

CENTRE D'ÉTUDE
& DE VALORISATION
DES ALGUES

ALGAE TECHNOLOGY
& INNOVATION
CENTRE

Suivi des blooms de macroalgues
opportunistes sur le littoral Loire-Bretagne,
Contrôle de Surveillance (RCS):
Inventaires et qualification des masses d'eau

Année 2021

Contrat AELB : 20GC042 - Octobre 2022

Sylvain BALLU : Chef de projet



CEVA



SOMMAIRE

1.	CONTEXTE ET OBJECTIFS	4
2.	METHODES	6
2.1.	Dénombrement des sites	6
2.2.	Estimation quantitative surfacique	8
2.3.	Enquête sur les échouages et ramassages auprès des communes littorales	10
2.4.	Classement DCE des masses d'eau du bassin Loire-Bretagne	11
2.4.1.	Evaluation de la qualité écologique des masses d'eau présentant des marées vertes de type 1	11
2.4.2.	Evaluation de la qualité écologique des masses d'eau présentant des marées vertes de type 2	12
2.4.3.	Evaluation de la qualité écologique des masses d'eau présentant des marées vertes de type 3	13
2.5.	Missions aériennes réalisées.....	14
3.	RESULTATS	16
3.1.	Dénombrement de sites.....	16
3.1.1.	Sites touchés par des échouages d'ulves	16
3.1.2.	Sites touchés par des échouages d'algues vertes filamenteuses ou autres algues	21
3.2.	Estimation surfacique.....	24
3.2.1.	Sites de plage	24
3.2.2.	Sites de vasière.....	29
3.3.	Evolution au cours de la saison et évolution interannuelle	33
3.4.	Enquête auprès des communes sur les ramassages d'algues	40
3.5.	Classement DCE des masses d'eau du bassin Loire-Bretagne	47
3.5.1.	Evaluation de la qualité écologique des masses d'eau présentant des marées vertes de type 1 (marées vertes « à ulves dérivantes » sur plages)	47
3.5.2.	Evaluation de la qualité écologique des masses d'eau présentant des marées vertes de type 2 (marées vertes « d'arrachage »)	48
3.5.3.	Evaluation de la qualité écologique des masses d'eau présentant des marées vertes de type 3 (marées vertes de vasières)	49
3.5.4.	Compilation des résultats du classement DCE pour les masses d'eau côtières et de transition du bassin Loire-Bretagne sur la période 2014-2019 (ou sur les années antérieures pour les masses d'eau ne faisant plus l'objet d'un suivi annuel, cf. § ci-dessus)	50
4.	CONCLUSION	51
	ANNEXES	54



TABLE DES ILLUSTRATIONS

Tableau 1 : Récapitulatif des MET et assimilées faisant l'objet d'une évaluation surfacique en 2021.....	10
Tableau 2 : Seuils reflétant les différents états écologiques pour chaque métrique de l'outil destiné aux marées vertes de type 1.....	11
Tableau 3 : Masses d'eau des bassins Loire Bretagne classées par la grille destinée aux marées vertes de type 1.....	12
Tableau 4 : Seuils reflétant les différents états écologiques pour chaque métrique de l'outil destiné aux marées vertes de type 2.....	12
Tableau 5 : Masses d'eau des bassins Loire Bretagne classées par la grille destinée aux marées vertes de type 2.....	13
Tableau 6 : Seuils reflétant les différents états écologiques pour chaque métrique de l'outil destiné aux marées vertes de type 3.....	13
Tableau 7 : Masses d'eau des bassins Loire Bretagne classées par la grille destinée aux marées vertes de type 3.....	14
Tableau 8 : Nombre de sites classés en 2021 par département en fonction de la nature du site.....	17
Figure 1 : Surfaces couvertes par les ulves sur les sites sableux du littoral du Mont Saint Michel à la pointe de l'île de Ré pour les trois inventaires RCS des années 2007 à 2021. * Attention, certaines ME n'étaient pas estimées en surface pour 2013 (sites représentant en moyenne sur 2007-2012 : 5 ha pour mai, 30 ha pour juillet et 20 ha pour septembre) ** une liste plus limitée de ME n'était pas suivie de 2014 à 2016 (les ME bretonnes non suivies en RCS en 2013 ayant été réintégrées dans le cadre CIMAV). Ces ME non suivies de 2014 à 2016 représentaient en moyenne sur 2007-2012 : 3.2 ha en mai ; 26 ha en juillet (51 en maximum annuel) et 17.5 ha en septembre. *** de 2017 à 2021, tous les sites ont fait l'objet de suivi en surface. Par ailleurs la façade sud de l'île de Ré a fait l'objet de suivis pour la première fois en 2017, mais les données n'ont pas été intégrées ici pour permettre de percevoir les évolutions (en moyenne 2017-2021 mai : 7.2 ha ; juillet : 9.8 ha et septembre : 12.8 ha).....	34
Figure 3 : Surfaces couvertes par les ulves sur secteurs de plage en 2021 lors des trois inventaires RCS sur le littoral breton et comparaison aux années antérieures et à la moyenne sur la période 2002-2020 (principaux sites sableux uniquement ; en 2021 ces sites représentent 96 % du total mesuré pour les sites sableux sur la région et 92 % sur la moyenne 2007-2021).....	35
Figure 4 : Surfaces couvertes par les ulves sur secteurs de plage cumulées sur des trois inventaires RCS sur le littoral breton de 2002 à 2021 et moyenne sur la période 2002-2020 (principaux sites sableux uniquement ; en 2021 ces sites représentent 96 % du total mesuré pour les sites sableux sur la région et 92 % sur la moyenne 2007-2021).....	35
Figures 5 (a) et (b) : Surfaces couvertes par les ulves (échouages + rideau) sur les sites sableux du littoral breton entre 2002 et 2021 (haut (a) : analyse mensuelle ; bas (b) : analyse annuelle et saisonnière) : données 2002-2006 acquises dans le cadre de Prolittoral ; données d'avril, juin, août et octobre 2007 à 2016 acquises par le CEVA dans le CIMAV avec l'appui des 4 conseils départementaux bretons, du conseil régional de Bretagne et de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne. Seuls les sites principaux faisant l'objet d'un suivi mensuel sont présentés ici (principaux sites sableux uniquement ; en 2021 ces sites représentent 96 % du total mesuré pour les sites sableux sur la région et 92 % en moyenne sur 2007-2021).	37
Figure 7 : Volume de ramassage d'algues vertes déclaré par les communes par département (m ³).....	42
Tableau 12 : Déclaration de volume d'algues totales et algues vertes (m ³) ramassé par les communes du littoral Loire Bretagne entre 2007 et 2021.	43
Tableau 13 : Classement DCE 2021 des masses d'eau du bassin Loire-Bretagne pour l'EQR calculé à partir des macroalgues opportunistes – Marées vertes de type 1.....	48
Tableau 14 : Classement DCE 2021 des masses d'eau du bassin Loire-Bretagne pour l'EQR calculé à partir des macroalgues opportunistes – Marées vertes de type 2.....	48
Tableau 15 : Classement DCE 2021 des masses d'eau du bassin Loire-Bretagne pour l'EQR calculé à partir des macroalgues opportunistes – Marées vertes de type 3.....	49
Carte 9 : Résultat cartographique du classement DCE pour l'EQR calculé à partir des macroalgues de bloom sur la base des années 2015 à 2021 (ou période plus restreinte pour les ME ne disposant pas de donnée pour l'ensemble de la période ; cf. § ci-dessus). Les masses d'eau côtières sont directement colorées par la couleur correspondant à leur état écologique et l'état écologique des masses d'eau de transition est représenté par un disque coloré placé en amont de la masse d'eau concernée.	50
Figure 8 : Nombre de sites touchés par des échouages d'ulves au moins une fois et par département entre le Mont Saint-Michel et l'île de Ré de 2007 à 2021 (* littoral de Charente maritime partiellement suivi : île de Ré uniquement dans le	



