



Inventaire des macroalgues des estrans rocheux de l'estuaire de la Gironde

Julie VOLLETTE

Association Objectifs BIODiversitéS
F-17250 PONT-L'ABBÉ-d'ARNOULT
association.obios@gmail.com

Jean-Marc THIRION

Association Objectifs BIODiversitéS
F-17250 PONT-L'ABBÉ-d'ARNOULT
association.obios@gmail.com

Christian LAHONDÈRE

F-17200 ROYAN

Résumé : Le suivi des communautés de macroalgues est un élément important pour évaluer l'impact du changement global sur l'environnement marin. Entre 2012 et 2014, des inventaires des macroalgues des estrans rocheux calcaires de l'estuaire de la Gironde ont été réalisés sur dix stations de référence. Cet inventaire a permis de recenser 59 espèces de macroalgues dans cet estuaire, soit 39 Rhodophyta, 14 Chlorophyta et 6 Ochrophyta. Parmi ces espèces, 18 sont nouvellement mentionnées pour l'estuaire de la Gironde. La comparaison avec des données historiques montre que plusieurs espèces d'algues brunes ont disparu de l'estuaire, alors que d'autres espèces comme les algues vertes ou des espèces exotiques envahissantes ont progressé. La mise en place d'un suivi sur le long terme permettrait de mieux comprendre l'évolution des communautés algales en lien avec les modifications de leur environnement.

Mots clés : macroalgues, estuaire de la Gironde, estran rocheux, inventaire

Abstract : Macroalgae community monitoring is important to evaluate impact of global change on marine environment. From 2012 to 2014, macroalgae inventories from rocky limestone foreshores of the Gironde estuary have been realized using 10 reference stations. This survey permits to register 59 macroalgae species into the Gironde estuary, then 39 Rhodophyta, 14 Chlorophyta and 6 Ochrophyta. Among all, 18 are mentioned for the first time in Gironde estuary. The comparison with historical data show that many brown algae species disappeared from Gironde estuary, whereas others like green algae or invasive exotic species spread. A long term monitoring should permit to better understand evolution of algae community in association with modifications of their environment.

Keywords : Macroalgae, Gironde estuary, rocky foreshore, inventory

Introduction

Dans un contexte de changement global, l'environnement marin est soumis à diverses perturbations dont la plupart ont une origine anthropique (Goulletquer *et al.*, 2013). La biodiversité de ces espaces marins est souvent modifiée en profondeur sans qu'il soit possible d'évaluer ces changements, faute de connaissances établies préalablement (p. ex. Airoldi & Beck, 2007). Il est donc primordial de mettre en place des inventaires qui serviront de bases pour évaluer l'ampleur de ces modifications à différentes échelles de temps et d'espaces.

Les estuaires font partie des écosystèmes les plus productifs qui assurent la transition entre les systèmes liés aux eaux douces et océaniques (p. ex. Ducrottoy, 2010). L'estuaire de la Gironde représente le plus vaste estuaire d'Europe occidentale dont une partie des estrans de la rive droite sont rocheux (p. ex. Verger, 2005). Il est situé au nord du golfe de Gascogne, occupant une position centrale sur la façade atlantique française. Les enjeux de conservation liés à ce monument naturel impliquent un état des lieux de la biodiversité.

Sur les estrans rocheux, les algues sont à la base des systèmes écologiques intertidaux, en tant que producteurs primaires et

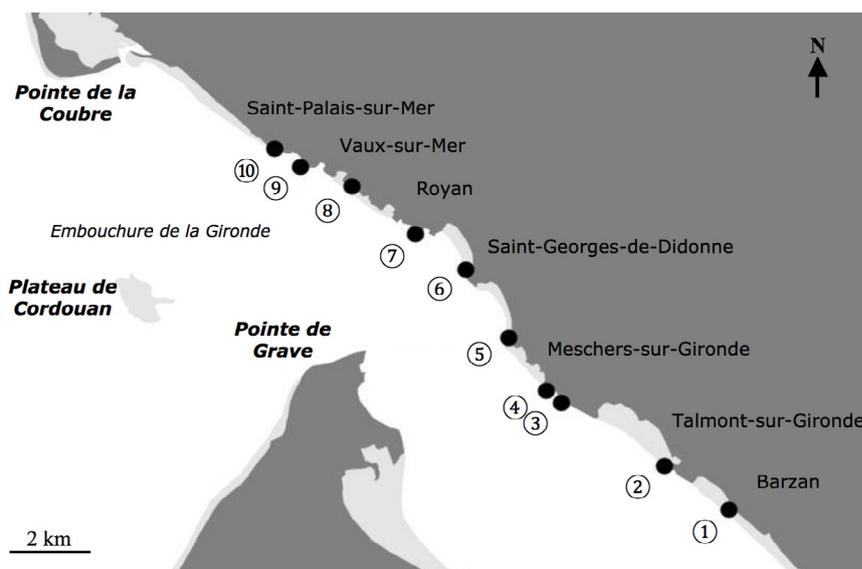


Figure 1. Localisation des différentes stations suivies dans l'estuaire de la Gironde ; ① Barzan ; ② Talmont ; ③ Cadet ; ④ Vergnes ; ⑤ pointe de Suzac ; ⑥ Vallières ; ⑦ pointe du Chay ; ⑧ Conseil ; ⑨ Pont du Diable ; ⑩ Puits de l'Auture.

en offrant une grande variété de ressources et d'habitats (p. ex. Little *et al.*, 2009).

Les macroalgues de l'estuaire de la Gironde ont fait l'objet de plusieurs inventaires ponctuels depuis les années 1940, principalement sur les estrans rocheux de Saint-Palais-sur-Mer et sur quelques localités plus en amont comme la pointe

de Vallières à Saint-Georges-de-Didonne (Lancelot, 1961 ; Lahondère, 1973b ; Bournérias, 1988 ; Lahondère, 1993 ; Lahondère, 1997), ainsi que sur le plateau de Cordouan, au large de l'embouchure de l'estuaire de la Gironde (Crisp & Fischer-Piette, 1959 ; Anonyme, 2007 ; Pigeot, 2010).

Depuis 2011, l'association OBIOS a lancé de vastes inventaires des estrans de l'estuaire de la Gironde dont celui des macroalgues des rochers calcaires. Cet article présente la synthèse des connaissances sur les macroalgues acquises au cours de cette étude.

Méthodologie

L'inventaire des macroalgues de l'estuaire de la Gironde a été réalisé à partir de dix stations de référence réparties sur les estrans rocheux calcaires de la rive droite de l'estuaire, entre Saint-Palais-sur-Mer et Barzan (Figure 1). Ces stations sont décrites dans le tableau suivant, de l'aval vers l'amont :

Les estrans rocheux de l'estuaire de la Gironde sont constitués de plateaux calcaires dont la structure est très hétérogène, du fait de l'érosion et de l'histoire de leur utilisation par les hommes (carrières, piscicultures). Ainsi, les stations étudiées sont constituées d'une mosaïque d'habitats plus ou moins nombreux dont l'érosion a créé de nombreux interstices dans les plateaux, plus ou moins recouverts par des sédiments sablo-vaseux. Pour chaque station étudiée, les habitats

présents sont indiqués sur la base de la classification d'habitats EUNIS (Tableau 1).

Les rochers calcaires de la zone d'étude sont de l'époque du Crétacé : Maestrichtien de Saint-Palais-sur-Mer à Meschers-sur-Gironde et du Campanien de Talmont-sur-Gironde à Barzan. Le Campanien est caractérisé par des calcaires crayeux plus ou moins marneux et tendres alors que le Maestrichtien est un calcaire blanc jaunâtre de dureté très variables et très fossilifères (Guillermin, 1970).

