

CENTRE D'ÉTUDE
& DE VALORISATION
DES ALGUES

ALGAE TECHNOLOGY
& INNOVATION
CENTRE

Réseau de Contrôle Opérationnel - DCE 2020 Inventaire des marées vertes sur le littoral des Pays de la Loire - Ile de Ré

Sophie RICHIER Responsable de Pôle EENVI

Clément DANIEL Technicien supérieur

Loïc CELLIER Technicien environnement

Sylvain BALLU Chef de Projet Surveillance Marée Verte



CEVA



Réseau de Contrôle Opérationnel - DCE 2020

Inventaire des marées vertes sur le littoral des Pays de la Loire à l'Ile de Ré

N° Dossier 3S0060 et 13S0061



Noirmoutier-Guérinière, le 20/08/2020, photo CEVA



Sommaire

1. Contexte et objectifs.....	5
2. Matériels et méthodes.....	5
2.1 Contrôle opérationnel.....	5
2.1.1 Suivis aériens.....	5
2.1.2 Contrôles de terrain.....	8
2.1.3 Evaluation des surfaces de dépôts.....	8
2.2 Indices d'eutrophisation (N et P).....	9
2.2.1 Description de l'indicateur.....	10
2.2.2 Prélèvements, traitement et analyse des échantillons.....	10
3. Résultats.....	12
3.1. Estimation surfacique.....	12
3.1.1. Année 2020.....	12
3.1.2. Analyse pluriannuelle.....	16
3.2. Indices d'eutrophisation.....	18
3.2.1. Eléments d'interprétation des profils saisonniers.....	18
3.2.2. Résultats.....	20
4. Conclusion.....	32
Bibliographie.....	34
ANNEXES.....	35



Figures

Figure 1 : Sites suivis et trajet effectué par l’avion pour le suivi RCO de 2020 (suivis complémentaires aériens, terrain et indices d’eutrophisation).	7
Figure 2 : Surfaces couvertes par les ulves cumulées lors des 5 inventaires de mai à septembre 2020. Les surfaces sont exprimées en équivalent 100 % de couverture en ulves.	13
Figure 3 : Variation mensuelle des échouages d’ulves entre mai et septembre 2020. Les surfaces sont exprimées en ha équivalent 100 % de couverture en ulves.....	15
Figure 4 : surfaces couvertes sur les sites du RCO de 2012 à 2020 : somme sur les 14 sites et cumul des 5 dates d’inventaires annuels (mai, juin, juillet, août et septembre) et moyenne 2012-2019.....	16
Figure 5 : Evolution interannuelle (2012-2020) par site des surfaces d’ulves échouées – somme des surfaces mesurées en mai, juin, juillet, août et septembre pour chaque année.	17
Figure 6 : écarts entre les cumuls sur les 5 inventaires de chaque site suivi en RCO pour 2020 par rapport à la situation moyenne 2012-2019.	17
Figure 7 : Localisation des points de prélèvement des algues (symbolisée par une croix rouge) pour l’analyse des contenus tissulaires en azote et en phosphore. Les « délimitations » (établies par le CEVA) des sites étudiés (Pen-Bé et Mesquer) sont représentées par un polygone blanc.	20
Figure 8 : Evolution interannuelle (2012-2020) des contenus tissulaires des ulves en azote et phosphore sur les sites de Pen-Bé (baie de Pont-Mahé) et Mesquer (Plage de Lanséria). Les pointillés en gras indiquent le quota critique. Les pointillés fins indiquent le quota de subsistance.....	21
Figure 9 : Localisation du point de prélèvement des algues (symbolisée par une croix rouge) pour l’analyse des contenus tissulaires en azote et en phosphore. Les « délimitations » (définies par le CEVA) site étudié (Piriac-sur-Mer) sont représentées par un polygone blanc.	22
Figure 10 : Evolution interannuelle (2012-2020) des contenus tissulaires des ulves en azote et phosphore sur le site de Piriac-sur-Mer (Plage Saint-Michel). Les pointillés en gras indiquent le quota critique. Les pointillés fins indiquent le quota de subsistance.	23
Figure 11 : Localisation du point de prélèvement des algues (symbolisée par une croix rouge) pour l’analyse des contenus tissulaires en azote et en phosphore. Les « délimitations » (définies par le CEVA) du site étudié (Le Croisic) sont représentées par un polygone blanc.....	23
Figure 12 : Evolution interannuelle (2012-2020) des contenus tissulaires des ulves en azote et phosphore sur le site Le Croisic (Baie de Saint-Goustan). Les pointillés en gras indiquent le quota critique. Les pointillés fins indiquent le quota de subsistance.....	24
Figure 13 : Localisation du point de prélèvement des algues (symbolisée par une croix rouge) pour l’analyse des contenus tissulaires en azote et en phosphore. Les « délimitations » (définies par le CEVA) du site étudié (La Baule) sont représentées par un polygone blanc.	24



Figure 14 : Evolution interannuelle (2012-2020) des contenus tissulaires des ulves en azote et phosphore sur le site de La Baule (Anse du Toulin). Les pointillés en gras indiquent le quota critique. Les pointillés fins indiquent le quota de subsistance. 25

Figure 15 : Localisation du point de prélèvement des algues (symbolisée par une croix rouge) pour l'analyse des contenus tissulaires en azote et en phosphore. La « délimitation » (définie par le CEVA) du site étudié (Préfailles – La Plaine-sur-Mer) est représentée par un polygone blanc. 25

Figure 16 : Evolution interannuelle (2012-2020) des contenus tissulaires des ulves en azote et phosphore sur le site de Préfailles – La Plaine-sur-Mer (Plage de la Tara). Les pointillés en gras indiquent le quota critique. Les pointillés fins indiquent le quota de subsistance. 26

Figure 17 : Localisation des points de prélèvement des algues (symbolisée par une croix rouge) pour l'analyse des contenus tissulaires en azote et en phosphore. Les « délimitations » (définies par le CEVA) des sites étudiés (Noirmoutier-Vieil, Noirmoutier-Epine, Noirmoutier-Guérinère, Noirmoutier – La-Fosse) sont représentées par un polygone blanc. 27

Figure 18 : Evolution interannuelle (2012-2020) des contenus tissulaires des ulves en azote et phosphore sur les sites de Noirmoutier (Guérinière, Epine, Vieil, la Fosse). Les pointillés en gras indiquent le quota critique. Les pointillés fins indiquent le quota de subsistance. 29

Figure 19 : Localisation des points de prélèvement des algues (symbolisée par une croix rouge) pour l'analyse des contenus tissulaires en azote et en phosphore. Les « délimitations » définies par le CEVA des sites étudiés (Tranche-sur-Mer, La-Flotte, Ré – Saint-Martin-en-Ré, Portes-en-Ré) sont représentés par un polygone blanc. 29

Figure 20 : Evolution interannuelle (2012-2020) des contenus tissulaires des ulves en azote et phosphore sur le site de La Tranche-sur-Mer (Anse du Maupas – La Grande Plage). Les pointillés en gras indiquent le quota critique. Les pointillés fins indiquent le quota de subsistance. 30

Figure 21 : Evolution interannuelle (2012-2020) des contenus tissulaires des ulves en azote et phosphore sur les sites de l'Île de Ré (Plage de la Clavette, rempart du Vert Clos, Plage du Gros Jonc). Les pointillés en gras indiquent le quota critique. Les pointillés fins indiquent le quota de subsistance. 31



Tableaux

Tableau 1 : Date et coefficients de marées des survols dans le cadre du contrôle opérationnel 2020	6
Tableau 2 : Dates de réalisation des contrôles de terrain suite aux survols.....	8
Tableau 3 : Liste des sites proposés pour le suivi RCO de 2020 (suivis complémentaires aériens, terrain et indices d'eutrophisation). Concernant le suivi des contenus internes en azote et en phosphore (indice d'eutrophisation), chaque site a été visité 10 fois et les prélèvements d'échantillon d'algues vertes ont été effectués dès que les quantités d'ulves présentes le permettaient.	11



1. Contexte et objectifs

Depuis 2007, le CEVA est en charge du réseau de contrôle de surveillance (RCS) du littoral « Loire Bretagne », du Mont-Saint-Michel à l’Ile de Ré concernant les proliférations d’algues vertes, dans le cadre de la Directive Cadre sur l’Eau (DCE). Ce suivi comprend trois survols aériens, en mai, juillet et septembre, des contrôles de terrain, les estimations surfaciques et classement des masses d’eau ainsi qu’une enquête sur les échouages et les ramassages d’algues vertes.

Sur le littoral du Pays de Loire à l’Ile de Ré, ce suivi est, depuis 2012, complété par 2 vols supplémentaires effectués en juin et août, des contrôles de terrain et estimations surfaciques, dans le cadre du réseau de contrôle opérationnel (RCO).

Le but est de décrire plus précisément l’évolution saisonnière et interannuelle du phénomène sur ce littoral. Cette description plus précise en surface permet, avec d’autres indicateurs (analyses des contenus en azote et phosphore des tissus algaux) mis en œuvre dans ce programme RCO, de préciser le niveau d’eutrophisation atteint par chaque site et de mettre en évidence les progrès, moyens et long termes, apportés par les plans de mesure des Schémas d’Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) au niveau des Bassins Versants (BV) pour la restauration des sites touchés par les proliférations d’algues vertes.

2. Matériels et méthodes

Le programme proposé dans le présent rapport vient en complément du « contrôle de surveillance » de la DCE prévu par ailleurs sur le littoral Loire-Bretagne et comportant :

- 3 survols aériens en mai, juillet et septembre de l’ensemble du littoral allant du Mont Saint-Michel à l’Ile de Ré ; des opérations de contrôle sur le terrain des dépôts repérés, le classement des sites concernés par des proliférations d’ulves et la mesure sous logiciel de Système d’Information Géographique (SIG) des surfaces d’échouages pour chaque site classé, classement des masses d’eau d’après les grilles de qualité (EQR).
- une enquête auprès des communes littorales sur les proliférations et le ramassage des algues vertes.

2.1 Contrôle opérationnel

2.1.1 Suivis aériens

Deux survols additionnels ont été effectués en juin et août sur les principaux secteurs suivis depuis 2007 afin de disposer d’une information mensuelle en période maximale d’échouage et d’apprécier l’évolution interannuelle, la durée et la dynamique des échouages sur les 14 sites « opérationnels » retenus dans le CCTP. Les dates de réalisation des survols et coefficients de marée sont décrites dans le Tableau 1.



Tableau 1 : Date et coefficients de marées des survols dans le cadre du contrôle opérationnel 2020

	Date	Coefficient de marée
Juin	23/06/2020	80
Août	20/08/2020	101

La Figure 1 présente les 14 sites retenus dans ce programme pour les acquisitions aériennes et les traitements de données. Cette liste a été arrêtée en considérant les surfaces d'échouage relevées les années antérieures et le fait que les échouages y sont *a priori* réguliers et accessibles à l'échantillonnage. Comme prévu au CCTP, pour minimiser les coûts, chaque survol est effectué sur une seule journée de la baie de Pont Mahé (limite nord-ouest des Pays de la Loire) à la pointe nord de l'Ile de Ré (cela implique un décalage entre l'heure de survol et la marée basse de plus ou moins une heure : en avance en début de survol et en retard en fin de survol).

Les survols sont planifiés pour correspondre au mieux aux heures de basse mer des zones survolées et lors des coefficients de marée les plus forts (supérieurs à 75 quand cela est possible) afin de pouvoir observer de manière optimale les dépôts d'algues sur l'estran. Ces conditions doivent coïncider avec une bonne visibilité et un plafond nuageux suffisamment haut pour acquérir des photographies qui soient à des échelles convenables. Si les conditions le permettent, l'altitude de vol est comprise entre 1 500 et 3 000 pieds.

En plus du pilote, un photographe est à bord. Les photos prises sont directement géolocalisées à l'aide d'un GPS couplé à l'appareil photo. De retour à terre, le dépouillement des photos permet de décider quels secteurs au sein des 14 sites feront l'objet de contrôles de terrain.

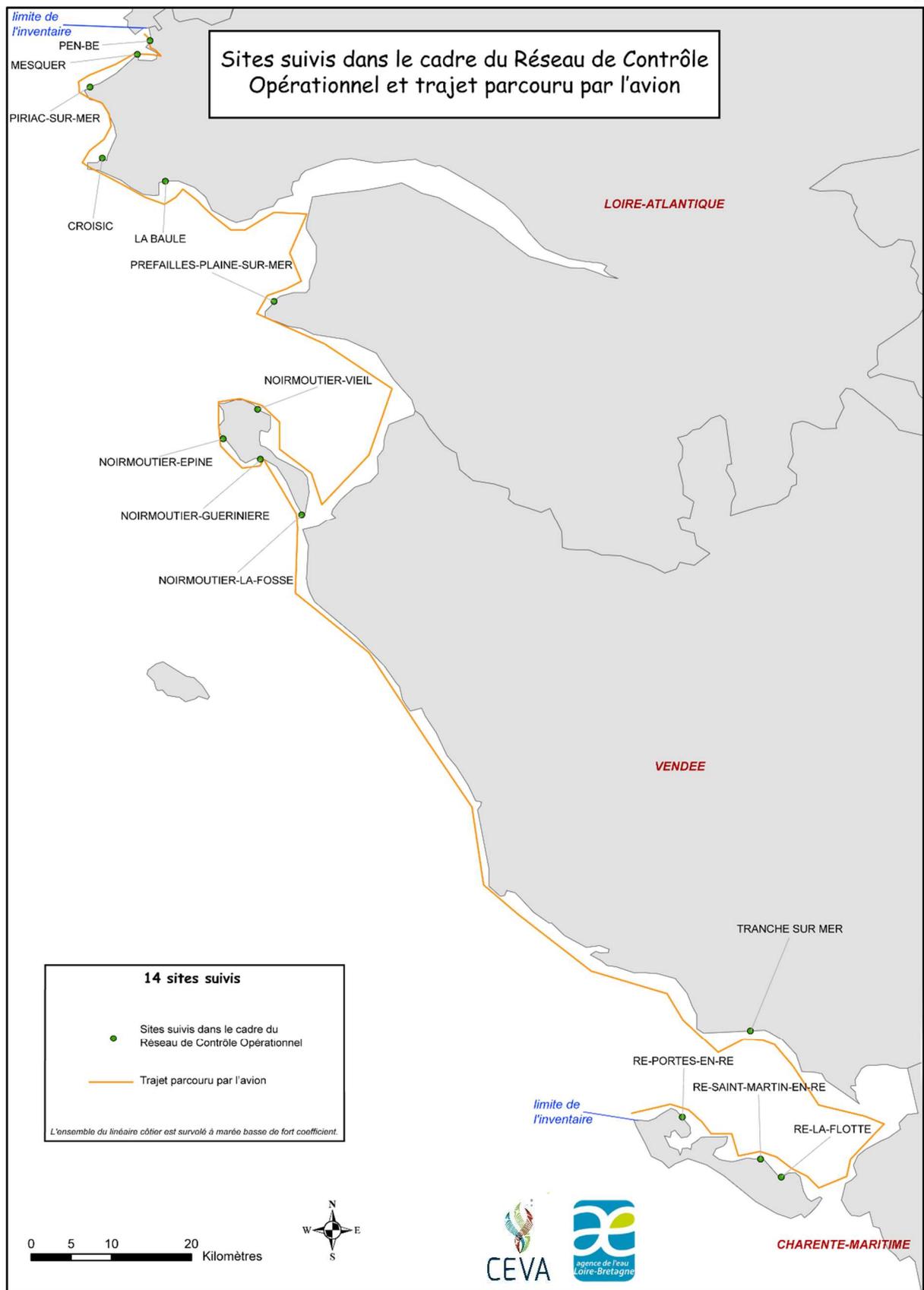


Figure 1 : Sites suivis et trajet effectué par l'avion pour le suivi RCO de 2020 (suivis complémentaires aériens, terrain et indices d'eutrophisation).



2.1.2 Contrôles de terrain

Une fois la liste des secteurs à contrôler établie, l'équipe de terrain est rapidement mobilisée et dépêchée sur le terrain afin de valider ou non le constat de site d' « échouage d'ulves ». Les opérateurs de terrain relèvent les proportions des différentes algues en échouage, en font des constats photographiques, recueillent, si besoin, des échantillons d'algues pour les identifier. Les informations relatives au type de dépôt et au mode de croissance (présence de bases de fixation et morphologie de l'algue indicatrices d'une phase fixée récente dans la vie de l'algue) sont également répertoriées. Ces informations sont ensuite archivées sous forme de fiches de terrain et les données sont intégrées dans la base de données « Marées Vertes ».