cadre du présent rapport ; intégralité de l'île de Ré suivie depuis 2017 alors que pour les années 2007 à 2016, seule la face nord de l'île était suivie). 7

Figure 9 : nombre de sites touchés par des échouages d'ulves en 2021 et rappel de la situation 2007-2020, par date d'inventaire sur le littoral compris entre le Mont Saint Michel et l'île de Ré (* littoral de Charente maritime partiellement suivi : ile de Ré uniquement dans le cadre du présent rapport ; intégralité de l'île de Ré suivie depuis 2017 alors que pour les années 2007 à 2016, seule la face nord de l'île était suivie). 8

Figure 10 : nombre de sites touchés par des échouages d'ulves en 2021 par date d'inventaire et par département sur le littoral compris entre le Mont Saint Michel et l'île de Ré (* littoral de Charente maritime partiellement suivi : ile de Ré uniquement dans le cadre du présent rapport ; intégralité de l'île de Ré suivie depuis 2017)..... 10



1. CONTEXTE ET OBJECTIFS

Depuis la fin des années 60, le littoral breton est touché, en certains points, par des proliférations de macroalgues vertes de type Ulves, connues du public sous le terme de « marées vertes ».

Après plusieurs années d'études plus locales, le CEVA a été chargé, de 2002 à 2006, de la mise en place puis de la réalisation du suivi du phénomène de « marées vertes » à l'échelle de la Bretagne, dans le cadre du programme Prolittoral, programme régional et interdépartemental de lutte contre les marées vertes (financement de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne, du Conseil régional de Bretagne et des quatre Conseils généraux bretons). Dans ce cadre, le CEVA a développé des outils spécifiques pour évaluer le phénomène et son évolution. Ces outils ont été élaborés en partant de la connaissance du phénomène acquise au travers des suivis antérieurs, réalisés pour le compte du Conseil général des Côtes d'Armor, de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne et de collectivités locales bretonnes particulièrement touchées par le phénomène.

Depuis le début de leurs mise en œuvre en 2007, les inventaires de marées vertes du Réseau de Contrôle de Surveillance (RCS) et le classement des masses d'eau ont été réalisés par le CEVA, sous maîtrise d'ouvrage Ifremer. Le suivi du Réseau de Contrôle Opérationnel (RCO) des masses d'eau déclassées était organisé quant à lui selon deux méthodes suivant les régions. En Bretagne, le RCO se faisait sous maîtrise d'ouvrage CEVA et en Pays de Loire, sous maîtrise d'ouvrage de l'Agence de l'Eau, de 2014 à 2017 après deux années de suivi en maîtrise d'ouvrage CEVA.

En 2017, l'Agence de l'Eau Loire Bretagne a pris la maîtrise d'ouvrage des réseaux RCS et RCO sur le littoral Loire Bretagne et établi le CCTP en vue de la réalisation de ces suivis. Le CCTP rappelle le contexte réglementaire dans lequel sont définis les réseaux de suivi.

En application de la directive cadre européenne sur l'eau 2000/60/CE du 23 octobre 2000, un programme de surveillance (RCS) a été mis en place pour les différentes catégories d'eau. Il a commencé en janvier 2007 pour l'ensemble des paramètres disposant d'une métrique.

Concernant les eaux côtières et de transition, la mise en œuvre de ce programme est encadrée par 2 arrêtés nationaux et un arrêté de bassin :

- Arrêté du 17 octobre 2018 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R. 212-22 du code de l'environnement NOR : TREL1819387A
- Arrêté n° 15.188 du 18 novembre 2015 Relatif au programme de surveillance de l'état des eaux du bassin Loire-Bretagne établi en application de l'article L.212-2-2 du code de l'environnement.
- Arrêté du 27 juillet 2018 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement NOR : TREL1819388A.

Ces 3 documents précisent les modalités d'organisation et de réalisation des prélèvements et d'analyses de l'ensemble des paramètres de contrôle de la DCE.