De 2012 à 2014, deux sorties ont été réalisées, au printemps et à l'automne, avec des coefficients de marées supérieurs à 90 pour chaque station. Lors de chaque sortie, des prélèvements ont été effectués afin de déterminer les espèces à l'aide d'une loupe binoculaire et d'un microscope. Les ouvrages qui ont été utilisés pour l'identification sont principalement les « Seaweeds of the British Isles » (Brodie & Irvine, 2003 ; Dixon & Irvine, 2011 ; Fletcher, 2011 ; Irvine, 2011 ; Irvine & Chamberlain, 2011) ainsi que d'autres ouvrages complémentaires (Gayral, 1966 ; Lahondère, 1977 ; Coppejans, 1995 ; Rio, 2001 ; Cabioc'h et al., 2006 ; Brodie et al., 2007 ; Loiseaux-de Goër & Noailles, 2008 ; Bunker et al., 2012).

La nomenclature retenue est celle de la base de données en ligne *Algaebase* (National University of Ireland), consulté le 16 mars 2014 (Guiry, 2014).

Nom de la station	Commune	Description	Code habitats EUNIS
Puits de l'Auture	Saint-Palais-sur-Mer	le Puits de l'Auture et le Concié	R01, R06, R08, P06, P08, P11, P17.
Pont du Diable	Saint-Palais-sur-Mer	le Pont du Diable et les Pierrières	R01, R06, R08, P06, P08, P11, P15, P17, P19.
Conseil	Vaux-sur-Mer	les pointes rocheuses entourant la Conche du Conseil	R01 ; R06 ; R08 ; P08 ; P11 ; P17 ; P19.
Pointe du Chay	Royan	la pointe du Chay et les plateaux rocheux entre la Conche du Chay et la Conche de Foncillon	R01, R06, R08, P08, P11, P15, P17.
Vallières	Saint-Georges-de-Didonne	le Banc et la pointe de Vallières entre la Grande Conche de Royan et le port de Saint-Georges-de-Didonne	R01, R06, R08, P06, P08, P11, P15, P17, P19.
Pointe de Suzac	Saint-Georges-de-Didonne	la pointe de Suzac, entre la Conche de Saint-Georges et la plage de Suzac	R01, R06, R08, P08, P11, P17, P19.
Vergnes	Meschers-sur-Gironde	les pointes situées entre la plage des Vergnes et la plage des Nonnes	R01, R06, R08, P08, P17.
Cadet	Meschers-sur-Gironde	la pointe au sud de la Conche à Cadet	R01, R06, R08, P08, P17.
Talmont	Talmont-sur-Gironde	le Banc du Bœuf et le plateau rocheux entourant les remparts de Talmont-sur-Gironde	R01, R06, R08, P08, P17.
Barzan	Barzan	pointe sud de la baie de Chant-Dorat, au niveau des carrelets	R01, R06, R08, P08.

Tableau 1. Description des stations étudiées dans le cadre de l'inventaire des macroalgues de l'estuaire de la Gironde.

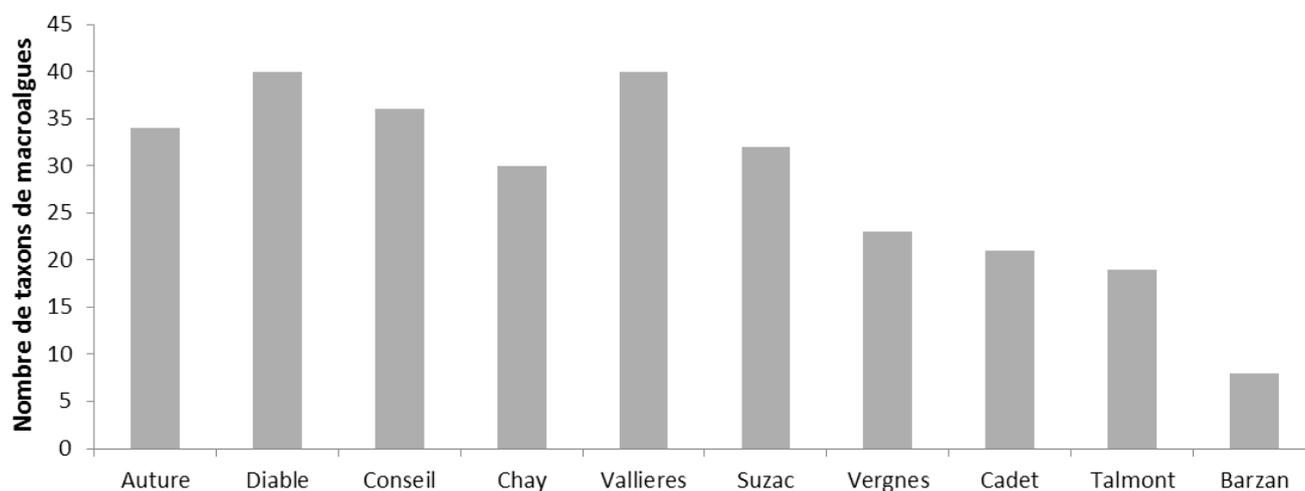


Figure 2. Richesse taxonomique en macroalgues sur les dix stations étudiées des estrans rocheux de l'estuaire de la Gironde entre 2012 et 2014 (de l'aval vers l'amont).

D'autre part, un alguier de référence a été constitué et une base de données (champs : phylum, classe, espèce, localité, année, auteur, source), concernant les macroalgues du centre-ouest de la France et tout particulièrement les mentions historiques dans l'estuaire de la Gironde, a été mise en place.

Résultats

Au total, cet inventaire a permis de recenser 59 espèces de macroalgues dans l'estuaire de la Gironde, soit 39 espèces du phylum des Rhodophyta, 14 espèces du phylum des Chlorophyta et 6 espèces de la classe des Phaeophyceae. Le nombre d'espèces varie d'une manière décroissante de l'aval vers l'amont (Figure 2). Le Pont du Diable et Vallières sont les stations qui présentent le nombre d'espèces inventoriées le plus élevé.

Les différentes espèces inventoriées font l'objet d'une liste taxonomique commentée dans la suite du texte.

Chlorophyta Pascher 1914 (14 espèces) :

Bryopsidales Schaffner, 1922

Bryopsis plumosa Agardh, 1823 : a été observé au Pont du Diable et au Conseil, au niveau de l'étage infralittoral. Dans l'estuaire de la Gironde, cette espèce avait déjà été inventoriée par le passé à Saint-Palais-sur-Mer (Lancelot, 1961 ; Lahondère, 1973b) ainsi que sur le plateau de Cordouan (Anonyme, 2007).

Codium tomentosum Stackhouse, 1797 (Photo 2) : n'a été trouvé qu'une fois dans l'étage infralittoral à Vaux-sur-Mer (Conche du Conseil). La présence de *Codium* sp. dans l'estuaire de la Gironde avait été mentionnée par le passé (Dupuits & Mezine, 1992) et *Codium tomentosum* est connu sur le plateau de Cordouan (Anonyme, 2007 ; Pigeot, 2010).

Cladophorales Haeckel, 1894

Cladophora laetevirens Kützinger, 1843 : a été inventoriée au Puits de l'Auture et sur le plateau de Vallières, sur des plateaux humectés autour de cuvettes du médiolittoral moyen et inférieur. Sa présence n'avait pas été mentionnée précédemment dans l'estuaire de la Gironde.

Ulotrachales Borzi, 1895

Spongomorpha aeruginosa Hoek, 1963 : n'a été notée qu'à Vaux-sur-Mer (Conche du Conseil) et à Saint-Palais-sur-Mer (Pont du Diable) dans les étages infralittoral et médiolittoral inférieur. Sa présence n'avait pas été mentionnée précédemment dans l'estuaire de la Gironde.