La définition d'un site à « échouage d'ulves » repose sur :

- **un seuil de quantité anormale d'algues vertes détectable par avion,**
- **un contrôle de terrain qui vérifie que ce sont bien des ulves (en lame), qu'elles sont non fixées et représentent visuellement plus d'un tiers des échouages (ou d'un rideau de bas de plage).**

Les dates de réalisations des contrôles de terrain effectués lors de la campagne 2020 sont présentées dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Dates de réalisation des contrôles de terrain suite aux survols.

Inventaire	Dates
Juin	24 au 26 juin 2020
Août	21 au 23 août 2020

2.1.3 Evaluation des surfaces de dépôts

Seuls les sites à échouages d'ulves (définis sur les critères décrits dans le précédent paragraphe 2.1.2) **font l'objet d'une évaluation de la surface couverte par les ulves.**

Pour chaque site à évaluer, les photos les plus adaptées à la détermination des couvertures par les ulves sont sélectionnées pour être géoréférencées. Le nombre de photos à traiter varie en fonction de la taille du site et de l'altitude de vol. L'obliquité des photographies impose, en effet, de rectifier les clichés par géoréférencement pour obtenir des surfaces conformes à la réalité

Une fois intégrées au SIG, les photos sont donc géoréférencées (alignement sur des données de référence). Pour disposer de références fiables, le CEVA utilise l'Ortho Littorale V2 (acquises à marée basse de grands coefficients). Un certain nombre de repères stables sur les estrans, repérés au cours des dernières années de suivi et rassemblés dans une base de données « amers », sont également utilisés. Cette opération de géoréférencement permet d'obtenir des données géométriquement redressées.



Cela permet ensuite la saisie d'indices quantitatifs surfaciques. Deux digitalisations distinctes sont effectuées (à une échelle comprise entre 1/2500 et 1/5000) :

- délimitation des dépôts d'algues sur l'estran
- délimitation correspondant à l'emprise du « rideau »¹ au moment de la prise de vue

Pour pouvoir comparer entre eux les dépôts (entre sites ou sur un même site au cours de la saison et entre années) le CEVA a défini une surface dite « ha équivalent 100 % » de couverture. Chaque dépôt fait l'objet d'une détermination de taux de couverture, par photo-interprétation. Un exemple illustrant la procédure de calcul des surfaces est présenté en Annexe 1. Les photo-interprétations sont rationalisées par l'utilisation d'un catalogue de références illustrant des recouvrements types (étalonnés en utilisant une procédure de traitement d'image). Par ailleurs, les photo-interprétations font l'objet d'une validation par une seule et même personne de façon à ce qu'il n'y ait pas de biais lié au photo-interprète.

Les surfaces en algues digitalisées pour chaque site sont ensuite traitées de façon à attribuer à chaque dépôt d'algues une surface d'ulves en « ha équivalent 100 % » (taux de couverture x surface du dépôt). Ces résultats sont ensuite agrégés par site et intégrés à la base de données « Marées Vertes » de façon à pouvoir disposer pour chaque site et pour chaque inventaire :

- de la somme des surfaces d'algues formant le rideau
- de la somme des surfaces « globalement » concernées par les dépôts d'ulves (sans correction par le taux de recouvrement des algues)
- de la surface totale réellement couverte par les ulves (ha équivalent 100 %)

Le traitement des données issues de cette procédure permet l'analyse statistique et la cartographie numérique des résultats concernant chacun des inventaires sur l'ensemble de la saison. .

2.2 Indices d'eutrophisation (N et P)

La mesure d'un « niveau d'eutrophisation » dans différents sites de prolifération d'ulves est possible par une analyse saisonnière des teneurs internes des ulves en azote et phosphore. Le principe d'utilisation de cet indicateur biochimique repose sur l'existence d'une relation entre ces quotas azotés ou phosphorés et la croissance de l'algue, relation lui conférant un caractère d'indicateur nutritionnel de croissance. Il permet de manière générale d'analyser l'action limitante des éléments azote et phosphore sur la croissance des ulves en période de prolifération, en relation avec certains facteurs climatiques.

L'analyse saisonnière des quotas internes des algues permet plus particulièrement :

- d'établir un état de référence du degré d'eutrophisation atteint dans le site, en mesurant le niveau de saturation de la croissance des algues par les sels nutritifs. Ce niveau exprime aussi la sensibilité du site à des apports supplémentaires en

¹ Les ulves forment un « rideau » dans l'eau en se concentrant dans les faibles profondeurs, sur l'ensemble de la colonne d'eau.



sels nutritifs, comme sa résistance potentielle à des mesures préventives (en cas de sursaturation de la croissance).

- d'évaluer en continu l'effet de mesures préventives sur le bassin versant. Cet effet peut s'observer sur la composition chimique des algues avant même de pouvoir être mesuré sur la croissance ou la quantité d'algues produites.
- de mettre en évidence, dans certains sites, une aggravation pluriannuelle de la situation alors que la « marée verte apparente » mesurable par les stocks en place semble ne plus évoluer.

2.2.1 Description de l'indicateur

L'indicateur consiste à analyser l'évolution des teneurs en azote ou en phosphore des ulves, par rapport (1) aux niveaux de quotas critiques (notés Q_1N pour l'azote et Q_1P pour le phosphore), en dessous desquels la croissance des algues est limitée par N ou P, et (2) aux niveaux de quotas de subsistance (notés Q_0N pour l'azote et Q_0P pour le phosphore) à partir desquels la croissance est nulle (Dion et al, 1996). Ces valeurs de quotas ont été consolidées à partir d'expérimentations réalisées au CEVA sur *Ulva armoricana* (CIMAV P3 2009, 2010, 2011) et sont en accord avec les données de la littérature issues d'expérimentations sur différentes espèces d'ulves (Villares et Caballeira, 2004, Daalsgard et Krause-Jensen, 2006). La méthode de référence pour le dosage de l'azote est la méthode Kjeldahl. La méthode utilisée pour le phosphore est un dosage par spectrométrie couplée à un plasma inductif (ICP).

Pour l'azote, il est retenu que 80 à 100 % de la croissance maximale est maintenue au-dessus d'un quota critique (Q_1N) de 2 % de la matière sèche (M.S), et que la croissance est nulle en-dessous d'un quota de subsistance (Q_0N) de 1 % de la M.S.

Pour le phosphore, il est considéré que la croissance commence à être limitée en dessous 0.125 % de la MS (Q_1P) et qu'elle s'annule à 0.05 % de la MS (Q_0P) (cf. résultats du projet CIMAV P3 2010).

Il est également supposé que les différentes espèces d'ulves, présentes dans certains sites, possèdent les mêmes caractéristiques de quotas limitants qu'*Ulva armoricana*, espèce la plus répandue dans les marées vertes et qui est la seule à avoir fait l'objet d'investigations précises pour la détermination de ses quotas internes critiques et de subsistance.

2.2.2 Prélèvements, traitement et analyse des échantillons

Les algues ont été prélevées à une fréquence bi-mensuelle de mi-avril à début septembre. Cela représente donc un total de 10 campagnes de prélèvement pour les 14 sites définis dans le Tableau 3 (mêmes sites que ceux suivis lors des survols). Les premiers prélèvements ont eu lieu le 22 avril et les derniers le 3 septembre.



Tableau 3 : Liste des sites proposés pour le suivi RCO de 2020 (suivis complémentaires aériens, terrain et indices d'eutrophisation). Concernant le suivi des contenus internes en azote et en phosphore (indice d'eutrophisation), chaque site a été visité 10 fois et les prélèvements d'échantillon d'algues vertes ont été effectués dès que les quantités d'ulves présentes le permettaient.

Département	Nom du site	Nb échantillons prélevés entre avril et septembre 2020 – N et P
44	PEN-BE	9
44	MESQUER	9
44	PIRIAC-SUR-MER	11
44	CROISIC	11
44	LA BAULE	5
44	PREFAILLES-PLAINE-SUR-MER	11
85	NOIRMOUTIER-VIEIL	7
85	NOIRMOUTIER-EPINE	4
85	NOIRMOUTIER-GUERINIERE	4
85	NOIRMOUTIER-LA-FOSSE	3
85	TRANCHE SUR MER	0
17	RE-LA-FLOTTE	8
17	RE-SAINT-MARTIN-EN-RE	11
17	RE-PORTES-EN-RE	10

À chaque date et lieu de prélèvement, les algues ont été échantillonnées à marée basse, au niveau de la masse d'algues flottantes de bas de plage ou à défaut dans les échouages frais de bas de plage. A chaque fois que les quantités d'algues présentes le permettaient, sept à dix échantillons de 20 à 50 g (poids frais) ont été récoltés à une dizaine de mètres les uns des autres, puis rassemblés en un seul lot dans un sac de prélèvement annoté (lieu du prélèvement, date et opérateur). Les échantillons prélevés ont été stockés en glacière le temps du retour au laboratoire.

De retour au laboratoire, les lots ont été conditionnés selon les étapes suivantes :

- lavage à l'eau de mer pour éliminer le sable et la macrofaune benthique,
- rinçage rapide à l'eau distillée pour éliminer le sel dont la présence peut perturber par la suite les analyses chimiques,
- congélation à -20°C (étape nécessaire avant la lyophilisation),
- lyophilisation pour déshydrater les algues et effectuer les analyses sur la matière sèche.

Les échantillons ont ensuite été expédiés au laboratoire sous-traitant chargé des analyses. Avant chaque analyse, les lots ont été homogénéisés au broyeur à couteaux. Chaque échantillon a fait l'objet d'une analyse pour la matière sèche, l'azote Kjeldahl et pour le phosphore total. En 2020, 103 échantillons ont été analysés. L'ensemble des dosages a été réalisé par UPscience, laboratoire agréé COFRAC, sous-traitant du CEVA.



3. Résultats

3.1. Estimation surfacique

Les sites repérés par avion sont classés comme sites à « **échouages d’ulves** » à partir du moment où les dépôts sont décelables par avion et les observations de terrain mettent en évidence une proportion jugée « anormale » d’ulves (visuellement au moins un tiers d’ulves dans l’échouage). Lorsque la présence d’ulves est significative, le site est classé car on ne peut exclure un lien avec l’eutrophisation du milieu qui provoque une croissance « anormale » des algues et des algues vertes plus particulièrement (croissance rapide de ces algues en milieu enrichi en nutriments). Les surfaces couvertes par les ulves sont alors estimées. Les stocks infralittoraux ne peuvent pas être pris en compte par cette approche, ce qui peut conduire à sous-estimer l’importance de certains sites. De même les sites d’échouage d’algues, de surface importante ou non, et dont la proportion en ulves n’excède pas un tiers, ne sont pas pris en compte car ils peuvent correspondre à des phénomènes naturels d’arrachage et d’échouages des algues des platiers.

3.1.1. Année 2020

La Figure 2 présente les surfaces digitalisées cumulées pour l’ensemble des sites sur les 5 inventaires de l’année 2020 (de mai à septembre : 3 inventaire dans le cadre du RCS et 2 dans le cadre du RCO). Treize des quatorze sites suivis ont été concernés au moins une fois sur les 5 inventaires de la saison par des échouages comportant plus d’un tiers d’ulves.

Sur l’ensemble des 5 inventaires de 2020, le site de « Noirmoutier-la-Fosse » est le site présentant la plus forte surface d’échouage (35.5 ha), suivi de « Noirmoutier Guérinière » (25.1 ha), de « Croisic » (231 ha), « Piriac-sur-Mer » (17.5) et « Mesquer » (14.6 ha). Comme permet de le percevoir la carte Figure 2, les sites présentant les surfaces les plus importantes sont donc, en 2020 plutôt sur le nord du linéaire (Noirmoutier et sites de Loire Atlantique). En cumul, l’Ile de Ré et la « Tranche sur Mer » apparaissent relativement peu touchés en 2020.

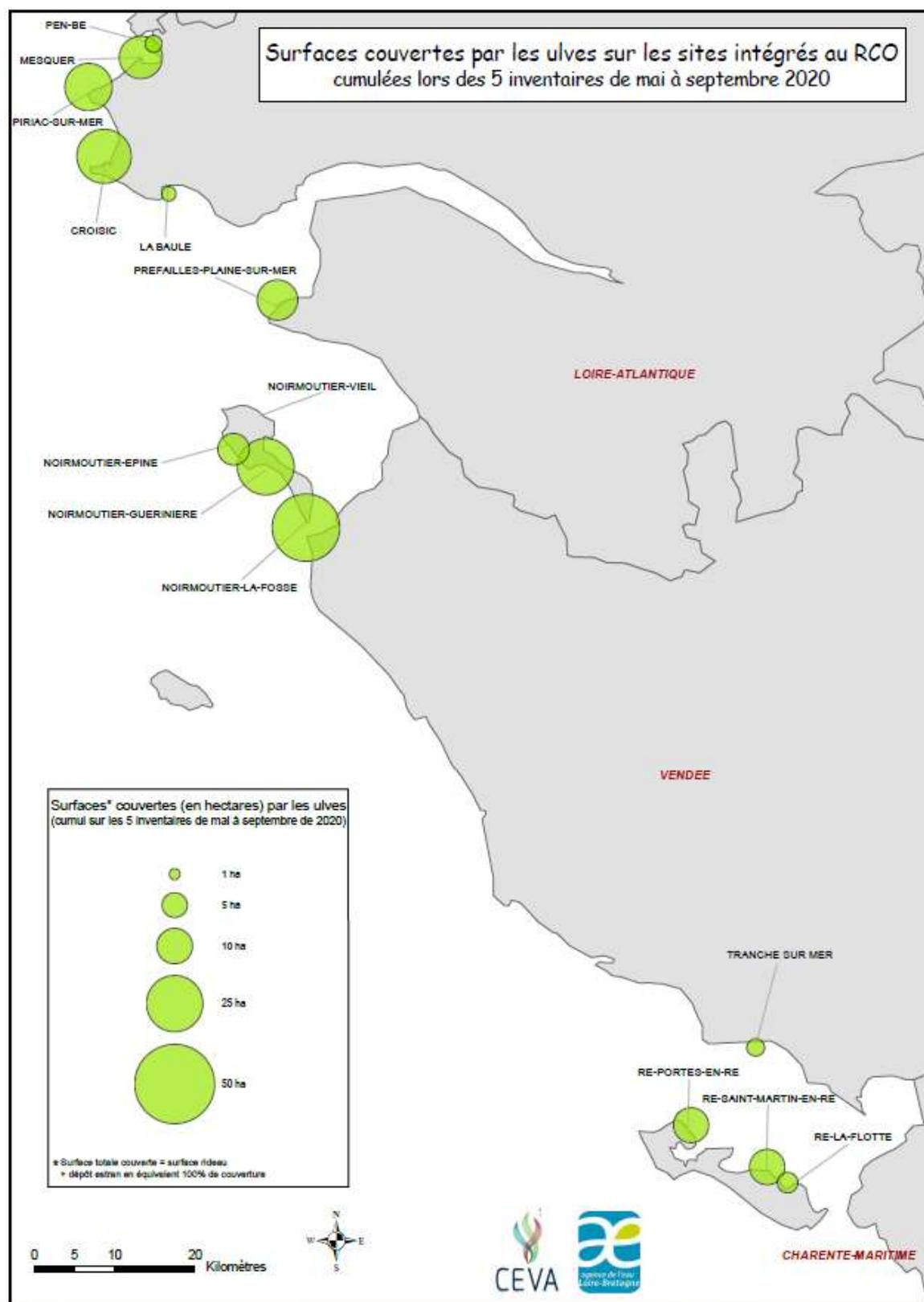


Figure 2 : Surfaces couvertes par les ulves cumulées lors des 5 inventaires de mai à septembre 2020. Les surfaces sont exprimées en équivalent 100 % de couverture en ulves.



Les histogrammes de la carte présentés Figure 3 permettent d'apprécier l'évolution mensuelle de ces échouages au cours de l'année 2020.

Dès le mois de mai, huit des 14 sites visités ont présenté des échouages d'ulves. Sur l'île de Noirmoutier, aucun des sites visités n'ont présenté d'échouage d'ulves (supérieur à 1/3 d'ulves dans l'échouage) en mai 2020, ce qui contraste avec l'année 2019 pour laquelle tous les estrans présentaient une couverture algale dès le début du printemps.

Parmi les 14 sites de ce littoral, les surfaces maximales annuelles d'ulves échouées ont été mesurées pour l'inventaire de juin 2020 sur « Mesquer », « Piriac-sur-Mer » et « Le Croisic » (avec 4, 6 et 7 ha respectivement) et au mois d'août pour la majorité des sites soit « Préfailles-Plaine-sur-mer », l'ensemble des sites de Noirmoutier et un site de l'île de Ré (« Ré - Saint-Martin en Ré »). Seul le site de « Ré - La Flotte en Ré » présente le maximum de surface au mois de mai. Les sites de « La Tranche sur mer » et « Ré - Portes en Ré » présentent leur maximum d'échouages au mois de juillet.