Les modalités pratiques de surveillance et les règles d'évaluation de la qualité des eaux littorales sont quant à elles encadrées par le Guide relatif aux règles d'évaluation de l'état des eaux littorales (eaux côtières et eaux de transition) en vue de la mise à jour de l'état des lieux 2019 - février 2018 – Articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-8 du Code l'environnement Annexe 1, téléchargeable : <https://www.eaufrance.fr/sites/default/files/2019-04/guide-reeel-2018-3.pdf>



Concernant les masses d'eau déclassées, ces textes prévoient la mise en place d'un réseau de contrôle complémentaire appelé « Réseau de contrôle opérationnel » (RCO). Sa finalité est de suivre l'évolution du critère biologique responsable du déclassement et de vérifier l'efficacité des actions engagées.

L'objectif du présent programme porté par l'Agence de l'eau Loire Bretagne est de réaliser les inventaires « marée verte » pour le RCS, pour tout le littoral Loire Bretagne et de qualifier les masses d'eau côtières et de transition sur ce critère.

A l'issue de la consultation, le CEVA a été retenu pour la réalisation des suivis RCS et RCO du littoral Loire Bretagne (2017-2020 puis 2021-2024) comprenant :

- RCS :
 - Réalisation de 3 survols aériens (mai, juillet, septembre) de l'ensemble du littoral (du Mont Saint Michel à l'île de Ré), des opérations de contrôle sur le terrain des dépôts repérés et la mesure des surfaces d'échouages pour chaque dépôt, sur photo aériennes redressées et assemblées.
 - Conduite d'une enquête auprès des communes littorales sur les proliférations et le ramassage des algues vertes.
 - Mise en forme de ces données pour l'interprétation.
- RCO :
 - Réalisation de 4 suivis aériens (avril, juin, août, octobre) pour estimer les surfaces d'échouage en Bretagne et 2 (juin et août) en sur Pays de Loire - Ré ;
 - Mesures d'indices d'eutrophisation : Quota interne N et P ;
 - Mise en forme de ces données pour interprétation.
- Interprétation des données pour qualifier les masses d'eau de tout le littoral Loire Bretagne et stockage des données dans Quadrigé2.

Les interprétations porteront sur :

- Les données surfaciques d'échouages, issues des 3 survols du RCS (mai, juillet, septembre), complétées par les données acquises par le RCO, serviront à réaliser une évaluation annuelle du classement des masses d'eau, en application des règles nationales de classement.
- Les mesures d'indices d'eutrophisation : Quota interne N et P,
- La saisie des données surfaciques dans la base Quadrigé2 en collaboration avec Ifremer.

Le présent rapport porte sur les résultats acquis sur le **linéaire Loire Bretagne dans le cadre du Réseau de Contrôle de Surveillance, RCS**. Les données issues du Réseau de Contrôle Opérationnel RCO sont présentées par ailleurs sur la façade Pays de Loire - Ré et Bretagne, ces deux façades ayant des historiques de suivi différents.



2. METHODES

Les méthodes et outils employés ici pour suivre les marées vertes ont été mis au point par le CEVA dans le cadre du programme Prolittoral, programme régional et interdépartemental de lutte contre les marées vertes en Bretagne, ce programme ayant lui-même bénéficié des acquis des études antérieures. Les suivis à réaliser et les méthodes à employer sont décrits dans le CCTP de l'étude publié par l'Agence de l'Eau Loire Bretagne et sont dans la lignée des suivis antérieurs ce qui les rend comparables avec la série historique remontant pour la Bretagne à 2002 et pour le sud Loire à 2007.

2.1. Dénombrement des sites

Le dénombrement des sites touchés par des échouages d'ulves a été réalisé par survols aériens. Afin de parcourir le littoral à un niveau de marée suffisamment bas, trois jours de vol sont programmés pour chaque mois d'inventaire (Bretagne nord, Bretagne sud et Sud Loire). La carte 1 présente le trajet parcouru par l'avion (trajet défini, pour la partie Bretagne lors des suivis de Prolittoral de 2002 à 2006 permettant de couvrir dans les meilleures conditions et à un coût acceptable la majorité du littoral et toutes les zones sur lesquelles des développements d'ulves avaient déjà été reportés).

Les survols sont planifiés pour correspondre au mieux aux heures de basse mer des zones survolées et lors de coefficients de marée les plus forts (supérieurs à 75 quand cela est possible) afin de pouvoir observer de manière optimale les dépôts sur l'estran. Ces conditions doivent coïncider avec des conditions climatiques de bonne visibilité et plafond nuageux suffisamment haut pour acquérir des photographies qui soient à des échelles convenables pour les traitements ultérieurs.

En plus du pilote, un observateur-photographe est chargé à la fois des prises de vue et du report des informations essentielles. Les acquisitions ont été réalisées, pour la plupart, avec un appareil Nikon D7100 de 24 MP, équipé d'un objectif Nikkor 18-140 VR et du module GPS GP1A. C'est dans l'avion, en fonction de la perception aérienne, que sont pré-déterminés les sites devant faire l'objet de contrôle de terrain ; la liste définitive est consolidée au retour à terre, après visualisation des photos de l'ensemble du littoral.

Une fois les photos acquises, les opérateurs de terrain sont rapidement dépêchés sur site afin de valider ou non le constat de site d' « échouage d'ulves ». Ces opérateurs relèvent les proportions des différentes algues en présence, en font des constats photographiques, recueillent, si besoin, des échantillons d'algues pour détermination systématique, ainsi que des informations relatives au type de dépôt et au mode de croissance (notamment la morphologie de l'algue indicatrice d'une phase fixée récente dans la vie de l'algue). Ces informations relevées sont ensuite archivées et 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, qu'elles sont libres et représentent visuellement plus d'un tiers des échouages (ou d'un rideau de bas de plage).

Pour le cas des vasières, le classement du site repose sur la présence, au moins localement d'un tapis continu d'ulves (plutôt qu'un taux d'ulves dans l'échouage).