Ulothrix implexa Kützinger, 1849 : a été inventoriée au Puits de l'Auture et sur le plateau de Vallières, en mélange avec *Blidingia minima*, sur des parties hautes et planes de l'estran où l'eau de pluie peut stagner. Sa présence n'avait pas été mentionnée précédemment dans l'estuaire de la Gironde.

Urospora bangioides Holmes & Batters, 1891 : a été notée sur la majorité des stations étudiées du Puits de l'Auture à Talmont-sur-Gironde, dans le médiolittoral supérieur et le supralittoral. Sa présence n'avait pas été mentionnée précédemment dans l'estuaire de la Gironde.

Ulvaes Blackman & Tansley, 1902

Blidingia marginata Dangeard, 1958 : a été inventoriée sur l'ensemble des stations étudiées, du Puits de l'Auture jusqu'à Barzan. Elle a principalement été trouvée dans la partie haute de l'estran (médiolittoral supérieur et supralittoral) en mélange avec d'autres algues vertes auxquelles elle s'entrelace, comme *Blidingia minima*, *Ulva compressa* et *Ulva intestinalis*. Elle a également été observée comme épiphyte de *Fucus vesiculosus* et *Fucus serratus* jusque dans le médiolittoral inférieur. Sa présence n'avait pas été mentionnée précédemment dans l'estuaire de la Gironde, mais cela pourrait être dû à une confusion avec une *Enteromorpha* sp.

Blidingia minima Kylin, 1947 : a été inventoriée sur toutes les stations étudiées du Puits de l'Auture à Talmont. Cette espèce est particulièrement commune dans les estuaires du fait de sa tolérance à de grandes variations de salinité (Brodie, 2007). Elle a été notée en haut de l'estran, du supralittoral au médiolittoral moyen, avec *Fucus spiralis*, *Ulva intestinalis*, *Fucus vesiculosus*, *Gelidium pusillum* et parfois épizoïque sur des patelles. Elle forme parfois une zone bien définie au-dessus de la ceinture à *Fucus spiralis* et s'étend davantage quand celle-ci est absente. Dans l'estuaire de la Gironde, l'espèce est également connue sur le plateau de Cordouan (Pigeot, 2010).

Ulva compressa Linnaeus, 1753 : a été inventoriée sur l'ensemble des stations étudiées, du Puits de l'Auture jusqu'à Barzan. Elle a principalement été notée dans le médiolittoral moyen et inférieur, sur des rochers plus ou moins recouverts de sable ou de vase et épiphyte sur *Fucus vesiculosus* et *Fucus serratus*. La présence de cette espèce dans l'estuaire de la Gironde avait été mentionnée à Saint-Palais-sur-Mer par Lancelot (1961) puis par Lahondère (1993) ainsi que récemment sur le plateau de Cordouan (Pigeot, 2010). Il est probable qu'elle ait également été mentionnée sous le terme *Enteromorpha* sp., par exemple par Bournérias (1988) à la pointe de Vallières et aux falaises de la plage des Nonnes.

Sur le site du Pont du Diable à Saint-Palais-sur-Mer, elle était peu développée, dans les flaques et cuvettes dans les années soixante (Lancelot, 1961), puis sur les rochers, surtout au niveau des *Fucus spiralis* dans les années 90 (Lahondère, 1993). Actuellement, elle semble occuper des habitats plus divers que par le passé comme des blocs du médiolittoral moyen avec *Fucus vesiculosus* ou le plateau du médiolittoral inférieur avec *Osmundea pinnatifida*, notamment dans des zones piétinées.

Ulva intestinalis Linnaeus, 1753 : a été inventoriée du Puits de l'Auture jusqu'à la pointe de Suzac. Elle a été observée dans des habitats variés, mais est particulièrement bien développée dans les cuvettes du médiolittoral supérieur qui reçoivent des écoulements d'eau douce, cette espèce étant caractéristique des milieux à salinité réduite (Coppejans, 1995 ; Brodie, 2007). Dans l'estuaire de la Gironde, *U. intestinalis* est connue sur le plateau de Cordouan (Anonyme, 2007 ; Pigeot, 2010) et a également pu être mentionnée sous le terme *Enteromorpha* sp. à Saint-Palais-sur-Mer (Lahondère, 1973b et 1997) et à Vallières (Bournérias, 1988).

Ulva lactuca Linnaeus, 1753 : a été observée entre le Puits de l'Auture et Talmont où elle se développe de la ceinture à *Fucus vesiculosus* jusqu'à l'étage infralittoral. Elle est principalement épilithe mais également épiphyte sur d'autres algues (p. ex. *Polysiphonia fucoïdes*) ou épizoïque (huîtres). Elle est plus abondante en été et dans les cuvettes. La présence d'*U. lactuca* dans l'estuaire de la Gironde avait été mentionnée à Saint-Palais-sur-Mer par Lancelot (1961) puis par Lahondère (1993) et, plus récemment, sur le plateau de Cordouan (Anonyme, 2007 ; Pigeot, 2010). Dans les années soixante, l'espèce était peu développée, dans les flaques et cuvettes (Lancelot, 1961).

Ulva prolifera Müller, 1778 : a été inventoriée sur quelques stations, entre le Puits de l'Auture et les Vergnes. Elle est uniquement présente sur le haut de l'estran (supralittoral et médiolittoral supérieur) où elle peut être en mélange avec *Blidingia minima*. Sa présence n'avait pas été mentionnée précédemment dans l'estuaire de la Gironde mais elle aurait pu être mentionnée sous le terme *Enteromorpha* sp. (Lahondère, 1973b et 1997 ; Bournérias, 1988).

Ulva pseudocurvata Koeman & Hoek, 1981 : n'a été observée qu'une fois au Puits de l'Auture où elle était épizoïque sur une patelle dans l'étage infralittoral. Sa présence n'avait pas été notée précédemment dans l'estuaire de la Gironde. La distribution de cette espèce est mal connue (Brodie, 2007) et, sur les côtes du nord de la France, l'espèce est beaucoup plus rare que *U. lactuca* (Coppejans, 1995).

***Ulva rigida* Agardh, 1823** : a été inventoriée sur l'ensemble des stations étudiées, du Puits de l'Auture à Barzan. Elle est présente dans tous les étages de l'estran mais se développe d'avantage dans la ceinture à *Fucus serratus*. La présence de cette espèce dans l'estuaire de la Gironde avait été mentionnée au Pont du Diable (Lahondère, 1993) et sur le plateau de Cordouan (Anonyme, 2007 ; Pigeot, 2010).

Phaeophyceae Kjellman, 1891 (6 espèces) :

Fucales Bory de Saint-Vincent, 1827

***Fucus guiryi* Zardi, Nicastro, Serrão & Pearson, 2011** (Photo 3) : est une espèce nouvellement validée (Zardi et al., 2011), aux caractéristiques morphologiques intermédiaires entre *Fucus spiralis* et *Fucus vesiculosus*, correspondant à la description de *Fucus spiralis* var. *platycarpus* (Thuret) Batters 1902. Des mesures du thalle, de la fronde et des réceptacles, comme décrites dans la publication de Zardi et al. (2011), ont été réalisées sur plusieurs échantillons. D'après ces critères morphologiques, cette espèce semblerait donc présente dans l'estuaire de la Gironde, bien que seules des analyses génétiques seraient en mesure de valider sa présence de manière certaine. Dans le passé, Lancelot (1961), avait déjà noté la présence de *Fucus spiralis* var. *platycarpus* à Saint-Palais-sur-Mer, en bande étroite en mélange avec *F. vesiculosus*.