Le site de « Pen Bé » a été touché par des échouages d'ulves en 2020 uniquement en toute fin de saison (septembre) contrairement à l'année 2019 pour laquelle Les échouages avaient été importants de juin à septembre, De la même manière pour le site de « Noirmoutier-Vieil », l'absence de dépôts d'ulves sur l'ensemble de la saison 2020 contraste avec l'année 2019 et ses échouages présents de mai à septembre..

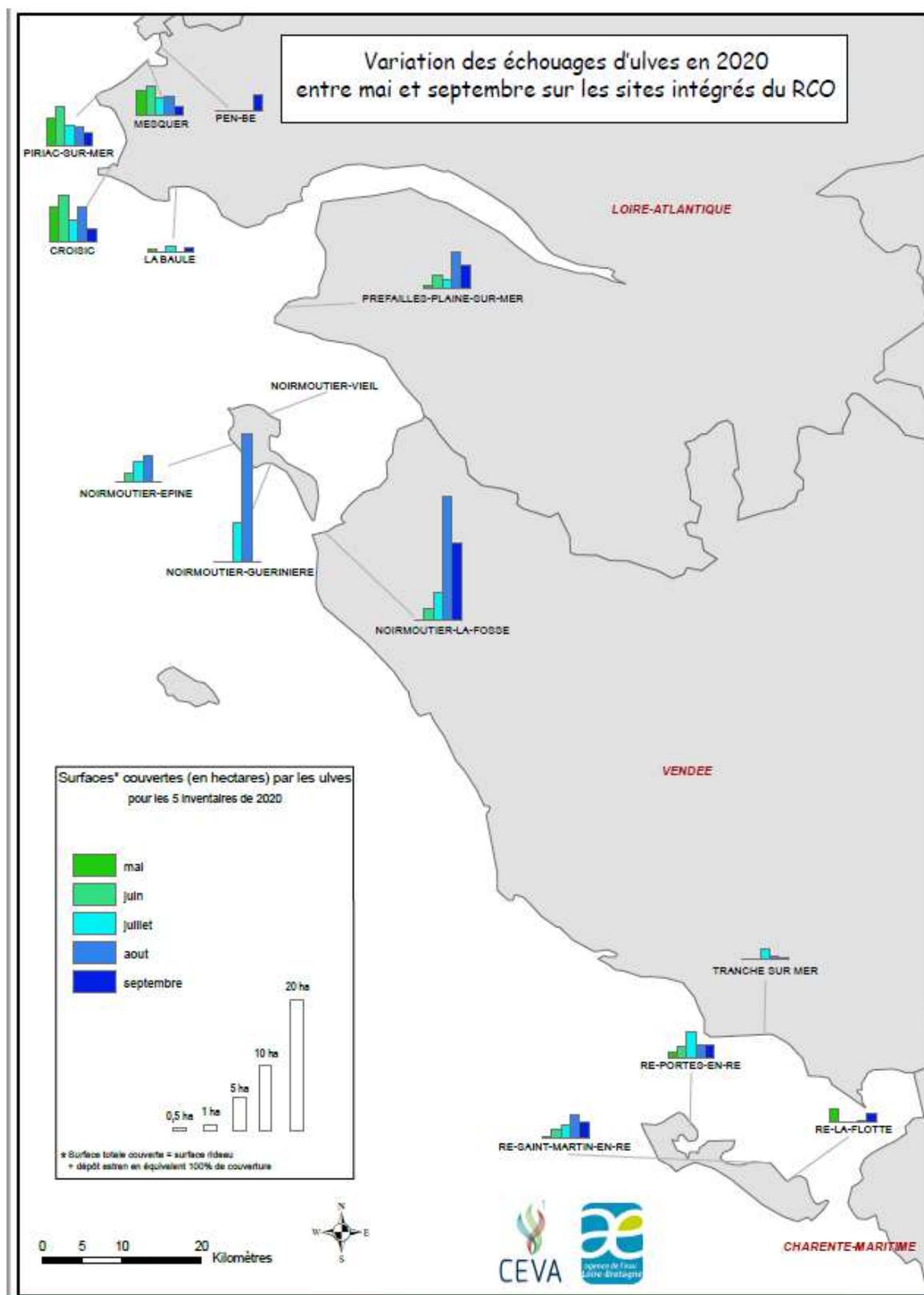


Figure 3 : Variation mensuelle des échouages d'ulves entre mai et septembre 2020. Les surfaces sont exprimées en ha équivalent 100 % de couverture en ulves.



3.1.2. Analyse pluriannuelle

Avec 166.5 ha d'algues vertes échouées sur les 5 inventaires annuels (Figure 4), 2020 représente l'année de plus faibles échouages, si l'on excepte 2012, depuis la mise en place du RCO en 2012 (2^{ème} rang derrière 2012).

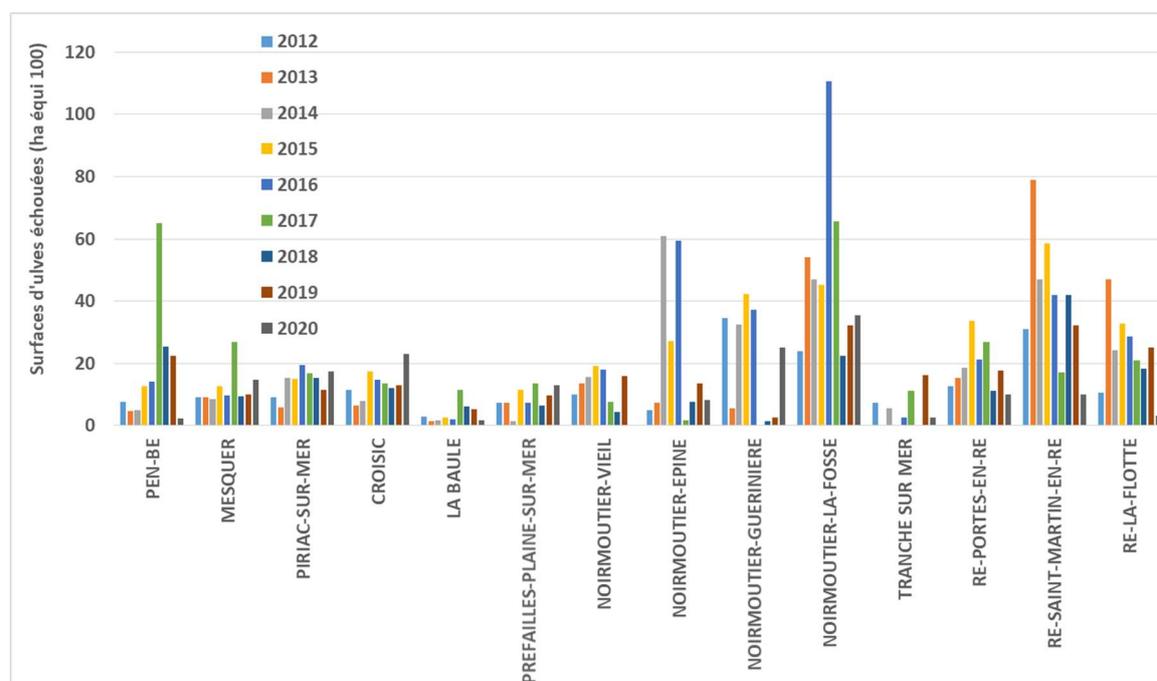


Figure 4 : surfaces couvertes sur les sites du RCO de 2012 à 2020 : somme sur les 14 sites et cumul des 5 dates d'inventaires annuels (mai, juin, juillet, août et septembre) et moyenne 2012-2019

Toutefois, l'analyse pluriannuelle site par site montre que cette tendance générale n'a pas été commune à tous les sites (Figure 5). Certains sites ont en effet en 2020 présenté des échouages plus importants que sur la moyenne des 9 années de suivi RCO : la surface cumulée 2020 est la plus élevée depuis 2012 pour le « Croisic », est au deuxième rang pour le site de « Piriac-sur-mer », « Mesquer » et « Préfailles-Plaine sur Mer ». Le littoral de Loire Atlantique apparaît donc fortement touché en 2020, exception faite de « Pen-Bé » (plus faible cumul de la série) et de « la Baule ». Le site de «Noirmoutier-La Guérinière » présente aussi un niveau supérieur à la moyenne des années 2012-2019 (+ 30 %) et la 5^{ème} valeur la plus élevée de la série.

Tous les autres sites présentent en 2020 des cumuls d'échouage inférieur au niveau moyen 2012-2019 : cumul nul sur « Noirmoutier-Vieil » ce qui n'était arrivé qu'une fois, en 2012, surfaces 88 % inférieures à la moyenne sur « Pen-Bé » (et 30 fois inférieures à 2017), de 50 à 87 % de moins sur les sites de l'île de Ré et de la Tranche sur Mer ainsi que sur « Noirmoutier Epine » et 35 % de moins sur « Noirmoutier La Fosse » (Figure 6).

Il est donc manifeste que les proliférations ont surtout été faibles au Sud du secteur suivi et plutôt importante au nord.

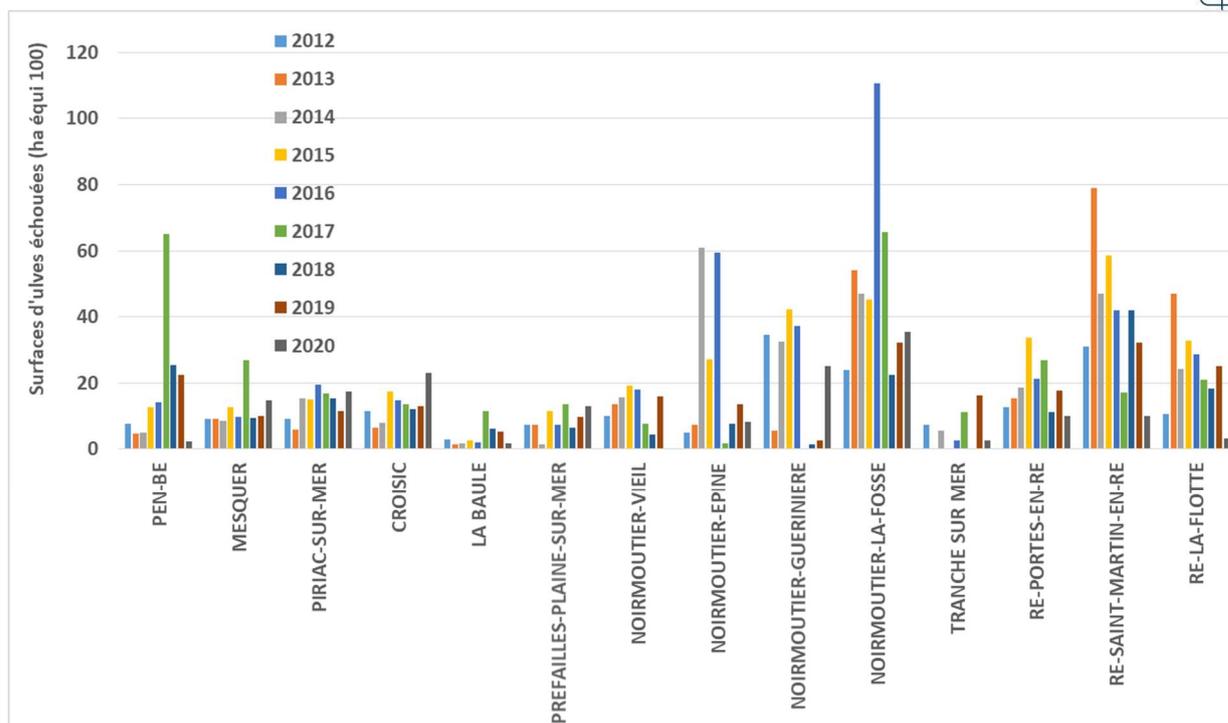


Figure 5 : Evolution interannuelle (2012-2020) par site des surfaces d’ulves échouées – somme des surfaces mesurées en mai, juin, juillet, août et septembre pour chaque année.

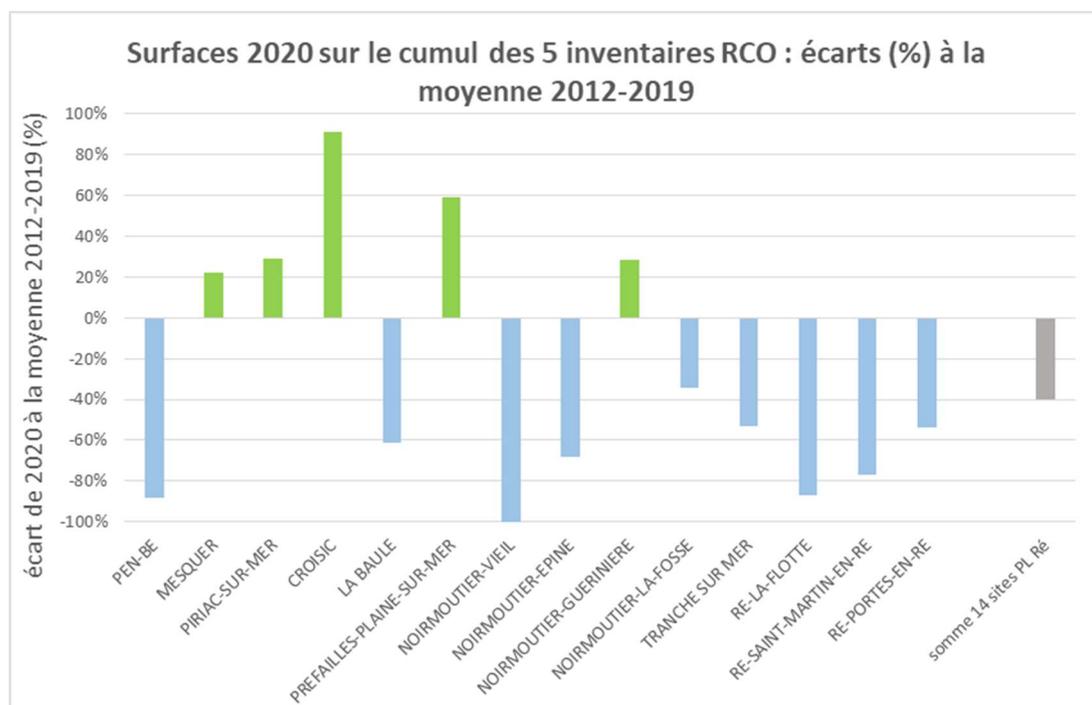


Figure 6 : écarts entre les cumuls sur les 5 inventaires de chaque site suivi en RCO pour 2020 par rapport à la situation moyenne 2012-2019.



3.2. Indices d'eutrophisation

L'ensemble des missions de prélèvements ont pu être réalisées aux dates convenues de la mi-avril à début septembre. Les échantillons ont été prélevés dès que la quantité d'ulves présente le permettait.

3.2.1. Eléments d'interprétation des profils saisonniers

Pour l'ensemble des sites, un profil type de variation saisonnière des quotas en azote peut être observé. Ces quotas sont d'abord, d'une manière générale, toujours élevés en tout début de saison de prolifération (plus de 4% de la M.S. jusqu'aux premiers jours de mai) : cette situation est normale, résultant (1) d'une disponibilité naturellement élevée des sels nutritifs à la sortie de l'hiver en tout point du littoral, (2) d'une croissance algale encore limitée par la température et la lumière. Les quotas azotés vont ensuite chuter de manière plus ou moins nette et régulière pour atteindre un minimum annuel plus ou moins précoce (de juin à août) et plus ou moins prononcé selon le site (entre 3% et 1% de la M.S.) : cette diminution généralisée des quotas internes est normale et attendue en période estivale car elle correspond à l'augmentation naturelle des besoins en nutriments pour la croissance algale dans un contexte de raréfaction de la ressource (consommation par les blooms phytoplanctoniques côtiers et baisse saisonnière des flux d'azote provenant des rivières). A partir de la fin août, les quotas azotés augmentent rapidement pour atteindre, dès la fin septembre, des valeurs comparables à celles observées en fin de période hivernale (>4 % de la matière sèche). Cette disponibilité automnale en nutriments peut s'expliquer d'une part par la baisse de consommation en sels nutritifs par les algues (diminution de la croissance corrélée à l'évolution des paramètres environnementaux *e.g.* diminution des températures et de la lumière) et d'autre part par la reminéralisation de la matière organique d'origine phytoplanctonique dans la colonne d'eau.