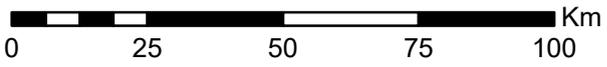
Il n'y a donc pas, à proprement parler, de seuil de superficie minimale pour qu'un site soit considéré, si ce n'est le fait que celui-ci doit pouvoir être détectable par avion (et dépôts visibles sur les photos aériennes). Cela permet de considérer les sites émergents (« alerte précoce »), de petites tailles, comme les sites plus importants. La notion d'importance de la prolifération est, par contre, traitée dans l'approche surfacique décrite ci-dessous (possibilité alors de faire des seuillages sur les surfaces). A noter que dans ce dénombrement, l'aspect prépondérant est la présence d'ulves dans l'échouage ou le « tapis » d'ulves sur vasière qui sont considérés comme indicateurs d'un dysfonctionnement potentiel de l'écosystème.



Itinéraire de survol pour le suivi aérien des bloom de macroalgues opportunistes

RCS Loire-Bretagne, années 2021
programme de surveillance en mai, juillet, septembre
 (3 jours de survol par date d'inventaire)

- survol nord Bretagne
- survol sud Bretagne
- survol Pays de Loire - Ile de Ré
- survols complémentaires vasières (1 jour nord, 1 jour sud)
- P112 - zone non survolée, contrôles de terrain
- Délimitation des Masses d'Eau DCE





2.2. Estimation quantitative surfacique

Lors des survols, tous les dépôts d'algues sont photographiés ce qui implique un nombre de photos plus ou moins important en fonction de la taille du site et des conditions atmosphériques qui imposent une altitude de vol. En 2021, pour tous les sites de type « sableux » classés « site à échouage d'ulves », est prévue une estimation surfacique (ce qui n'était plus le cas de 2013 à 2017 ; afin d'alléger les suivis, certaines masses d'eau, du sud Loire en particulier, a priori en bon état ne faisaient plus l'objet d'estimation surfacique ; les acquisitions aériennes seules étaient maintenues). Pour les sites à « marée verte » de type 3 « vasières », les évaluations surfaciques sont réalisées sur une liste de 10 ME (hors bon état sur les années 2008-2010 ; les dépôts d'algues vertes des autres ME sont photographiés mais les digitalisations ne sont pas réalisées). Pour les sites faisant l'objet d'une estimation surfacique des couvertures en ulves, les images acquises les plus pertinentes sont sélectionnées puis importées sous SIG. Le nombre de photos utilisées pour l'estimation des surfaces varie en fonction de la taille du site et de l'altitude de vol (une quinzaine de clichés pour les plus grands sites). Les photographies sont souvent obliques (en particulier dans le cas des grandes baies, surtout lorsque le plafond nuageux interdit une prise d'altitude suffisante) ce qui impose, pour pouvoir mesurer les surfaces de dépôt, la rectification des clichés par géoréférencement. Pour les sites présentant de vastes estrans et nécessitant de nombreuses prises de vues pour couvrir l'ensemble des dépôts à une résolution adaptée, et lorsque la qualité des prises de vues aériennes le permet (peu de nuages, recouvrement suffisant entre les photos), il est possible d'utiliser les techniques de photogrammétrie pour réaliser des « mosaïques orthorectifiées ». Cette méthode permet, entre autre, d'optimiser la précision et la résolution du géoréférencement, ainsi que le volume de données. Ainsi, une photo de bonne résolution (zoomée) mais présentant peu ou pas d'amers stables dans le temps (donc pas disponible sur les ortholittorales ni dans les bases d'amers CEVA) pourra elle être utilisée en exploitant les structures visibles sur cette photo ainsi que sur des photos des zones adjacentes (par exemple les figures de dépôt d'ulves sur l'estran).

Une fois intégrées au SIG « Marées Vertes », les photos sont géoréférencées (alignement sur des données de référence). Pour disposer de références fiables, le CEVA utilise principalement les orthophotographies du littoral (acquises à marée basse). 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 », interne au CEVA, sont également utilisés. Cette opération de géoréférencement permet d'obtenir des données géométriquement redressées.

Cela permet ensuite la délimitation des surfaces couvertes. Deux digitalisations distinctes sont effectuées :

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

Pour pouvoir comparer les dépôts entre eux (comparaison inter- ou intra sites au cours de la saison et interannuelle) le CEVA a défini une surface dite « équivalent 100 % » de couverture. Chaque dépôt fait l'objet d'une détermination de taux de couverture, par photo-interprétation. Les photo-interprétations sont standardisées par l'utilisation d'un catalogue de référence illustrant les recouvrements types (étalonnés en utilisant une procédure de traitement d'image). L'annexe 1 illustre les traitements surfaciques réalisés pour obtenir ces surfaces couvertes.

Les surfaces en algues digitalisées pour chaque site sont ensuite traitées dans la banque de données : calcul, pour chaque polygone, des surfaces en « équivalent 100% » (taux de couverture x surface du dépôt) et agrégation par site de l'ensemble des surfaces. Intégrée à la base de données « Marées Vertes », une table synthétique des résultats permet alors de disposer pour chaque site et pour chaque inventaire :

- de la somme des surfaces couvertes par le rideau (équivalent 100 %),
- de la somme des surfaces « globalement » concernées par les dépôts d'ulves,

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



- de la surface totale réellement couverte par les ulves en dépôt (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.