***Fucus serratus* Linnaeus, 1753** : a été inventorié sur l'ensemble des stations étudiées, du Puits de l'Auture à Barzan. Il forme une ceinture bien développée, étendue sur le médiolittoral inférieur et le médiolittoral moyen, en dessous de la ceinture à *Fucus vesiculosus*. Dans l'estuaire de la Gironde, la présence de *F. serratus* a été mentionnée par le passé : à Saint-Palais-sur-Mer par Lancelot (1961) et Lahondère (1993), en aval de Royan par Jouanneau (1973), à la Pointe de Vallières et aux falaises de la plage des Nonnes par Bournérias (1988).

***Fucus spiralis* Linnaeus, 1753** : a été inventorié sur 6 des 10 stations étudiées : Pont du Diable, Vallières, Vergnes, Cadet, Talmont et Barzan. Il forme une ceinture très étroite et discontinue et se développe le plus souvent sur le haut de blocs, dans le médiolittoral supérieur. Le Banc du Bœuf à Talmont est la station où la ceinture à *F. spiralis* est la mieux développée. La présence de cette espèce dans l'estuaire de la Gironde avait été mentionnée à Vallières par Bournérias (1988) et au Pont du Diable par Lahondère (1993).

***Fucus vesiculosus* Linnaeus, 1753** : a été inventorié sur l'ensemble des stations étudiées, du Puits de l'Auture à Barzan. Dans l'estuaire de la Gironde, *F. vesiculosus* forme une ceinture généralement étroite, qui laisse rapidement la place à *F. serratus*. La présence de cette espèce a été précédemment notée : au Pont du Diable par Lancelot (1961) puis par Lahondère (1993), entre Talmont et Royan par Jouanneau (1973), à Vallières par Bournérias (1988).

***Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt, 1955** : a été observée sur deux stations de l'estuaire de la Gironde (Pont du Diable et Vallières) où elle se développe dans de grandes cuvettes rocheuses ensablées. Cette espèce tolère les conditions estuariennes (Bunker et al., 2012). Elle n'avait pas été notée sur les côtes de l'estuaire de la Gironde mais sa présence est connue sur le plateau de Cordouan (Anonyme, 2007 ; Pigeot, 2010).

Ralfsiales Lim & Kawai in Lim et al, 2007

***Ralfsia verrucosa* Areschoug in Fries, 1845** : cette espèce a été notée du Puits de l'Auture à la pointe de Suzac, dans la zone médiolittorale. Elle a été observée épilithe et épizoïque sur des patelles et des balanes.

Phylum Rhodophyta Wettstein, 1922 (39 espèces) :

Bangiales.Schmitz in Engler, 1892

***Bangia* sp. Lyngbye, 1819** : a été notée sur le haut de l'estran au Banc du Bœuf à Talmont-sur-Gironde et au Pont du Diable à Saint-Palais-sur-Mer, notamment dans des fissures et des grottes.

***Porphyra linearis* Gréville, 1830** : a été inventoriée sur toutes les stations étudiées, entre le Puits de l'Auture et Talmont. Elle a été observée uniquement dans le médiolittoral supérieur et le supralittoral, avec *Fucus spiralis* ou *Blidingia mimima*. Cette espèce se développe surtout en hiver et au printemps (Coppejans, 1995) alors qu'en été on peut observer les restes des thalles blanchis (Brodie & Irvine, 2003). Sa présence n'avait pas été mentionnée précédemment dans l'estuaire de la Gironde, mais elle a pu être notée sous le terme *Porphyra* sp. à Vallières (Bournérias, 1988).

***Porphyra purpurea* Agardh, 1824** : a également été inventoriée entre le Puits de l'Auture et Talmont où elle s'étend de la ceinture à *Fucus vesiculosus* jusqu'à l'infra-littoral, et tout particulièrement au niveau de la ceinture à *Fucus serratus*. Elle a été observée fixée sur différents substrats : rochers, huîtres, balanes, autres algues (surtout *Fucus*). Cette espèce est connue pour remonter dans les estuaires et pour se développer surtout en été (Brodie & Irvine, 2003). Sa présence n'avait pas été mentionnée précédemment dans l'estuaire de la Gironde mais elle a pu être notée sous le terme *Porphyra* sp. à Vallières (Bournérias, 1988).

***Porphyra umbilicalis* Kützinger, 1843** : a été observée sur toutes les stations étudiées entre le Puits de l'Auture et la Conche à Cadet, où elle se situe surtout au niveau la ceinture à *Fucus vesiculosus*. Dans l'estuaire de la Gironde, cette espèce avait été observée à Vallières en 1969 (Ch. Lahondère, comm. pers.) puis peut-être en 1988 sous le terme *Porphyra* sp. (Bournérias, 1988), ainsi que sur le plateau de Cordouan (Pigeot, 2010).

Corallinales Silva & Johansen, 1986

***Corallina elongata* Ellis & Solander, 1786** (Photo 1) : a été inventoriée sur les stations situées le plus en aval, du Puits de l'Auture à Vallières, principalement au niveau de la ceinture à *Fucus serratus*. Cette espèce a été observée comme épilithe dans des milieux bien humectés, sur le pourtour des cuvettes ou sous des *Fucus*. Elle avait été mentionnée au Pont du Diable par Lahondère (1993), où elle était assez rare, sur le bord des cuvettes, ainsi que plus récemment sur le plateau de Cordouan (Anonyme, 2007 ; Pigeot, 2010).

***Jania squamata* Kim, Guiry & Choi in J.H. Kim et al. 2007** : a été observée sur deux stations de l'estuaire de la Gironde (Conseil et Vallières). L'espèce se développe dans des cuvettes profondes de l'infra-littoral, sur des plateaux rocheux exposés à un fort hydrodynamisme. Elle n'avait pas été mentionnée sur les côtes de l'estuaire mais elle est connue sur le plateau de Cordouan (Anonyme, 2007).

***Phymatolithon lenormandii* (Areschoug) Adey 1966** : a été inventorié sur l'ensemble des stations étudiées, du Puits de l'Auture à Barzan. *P. lenormandii* a été observé du médiolittoral moyen jusqu'à l'infra-littoral, épilithe et épizoïque sur des coquilles d'huîtres ou des balanes, bien qu'il soit plus abondant sous le couvert des *Fucus serratus* et sur les parois des grottes. Cette espèce pionnière est connue pour être particulièrement tolérante aux conditions estuariennes de salinité réduite et de turbidité (Irvine & Chamberlain, 2011). La présence de cette espèce était connue sur le plateau de Cordouan (Anonyme, 2007 ; Pigeot, 2010).

Hildenbrandiales Pueschel & Cole, 1982

***Hildenbrandia rubra* Meneghini, 1841** : a été observée sur des galets du haut de l'estran de Vallières et au Pont du Diable. Cette espèce se développe dans les estuaires, les

ports et sur des substrats rocheux du haut de l'estran (Irvine & Chamberlain, 2011). Elle a également été mentionnée sur le plateau de Cordouan par Pigeot (2010).

Acrochaetiales Feldmann, 1953

Rhodochorton purpureum Rosenvinge, 1900 : a été inventorié à l'intérieur de grottes situées au Pont du Diable, à Vallières, à la pointe de Suzac et aux Vergnes, où elle forme des étendues d'un velours rouge sombre dans la pénombre. Au Pont du Diable, l'espèce avait déjà été observée par Lancelot (1961) et Lahondère (comm. pers.).

Ceramiales Oltmanns, 1904

Aglaothamnion scopulorum Feldmann-Mazoyer, 1941 : a été observé à Vallières et à la pointe de Suzac, sur les parois ombragées de blocs du haut de l'estran, en mélange avec *Catenella caespitosa*. Cette espèce, correspondant à l'ancienne forme *scopulorum* de l'espèce *Aglaothamnion hookeri*, serait tolérante à une salinité réduite (Maggs & Hommersand, 1993). Dans l'estuaire de la Gironde, la présence d'*A. hookeri* a été mentionnée au Pont du Diable par Lahondère (1997), dans les grottes du médiolittoral supérieur.