La variabilité d'un site à l'autre sera ainsi liée à la précocité, l'amplitude et la durée de la baisse estivale (ou minimum estival) des quotas azotés algaux. En milieu non eutrophisé, ce minimum estival est normalement précoce (début mai) et prononcé (proche du quota de subsistance), témoignant de la limitation naturelle des flux d'azote qui affecte directement la croissance des algues. Au contraire, l'eutrophisation d'un site se caractérise par un retard et/ou un affaiblissement de cette limitation naturelle en azote (maintien de flux qui permettent aux algues de proliférer sous des conditions environnementales propices). La nature géologique du sous-sol et le type d'occupation des sols du bassin versant peuvent jouer un rôle aggravant dans les modalités saisonnières de restitution des pluviosités hivernales et de transfert de l'azote vers un site propice au développement des algues vertes.

Le degré d'eutrophisation d'un site sera ainsi diagnostiqué en fonction de l'importance de ces retards saisonniers et des affaiblissements estivaux de l'effet limitant naturel de l'azote sur la croissance des algues (évolution des quotas de Q_0N vers Q_1N , puis au-delà). L'état de saturation (et sursaturation) progressive de cette croissance par le flux d'azote sera par ailleurs un élément important de la résilience d'un site aux mesures préventives.

Même si l'évolution saisonnière des contenus azotés des ulves apparaît directement corrélée aux flux d'azote estuarien, il est aussi possible d'observer des pics de concentration en azote inexplicable par une augmentation ponctuelle du flux d'azote du bassin versant ou



un changement des paramètres environnementaux tels que la température et/ou la lumière. Deux hypothèses peuvent être proposées pour expliquer ces pics de concentration : (1) une source azotée autre que les rivières débouchant dans la baie (*e.g.* relargage sédimentaire) ; (2) un arrivage d'ulves en provenance des stocks infralittoraux présentant de forts quotas azotés liés à la croissance plus lente sous faible luminosité. La forte densité algale dans le rideau (source d'auto-ombrage) pourrait également expliquer ces variations de quotas qui surviennent dans nos analyses.

En résumé, l'indicateur nutritionnel de croissance des algues (quotas azotés et phosphorés), utilisé comme base de suivi pour l'évolution pluriannuelle de l'eutrophisation, offre une double lecture, intégrant deux aspects du niveau d'eutrophisation du site :

- d'une part, la saturation de la croissance des algues par les flux de nutriments et,
- d'autre part, les quantités d'algues stockées dans le site, en particulier dans l'infralittoral et dans le rideau, qui engendrent un auto-ombrage favorable au maintien de quotas élevés.

Il est important de noter que le facteur turbidité, affectant l'intensité lumineuse perçue par les algues, est également un paramètre qui pourrait impacter le contenu azoté des ulves à plus long terme.

Quoiqu'il en soit, ces algues à forts quotas azotés, en provenance de zone « d'auto-ombrage », disposent de ressources nutritionnelles suffisantes pour déclencher leur croissance lorsque les conditions environnementales favorables sont réunies (remontée des algues, dispersion du rideau, diminution de turbidité). Ainsi, ce sont des évolutions à court terme de ces conditions de lumière pour la croissance des algues qui sont probablement à l'origine principale des variations enregistrées dans l'ensemble des profils saisonniers de quotas azotés des sites suivis.

Les évolutions de quotas phosphorés obéissent en partie aux règles environnementales générales qui gouvernent les profils de quotas azotés, expliquant notamment un passage plus ou moins marqué par un minimum de concentration interne en période de croissance. Les deux paramètres QN et QP pourront aussi présenter des oscillations à court terme liées aux variations ponctuelles de lumière (diminution avec la profondeur et la densité de la biomasse algale dans le rideau). Les différences de comportement saisonnier de QN et QP seront plutôt à mettre en relation avec l'origine de leur source respective.

Le phosphore utilisé par les ulves en période potentielle de limitation (saison estivale) est, en effet, largement d'origine sédimentaire et la progression des températures estivales va d'une manière générale favoriser son flux de relargage. L'apport en phosphore de la colonne d'eau peut également être significatif compte tenu notamment du processus de reminéralisation de la matière organique phytoplanctonique sur cette portion du littoral. Il peut en résulter des remontées très fortes de quotas phosphorés des ulves en fin de saison estivale, et des minima précoces, au mois de mai, en situation de flux terrigènes déclinant fortement et de températures encore proches des températures hivernales. Par ailleurs, les quotas phosphorés, plus que les quotas azotés, pourront être sensibles aux épisodes pluviométriques intenses, lesquels sont capables d'entraîner vers la mer des quantités de phosphore biodisponibles lié au particulaire, et d'engendrer des pics de phosphore dans les tissus des ulves.



Enfin, l'apport sédimentaire est conditionné par la nature même du sédiment. Ainsi, un sédiment vaseux serait plus propice au relargage de phosphore qu'un sédiment sableux. Un projet collaboratif (IMPRO) auquel le CEVA participe est en cours de finalisation afin d'approfondir les connaissances à ce sujet. A l'extrême, les ulves se développant sur platiers rocheux ne bénéficient d'aucun apport sédimentaire direct en phosphore.

3.2.2. Résultats

Les sites de prélèvement de « **Pen-Bé** » et de « **Mesquer** » sont géographiquement proches (Figure 7). Ainsi, les algues de ces sites évoluent probablement dans un environnement nutritionnel comparable sous influence indirecte des sources « lointaines » de la Loire et de la Vilaine.



Figure 7 : Localisation des points de prélèvement des algues (symbolisée par une croix rouge) pour l'analyse des contenus tissulaires en azote et en phosphore. Les « délimitations » (établies par le CEVA) des sites étudiés (Pen-Bé et Mesquer) sont représentées par un polygone blanc.

L'analyse des contenus internes en azote et en phosphore de 2012 à 2020 a montré, dans la continuité des années précédentes, une limitation en phosphore très nette sur le site de « **Mesquer** » contrairement à « **Pen-Bé** » (Figure 8). Le phosphore provenant essentiellement du sédiment meuble (sable ou vase) (Kamer et al, 2004 ; Choi et Kim, 2005) en période estivale, il serait plus facilement biodisponible sur le site sableux de « Pen-Bé » que sur le site à dominance rocheuse de « Mesquer ».

Comme en 2018, des différences nettes ont été observées entre les profils saisonniers de ces deux sites. Le phosphore plutôt limitant en pleine saison sur le site de Mesquer n'apparaît pas du tout limitant sur le site de « Pen Bé » (minimum en fin juin avec 0.15 % de P) tout au long de la saison. En ce qui concerne l'azote, la situation des deux sites est



proche, avec une limitation légèrement plus marquée et plus longue sur « Pen Bé » (à partir du 22/07 et jusqu'au 23/08 avec une valeur très basse de 1% d'azote dans les tissus) (Figure 8). Pour « Pen-Bé » comme pour « Mesquer », la diminution est en ligne avec la diminution des apports par les cours d'eau au cours du printemps puis de l'été (cours d'eau locaux comme plus éloignés). On perçoit donc pour ces deux sites une limitation par l'azote tardive, uniquement à partir de la mi-juillet. Cela est assez compréhensible étant donné les flux *a priori* importants sur la Vilaine, notamment en juin (+ 40 % par rapport à la normale pour les débits) devenant « moyen » en juillet et août et les flux de la Loire en revanche *a priori* inférieurs aux normales (sur la base des débits qui sont d'environ 30 % inférieurs aux normales sur mai et juin). Il est probable que les flux des cours d'eau locaux ont été supérieurs aux normales en juin du fait des orages qui ont touché la Bretagne à cette période (ce que semble montrer les débits de la Vilaine).

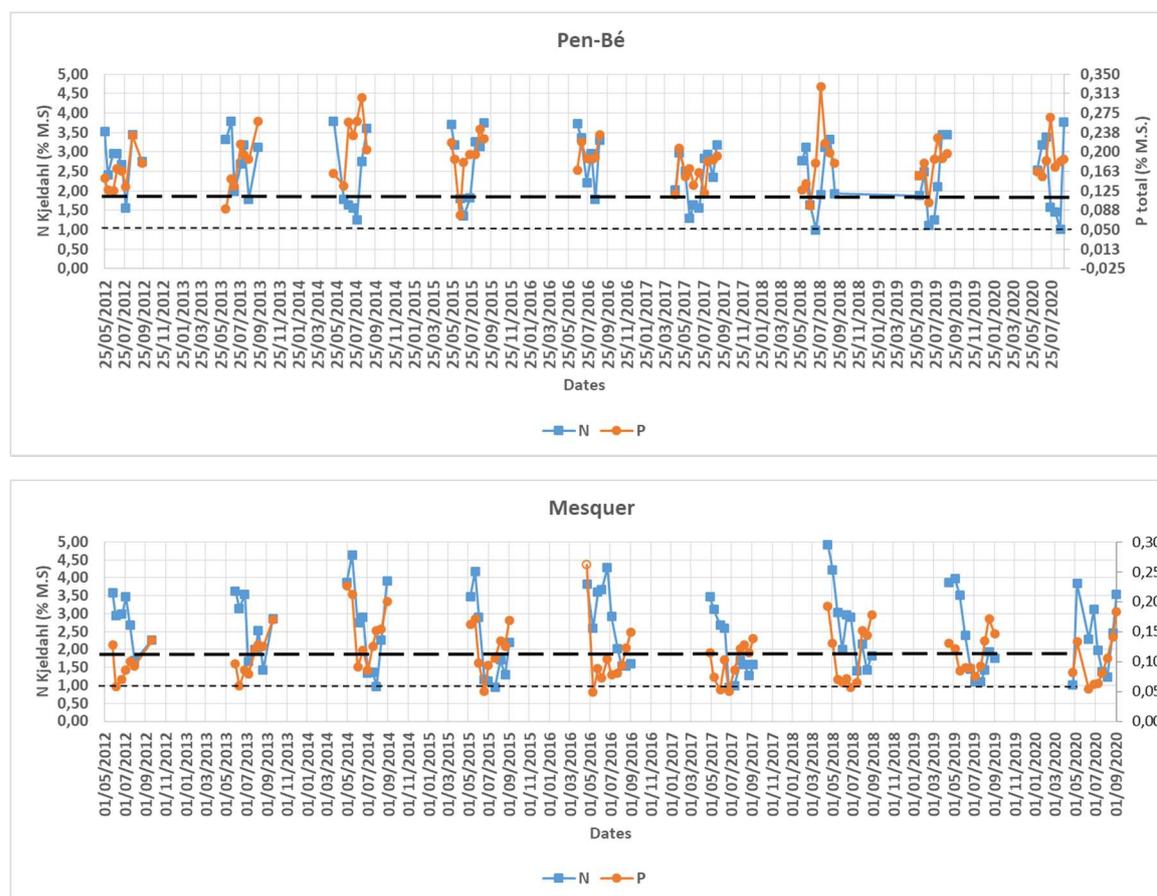


Figure 8 : Evolution interannuelle (2012-2020) des contenus tissulaires des ulves en azote et phosphore sur les sites de Pen-Bé (baie de Pont-Mahé) et Mesquer (Plage de Lanséria). Les pointillés en gras indiquent le quota critique. Les pointillés fins indiquent le quota de subsistance.



Le site de « **Piriac-sur-Mer** » est dominé par le substrat rocheux (Figure 9). Il est donc attendu que les algues échouées sur ce site présentent des contenus internes en phosphore relativement bas du fait de la faible présence de substrat meuble pourvoyeur de phosphore.

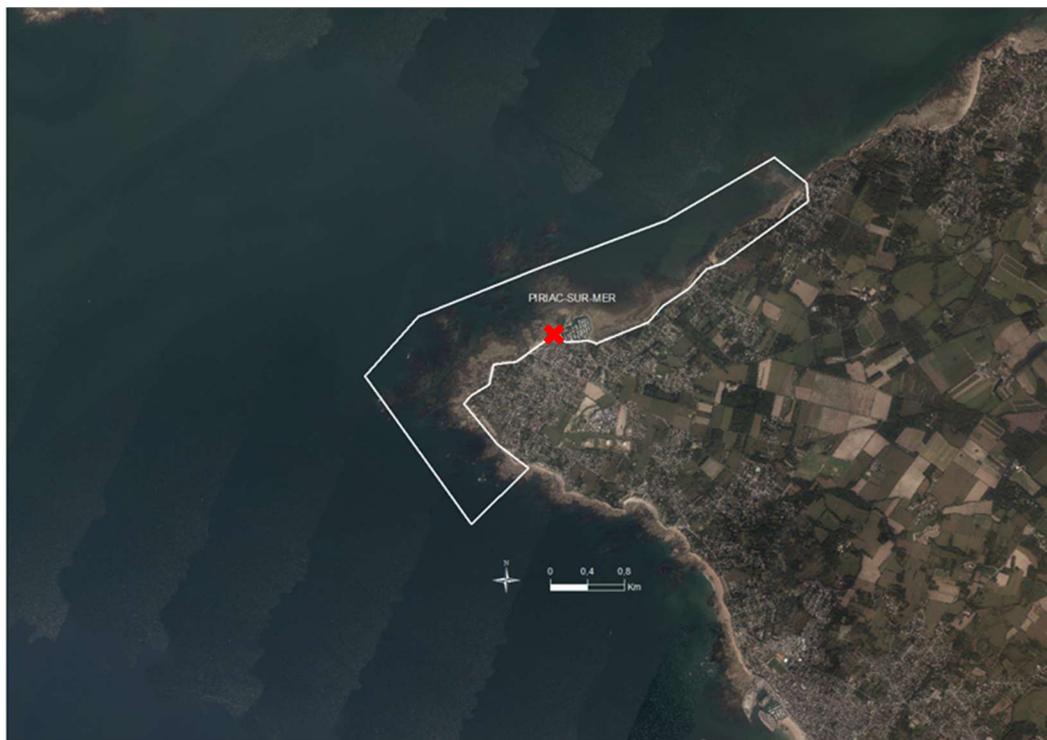


Figure 9 : Localisation du point de prélèvement des algues (symbolisée par une croix rouge) pour l'analyse des contenus tissulaires en azote et en phosphore. Les « délimitations » (définies par le CEVA) site étudié (Piriac-sur-Mer) sont représentées par un polygone blanc.

L'analyse pluriannuelle des contenus internes en azote et phosphore confirme que le phosphore est limitant pour la croissance des ulves sur le site de « Piriac-sur-Mer » (Figure 10). En 2020, le phosphore est devenu limitant de mai à septembre quant à l'azote, pour la première fois depuis 2012, aucune limitation « franche » (la valeur du 22/07, à 1.9 % est juste sous le seuil critique) n'est observée pour ce nutriment sur la période d'observation (Figure 10). Les apports des cours d'eau locaux et de la Vilaine, importants jusqu'en fin juin et devenant « moyen » ensuite expliquent probablement ce niveau élevé des teneurs dans les tissus des algues. Les surfaces importantes sur 2020 pour ce site vont également dans ce sens : croissance non limitée par l'azote et biomasse importante impliquant un auto-ombrage plus intense.

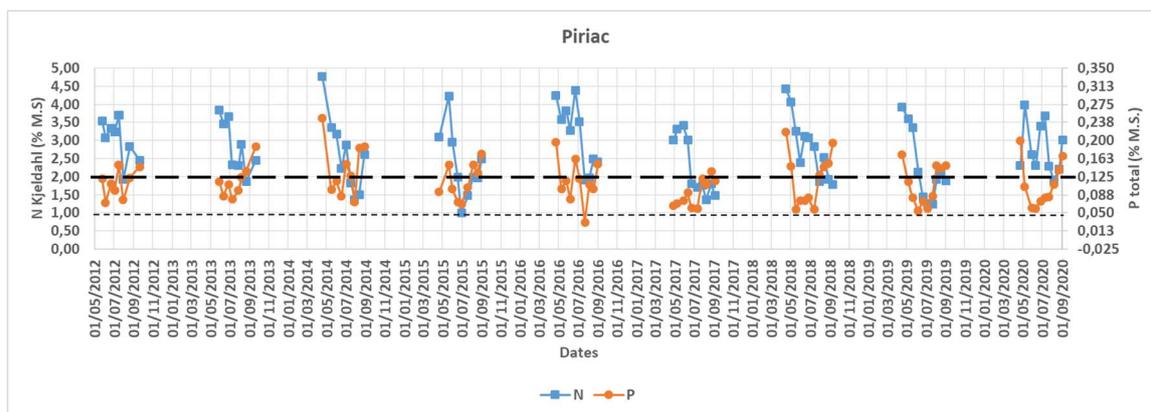


Figure 10 : Evolution interannuelle (2012-2020) des contenus tissulaires des ulves en azote et phosphore sur le site de Piriac-sur-Mer (Plage Saint-Michel). Les pointillés en gras indiquent le quota critique. Les pointillés fins indiquent le quota de subsistance.

