific and Mediterranean with the description of *Grateloupia asiatica*, sp. nov., *J. Phycol.*, 32, pp. 433-442.

LAMBERT G. 2009 – Adventures of a sea squirt sleuth: unraveling the identity of *Didemnum vexillum*, a global ascidian invader. *Aquatic Invasions*, 4, pp. 5-28.

LE DUFF M. & AR GALL E. 2015 – Première observation de l'algue rouge *Centroceras clavulatum* (Agardh) Montagne dans les eaux bretonnes et plus largement sur les côtes nord-européennes. *An aod. Les cahiers naturalistes de l'Observatoire marin*, 4, pp. 1-7.

LE MÉHAUTÉ F. 2007 – *Dendrodoris limbata* from the Atlantic coast of France. The Sea Slug Forum. www.seaslugforum.net/find/dendlimb. Accédé le 12 juin 2018.

LE ROUX A. 2006 – Aperçu de la flore et de la faune marines du Mor Bihan ou Golfe du Morbihan. *Bulletin de la Société Polymathique du Morbihan*, 132, pp. 359-405.

LE ROUX A. 2008 – Les espèces marines introduites dans le Mor Bihan. *Penn Ar Bed*, n°202, pp. 26-36.

LE ROUX A. 2013 – Observations sur la balane *Balanus (Amphibalanus) eburneus* Gould, 1841 (Crustacé, Cirripède) et les espèces associées dans la port de Vannes (Morbihan, France). *Bull. Soc. Sci. Nat. Ouest de la France*, 35, pp. 1-10.

LINCOLN, R.J. 1979 – British marine amphipoda: gammaridea. *British Museum (Natural History)*, 658 p.

MAGGS C. A. & HOMMERSAND M.H.

- 1993 – *Seaweeds of the British Isles*. Vol. 1 Rhodophyta, part 3A Ceramiales. HMSO, 444 p.
- MINEUR F., DE CLERCK O., LE ROUX A., MAGGS C. A. & VERLAQUE M. 2010 – *Polyopes lancifolius* (Halimniales, Rhodophyta), a new component of the Japanese marine flora introduced to Europe. *Phycologia*, 49, pp. 86-96.
- MINEUR F., LE ROUX A., STEGENGA H., VERLAQUE M. & MAGGS C. A. 2012 – Four new exotic red seaweeds on European shores. *Biol. Invasions*, 14, pp. 1635-1641.
- MINEUR F., LE ROUX A., MAGGS C. & VERLAQUE M. 2014 – Positive Feedback Loop between Introductions of Non-Native Marine Species and Cultivation of Oysters in Europe. *Conservation Biology*, 28, pp. 1667-1676.
- MINEUR F., PROVAN J. & ARNOTT G. 2015 – Phylogeographical analyses of shellfish viruses inferring a geographical origin for ostreid herpesviruses OsHV-1 (*Malacoherpesviridae*). *Mar. Biol.*, 162, pp. 181-192.
- NOEL P. & GRUET Y. 2008 – Progression du crabe introduit *Hemigrapsus takanoi* Asukura & Watanabe, 2005 (Crustacé, Décapode) vers le nord du Golfe de Gascogne. *Bull. Soc. Sci. Nat. Ouest de la France*, 30, n° 2, pp. 141-148.
- POPESCU I. 2010 – La pêche en Mer Noire. www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/.
- RUENESS J., HEGGØY E., HUSA V. & SJØTSUN K. 2007 – First report of the Japanese red alga *Antithamnion nipponicum* (Ceramiales, Rhodophyta) in Norway, an invasive species new to northern Europe. *Aquatic Invasions*, 2, n° 4, pp. 431-434.
- RYLAND J.S., DE BLAUWE H., LORD R. & MACKIE J.A. 2009 – Recent discoveries of alien *Watersipora* (Bryozoa) in Western Europe, with redescrptions of species. *Zootaxa*, 2093, pp. 43-59.
- SAUVAGET B., FATIN D. & 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, pp. 21-26.
- SUDEK S., LOPANIK N. B., WAGGONER M. H., ANDERSON C., LIU H., PATEL A., SHERTMAN D. H. & HAYGOOD M. G. 2007 – Identification of the Putative Bryostatin Polyketide Synthase Gene Cluster from "*Candidatus Endobugula sertula*", the Uncultivated Microbial Symbiont of the Marine Bryozoan *Bugula neritina*. *J. Nat. Prod.*, 70, pp. 67-74.
- TAYLOR M. W., RADAX R., STEGER D. & WAGNER M. 2007 – Sponge-Associated Microorganisms: Evolution, Ecology, and Biotechnological Potential. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.*, 7, n° 1, pp. 295-347.
- VERLAQUE M. 2001 – Checklist of the macroalgae of Thau Lagoon (Hérault, France), a hot spot of marine species introduction in Europe. *Oceanologica Acta*, 24, pp. 29-49.
- VERLAQUE M., BRANNOCK P. M., KOMATSU T., VILLALARD-BOHNSACK M. & MARSTON M. 2005 – The genus *Grateloupia* C. Agardh (Halymeniaceae, Rhodophyta) in the Thau Lagoon (France, Mediterranean): A case study of marine plurispecific introductions. *Phycologia*, 44, n° 5, pp. 477-496.
- VERLAQUE M., AUBY I., PLUS M. & BELSHER T. 2008 – Étude de la flore introduite dans le Bassin d'Arcachon. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00152/26285/>.
- VIEIRA L., JONES M. S. & TAYLOR P. D. 2014 – The identity of the invasive fouling bryozoan *Watersipora subtorquata* (d'Orbigny) and some other congeneric species. *Zootaxa*, 3857, n° 2, pp. 151-182.
- YANG M. Y., MACAYA E. C. & KIM M. S. 2015 – Molecular evidence for verifying the distribution of *Chondracanthus chamissoi* and *C. teedei* (Gigartiniaceae, Rhodophyta). *Botanica Marina*, 58, pp. 103-113.

Remerciements

L'auteur remercie M. Verlaque (Marseille) et F. Mineur (Belfast) pour leur aide experte dans l'identification des algues, O. Reverter (Santiago de Compostela) pour la détermination d'un bryozoaire, L. Allano pour son accueil et ses observations toujours pertinentes, l'Université de Rennes I pour les facilités d'accès à la station de Bailleron, l'Université de Bretagne Sud pour son aide en matière de documentation et Christine Mehring (Bibliothèque Universitaire de Vannes) pour sa collaboration efficace et souriante. Remerciements à Franck Gentil pour sa relecture et ses conseils.

Auguste LE ROUX était maître de conférence à la station de biologie marine de Bailleron, Université Rennes 1.
auguste.le-roux@wanadoo.fr