Aglaothamnion roseum Maggs & L'Hardy-Halos, 1993 : a été inventorié sur les stations situées le plus en amont, de la pointe de Suzac à Talmont, dans l'étage infralittoral. Cette espèce est tolérante à une salinité réduite et se développe dans des milieux de mode calme (Maggs & Hommersand, 1993). Elle a été observée épilithe et épiphyte de *Chondrus crispus*. Sa présence n'avait pas été mentionnée précédemment dans l'estuaire de la Gironde.

Ceramium gaditanum Cremades, 1990 : a été observé au Puits de l'Auture, à la pointe du Chay et à la pointe de Suzac, dans la partie basse d'estrans relativement exposés aux vagues. Il a été observé épilithe sur le plateau rocheux ou sur les parois verticales de grottes et épizoïque sur des moules. Dans l'estuaire de la Gironde, la présence de cette espèce avait été mentionnée à Vallières en 1969 (Ch. Lahondère, comm. pers.) et aux falaises de la plage des Nonnes (Bournérias, 1988), sous le terme de la synonymie *Ceramium flabelligerum*, ainsi que sur le plateau de Cordouan par Pigeot (2010).

Ceramium botryocarpum A.W. Griffiths ex Harvey, 1848 : a été noté au Pont du Diable, épiphyte sur *Osmudea pinnatifida* dans l'étage médiolittoral inférieur. Cette espèce avait déjà été mentionnée sur le plateau de Cordouan par Pigeot (2010).

Ceramium secundatum Lyngbye, 1819 : a été noté au Pont du Diable, dans l'étage infralittoral. Cette espèce affectionne particulièrement les cuvettes sableuses (Maggs & Hommersand, 1993). Sa présence avait déjà été mentionnée au Pont du Diable (Lahondère, 1997) ainsi que sur le plateau de Cordouan (Pigeot, 2010).

Ceramium virgatum Roth, 1797 (Photo 4) : a été inventorié sur l'ensemble des stations étudiées, du Puits de l'Auture à Barzan. Il a été observé sur tous les étages de l'estran, mais est plus abondant dans les étages médiolittoral inférieur et infralittoral. Cette espèce correspond à l'ancien complexe « *Ceramium rubrum* C. Agardh 1811 » qui avait été mentionné par Lancelot (1961) et Lahondère (1993) au Pont du Diable. Sur ce site, en 1961, cette espèce formait un épais tapis recouvrant le plateau rocheux et la partie basse des pointes, en mélange avec *Polysiphonia fucoïdes* (Lancelot, 1961), alors qu'en 1993 elle était notée comme très rare et épiphyte de *Polysiphonia fucoïdes* (Lahondère, 1993). Actuellement, *C. virgatum* est assez bien réparti, mais avec de très faibles recouvrements ; le plus souvent épilithe, il a également été observé épizoïque sur des moules et huîtres ainsi qu'épiphyte sur diverses algues rouges comme *Chondrus crispus*, *Ahnfeltiopsis devoniensis*, *Gelidium crinale* et *Polysiphonia fucoïdes*.

Pterothamnion plumula Nägeli in Nägeli & Cramer, 1855 : a été inventoriée sur les stations situées le plus en aval, du Puits de l'Auture à Vallières, uniquement dans l'étage

infralittoral. Cette espèce se développe dans des habitats limoneux et peut se fixer sur de nombreux supports (Maggs & Hommersand, 1993 ; Bunker et al., 2012). Dans l'estuaire de la Gironde, la présence de cette espèce avait déjà été notée à Saint-Palais-sur-Mer (Ch. Lahondère, comm. pers.).

Heterosiphonia plumosa (J. Ellis) Batters, 1902 : n'a été observé qu'une fois dans une cuvette peu profonde d'un bloc de l'étage infralittoral à Vallières. Le thalle était isolé et peu développé. Sa présence n'avait pas été mentionnée précédemment dans l'estuaire de la Gironde.

Hypoglossum hypoglossoides Collins & Hervey, 1917 : a été observée sur les stations situées le plus en aval, du Puits de l'Auture jusqu'à la pointe de Suzac, dans les étages médiolittoral inférieur et infralittoral. Sur ces stations, l'espèce est assez abondante. Elle est connue pour être très tolérante à la couverture sableuse (Maggs & Hommersand, 1993). La présence de *H. hypoglossoides* avait été mentionnée au Pont du Diable (Lancelot, 1961) et au Puits de l'Auture (Lahondère, 1973b), ainsi que sur le plateau de Cordouan (Pigeot, 2010).

Cryptopleura ramosa Newton, 1931 (Photo 8) : de la même manière qu'*Hypoglossum hypoglossoides*, a été observé assez abondant sur le bas des estrans entre le Puits de l'Auture et la pointe de Suzac. La présence de cette espèce était connue dans l'estuaire de la Gironde sur les sites du Pont du Diable (Lancelot, 1961 ; Lahondère, 1993), du Puits de l'Auture (Lahondère, 1973) et sur le plateau de Cordouan (Pigeot, 2010). Au Pont du Diable, Lancelot (1961) mentionnait *Cryptopleura ramosa* comme abondant et Lahondère (1993) comme assez commun.

Halopithys incurva (Hudson) Batters, 1902 : 78 (comme « *incurvus* ») : n'a été noté qu'une fois dans une cuvette de l'infralittoral à la pointe de Suzac. Sa présence n'avait pas été mentionnée précédemment dans l'estuaire de la Gironde.

Chondria coerulescens Falkenberg, 1901 : a été observé sur l'étage infralittoral du Pont du Diable, épilithe sur le plateau rocheux légèrement recouvert par des sédiments et des tubes sableux d'hermelles. Cette espèce affectionne les milieux vaseux et protégés des vagues (Maggs & Hommersand, 1993). Elle avait déjà été observée à Saint-Palais-sur-Mer (Ch. Lahondère, comm. pers.) et est également présente sur le plateau de Cordouan (Pigeot, 2010).

Osmundea pinnatifida Stackhouse, 1809 : a été inventorié sur les stations situées le plus en aval, du Puits de l'Auture jusqu'à la pointe de Suzac. Il a été observé dans les cuvettes, sur le plateau rocheux et les parois inclinées des blocs, du médiolittoral moyen à l'infralittoral, mais il est plus abondant au niveau de la ceinture à *Fucus serratus*. Dans l'estuaire de la Gironde, la présence de cette espèce a été mentionnée à plusieurs reprises : au Pont du Diable (Lancelot, 1961 ; Lahondère, 1993), à la pointe de Vallières (Bournérias, 1988) et sur le plateau de Cordouan (Anonyme, 2007 ; Pigeot, 2010). Sur le site du Pont du Diable, *O. pinnatifida* était noté comme abondant dans les flaques et cuvettes (Lancelot, 1961), puis pas commun (Lahondère, 1993). Il est actuellement assez bien réparti mais peu abondant, à part sur certaines pentes rocheuses exposées aux vagues où il peut former des tapis assez étendus.

Polysiphonia denudata Gréville ex Harvey in Hooker, 1833 (Photo 6) : a été observé dans la partie aval de l'estuaire de la Gironde (Pont du Diable, Conseil, Vallières). L'espèce y forme des tapis plus ou moins développés sur des substrats rocheux plats et recouverts de sédiments vaseux, au niveau de l'étage infralittoral. Elle est trouvée sur des sites très protégés des vagues (Maggs & Hommersand, 1993 ; Bunker et al., 2012). Sa présence avait déjà été notée par Lancelot (1961) et Lahondère (comm. pers.) au Pont du Diable, sous le terme de la synonymie *Polysiphonia variegata*.