Le « Croisic » est également un site sur lequel le substrat rocheux est important (Figure 11). Ainsi comme pour le site de « Piriac-sur-Mer », il est attendu de rencontrer une limitation plus importante en phosphore.



Figure 11 : Localisation du point de prélèvement des algues (symbolisée par une croix rouge) pour l'analyse des contenus tissulaires en azote et en phosphore. Les « délimitations » (définies par le CEVA) du site étudié (Le Croisic) sont représentées par un polygone blanc.

Sur le site du « Croisic », l'analyse pluriannuelle des contenus internes en azote et phosphore confirme que le phosphore est l'élément limitant pour la croissance des ulves. En 2020, les teneurs internes en phosphore sont en-dessous du quota critique dès le début de la saison en mai (Figure 12) et atteignent même le quota de subsistance (0.05 %) en fin mai et début juin. Le 23 août l'azote serait également en position de légère limitation (Figure 12), suggérant une diminution des flux terrigènes à cette période ou une croissance soutenue des algues non compensée par les flux. Cette limitation est en 2020 très ponctuelle et peu prononcée et sur une période très tardive. La remontée des quotas azotés, observée en début septembre, pourrait s'expliquer par une diminution de la croissance algale suite à l'auto-ombrage engendré par la biomasse algale massive observée sur l'estran. Comme pour le

site de « Piriac sur Mer » les flux importants jusqu'en fin juin expliquent potentiellement la prolifération intense et les teneurs en azote restées soutenues sur le site du « Croisic ».

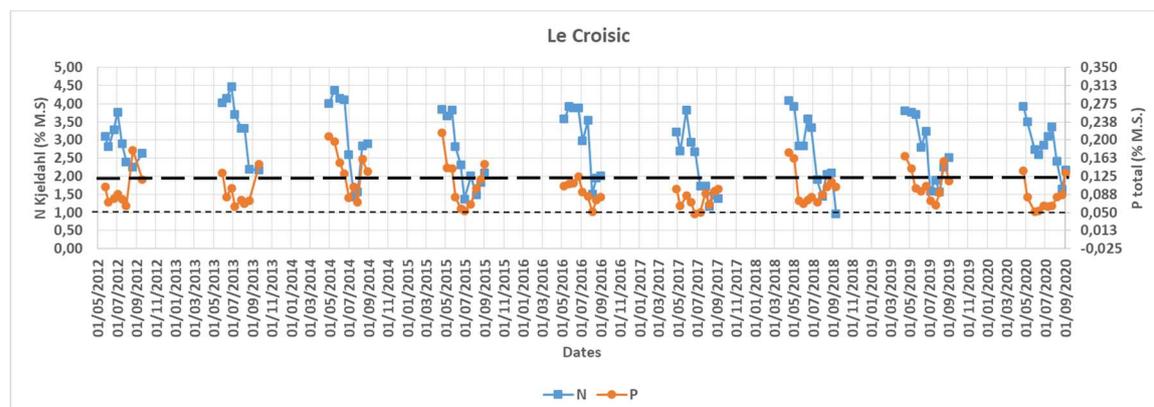


Figure 12 : Evolution interannuelle (2012-2020) des contenus tissulaires des ulves en azote et phosphore sur le site Le Croisic (Baie de Saint-Goustan). Les pointillés en gras indiquent le quota critique. Les pointillés fins indiquent le quota de subsistance.

Le site de « la Baule » (Figure 13) se caractérise par des échouages irréguliers d'ulves issus probablement d'évènements d'arrachage.

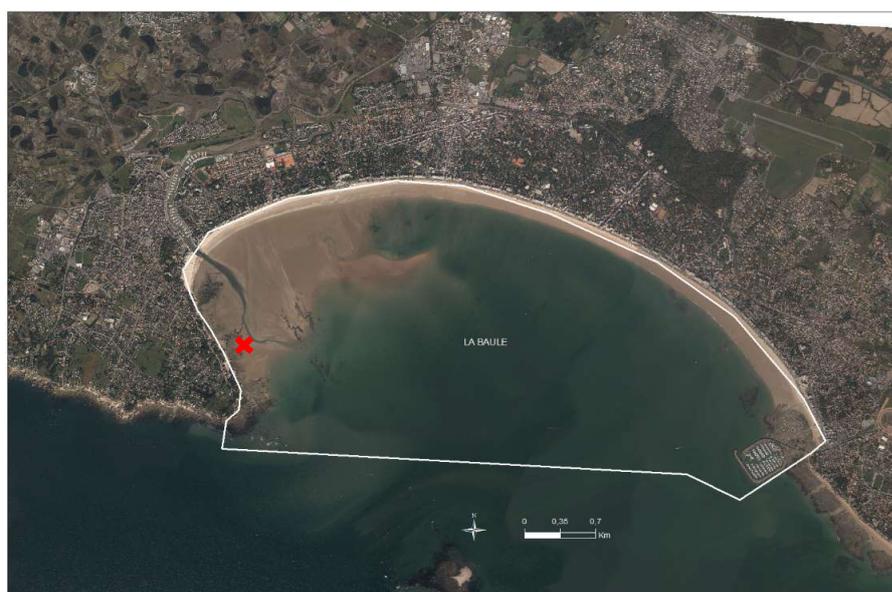


Figure 13 : Localisation du point de prélèvement des algues (symbolisée par une croix rouge) pour l'analyse des contenus tissulaires en azote et en phosphore. Les « délimitations » (définies par le CEVA) du site étudié (La Baule) sont représentées par un polygone blanc.

Les échouages d'ulves peu importants sur le site de la Baule en général, traduisent une croissance peu soutenue des algues sur ce site malgré des teneurs relativement peu limitantes et une croissance qui de fait pourrait être limitée par d'autres paramètres environnementaux non identifiés (Figure 14). En 2020, les opérateurs terrain ont pu prélever la biomasse suffisante pour l'analyse des quotas N et P uniquement pour les mois de mai et juin. On observe une diminution des teneurs en azote lors du troisième inventaire de printemps, fin mai, période de très fort éclaircissement et de flux *a priori* bas, avec une



remontée immédiate, dès le début du mois de juin avec des valeurs nettement supérieures au seuil critique (Figure 14). La localisation du point de prélèvement, à l'ouest du site sur une zone soumise à des croissances sur platier, pourrait expliquer ces profils et des prélèvements sur la partie est du site pourraient donner une autre lecture. Sur ce site, le phosphore apparaît également non limitant (outre le point du 11 juin légèrement sous le seuil critique) ce qui pourrait s'expliquer par la nature sableuse de ce site, propice aux phénomènes de relargage de cet élément.

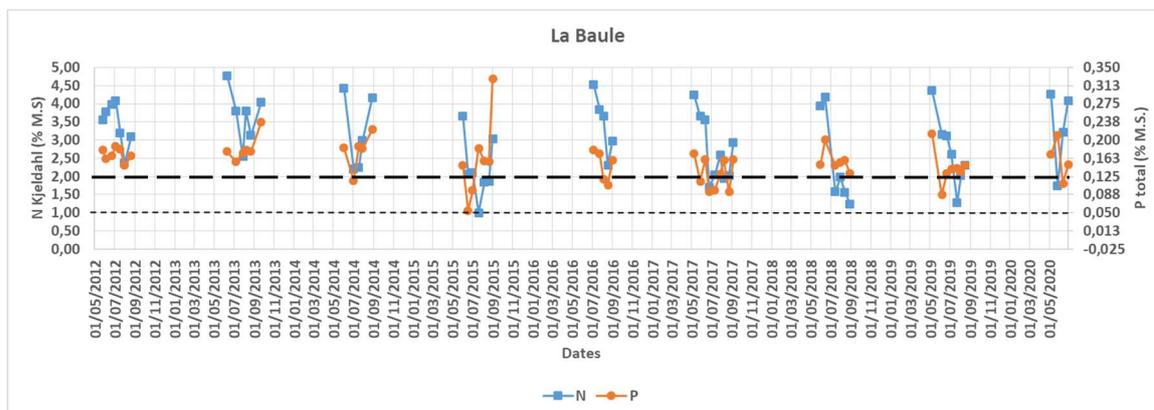


Figure 14 : Evolution interannuelle (2012-2020) des contenus tissulaires des ulves en azote et phosphore sur le site de La Baule (Anse du Toulin). Les pointillés en gras indiquent le quota critique. Les pointillés fins indiquent le quota de subsistance.

Le site de « Préfailles-Plaine-sur-Mer » est situé sur une zone à dominante rocheuse mais à la sortie du vaste estuaire de la Loire (Figure 15).



Figure 15 : Localisation du point de prélèvement des algues (symbolisée par une croix rouge) pour l'analyse des contenus tissulaires en azote et en phosphore. La « délimitation » (définie par le CEVA) du site étudié (Préfailles – La Plaine-sur-Mer) est représentée par un polygone blanc.



Les profils saisonniers des quotas algaux sur ce site en 2020 ont montré une co-limitation en phosphore et azote très ponctuelle dans le courant du mois d'août (Figure 16). En début juin le phosphore est également légèrement limitant alors que l'azote est très au-dessus des seuils de limitation (2 à 3 fois le début de la limitation). Malgré des flux de la Loire inférieurs aux moyennes pluriannuelle (d'après les débits, de -30 à -40 % des débits « normaux »), la position de ce site au sein de l'estuaire explique très probablement la non limitation par cet élément. Les niveaux de phosphore, un peu inférieurs comparativement à l'azote peuvent s'expliquer par la formation du bouchon vaseux qui piègerait une partie de ce nutriment. Au mois de septembre, les teneurs en N et P remontent, coïncidant avec une diminution de la croissance algale en fin de saison, confortée par de plus faibles dépôts observés.

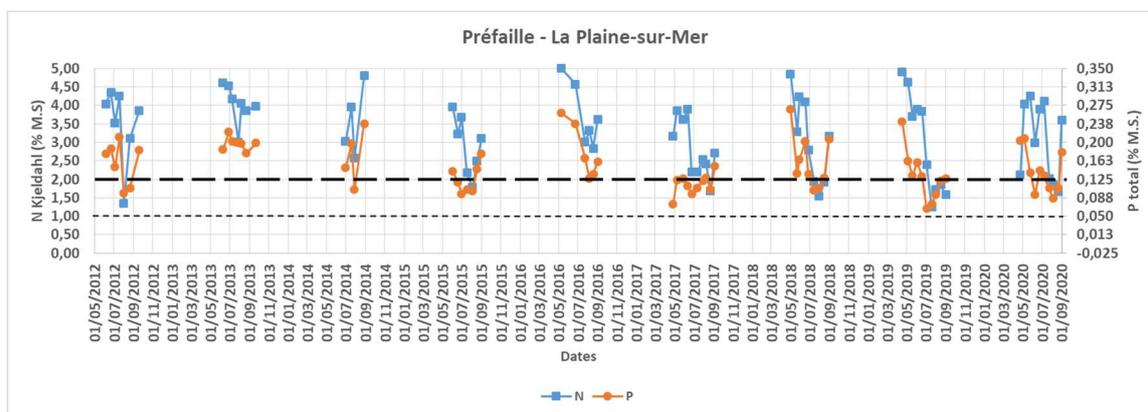


Figure 16 : Evolution interannuelle (2012-2020) des contenus tissulaires des ulves en azote et phosphore sur le site de Préfailles – La Plaine-sur-Mer (Plage de la Tara). Les pointillés en gras indiquent le quota critique. Les pointillés fins indiquent le quota de subsistance.

Les ulves présentes sur les différents sites de Noirmoutier sont essentiellement issues d'arrachage. Il est probable que les platiers à proximité immédiate des sites soient le lieu de croissance initial de ces ulves (Figure 17). En effet, les estimations des stocks infralittoraux en ulves réalisées en 2013 sur la partie ouest du site de Noirmoutier-Vieil et en 2015 au nord-ouest du site de Noirmoutier-Epine, ont mis en évidence une prédominance des biomasses fixées majoritairement sur des biomasses d'ulves libres.

Parmi les 4 sites de Noirmoutier, les sites de « Noirmoutier-Vieil » et « Noirmoutier-Epine » ont montré des profils d'évolution de quotas en azote et en phosphore généralement comparables pour chacune des années depuis le début du suivi (Figure 18).

Cette observation tendrait à confirmer une origine des ulves évoluant dans un environnement similaire d'un point de vue nutritionnel. En 2020, ces 2 sites montrent encore des profils comparables. Le site de « Noirmoutier-Vieil » présente une limitation en azote seulement à partir de mi-juin et une limitation par le phosphore déjà franche en début mai. Sur le site de « Noirmoutier-Epine », le premier prélèvement a été possible qu'en début juin ; il n'est donc pas possible d'analyser la situation en avril et mai. La co-limitation par N et P (mais plus prononcée, comme sur le « Vieil », par le phosphore) est en place dès le premier prélèvement et sur toute la durée du suivi.



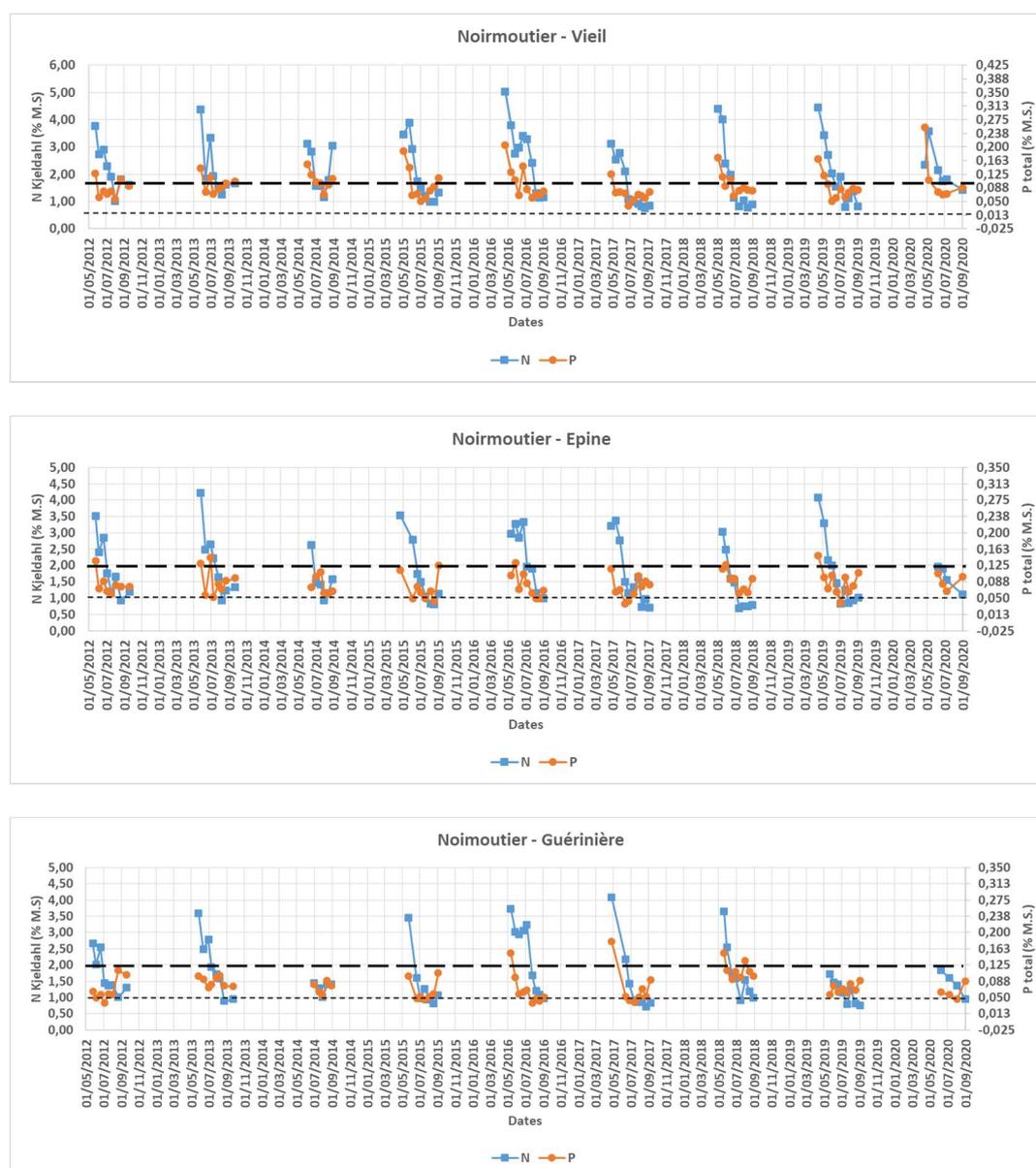
Figure 17 : Localisation des points de prélèvement des algues (symbolisée par une croix rouge) pour l'analyse des contenus tissulaires en azote et en phosphore. Les « délimitations » (définies par le CEVA) des sites étudiés (Noirmoutier-Vieil, Noirmoutier-Epine, Noirmoutier-Guérinière, Noirmoutier – La-Fosse) sont représentées par un polygone blanc.