Les outils développés par le CEVA pour suivre les marées vertes ont été initialement développés pour les sites bretons de marées vertes « classiques » correspondant à des baies sableuses touchées par des proliférations d'algues monospécifiques (ulves en lames, très majoritairement). Ces mêmes outils peuvent cependant être appliqués également aux sites dits de « vasières » pour lesquels les dépôts d'algues sont moins mobiles et sont, la plupart du temps, constitués de plusieurs espèces d'algues, en lame du genre *Ulva* ou *Ulvaria* et d'algues vertes filamenteuses. A la demande des collectivités bretonnes et de l'Agence de l'Eau regroupées dans Prolittoral, le CEVA a réalisé en 2003 de premières estimations « sommaires » des surfaces couvertes par les ulves « en lame » sur les sites de « vasières ». Ces estimations ont toujours été présentées comme plus délicates dans la mesure où les limites entre les dépôts massifs d'ulves et des dépôts parfois fins d'algues vertes filamenteuses sont souvent difficiles à tracer. En général, l'évolution saisonnière de la couverture algale est plus lente sur les sites de vasières que sur les sites « classiques » de plage. Enfin, les conditions d'échantillonnage des vasières sont souvent difficiles (en particulier parcours très délicat de ces milieux). C'est pourquoi le CEVA, en accord avec les partenaires de Prolittoral, avait choisi de saisir, pour une année, les surfaces couvertes par des dépôts épais d'ulves à la date pour laquelle ces dépôts semblent à leur maximum. Ce même travail sur le maximum annuel des vasières avait été proposé dans le cadre du programme de surveillance pour 2007. Cela permettait déjà de donner un poids relatif à chaque site et de comparer les maximums annuels de chaque site.

En 2008, pour converger vers les grilles de classement européennes de la DCE des **masses d'eau de type « abritées » (vasières)**, mises au point par les Anglais et les Irlandais, le CEVA a tracé, toujours pour la date semblant présenter le maximum annuel de biomasse (ou présentant le plus de photos exploitables des dépôts), **toutes les surfaces couvertes par les algues vertes** (filamenteuses ou en lame) pour les sites qui sont classés comme « touchés par des échouages d'ulves ». Cela évite d'avoir à distinguer les deux types d'algues mais cela suppose aussi un travail nettement plus important en termes de couverture photographique aérienne, de géoréférencement des photos et de digitalisation des dépôts (surface beaucoup plus étendue si on ne se limite plus aux seuls dépôts épais de morphologie ulve). Ce changement dans le traitement sur les sites de vasière rend donc délicate toute comparaison brute des données de 2008 avec les données des années antérieures.

En 2009, les suivis surfaciques des vasières ont été réalisés avec les mêmes méthodes qu'en 2008 (digitalisation des surfaces couvertes par les algues vertes au maximum annuel de biomasse). En 2010, afin de converger vers les méthodologies mises au point par les Anglais et les Irlandais dans le cadre de la DCE, il a été choisi :

- d'une part de s'affranchir de la notion de classement de sites et de digitaliser systématiquement tous les dépôts d'algues vertes des systèmes vaseux (toutes les masses d'eau de transition, ainsi que 4 masses d'eau côtières présentant des sites de vasières : FRGC07 « Paimpol-Perros Guirec », FRGC11 « Baie de Morlaix », FRGC16 « Rade de Brest » et FRGC39 « Golfe du Morbihan ») dans la mesure où les dépôts semblent pouvoir représenter 5 % de couverture de l'aire potentiellement colonisable.
- et d'autre part de choisir le mois d'inventaire présentant le maximum annuel de surface couverte par les algues vertes (et non plus seulement basé sur le maximum annuel de biomasse).

Il est à noter que la notion de classement des vasières est tout de même une donnée conservée pour permettre l'élaboration des mêmes cartes et histogrammes de dénombrement que dans les rapports précédents (continuité de l'indicateur et maintien d'un suivi « a minima » de ces milieux).

Depuis 2011, et jusqu'en 2021, le traitement des données des 10 masses d'eau les plus touchées (base classement sur 2010, Tableau 1) a été retenu plutôt que l'exhaustivité des vasières touchées par des tapis d'ulves comme les années précédentes. Il est essentiel de noter que les surfaces d'algues vertes se développant sur les zones vaseuses des MEC majoritairement sableuses ne sont donc plus considérées dans l'évaluation de



la qualité écologique des masses d'eau depuis 2011. Sur ces années, sur les MEC comme sur les MET, les surfaces des sites de vasière sont estimées en se focalisant sur le mois d'inventaire reflétant le maximum annuel surfacique.

Tableau 1: Récapitulatif des MET et assimilées faisant l'objet d'une évaluation surfacique en 2021

Code ME	ME suivies en 2021
FRGT02	✓
FRGT03	✓
FRGT06	✓
FRGT07	✓
FRGT08	✓
FRGT14	✓
FRGT20	✓
FRGT21	✓
FRGT24	✓
FRGC39	✓

Pour pouvoir faire des acquisitions photographiques plus exhaustives des vasières sans compromettre les acquisitions sur le reste du littoral, deux survols spécifiques ont été effectués à des dates *a priori* proches du maximum annuel (cf. § 2.4.).

2.3. Enquête sur les échouages et ramassages auprès des communes littorales

Un courrier (messagerie électronique) a été envoyé à toutes les communes littorales (trois contenus distincts en raison d'historiques différents : un pour les communes costarmoricaines et finistériennes dont certaines sont également enquêtées, sur le même thème, par les préfetures, un pour les communes d'Ille et Vilaine et du Morbihan et un pour les communes de Loire-Atlantique, Vendée et nord de la Charente-Maritime), demandant à chaque mairie de remplir le questionnaire « en ligne » mis en place par le CEVA. Ce questionnaire « en ligne », mis en place en 2019, a été amélioré début 2020 avant d'inviter les communes à répondre de sorte à contrer les problèmes rencontrés dans la première version de 2019. Néanmoins, la possibilité d'une réponse par mel, voire courrier a été maintenue pour les communes souhaitant conserver ces moyens de communication (dans ce dernier cas, la saisie informatique est réalisée par le CEVA).