Polysiphonia devoniensis Maggs & Hommersand, 1993 : a été noté à la pointe du Chay, dans l'étage infralittoral. Cette espèce est souvent liée à la présence d'une couverture sableuse

(Maggs & Hommersand, 1993). Sur la pointe du Chay, elle a été observée dans les cuvettes créées par les massifs d'hermelles, en mélange avec quelques *Pterothamnion plumula*. Sa présence n'avait pas été mentionnée précédemment dans l'estuaire de la Gironde.

***Polysiphonia fucoïdes* Gréville, 1824** : a été inventorié sur toutes les stations étudiées du Puits de l'Auture jusqu'à Cadet. Il a été observé du médiolittoral moyen jusqu'à l'infralittoral, mais il est plus abondant dans l'étage médiolittoral inférieur. L'espèce peut être abondante, notamment sur les coquilles d'huîtres (p. ex. pointe de Vallières). Dans l'estuaire de la Gironde, la présence de cette espèce a été mentionnée à plusieurs reprises : au Pont du Diable (Lancelot, 1961 ; Lahondère, 1993), au Puits de l'Auture (Lahondère, 1973b) et à la pointe de Vallières (Bournérias, 1988). Au Pont du Diable, *P. fucoïdes* formait un épais tapis recouvrant le plateau rocheux et la partie basse des pointes, en mélange avec *Ceramium virgatum* (Lancelot, 1961) ; il était très commun dans les cuvettes (Lahondère, 1993).

***Polysiphonia stricta* (Dillwyn) Gréville, 1824** : a été observé en bas des estrans du Pont du Diable et de la pointe de Suzac. Cette espèce peut se développer dans des conditions hydrodynamiques diverses et sur une grande variété de substrats (Maggs & Hommersand, 1993), comme des fragments coquilliers de fonds sablo-vaseux (Coppejans, 1995). La présence de cette espèce dans l'estuaire de la Gironde n'avait pas été mentionnée précédemment.

***Pterosiphonia complanata* Falkenberg in Schmitz & Falkenberg, 1897** : a été noté une seule fois, à la pointe du Chay, dans une cuvette de l'infralittoral entre les massifs d'hermelles. Dans l'estuaire de la Gironde, cette espèce avait été inventoriée par Lahondère (1973) au Puits de l'Auture.

***Pterosiphonia pinnulata* Maggs & Hommersand, 1993** : a été observé au Conseil, dans une cuvette de l'étage infralittoral, sur le plateau rocheux superficiellement recouvert de vase. Cette espèce se développe dans des anses protégées des vagues, sur des substrats recouverts de vase ou des coquilles d'huîtres mortes (Maggs & Hommersand, 1993). Cette espèce n'avait pas été notée auparavant dans l'estuaire de la Gironde.

Gelidiales Kylin, 1923

***Gelidium crinale* Gaillon, 1828** : a été inventorié sur toutes les stations étudiées, du Puits de l'Auture jusqu'à Talmont. Cette espèce a été principalement observée sur des substrats rocheux recouverts de sable de l'étage médiolittoral moyen à l'infralittoral. *G. crinale* est particulièrement bien développé sur le plateau rocheux du sud de la Conche à Cadet, dans des cuvettes ensablées du médiolittoral inférieur. Dans l'estuaire de la Gironde, l'espèce avait été observée à Vallières en 1969 (Ch. Lahondère, comm. pers.) et mentionnée par Bournérias (1988) aux falaises de la plage des Nonnes.

***Gelidium pusillum* Le Jolis, 1863** (Photo 7) : a été inventorié sur l'ensemble des stations étudiées, du Puits de l'Auture à Barzan. Il a été observé épilithe sur les substrats rocheux ou épizoïque sur les huîtres. Il est bien développé en haut de l'estran, sur les surfaces verticales comme les parois de blocs ou les falaises, au-dessus de *Catenella caespitosa*. Dans l'estuaire de la Gironde, la présence de cette espèce avait été mentionnée aux falaises de la plage des Nonnes (Bournérias, 1988, sous le terme de la synonymie *Gelidium pusillum* var. *pulgatum*), au Pont du Diable (Lahondère, 1993, 1997) et sur le plateau de Cordouan (Pigeot, 2010). Au Pont du Diable, l'espèce était autrefois peu commune et présente sur les rochers, dans les grottes du médiolittoral supérieur et parfois en mélange avec *Gigartina acicularis* (Lahondère, 1993, 1997).

Gigartinales Schmitz in Engler, 1892

***Catenella caespitosa* Irvine in Parke & Dixon, 1976** : a été observé sur le haut de l'estran au Pont du Diable et à la pointe de Vallières. L'espèce se développe sur des parois verticales

ombragées et humides des grottes et des blocs. Elle est assez tolérante aux salinités réduites (Dixon & Irvine, 2011). Dans l'estuaire de la Gironde, la présence de cette espèce avait été mentionnée au Pont du Diable, sous le terme de la synonymie *Catenella repens* (Lancelot, 1961 ; Lahondère, 1993) et sur le plateau de Cordouan (Anonyme, 2007).

***Caulacanthus okamurae* Yamada, 1933** : a été inventorié sur l'ensemble des estrans étudiés, du Puits de l'Auture jusqu'à Barzan. L'espèce a été observée du médiolittoral supérieur au médiolittoral inférieur. Elle est parfois associée à *Gelidium pusillum* avec laquelle elle forme des masses de thalles entremêlés d'aspect moussu. Comme décrit par Bréret (2008), pour *Caulacanthus ustulatus*, elle profite également des substrats dépourvus d'algues concurrentes pour s'y développer et former des tapis monospécifiques, notamment sur les huîtres. *Caulacanthus okamurae* est une espèce envahissante très abondante dans l'Atlantique qui a été disséminée lors de transferts d'huîtres (M. Verlaque, comm. pers.). Cependant, il est possible que les espèces *Caulacanthus okamurae* et *C. ustulatus*, à la morphologie très semblable, aient fait l'objet de confusions. Il serait donc nécessaire de préciser le réel statut de ces espèces dans l'estuaire de la Gironde.

***Chondracanthus acicularis* Fredericq in Hommersand, Guiry, Fredericq & Leister, 1993** : a été observé en bas de l'estran, sur les stations étudiées du Puits de l'Auture à la pointe de Vallières. Dans l'estuaire de la Gironde, la présence de cette espèce avait été notée à plusieurs reprises, au Pont du Diable (Lancelot, 1961 ; Lahondère, 1993, 1997) ainsi que sur le plateau de Cordouan (Anonyme, 2007 ; Pigeot, 2010). Au Pont du Diable, l'espèce avait été notée comme commune, dans les cuvettes ou formant des tapis denses (Lancelot, 1961 ; Lahondère, 1993). Lors de cette étude, *C. acicularis* était au contraire peu abondante au Pont du Diable et sur les autres stations.

***Chondrus crispus* Stackhouse, 1797** : a été inventorié en bas de l'estran, sur toutes les stations étudiées du Puits de l'Auture à la Conche à Cadet. Il a été observé épilithe, se développant surtout dans l'étage infralittoral et dans les cuvettes, à partir de la ceinture à *Fucus serratus*. Cette espèce est tolérante aux salinités basses et fluctuantes, ce qui explique sa présence dans les estuaires (Coppejans, 1995 ; Dixon & Irvine, 2011). Dans l'estuaire de la Gironde, *Chondrus crispus* avait été observé par le passé, notamment au Pont du Diable (Lahondère, 1993) et sur le plateau de Cordouan (Anonyme, 2007 ; Pigeot, 2010).