Il semble que la faible disponibilité en nutriments soit à l'origine du peu/pas de dépôts observés sur le site de « Noirmoutier Vieil » et la faible prolifération sur « Noirmoutier Epine » en 2020. Ces faibles quotas et surfaces sont en effet bien en ligne avec des apports par la Loire qui sont très bas dès le mois d'avril (- 40 % pour les débits) et jusqu'en fin de saison. Néanmoins l'étude d'autres paramètres (vent, houle, reconduction, lumière, ...) serait nécessaire afin d'expliquer l'absence totale de dépôts observés sur le site de Noirmoutier-Vieil.

Concernant le site de « Noirmoutier-Guérinière », l'année 2020 poursuit les tendances observées en 2019 et les années antérieures avec une co-limitation en azote et phosphore dès le mois de juin. Ces faibles disponibilités en ressources nutritives pour la croissance algale expliquent très probablement le peu d'échouages reportés sur cette zone jusqu'à fin août et sont bien en ligne avec des débits de la Loire très inférieurs aux moyennes pluriannuelles depuis le mois d'avril 2020 (- 40 %) et jusqu'en septembre (-45 %).



Comme le site de « Noirmoutier-Guérièrnière », le site de Noirmoutier-La-Fosse présente des teneurs limitantes en azote et en phosphore dès le premier prélèvement, en juin. Les teneurs en azote baissent au fil des semaines pour atteindre en fin août le quota de subsistance. Les teneurs en phosphores sont à un niveau très bas (proche du quota de subsistance) durant toute la saison. Cet indicateur nous montre donc une situation de forte carence par le phosphore et l'azote en 2020 dès l'apparition des échouages. Cela semble confirmer que les algues proviennent d'arrachage et font peu de croissance « sur place ». Les ulves du site de « Noirmoutier-La-Fosse » n'ont pu être prélevés et doser qu'entre le 28 mai et le 7 juillet (absence d'ulves lors des missions des autres dates). Excepté le premier prélèvement qui montre un niveau d'azote légèrement au-dessus du seuil de limitation Q1N, les deux autres prélèvements sont sous ce seuil. Les teneurs en P sont encore plus limitantes. Ce site a donc lui aussi été limité par les nutriments pour une croissance « *in situ* » (Figure 18).



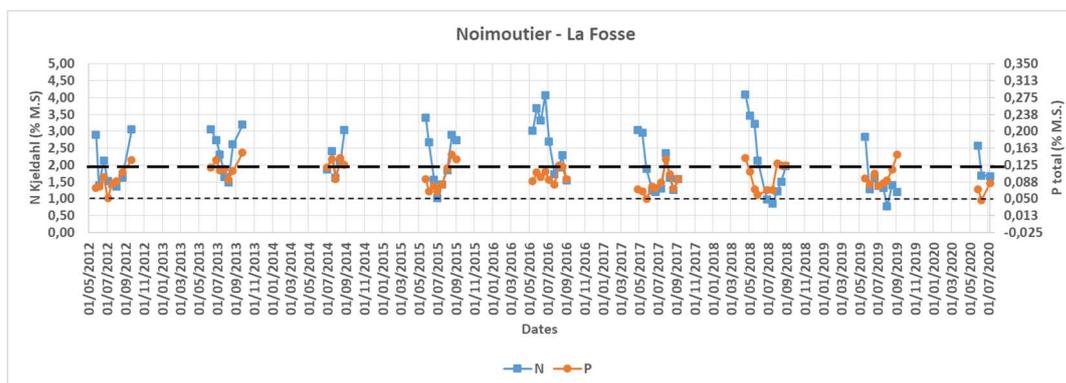


Figure 18 : Evolution interannuelle (2012-2020) des contenus tissulaires des ulves en azote et phosphore sur les sites de Noirmoutier (Guérinière, Epine, Vieil, la Fosse). Les pointillés en gras indiquent le quota critique. Les pointillés fins indiquent le quota de subsistance.

Bien que le site de la « Tranche-sur-Mer » et les sites de l’Ile de Ré soient assez proches géographiquement (Figure 19), les évolutions des échouages d’ulves et des quotas internes en azote et en phosphore sont différentes selon le site considéré.



Figure 19 : Localisation des points de prélèvement des algues (symbolisée par une croix rouge) pour l’analyse des contenus tissulaires en azote et en phosphore. Les « délimitations » définies par le CEVA des sites étudiés (Tranche-sur-Mer, La-Flotte, Ré – Saint-Martin-en-Ré, Portes-en-Ré) sont représentés par un polygone blanc.

Sur le site de la « Tranche-sur-Mer », peu ou pas de matériel biologique en présence sur l’estran lors des suivis explique l’absence de mesure de quotas en 2020 (Figure 20). Il n’est donc pas possible de statuer sur le côté limitant des nutriments, mais la quasi absence d’ulves est en soi une réponse.



De manière générale, compte tenu des surfaces algales globalement faibles sur ce site, il semblerait que les nutriments ne soient pas le seul paramètre expliquant le développement des algues. En effet, les années précédentes, les teneurs internes en azote apparaissaient limitantes que très ponctuellement au cours du mois de juillet. Les teneurs en phosphores, quant à elles, apparaissaient limitantes sur des périodes plus larges de la saison. Les données de quota sont cependant assez peu nombreuses et décrivent de façon imparfaite le statut nutritionnel des algues. Les difficultés d'être parfaitement sur les basses mers sur ce site et sur les sites de Ré expliquent peut être en partie ces absences de données.

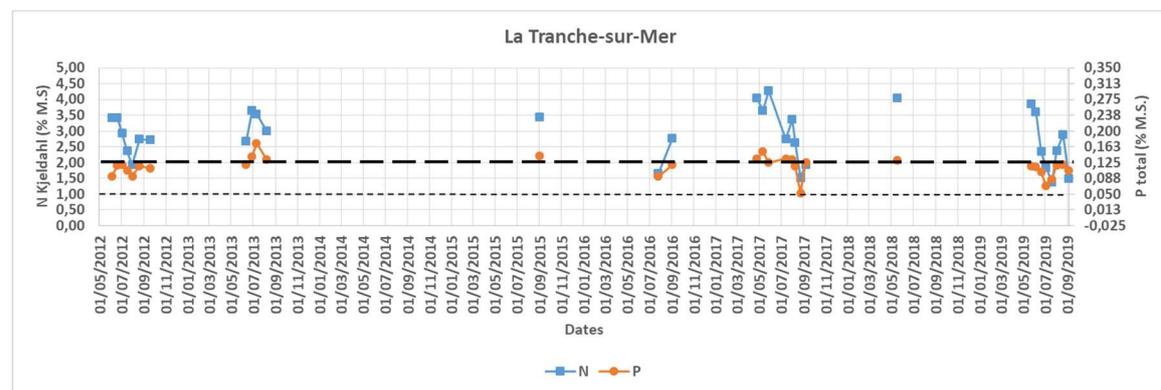


Figure 20 : Evolution interannuelle (2012-2020) des contenus tissulaires des ulves en azote et phosphore sur le site de La Tranche-sur-Mer (Anse du Maupas – La Grande Plage). Les pointillés en gras indiquent le quota critique. Les pointillés fins indiquent le quota de subsistance.

Pour les trois sites de l'île de Ré, les profils d'évolution des quotas azotés et phosphorés sont comparables d'année en année (Figure 21), ce qui suggère une origine locale des algues et/ou un milieu nutritionnel similaire pour les algues observées en échouage. En 2020, de façon assez similaire aux autres années de suivi, on mesure une co-limitation par l'azote et le phosphore sur une grande partie de la saison. En 2020 on note un niveau d'azote dans les tissus qui est au-dessus des limitations jusqu'en mi-juin (« Ré - Saint Martin » en Ré) ou mi-juillet (« Ré - La Flotte » et « Ré Portes »). Alors que le phosphore est limitant dès le mois de mai. Sur « Ré La Flotte » et « Ré Saint Martin » les teneurs en phosphore ont cependant tendance à remonter un peu au-dessus du quota de subsistance à partir de juillet, ce qui pourrait être le signe d'un relargage sédimentaire en cette saison (température plus élevée et anoxies plus prononcées). L'île de Ré est entourée de platiers rocheux et la limitation en phosphore observable sur tous les sites (Figure 21) pourrait en partie s'expliquer par la croissance des ulves sur ces plateformes littorales plus éloignées des sédiments meubles (sable ou vase). La réalimentation sur certains secteurs par les relargages sédimentaires en été est cependant une hypothèse à considérer. L'estimation des stocks infralittoraux en ulves réalisées en 2014 sur le site de Saint-Martin-en-Ré, conforte cette hypothèse avec des biomasses d'ulves présentes majoritairement fixées. L'année 2020, apparaît comme une année exceptionnelle caractérisée par une diminution globale des échouages sur le littoral de l'île de Ré. La seule co-limitation en nutriments observée depuis le début des suivis n'est pas suffisante pour expliquer cette diminution. D'autres paramètres seraient à prendre en compte dans l'analyse du phénomène. Les limitations par l'azote, marquées à partir de mi-juin ou mi-juillet selon les sites sont cependant bien en ligne avec des caractéristiques de flux par les cours d'eau. En effet, en considérant les débits de la Charente et de la Garonne (comme proxy) on note pour 2020 des défauts de débits à



partir de juin (Charente – 25 % en juin ; -22 % en juillet, 11 % en août ; Garonne des débits conformes à la moyenne en juin puis 30 % inférieurs sur juillet et 20 % sur août).

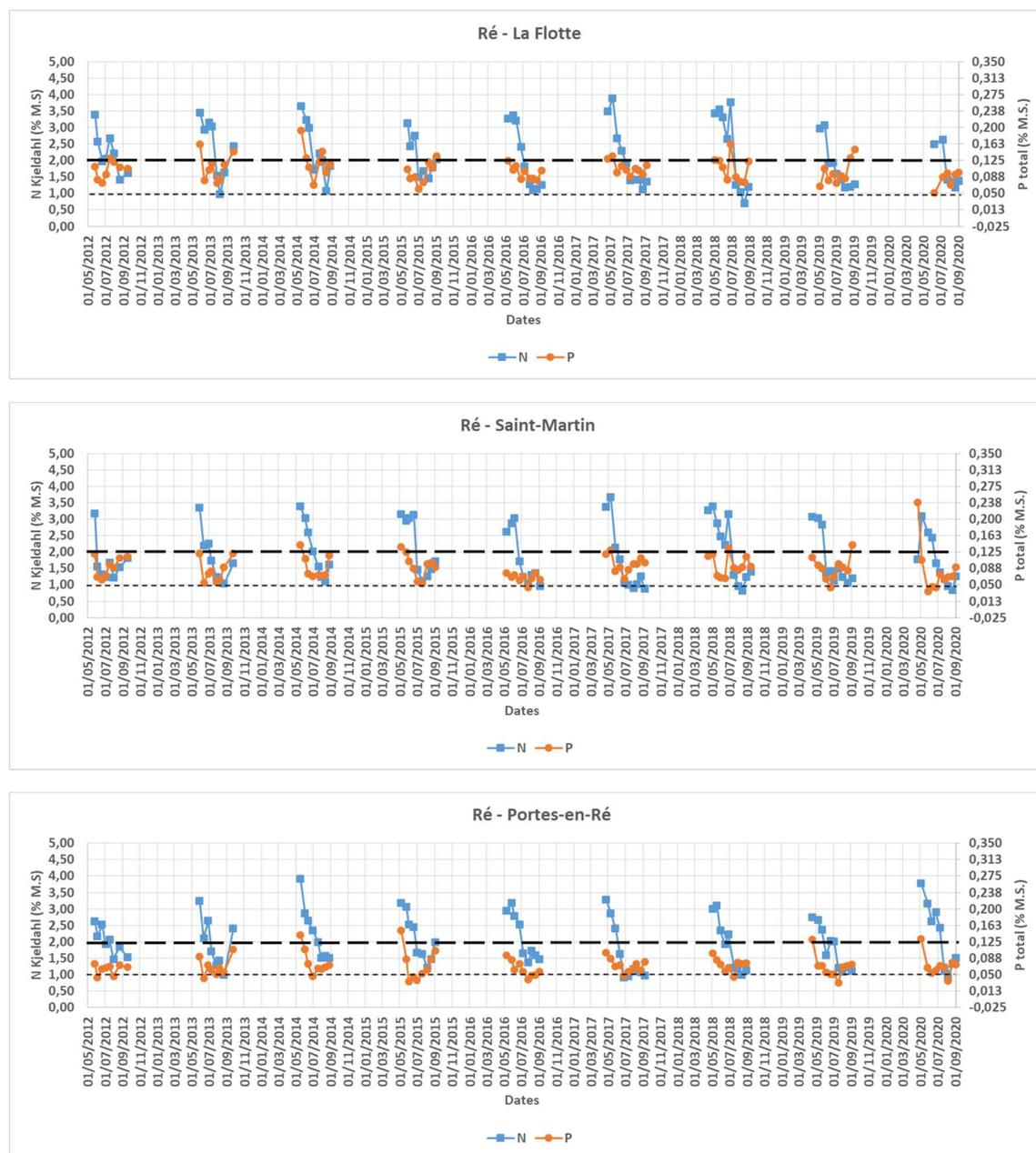


Figure 21 : Evolution interannuelle (2012-2020) des contenus tissulaires des ulves en azote et phosphore sur les sites de l’Ile de Ré (Plage de la Clavette, rempart du Vert Clos, Plage du Gros Jonc). Les pointillés en gras indiquent le quota critique. Les pointillés fins indiquent le quota de substance.



4. Conclusion

De manière générale, cette neuvième année de suivi complémentaire a permis d'apporter de nouveaux éléments à la compréhension de la dynamique des échouages d'ulves sur ce secteur du littoral. Néanmoins, des analyses approfondies du phénomène restent nécessaires pour notamment discriminer l'impact de l'eutrophisation des incidents climatiques sur le développement d'algues opportunistes sur les estrans rocheux.

Dans le détail, l'analyse des données a mis en évidence :

- ✓ Une année 2020 plus tardive que 2019, avec seulement 8 sites sur 14 présentant des échouages pour l'inventaire de mai et des surfaces en mai 40 % inférieur à la moyenne pluriannuelle de mai.
- ✓ Contrairement à 2019 où tous les sites ont été classés au moins une fois sur la saison, le site de Noirmoutier-Vieil n'a présenté aucun échouage en 2020.
- ✓ Une évolution mensuelle des échouages cumulés sur l'année qui restent assez hétérogène d'un site à l'autre. Sur l'année et sur les 14 sites en suivi RCO la surface de 2020 est particulièrement faible, deuxième année la plus basse après 2012 et 40 % inférieure à la moyenne 2012-2019.
- ✓ Les sites insulaires de l'île de Ré et de « la Tranche sur Mer » beaucoup moins touchés que les années précédentes avec des cumuls de 55 à 87 % de surface d'échouage en moins que la moyenne 2012-2019. C'est le cas également de « Noirmoutier Epine » et dans une moindre mesure de « Noirmoutier la Fosse ». En revanche, certains secteurs ont connu une prolifération importante en 2020. C'est en particulier le cas des sites de Loire Atlantique (exceptions faites de « Pen Bé », très peu chargé et de « La Baule ») et du site de « Noirmoutier-Guérinière ».
- ✓ Une co-limitation de la croissance des ulves par l'azote et le phosphore sur certains sites étudiés et une limitation par le phosphore sur la quasi-totalité des sites. L'analyse des indices d'eutrophisation a permis de confirmer la limitation en azote avec une baisse des quotas azotés pouvant atteindre ou passer sous le seuil de subsistance (Q_0N) sur certains sites. Les teneurs peu élevées en azote en 2020, en particulier sur les sites du Sud Loire, sont bien cohérentes avec des flux 2020 a priori faibles sur l'ensemble de la saison de prolifération pour la Loire et la Charente et dans une moindre mesure pour la Garonne (sur la base des débits disponibles). En revanche, la prolifération importantes sur les sites de Loire Atlantique et les teneurs non limitantes en azote dans le tissu des algues sont bien en ligne avec des apports par les cours d'eau locaux et la Vilaine qui sont restés soutenus jusqu'en fin juin (puis « moyens » sur juillet et août). Quant à la limitation en phosphore, il s'agit du profil type d'ulves d'arrachage dont une partie de la croissance s'est faite sans contact avec le sédiment meuble pourvoyeur de phosphore. Le fait que les apports des grands fleuves alimentent les blooms phytoplanctoniques notamment en phosphore pourrait aussi expliquer la plus faible disponibilité locale de cet élément



pour les ulves. Même si de nombreux sites sont limités par le phosphore, il est important de rappeler que le facteur contrôlant le développement des algues vertes reste l'azote (Rosenberg et al., 1990 ; Larned, 1998), les teneurs en phosphore du milieu marin étant difficilement maîtrisables.