Le questionnaire aborde les constatations d'échouage sur le littoral communal et les ramassages éventuellement entrepris : volume, type d'algue, coûts engendrés, moyens de ramassage et destination des algues. Il est nécessaire de rechercher ces informations, notamment pour **le suivi du SDAGE**, mais aussi car ils peuvent, au moins sur certains sites, **influencer les indicateurs surfaciques relevés par ailleurs** (amplification possible de l'impact du ramassage si celui-ci était renforcé notamment en cas d'utilisation de nouveaux moyens de ramassage). Ces enquêtes ont néanmoins des limites : déclarations approximatives des volumes par certaines communes (estimations de tonnages ou du cubage, avec maintenant certaines communes qui procèdent à des ressuyages qui diminueraient, d'après elles, assez sensiblement les volumes), déclaration peu précise des proportions des différentes algues dans les dépôts (notamment la proportion d'algues vertes sous-estimée par certaines communes et semble-t-il, surestimée pour d'autres), reports de coûts relatifs à des méthodes très hétérogènes (notamment pour les coûts des ramassages en régie), renseignement peu précis du devenir des algues ramassées.... Malgré ces manques de précision pour certaines communes, **les communes réellement concernées par des échouages massifs et des ramassages importants**, communiquent des informations précises qui permettent d'appréhender à la fois les volumes collectés et leurs évolutions au fil des ans. L'annexe 2 présente le questionnaire envoyé aux communes.



2.4. Classement DCE des masses d'eau du bassin Loire-Bretagne

Deux grilles de classement avaient été initialement établies ; l'une destinée aux marées vertes se développant dans les baies sableuses et dont les dépôts sont mobiles (marée verte « classique » nommée marée verte de type 1) et l'autre, adaptée aux marées vertes se développant sur substrat majoritairement vaseux avec des dépôts peu mobiles (marée verte dite de type 3). Ces deux grilles répondent aux deux types de marées vertes les plus couramment observés au niveau du bassin Loire-Bretagne. Un troisième outil d'évaluation a été élaboré pour s'adapter aux marées vertes de type 2 dont les algues ont une phase de croissance fixée sur les platiers rocheux avant d'être arrachées et de s'échouer sur les plages. Sur la base des observations de terrain et de l'importance des différents types de substrats dans la zone intertidale, chaque masse d'eau touchée par des marées vertes a été rattachée à un type de marée verte. Dans les paragraphes suivants, une présentation succincte des différentes grilles d'évaluation est proposée (pour une description plus détaillée, voir Rossi 2012²).

2.4.1. Evaluation de la qualité écologique des masses d'eau présentant des marées vertes de type 1

L'évaluation de la qualité écologique de ces masses d'eau se base sur trois métriques issues des données algales surfaciques acquises en mai, juillet et septembre et moyennées sur une période de 6 ans (ou sur le maximum d'années disponibles quand moins de 6 années disponibles), ceci pour prendre en compte les variations inter-annuelles :

- métrique 1 : **pourcentage maximum** de l'aire potentiellement colonisable³ recouverte par les algues vertes.
- métrique 2 : **pourcentage moyen** de l'aire potentiellement colonisable recouverte par les algues vertes.
- métrique 3 : **fréquence des dépôts d'algues** vertes dont la surface excède 1.5 % de l'aire potentiellement colonisable.

Pour chaque métrique, des seuils ont été établis sur la base du dire d'expert et des données historiques permettant de définir les différents états écologiques. La combinaison des résultats de chaque métrique aboutit à un ratio de qualité écologique (EQR) qui permet d'attribuer à chaque masse d'eau, une qualité écologique. Suite au processus européen d'intercalibration, les seuils entre le Bon Etat et le Très Bon Etat ont été revus en 2017 et sont présentés dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Seuils reflétant les différents états écologiques pour chaque métrique de l'outil destiné aux marées vertes de type 1

Métrique 1 (%)	Métrique 2 (%)	Métrique 3 (%)	EQR	Etat écologique
[0 -0.5[	[0 -0.25[	[0 -10[	[1-0.825[	Très bon
[0.5-1.5[	[0.25-0.75[	[10-30[	[0.825-0.617[	Bon
[1.5-4[	[0.75-2[	[30-60[	[0.617-0.4[	Moyen
[4-10[	[2-5[	[60-90[	[0.4-0.2[	Médiocre
[10-100]	[5-100]	[90-100]	[0.2-0]	Mauvais

² Rossi N. 2012. Domaine d'application et validation des grilles d'évaluation de la qualité des masses d'eau côtières et de transition élaborées dans le cadre de la DCE. Élément de qualité biologique « macroalgues opportunistes » - Rapport final – 55p.

³ L'aire potentiellement colonisable se définit comme l'aire de substrat meuble (sable + vase) de la zone intertidale (zone comprise entre le trait de côte et la limite théorique de plus basse mer matérialisée par l'isobathe 0 des cartes marines)



Les masses d'eau pour lesquelles l'évaluation de la qualité écologique a été effectuée avec la grille destinée aux marées vertes de type 1 ainsi que les données utilisées pour l'obtention des résultats sont récapitulées dans le Tableau 3 ci-dessous.

Tableau 3 : Masses d'eau des bassins Loire Bretagne classées par la grille destinée aux marées vertes de type 1

Code ME	Nom ME	Données utilisées
FRGC01	Baie du Mont Saint Michel	2016-2021
FRGC03	Rance Fresnaye	2016-2021
FRGC05	Fond baie de Saint Brieuc	2016-2021
FRGC06	Saint Brieuc large	2016-2021
FRGC09	Perros Guirec-Morlaix large	2016-2021
FRGC10	Baie de Lannion	2016-2021
FRGC12	Leon Tregor (large)	2016-2021
FRGC20	Baie de Douarnenez	2016-2021
FRGC26	Baie d'Audierne	2016-2021
FRGC29	Baie de Concarneau	2016-2021
FRGC34	Lorient -Groix	2016-2021
FRGC35	Baie d'Etel	2016-2021
FRGC36	Baie de Quiberon	2016-2021
FRGC48	Baie de Bourgneuf	2017-2021*
FRGC49	La Barre de Monts	2016-2021
FRGC53	Pertuis breton	2016-2021

* pas de suivi sur cette ME au titre des années 2013 à 2016 (classement TBE sur 2007-2012)

2.4.2. Evaluation de la qualité écologique des masses d'eau présentant des marées vertes de type 2

Trois métriques permettent d'évaluer la qualité écologique de ces masses d'eau en tenant compte des différents types de substrats colonisés au cours du cycle de développement de ces marées vertes (substrat rocheux puis substrat sableux) :

- métrique 1 : **pourcentage** des dépôts printaniers d'ulves (mai) par rapport à la surface de substrat rocheux.
- métrique 2 : **pourcentage moyen** des dépôts estivaux d'ulves (juillet-septembre) par rapport à la surface de substrat rocheux.
- métrique 3 : **pourcentage maximum** de substrat meuble touché par des échouages d'ulves.