***Ahnfeltiopsis devoniensis* Silva & DeCew, 1992** : a été observé sur les stations situées le plus en aval : le Puits de l'Auture, le Pont du Diable et le Conseil. Sur ces stations, l'espèce a été observée dans l'étage infralittoral, au niveau de moulières ou de massifs d'hermelles. La présence d'*A. devoniensis* dans l'estuaire de la Gironde avait été mentionnée au Pont du Diable (Lahondère, 1993) ainsi que sur le plateau de Cordouan (Pigeot, 2010).

***Gymnogongrus crenulatus* Agardh, 1851** : a été noté au Puits de l'Auture, au niveau de moulières de l'étage infralittoral. Cette espèce n'a pas fait l'objet de mention sur les côtes de l'estuaire de la Gironde, mais elle a été inventoriée sur le plateau de Cordouan par Pigeot (2010).

***Phyllophora pseudoceraoïdes* Newroth & Taylor, 1971** : a été observé au Conseil et à la pointe du Chay, dans des cuvettes de l'étage infralittoral. Cette espèce n'avait pas été notée par le passé sur les rives de l'estuaire de la Gironde, mais elle est connue du plateau de Cordouan (Anonyme, 2007).

***Polyides rotunda* Gaillon, 1828** (Photo 5) : a été noté au Pont du Diable, localisé dans une grande cuvette sableuse du médiolittoral. Cette espèce est connue pour être tolérante aux faibles salinités (Bunker et al., 2012). Dans l'estuaire de la Gironde, elle a également été observée sur le plateau de Cordouan (Anonyme, 2007).



Photo 1. *Corallina elongata* (pont du Diable),
© J. VOLLETTE



Photo 5. *Polyides rotunda* (pont du Diable),
© J. VOLLETTE



Photo 2. *Codium tomentosum* (conche du Conseil),
© J. VOLLETTE



Photo 6. *Polysiphonia denudata* (pont du Diable),
© J. VOLLETTE



Photo 3. *Fucus guiryi* (pointe de Vallières),
© J. VOLLETTE



Photo 7. *Gelidium pusillum* (pointe de Vallières),
© J. VOLLETTE



Photo 4. *Ceramium virgatum* (pointe de Vallières),
© J. VOLLETTE



Photo 8. *Cryptopleura ramosa* (pont du Diable),
© J. VOLLETTE

Gracilariales Fredericq & Hommersand, 1989

Gracilaria verrucosa Steenhoft, Irvine & Farnham, 1995 : a été observé sur l'ensemble des stations étudiées entre le Puits de l'Auture et la Conche à Cadet. *G. verrucosa* est présent au niveau des cuvettes et sur les plateaux rocheux, de l'étage médiolittoral moyen à l'étage infralittoral, bien qu'il soit plus fréquent au niveau de la ceinture à *Fucus serratus*. La présence de *G. verrucosa* dans l'estuaire de la Gironde avait été mentionnée au Pont du Diable (Lahondère, 1993) ainsi que sur le plateau de Cordouan (Pigeot, 2010). D'autre part, *Gracilaria confervoides* (actuellement reconnue comme synonyme de *Gracilariopsis longissima*) avait été observée à Saint-Palais-sur-Mer par Lahondère (comm. pers.) et Lancelot (1961). *Gracilaria verrucosa* n'est plus une espèce considérée comme valide (Guiry, 2014), mais pourrait correspondre à trois espèces dans l'estuaire de la Gironde : *Gracilaria gracilis* (Stackhouse) M. Steentoft, L.M. Irvine & W.F. Farnham 1995, *Gracilariopsis longissima* (S.G. Gmelin) M. Steentoft, L.M. Irvine & W.F. Farnham 1995 et *Gracilaria vermiculophylla* (Ohmi) Papenfuss 1967. D'après des critères morphologiques, les individus rencontrés dans l'estuaire de la Gironde sembleraient appartenir à l'espèce *Gracilaria gracilis* (Stackhouse) M. Steentoft, L.M. Irvine & W.F. Farnham 1995 mais la détermination délicate de ce groupe d'espèces ne permet pas de certifier cette observation.

Discussion

Cet inventaire des estrans rocheux de l'estuaire de la Gironde a permis d'établir la présence de 59 espèces de macroalgues, dont 18 espèces nouvellement mentionnées pour l'estuaire de la Gironde (Cordouan compris).

Le nombre d'espèces d'algues rouges décroît de l'aval vers l'amont alors que le nombre d'algues vertes et d'algues brunes est semblable sur toutes les stations. Cette évolution peut s'expliquer par plusieurs facteurs dont la diminution de la salinité (Vollette & Thirion, en prép.) qui influe sur la physiologie des algues (Hurd et al., 2004). Ainsi, seules les macroalgues euryhalines telles que *Fucus* et *Ulva* (*ibid.*) peuvent être observées sur l'ensemble des stations, en aval comme en amont de l'estuaire.

Sur les estrans rocheux de l'estuaire de la Gironde, plusieurs espèces d'algues brunes sont absentes :

- *Ascophyllum nodosum* (Linnaeus) Le Jolis, 1863 ;

- *Pelvetia canaliculata* (Linnaeus) Decaisne & Thuret, 1845 (Figure 3) qui avait été observée en 1970 au Pont du Diable (Lahondère, 1973a) et en 1993 (Lahondère, 1993), n'a pas été revue lors de différentes sorties réalisées entre 2010 et 2014 ;

- *Padina pavonica* (Linnaeus) Thivy in W.R. Taylor, 1960 (Figure 3) qui avait été observée dans des cuvettes sableuses proches du Puits de l'Auture (Ch. Lahondère, comm. pers.).

Les résultats des inventaires des estrans rocheux de la rive droite de l'estuaire de la Gironde peuvent être comparés à ceux du plateau de Cordouan, le plus proche mais plus océanique et moins soumis aux conditions environnementales estuariennes.

Sur le plateau de Cordouan, les inventaires réalisés par l'Institut des milieux aquatiques en 2005 et 2007 (Anonyme, 2007) puis par Pigeot en 2010 ont permis de recenser 71 espèces de macroalgues (neuf Chlorophycées, neuf Phéophycées et 53 Rhodophycées ; Pigeot, 2011). Plusieurs espèces de macroalgues observées sur le plateau de Cordouan n'ont pas été observées sur les stations étudiées le long de la rive droite de l'estuaire de la Gironde comme les algues rouges *Dilsea carnosa* (Schmidel) Kuntze, 1898 et *Gigartina pistillata* (S.G. Gmelin) Stackhouse, 1809 ou la laminaire *Saccorhiza polyschides* (Lightfoot) Batters, 1902. Sur le plateau de Cordouan, Pigeot note l'absence de plusieurs algues brunes (*Fucus spiralis*, *F. vesiculosus*, *F. serratus*, *Cystoseira ericoïdes*, *C. baccata*, *Laminaria hyperborea* et *Saccharina latissima*), certainement due au réchauffement des eaux du golfe de Gascogne (*ibid.*). Notamment, *Fucus spiralis* n'a pas été observé alors qu'il avait été recensé par Fischer-Piette en 1955 (Crisp & Fisher-Piette, 1959).

D'autre part, dans l'estuaire de la Gironde, les ceintures des *Fucus* spp. et tout particulièrement de *Fucus spiralis* semblent s'être réduites au profit d'algues plus opportunistes comme les algues vertes.

Parmi les espèces inventoriées, deux sont des espèces exotiques envahissantes : *Sargassum muticum* et *Caulacanthus okamurae*. La sargasse est très localisée, avec quelques individus observés dans trois grandes cuvettes rocheuses ensablées. Au contraire, *C. okamurae* est largement répandu, utilisant plusieurs types d'habitats sur les estrans rocheux



Figure 3. Illustrations de *Pelvetia canaliculata* (à gauche) et *Padina pavonica* (à droite), deux algues brunes qui avaient été observées par Ch. Lahondère sur les estrans de l'estuaire de la Gironde et qui n'ont pas été retrouvées lors de cette étude © Ch. Lahondère.

de l'estuaire typique des espèces à grande amplitude de niche écologique. D'autres espèces exotiques envahissantes pourraient également être présentes comme *Gracilaria vermiculophylla* mentionné de l'île de Ré (Bréret, 2009).