- ✓ La dynamique complexe des échouages d'algues vertes provenant d'arrachage dont le développement dépend de la surface colonisable disponible et du succès de colonisation des platiers par les algues opportunistes. Le succès de colonisation semble être influencé par les hivers chauds et humides corrélés à des concentrations en nutriments dans le milieu permettant la croissance des algues opportunistes tout au long de l'année (Rossi et al, 2009).



Bibliographie

CEVA, 2009, rapport CIMAV P3 « Compléments d'études sur les processus biologiques, hydrologiques et sédimentologiques impliqués dans la marée verte », pp 32.

CEVA, 2010, rapport CIMAV P3 « Compléments d'études sur les processus biologiques, hydrologiques et sédimentologiques impliqués dans la marée verte », pp 15.

CEVA, 2011, rapport CIMAV P3 « Compléments d'études sur les processus biologiques, hydrologiques et sédimentologiques impliqués dans la marée verte », pp 36.

Choi T. S., Kim K. Y. 2005. The effect of substrate on ecophysiological characteristics of green macroalga *Ulva pertusa* Kjellman (Chlorophyta). *Algae*, 20: 369-377.

Daalsgard T., Krause-Jensen D. 2006. Monitoring nutrient release from fish farms with macroalgal and phytoplankton bioassays. *Aquaculture* 256: 302-310.

Dion P., Le Bozec S., Golven P. 1996. Factors controlling the green tides in the bay of Lannion (France). In [Eds] J.W. Rijstenbil, P. Kamermans, P.H. Nienhuis. EUMAC, synthesis report and proceedings of the second EUMAC workshop, Sète, pp. 121-137.

Kamer K., Fong P., Kennison R.L., Schiff K. 2004. The relative importance of sediment and water column supplies of nutrients to the growth and tissue nutrient content of the green macroalga *Enteromorpha intestinalis* along an estuarine resource gradient. *Aquatic Ecology* 38:45-56.

Larned S.T. 1998. Nitrogen- versus phosphorus-limited growth and sources of nutrients for coral reef macroalgae. *Marine Biology* 132: 409-421.

Rosenberg R., Elmgren R., Fleischer S., Jonsson P., Persson G., Dahlin H. 1990. Marine eutrophication case studies in Sweden. *Ambio* 19:102-108.

Rossi N., C. Daniel, T. Perrot. 2009. Suivi de la couverture en macroalgues intertidales de substrats durs dans le cadre du projet REBENT/DCE au titre de l'année 2009. Edition finale. 74 p.

Villares R., Caballeira A. 2004. Nutrient Limitation in Macroalgae (*Ulva* and *Enteromorpha*) from the Rias Baixas (NW Spain). *Marine Ecology* 25: 225-243.



ANNEXES

Annexe 1 : Exemple de traitement permettant d'estimer la surface couverte par les ulves sur un site d'échouage

Annexe 2 : Fiches synthétisant les informations relevées sur le terrain suivant les vols RCO

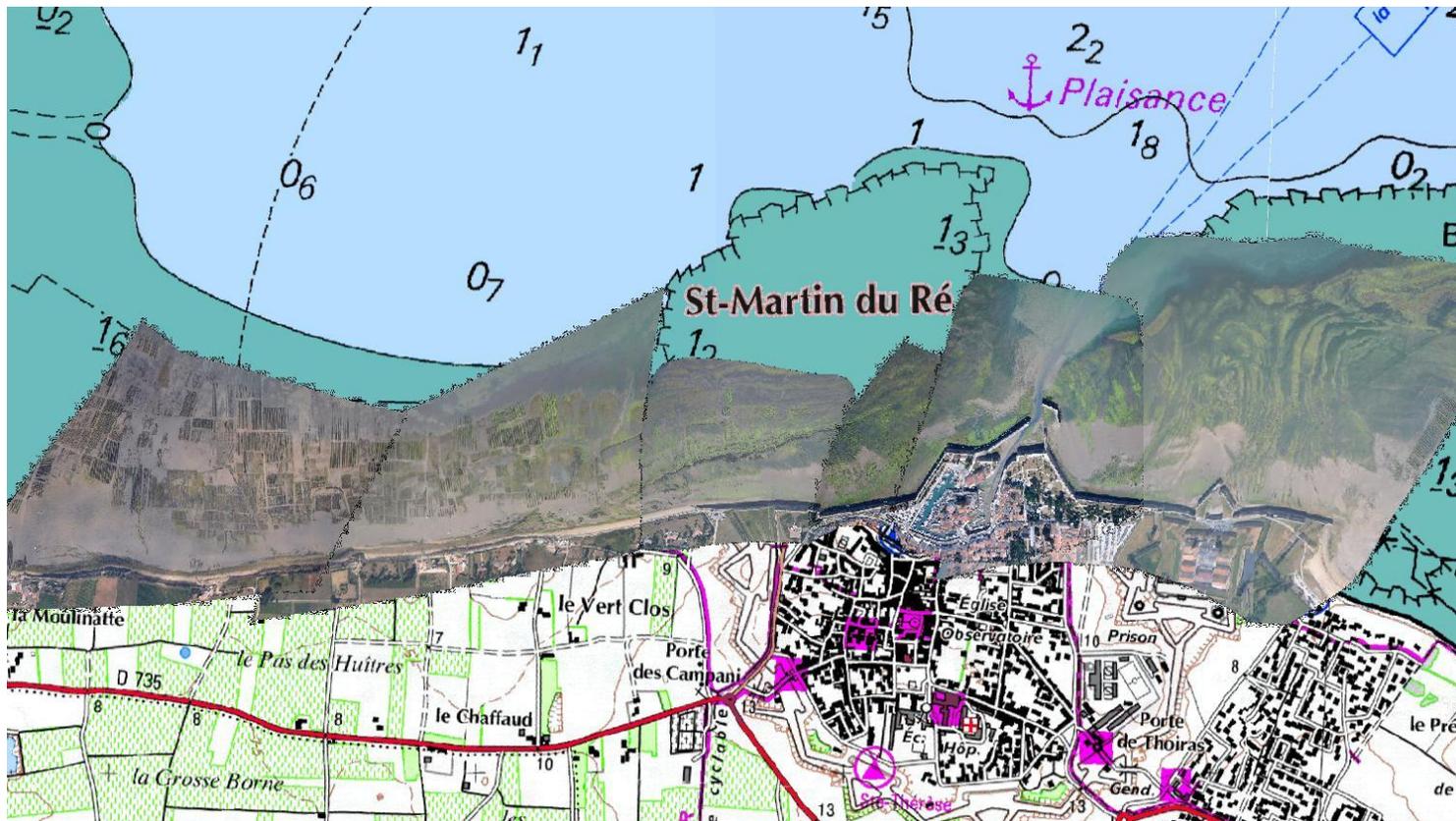
ANNEXE 1 :

Exemple de traitement permettant d'estimer la surface couverte par les ulves sur un site d'échouage

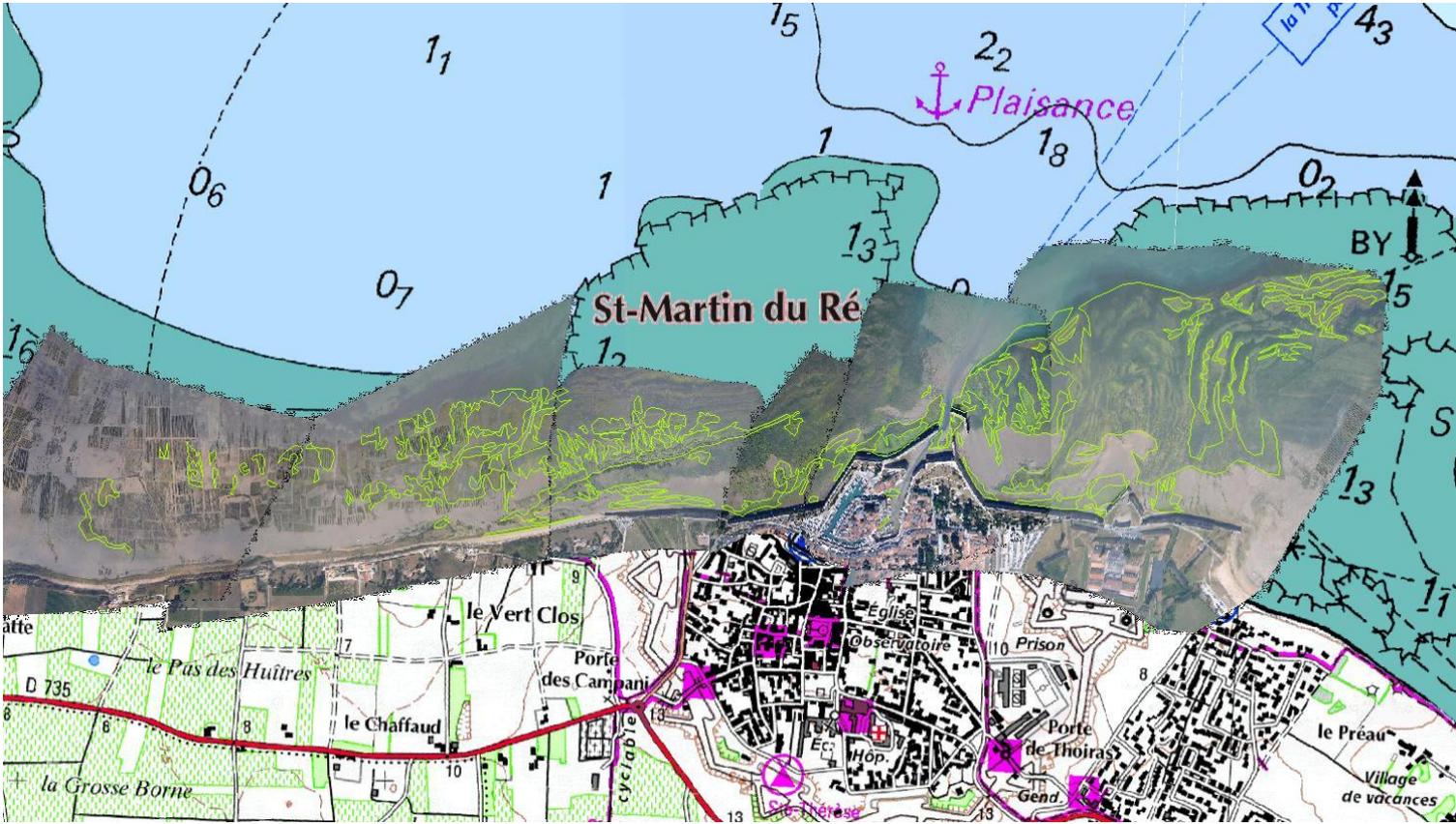
1. Prise d'une photographie du site et des échouages d'ulves aux environs de la basse mer



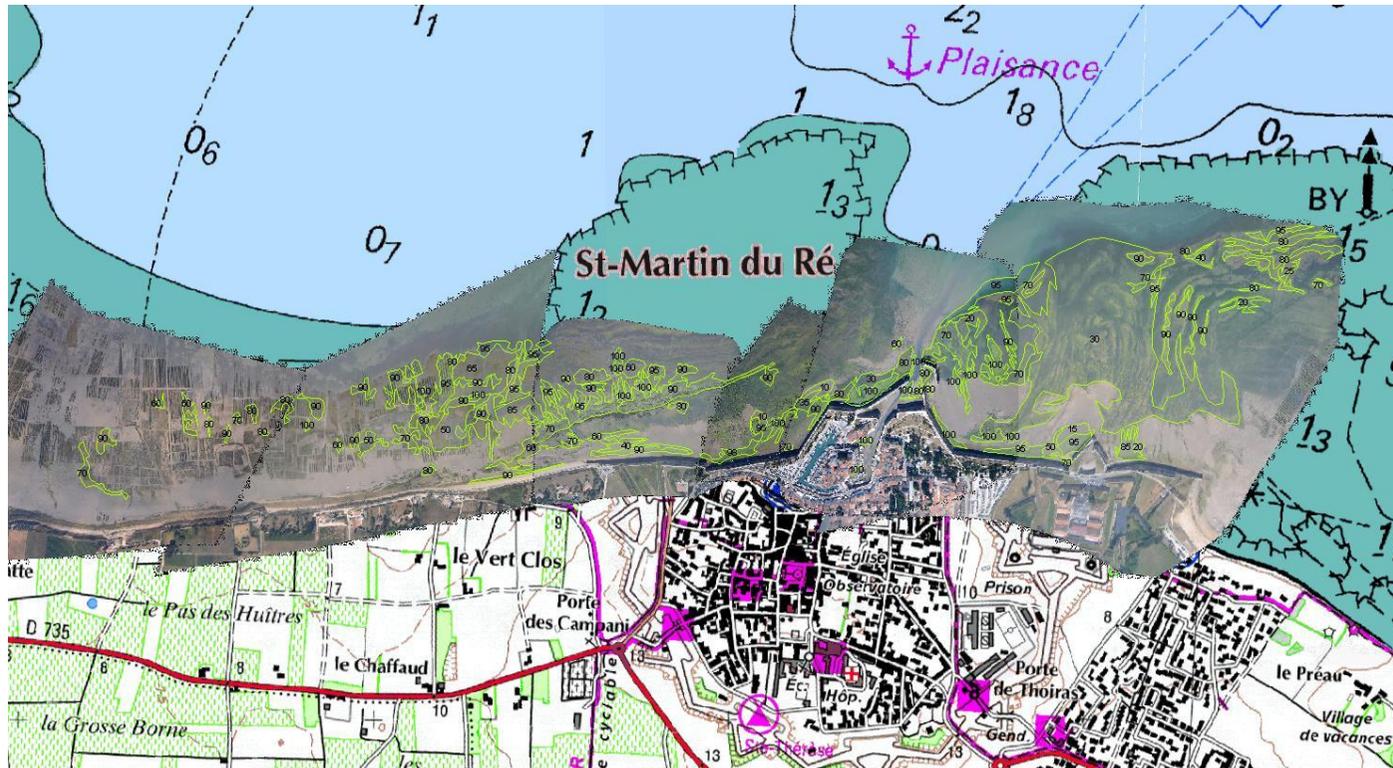
2. Géoréférencement des clichés aériens et création d'une mosaïque sous SIG (Système d'Information Géographique)



3. Digitalisation des surfaces d'échouages



4. Estimation du taux de recouvrement des ulves au sein des surfaces digitalisées



5. La surface totale en « équivalent 100 % de couverture » est alors donnée par la somme des surfaces digitalisées multipliées par leur taux de recouvrement respectifs.

RCO LB (PL-Ré)

Inventaire de JUIN 2020 :

Fiches de synthèse des observations terrain

POINTE DU BILE - Le Bile
(56)



Entéromorphes fixées

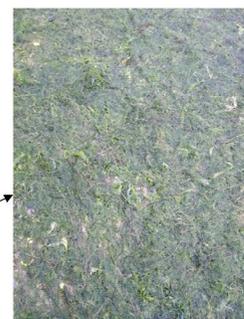


Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	10	10	80	15	85		100	2	<i>Ulva sp.</i>

Terrain le 26/06/2020



PEN-BE - Plage de Pont-Mahé
(44)

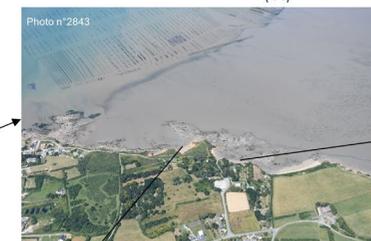


Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1			100	1	99		100	<1	<i>Ulva sp.</i>

Terrain le 26/06/2020



PEN-BE - La Grande Ile de Mesquiere
(44)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	10		90	10	90		100	2	<i>Ulva sp.</i>

Terrain le 26/06/2020



Suivi des algues vertes sur le littoral Loire-Bretagne
JUN 2020

Aérien le 23/06/2020

MESQUER - Plage de Sorloc
(44)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros.	% libres	% arrachage		
1	5	5	90	60	40	% libres	100	85	<i>Ulva sp.</i>

Terrain le 26/06/2020



Suivi des algues vertes sur le littoral Loire-Bretagne
JUN 2020

Aérien le 23/06/2020

MESQUER - Baie du Cabonnais
(44)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros.	% libres	% arrachage		
1	20		80	50	50	70	30	35	<i>Ulva sp.</i>

Terrain le 26/06/2020



Suivi des algues vertes sur le littoral Loire-Bretagne
JUN 2020

Aérien le 23/06/2020

MESQUER - Baie du Cabonnais
(44)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros.	% libres	% arrachage		
1	40		60	50	50	% libres	100	65	<i>Ulva sp.</i>

Terrain le 26/06/2020



Suivi des algues vertes sur le littoral Loire-Bretagne
JUN 2020

Aérien le 23/06/2020

MESQUER - Plage de Lanséria
(44)



Ulves partiellement dépigmentées

Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros.	% libres	% arrachage		
1	5	5	90	100		100		15	<i>Ulva sp.</i>
2	5	5	90	100		85	15	30	

Terrain le 26/06/2020



PIRIAC-SUR-MER - Port de plaisance
(44)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	60	10	30	90	10	80	20	10	<i>Ulva sp.</i>

Terrain le 26/06/2020



PIRIAC-SUR-MER - Plage St-Michel
(44)



Ulves partiellement blanchies

Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	10	10	80	100			100	80	<i>Ulva sp.</i>
2	5	15	80	100			100	100	
3	25	5	70	100			100	90	

Terrain le 26/06/2020



CROISIC - Baie de St-Goustan
(44)



Dégazage de H2S après agitation de certaines zones du dépôt en stade de décomposition plus avancée.