Pour chaque métrique, des seuils ont été établis sur la base du dire d'expert permettant de définir les différents états écologiques. La combinaison des résultats de chaque métrique aboutit à un ratio de qualité écologique (EQR) qui permet d'attribuer à chaque masse d'eau, une qualité écologique (Tableau 4).

Tableau 4 : Seuils reflétant les différents états écologiques pour chaque métrique de l'outil destiné aux marées vertes de type 2

Métrique 1 (%)	Métrique 2 (%)	Métrique 3 (%)	EQR	Etat écologique
[0-1[	[0-0.5[	[0-0.5[	[1-0.8[	Très bon
[1-2[	[0.5-1[	[0.5-1.5[	[0.8-0.6[	Bon
[2-10[	[1-5[	[1.5-4[	[0.6-0.4[	Moyen
[10-20[	[5-10[	[4-10[	[0.4-0.2[	Médiocre
[20-100]	[10-100]	[10-100]	[0.2-0]	Mauvais



Les masses d'eau pour lesquelles l'évaluation de la qualité écologique a été effectuée avec la grille destinée aux marées vertes de type 2 ainsi que les données utilisées pour l'obtention des résultats sont récapitulées dans le Tableau 5 ci-dessous.

Tableau 5 : Masses d'eau des bassins Loire Bretagne classées par la grille destinée aux marées vertes de type 2

Code ME	Nom ME	Données utilisées
FRGC13	Les Abers (large)	2016-2021
FRGC28	Concarneau (large)	2016-2021
FRGC32	Laïta - Pouldu	2016-2021
FRGC38	Golfe du Morbihan (large)	2016-2021
FRGC42	Belle-Ile	2016-2021
FRGC44	Baie de Vilaine (côte)	2016-2021
FRGC45	Baie de Vilaine (large)	2016-2021
FRGC46	Loire large	2016-2021
FRGC47	Ile d'Yeu	2016-2021
FRGC50	Nord Sables d'Olonne	2008-2012*
FRGC51	Sud Sables d'Olonne	2008-2012*

** pas de suivi sur ces ME au titre des années 2013 à 2016 (classement TBE sur 2008-2012)*

2.4.3. Evaluation de la qualité écologique des masses d'eau présentant des marées vertes de type 3

L'évaluation de la qualité écologique de ces masses d'eau se base sur deux métriques issues des données algales surfaciques acquises au moment du maximum du développement algal et moyennées sur le maximum d'années disponibles (période de 6 ans, quand possible) :

- métrique 1 : **pourcentage maximum** de l'aire potentiellement colonisable recouverte par les algues vertes.
- métrique 2 : **aire affectée** par les dépôts d'algues vertes (ha).

Pour chaque métrique, des seuils ont été établis sur la base du dire d'expert et des données historiques permettant de définir les différents états écologiques. La combinaison des résultats de chaque métrique aboutit à un ratio de qualité écologique (EQR) qui permet d'attribuer à chaque masse d'eau, une qualité écologique (Tableau 6).

Tableau 6 : Seuils reflétant les différents états écologiques pour chaque métrique de l'outil destiné aux marées vertes de type 3

Métrique 1 (%)	Métrique 2 (ha)	EQR	Etat écologique
[0 -5[	[0 -10[	[1-0.8[	Très bon
[5-15[	[10-50[	[0.8-0.6[	Bon
[15-25[	[50-100[	[0.6-0.4[	Moyen
[25-75[	[100-250[	[0.4-0.2[	Médiocre
[75-100]	[250-6000]	[0.2-0]	Mauvais

Les masses d'eau pour lesquelles l'évaluation de la qualité écologique a été effectuée avec la grille destinée aux marées vertes de type 3 ainsi que les données utilisées pour l'obtention des résultats sont récapitulées dans le Tableau 7 ci-dessous.



Tableau 7 : Masses d'eau des bassins Loire Bretagne classées par la grille destinée aux marées vertes de type 3

Code ME	Nom ME	Données utilisées
FRGT02	Bassin maritime de la rance	2016-2021
FRGT03	Le Trieux	2016-2021
FRGT04	Le Jaudy	2008-2012
FRGT05	Le Léguer	2008-2010*
FRGT06	Rivière de Morlaix	2016-2021
FRGT07	La Penzé	2016-2021
FRGT08	L'Aber Wrac'h	2016-2021
FRGT09	L'Aber Benoît	2008-2010*
FRGT10	l'Elorn	2008-2010*
FRGT11	Rivière de Daoulas	2008-2010*
FRGT12	l'Aulne	2008-2010*
FRGT14	Rivière de Pont-l'Abbé	2016-2021
FRGT15	l'Odet	2008-2010*
FRGT16	l'Aven	2008-2010*
FRGT17	La Belon	2009-2010*
FRGT18	La Laïta	2009-2010*
FRGT19	Le Scorff	2009-2010*
FRGT20	Le Blavet	2016-2021
FRGT21	Rivière d'Etel	2016-2021
FRGT22	Rivière de Crac'h	2008-2013
FRGT23	Rivière d'Auray	2008-2013
FRGT24	Rivière de Vannes	2016-2021
FRGT25	Rivière de Noyal	2008-2013
FRGT27	La Vilaine	2008-2010*
FRGC07	Paimpol-Perros-Guirec	2008-2012
FRGC11	Baie de Morlaix	2008-2010*
FRGC16	Rade de Brest	2008-2012
FRGC39	Golfe du Morbihan	2016-2021