Ce travail montre l'importance de mettre en place des suivis à moyen et long terme. Dans le cadre d'un réchauffement climatique global, certaines algues pour lesquelles la température est un facteur déterminant (*Saccorhiza polyschides*, *Laminaria*, *Fucus*...) vont voir leur aire de répartition modifiée dans l'avenir (Sautour, 2013).

Remerciements

Nous souhaiterions remercier Marc Verlaque (Institut méditerranéen d'océanologie) pour son aide concernant les éléments de diagnose différenciant les espèces *Caulacanthus ustulatus* et *Caulacanthus okamurae*. Nous remercions également Guy Landry pour sa relecture orthographique.

Bibliographie

Airoldi L. & Beck M.W., 2007 - Loss, status and trends for coastal marine habitats of Europe. *Ocean. Marine Biol.: An Annual Review* **45** : 345-405.

Anonyme, 2007 - *Étude préalable à la gestion du phare et du plateau rocheux de Cordouan*. Conservatoire du littoral, Institut des milieux aquatiques, Conseil général de Gironde, 87 p.

Bournérias M., Pomerol C. & Turquier Y., 1988 - *Le golfe de Gascogne de l'île d'Oléron au Pays basque*. Guides naturalistes des côtes de France, Delachaux et Niestlé, Paris, 272 p.

Bréret M., 2008 - Note sur l'évolution de l'algue *Caulacanthus ustulatus* sur les côtes charentaises. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, NS, **39** : 565-566.

Bréret M., 2009 - Contribution à l'étude des algues marines de l'île de Ré (compte rendu des sorties des 6 avril et 17 octobre 2008 à Loix). *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, NS, **40** : 585-600.

Brodie J.A. & Irvine L.M., 2003 - *Seaweeds of the British Isles*, 1 - Rhodophyta, part 3B : Bangiophycidae. Intercept publishers, Hampshire, 167 p.

Brodie J.A., Maggs C.A. & John D.M., 2007 - *The green seaweeds of Britain and Ireland*. British Phycological Society, 242 p.

Bunker F.StP.D., Brodie J.A., Maggs C.A. & Bunker A.R., 2012 - *Seaweeds of Britain and Ireland*. Wild Nature Press, Plymouth, UK, 224 p.

Cabioc'h J., Floc'h J.-Y., Le Toquin A., Boudouresque C.-F., Meinesz A. & Verlaque M., 2006 - *Guide des algues des mers d'Europe*. Delachaux et Niestlé, Paris, 272 p.

Coppejans E., 1995 - *Flore algologique des côtes du nord de la France et de la Belgique*. Jardin botanique national de Belgique, Meise, 454 p.

Crisp D.J. & Fischer-Piette E., 1959 - Répartition des principales espèces intercotidales de la côte atlantique française en 1954-1955. *Ann. Inst. Océanogr.* **36** : 275-387.

Dixon P.S. & Irvine L.M., 2011 - *Seaweeds of the British Isles*, 1 - Rhodophyta, part 1 : Introduction, *Nemaliales*, *Gigartinales*. Pelagic Publishing, London, 252 p.

Ducrotot J.-P., 2010 - *La restauration écologique des estuaires*. Tec & Doc Lavoisier, Paris, 229 p.

Dupuits A. & Mezine F., 1992 - *L'estuaire de la Gironde. Bilan des connaissances relatives à la faune et à la flore, aux paysages, à l'occupation du sol. Inventaire des contraintes d'environnement*. Agence de bassin Adour-Garonne, 474 p.

Fletcher R.L., 2011 - *Seaweeds of the British Isles*, 3 - Fucophyceae (Phaeophyceae), part 1. Pelagic Publishing, London, 359 p.

Gayral P., 1966 - *Les algues des côtes françaises (Manche et Atlantique)*. Doin, Paris, 632 p.

Gouletquer P., Gros P., Bœuf G. & Weber J., 2013 - *Biodiversité en environnement marin*. Quae, Paris, 207 p.

Guillermin P., 1970 - *Géologie de la Charente-Maritime*. Centre régional de documentation pédagogique de Poitiers, 78 p.

Guiry M.D., 2014 - In M.D. Guiry & G.M. Guiry, *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org> ; searched on 16 March 2014.

Hurd C.L., Harrison P.J., Bischof K. & Lobban C.S., 2014 - *Seaweed Ecology and Physiology*, 2nd ed. Cambridge University Press, Cambridge, 551 p.

Irvine L.M., 2011 - *Seaweeds of the British Isles*, 1 - Rhodophyta, part 2A : Cryptonemiales (*sensu stricto*) *Palmariales*, *Rhodymeniales*. Pelagic Publishing, London, 115 p.

Irvine L.M. & Chamberlain Y.M., 2011 - *Seaweeds of the British Isles*, 1 - Rhodophyta, part 2B : Corallinales, Hildenbrandiales. Pelagic Publishing, London, 276 p.

Jouanneau J.M., 1973 - *Bilan des connaissances sur la rive droite de la Gironde*. Centre national pour l'exploitation des océans, Institut de géologie du bassin d'Aquitaine, Talence, 26 p.

Lahondère Ch., 1973a - *Pelvetia canaliculata* (L.) Decaisne & Thuret sur les côtes de Saintonge. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, NS, **4** : 23-24.

Lahondère Ch., 1973b - *Observations algologiques à Saint-Palais-sur-Mer, fin juillet 1973, cuvettes de la Grande Côte, après le Puits de l'Auture*. Notes de terrain non publiées.

Lahondère Ch., 1977 - Clé de détermination des Fucacées des côtes rocheuses du Centre-Ouest. *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, NS, **7** : 103-104.

Lahondère Ch., 1993 - *Observations algologiques à Saint-Palais-sur-Mer, 15 août 1993, le Pont du Diable côté sud*. Notes de terrain non publiées.

Lahondère C., 1997 - *Observations algologiques à Saint-Palais-sur-Mer, 22 avril 1997, le Pont du Diable*. Notes de terrain non publiées.

Lancelot A., 1961 - Recherches biologiques et océanographiques sur les végétaux marins des côtes françaises entre la Loire et la Gironde. *Rev. Algol.*, mémoire hors-série **2**, 210 p.

Little C., Williams G.A. & Trowbridge C.D., 2009 - *The biology of rocky shores*, 2nd edition. Oxford University Press, New York, 356 p.

Loiseaux de Goër S. & Noailles M.-C., 2008 - *Algues de Roscoff*. Éditions de la station biologique de Roscoff, 215 p.

Pigeot J., 2011 - *Le plateau de Cordouan et la pêche à pied récréative*, 2 - Biodiversité : les espèces d'algues et de métazoaires benthiques du plateau rocheux de Cordouan. IODDE, 38 p.

Rio A., 2001 - *Guide illustré des algues de Bretagne*. Éd. Cloître, 338 p.

Sautour B., 2013 - Biodiversité marine. In H. Le Treut (ed.), *Les impacts du changement climatique en Aquitaine, un état des lieux scientifique*, Presses universitaires de Bordeaux, Pessac : 173-188.

Verger F., 2005 - *Marais maritimes et estuaires du littoral français*. Belin, Paris, 335 p.

Zardi G.I., Nicastro K.R., Canovas F., Ferreira Costa J., Serrão E.A. & Pearson G.A., 2011 - Adaptive traits are maintained on steep selective gradients despite gene flow and hybridization in the intertidal zone. *PLoS ONE* **6** (6) : e19402.