Ulves partiellement blanchies

Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	10	15	75	70	30		100	100	<i>Ulva sp.</i>

Terrain le 26/06/2020



CROISIC - Baie de Castouillet
(44)



Ulves partiellement blanchies

Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	10	15	75	100			100	40	<i>Ulva sp.</i>
2	10	20	70	100			100	90	

Terrain le 26/06/2020



CROISIC - Port Val
(44)



Ulves partiellement dépigmentées.

Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	15	25	75	100			100	90	<i>Ulva sp.</i>

Terrain le 26/06/2020



LA BAULE - Penchâteau
(44)



Zone immergée/ dépôt non visible ou absent.

Entéromorphes fixées.

Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	99		1	50	50		100	<1	<i>Ulva sp.</i>
2	20	5	75	90	10		100	80	

Terrain le 26/06/2020



LA BAULE - Plage de Pornichet
(44)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	60		40	5	95		100	<2	<i>Ulva sp.</i>
2	25		65	100			100	80	
3	50		50		100		100		

Terrain le 26/06/2020



PREFAILLES-PLAINE-SUR-MER - La Tara
(44)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	45	10	45	100		60	40	30	<i>Ulva sp.</i>

Terrain le 24/06/2020



Suivi des algues vertes sur le littoral Loire-Bretagne
JUN 2020

Aérien le 23/06/2020

PREFAILLES-PLAINE-SUR-MER - l'ÉpINETTE
(44)



Dépôt frais majoritairement composé d'ulves.

Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	10	15	75	95	5	80	20	70	<i>Ulva sp.</i>

Terrain le 24/06/2020



Suivi des algues vertes sur le littoral Loire-Bretagne
JUN 2020

Aérien le 23/06/2020

NOIRMOUTIER-VIEIL - la Madeleine
(85)



Ulves de teintes claires, partiellement blanchies.

Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	30	70	95	5			100	70	<i>Ulva sp.</i>

Terrain le 24/06/2020



Suivi des algues vertes sur le littoral Loire-Bretagne
JUN 2020

Aérien le 23/06/2020

NOIRMOUTIER-VIEIL - la Blanche
(85)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	20	20	60	100			100	65	<i>Ulva sp.</i>

Terrain le 24/06/2020



Suivi des algues vertes sur le littoral Loire-Bretagne
JUN 2020

Aérien le 23/06/2020

NOIRMOUTIER-VIEIL - Port de l'Herbaudière
(85)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	20	15	65	100			100	95	<i>Ulva sp.</i>

Terrain le 24/06/2020



Suivi des algues vertes sur le littoral Loire-Bretagne
JUN 2020

Aérien le 23/06/2020

NOIRMOUTIER-EPINE - Pointe de l'Herbaudière
(85)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	10	30	60	100			100	100	<i>Ulva sp.</i>

Terrain le 24/06/2020



Suivi des algues vertes sur le littoral Loire-Bretagne
JUN 2020

Aérien le 23/06/2020

NOIRMOUTIER-EPINE - Port de Morin
(85)



Andains massifs.

Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	15	45	40	60	40		100	100	<i>Ulva sp.</i>

Terrain le 24/06/2020



Suivi des algues vertes sur le littoral Loire-Bretagne
JUN 2020

Aérien le 23/06/2020

NOIRMOUTIER-GUERINIÈRE - Le Fier
(85)



Entéromorphes fixées mais aucun dépôt.

Terrain le 24/06/2020



Suivi des algues vertes sur le littoral Loire-Bretagne
JUN 2020

Aérien le 23/06/2020

NOIRMOUTIER-GUERINIÈRE - Plage de la Cantine
(85)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	95		5	100			100	2	<i>Ulva sp.</i>

Très peu d'algues vertes dans les dépôts de goémon.

Terrain le 24/06/2020



Suivi des algues vertes sur le littoral Loire-Bretagne
JUN 2020

Aérien le 23/06/2020

NOIRMOUTIER-LA-FOSSE - Roches de la Fosse
(85)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	85	40	35	100			100	80	<i>Ulva sp.</i>

Terrain le 24/06/2020



Suivi des algues vertes sur le littoral Loire-Bretagne
JUN 2020

Aérien le 23/06/2020

NOIRMOUTIER-LA-FOSSE - Plage de la Grande Côte
(85)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1		95	5	100			100	<5	<i>Ulva sp.</i>

Dépôt épais de *Solieria chordalis* en mélange avec quelques ulves.

Terrain le 24/06/2020



Suivi des algues vertes sur le littoral Loire-Bretagne
JUN 2020

Aérien le 23/06/2020

TRANCHE SUR MER - Grande Plage
(85)



Absence de dépôt : Entéromorphes fixées.

Terrain le 25/06/2020



Suivi des algues vertes sur le littoral Loire-Bretagne
JUN 2020

Aérien le 23/06/2020

RE-LA-FLOTTE - Plage de la Clavette
(17)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1			100	2	98		100	<1	<i>Ulva sp.</i>

Terrain le 25/06/2020



RE-SAINT-MARTIN-EN-RE - port de la Citadelle
(17)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	5	5	90	90	10		100	75	<i>Ulva sp.</i>

Ulves partiellement blanchies

Terrain le 25/06/2020



RE-SAINT-MARTIN-EN-RE - Le Vert Clos
(17)

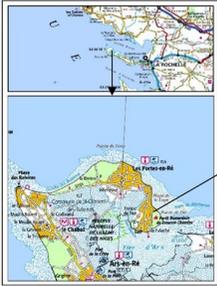


Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	5	5	90	98	2		100	90	<i>Ulva sp.</i>

Terrain le 25/06/2020



RE-PORTES-EN-RE - Plage de la Loge
(17)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	5	5	90	2	98		100	<1	<i>Ulva sp.</i>

Terrain le 25/06/2020



RE-PORTES-EN-RE - Plage du Gros Jonc
(17)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	10	30	60	90	10		100	65	<i>Ulva sp.</i>

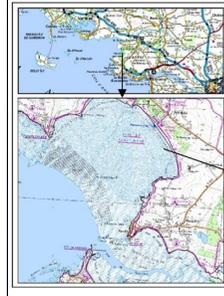
Terrain le 25/06/2020



RCO LB (PL-Ré)

Inventaire de Août 2020 :

Fiches de synthèse des observations terrain



PEN-BE – Plage de Pont Mahé
(44)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	10		90	30	70	100		15	<i>Ulva sp.</i>

Terrain le 23/08/2020



MESQUER - Baie du Cabonnais
(44)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	30	30	40	90	10	80	20	25	<i>Ulva sp.</i>

Terrain le 23/08/2020



MESQUER - Plage de Lanséria
(44)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	30	10	60	100		80	20	20	<i>Ulva sp.</i>

Terrain le 23/08/2020



PIRIAC-SUR-MER - Plage St-Michel
(44)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	30	10	60	100			100	100	<i>Ulva sp.</i>

Terrain le 23/08/2020



PIRIAC-SUR-MER - Plage du Closillot
(44)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	50	20	30	90	10	80	20	80	<i>Ulva sp.</i>

Terrain le 23/08/2020



PIRIAC-SUR-MER - Plage du Closillot
(44)

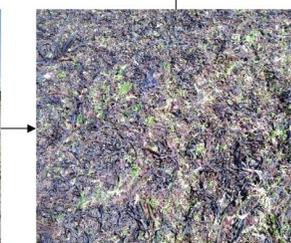


Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	95	3	2	100			100	1	<i>Ulva sp.</i>

Terrain le 23/08/2020



CROISIC - Centre Héliomarin
(44)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	65	5	40	90	10	90	10	90	<i>Ulva sp.</i>

Terrain le 23/08/2020



CROISIC - Baie de Castouillet
(44)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	80	5	15	90	10	40	60	10	<i>Ulva sp.</i>

Terrain le 23/08/2020



LA BAULE - Penchâteau
(44)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	75	20	5	80	20	100		<5	<i>Ulva sp.</i>

Terrain le 23/08/2020



LA BAULE - Plage de La Baule
(44)



Dépôt absent.



Terrain le 23/08/2020



LA BAULE - Port d'échouage de Pornichet
(44)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	70	5	25	100		20	80	30	<i>Ulva sp.</i>
2	95	5	10	100		90	10	<10	

Terrain le 23/08/2020



PREFAILLES-PLAINE-SUR-MER - Pointe de la Pierre
(44)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	20		80	100			100	90	<i>Ulva sp.</i>

Terrain le 21/08/2020



PREFAILLES-PLAINE-SUR-MER - La Tara
(44)

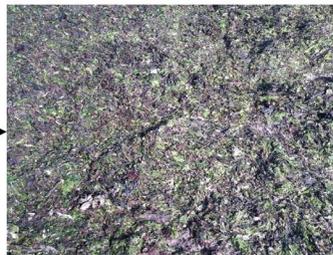


Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	55	5	40	100			100	40	<i>Ulva sp.</i>

Terrain le 21/08/2020



PREFAILLES-PLAINE-SUR-MER - La Prée
(44)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	25	5	70	90	10		100	90	<i>Ulva sp.</i>

Terrain le 21/08/2020



NOIRMOUTIER-VIEIL - Plage de la Clère
(85)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	75	15	10	50	50		100	10	<i>Ulva sp.</i>

Terrain le 21/08/2020



Suivi des algues vertes sur le littoral Loire-Bretagne
AOUT 2020

Aérien le 20/08/2020

NOIRMOUTIER-VIEIL - la Madeleine
(85)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	50	20	30	40	60		100	40	Ulva sp.

Terrain le 21/08/2020



Suivi des algues vertes sur le littoral Loire-Bretagne
AOUT 2020

Aérien le 20/08/2020

NOIRMOUTIER-VIEIL - la Conche des Normands
(85)



Terrain le 21/08/2020



Suivi des algues vertes sur le littoral Loire-Bretagne
AOUT 2020

Aérien le 20/08/2020

NOIRMOUTIER-EPINE - Pointe de l'Herbaudière
(85)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	40	40	20	90	10		100	30	Ulva sp.

Terrain le 21/08/2020



Suivi des algues vertes sur le littoral Loire-Bretagne
AOUT 2020

Aérien le 20/08/2020

NOIRMOUTIER-EPINE - Le Devin
(85)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	50	20	30	40	60		100	40	Ulva sp.

Terrain le 21/08/2020



NOIRMOUTIER-EPINE - Plage de l'Epine
(85)



Zone 1 et 2 identiques mais la partie principale du dépôt est immergée.

Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1/2	90	10	10	100			100	<5	Ulva sp.

Terrain le 21/08/2020



NOIRMOUTIER-EPINE - Plage des Eloux
(85)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	25	5	40	100			100	<5	Ulva sp.
2	30	30	40	100			100	90	Ulva sp.

Terrain le 21/08/2020



NOIRMOUTIER-GUERINIÈRE - Plage de la Cantine
(85)



78ppm d'H2S mesuré.



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	40	45	15	100			100	10	Ulva sp.

Terrain le 21/08/2020



NOIRMOUTIER-GUERINIÈRE - Plage des Sables d'Or
(85)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	15	15	70	90	10		100	95	Ulva sp.

Terrain le 21/08/2020



NOIRMOUTIER-GUERINIÈRE - Plage des Sables d'Or
(85)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	20	15	65	100			100	50	<i>Ulva sp.</i>

Terrain le 21/08/2020

NOIRMOUTIER-GUERINIÈRE - Plage du Midi
(85)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	30	30	40	100			100	<5	<i>Ulva sp.</i>

Terrain le 21/08/2020

NOIRMOUTIER-LA-FOSSE - Roches de la Fosse
(85)



Absence de dépôt.

Terrain le 21/08/2020

NOIRMOUTIER-LA-FOSSE - Plage de la Grande Côte
(85)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	10	10	80	100			100	40	<i>Ulva sp.</i>
2	5	5	90	100			100	75	

Terrain le 21/08/2020

Suivi des algues vertes sur le littoral Loire-Bretagne
AOUT 2020

TRANCHE SUR MER - Pointe de la République
(85)



Photo n° 6880

Marée trop haute : aucun dépôt visible.
Algues fixées sur platier probablement.

Suivi des algues vertes sur le littoral Loire-Bretagne
AOUT 2020

TRANCHE SUR MER - Grande Plage
(85)



Photo n° 6846

Marée trop haute, pas de dépôt visible.



Suivi des algues vertes sur le littoral Loire-Bretagne
AOUT 2020

RE-LA-FLOTTE - Plage de l'Arnérault
(17)



Photo n° 6895



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	50		50	10	90		100	5	<i>Ulva sp.</i>

Suivi des algues vertes sur le littoral Loire-Bretagne
AOUT 2020

RE-LA-FLOTTE - Maison du Platin
(17)

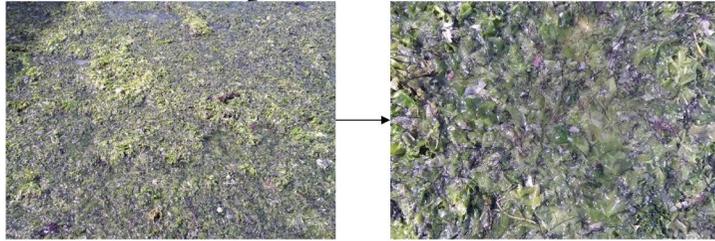


Photo n° 6898



Entéromorphes tubulaires fixées.
Seules quelques très rares ulves arrachées sont présentes (1% de couverture).

RE-SAINT-MARTIN-EN-RE - port de la Citadelle
(17)

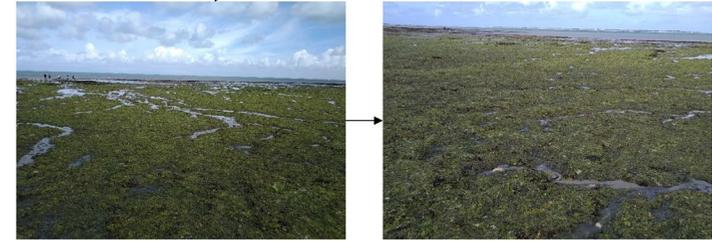


Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	5		95	100		95	5	75	<i>Ulva sp.</i>

Terrain le 22/08/2020



RE-SAINT-MARTIN-EN-RE - Le Vert Clos
(17)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	10		90	90	10	20	80	90	<i>Ulva sp.</i>

Terrain le 22/08/2020



RE-SAINT-MARTIN-EN-RE - Le Vert Clos
(17)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	2		98	1	99		100	1	<i>Ulva sp.</i>

Terrain le 22/08/2020



RE-SAINT-MARTIN-EN-RE - Parcs de la tonille
(17)



Entéromorphes fixées.

Terrain le 22/08/2020



RE-PORTES-EN-RE - Plage du Gros Jonc
(17)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	20	70	10	90	10		100	10	Ulva sp.
2	10	30	60	90	10		100	70	

Terrain le 22/08/2020



RE-PORTES-EN-RE - Plage du Marchais
(17)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1	20	75	5	100			100	2	Ulva sp.

Terrain le 22/08/2020



RE-ARS-EN-RE - les Doraux
(17)



Zones /gradient	Type d'algues échouées			Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachage		
1		50-75	25-50	100			100	90	Ulva sp.

Terrain le 22/08/2020