* pas de suivi surfacique sur ces ME depuis 2011 (respect BE sur 2008-2010 ou 2009-2010)

2.5. Missions aériennes réalisées

Toutes les missions planifiées ont pu être réalisées aux périodes prévues. Les contraintes spécifiques de survol de la rade de Brest (zone militaire P112) ont conduit, conformément au programme annuel, à exclure cette zone des survols aériens. Les opérations de terrain ont été densifiées sur cette zone pour compenser cette impossibilité de survol (secteur de la presqu'île de Crozon principalement ; secteurs du fond de rade sur la partie Aulne comme Elorn étant accessibles en survol comme le présente la carte 1).

Les survols ont été réalisés aux dates et coefficients de marées suivants :

Mai :

- 10 mai : côtes Sud Loire ; coeff. 78
- 13 mai : côtes de Bretagne Nord ; coeff. 78
- 14 mai : côtes de Sud Bretagne ; coeff. 76

Juillet :

- 11 juillet : côtes Sud Loire ; coeff. 75
- 12 juillet : côtes de Bretagne Sud ; coeff. 76
- 14 juillet : côtes de Bretagne Nord ; coeff. 75



- 23 juillet : survol complémentaire des vasières du Sud Bretagne (Estuaire de la Vilaine, de Penerf, de la rivière d'Auray, Golfe du Morbihan, de la rivière de Crac'h, de la Ria d'Etel, du Blavet et du Scorff, de la Laïta, de l'Aven et du Belon, de l'Odet et de la rivière de Pont L'Abbé) ; coeff. 85

- 10 août : survol complémentaire des vasières du Nord Bretagne (Aber Benoit, Aber Wrac'h, baie de la Penzé, de Morlaix, estuaire du Léguer, Jaudy, Trieux et baie de Paimpol) ; coeff. 88

NB : conformément au programme, les acquisitions sur les autres vasières ont été réalisées en même temps que les acquisitions côtières sur les survols de mai, juillet, ou septembre.

Septembre :

- 6 septembre : côtes de Bretagne Nord (sauf Binic et Baie de Saint Briec) ; coeff. 85

- 7 septembre : côtes de Bretagne Sud + littoral Binic à baie de Saint Briec ; coeff. 94

- 9 septembre : côtes du Sud Loire ; coeff. 101

Rapidement après chaque vol, l'équipe du CEVA a été mobilisée sur le terrain pour contrôler le type d'algues repérées en aérien. L'intervention rapide (dans les 5 jours suivant le survol pour la majorité des sites) permet de minimiser le risque de ne pas retrouver, lors des contrôles de terrain, les algues photographiées lors de la mission aérienne. Ces contrôles ont pu être réalisés sur les sites principaux pour lesquels cela avait été jugé nécessaire.



3. RESULTATS

3.1. Dénombrement de sites

3.1.1. Sites touchés par des échouages d'ulves

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 où les contrôles de terrain mettent en évidence une proportion jugée « anormale » d'ulves (visuellement un tiers d'ulves dans l'échouage). Une partie de ces sites sont des sites d'échouage de goémon, parfois de très petite taille (quelques dizaines ou centaines de mètres carrés). Dans la mesure où 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). Les vasières, si elles sont, en plus ou moins grande partie, couvertes par des ulves sont également classées comme touchées. Il est important de répertorier ces sites (réponses à des riverains préoccupés par ces échouages, « alerte précoce » en cas d'apparition d'échouages plus ou moins importants et devenant réguliers). De plus, ce classement des sites est préalable aux opérations d'évaluation des couvertures par les ulves qui ne sont déclenchées qu'en cas de détection d'une anomalie (pas d'évaluation surfacique des sites d'échouages de goémon même si 5 ou 10 % d'ulves s'y trouvent mêlés, ce type d'échouage étant considéré comme naturel). Ces sites ne peuvent pour autant être tous assimilés aux quelques grands sites régionaux dits à « **marées vertes** », sur lesquels la production d'ulves est considérable et dure plusieurs mois de l'année, provoquant des échouages massifs, sources de nuisances pour les riverains et touristes. **Aussi, le dénombrement de sites est un indicateur qu'il convient d'utiliser avec prudence. L'importance de la marée verte de l'année sera qualifiée de façon plus fine à travers l'indicateur des surfaces couvertes par les ulves. L'indicateur DCE qui prend en compte les surfaces d'échouage sur 6 années de mesure permet une évaluation plus fiable.**

Notion de « site touché » par les échouages d'ulves :

Sur la côte bretonne, premier linéaire côtier suivi, le CEVA a déterminé des "sites d'échouage d'ulves" à chaque observation d'un échouage répondant au critère de classement si le secteur d'échouage était distinct d'un "site" préexistant : site pouvant être alimenté par un cours d'eau différent et présentant une discontinuité avec les dépôts de sites voisins (classiquement séparés par une pointe rocheuse, ou un secteur côtier indemne d'algues). Pour ce qui est du secteur côtier au sud de la Loire, le suivi de 2007 constituait une première série d'observations. Afin que la définition des « sites » ne soit pas trop éloignée de ce qui était fait sur les côtes bretonnes, le CEVA, à l'issue des trois campagnes aériennes, a défini des sites en fonction des échouages qui ont été observés lors de ces trois campagnes : type d'algues rencontrées, morphologie des dépôts, continuité de ceux-ci. Il convient de noter que les types de dépôts sont assez différents de ce qui est rencontré sur les côtes bretonnes (secteurs sur lesquels les dépôts sont plus ou moins continus, concentrés sur le haut de l'estran, ou au contraire dépôts de bas de plage sur près de 15 km dans le cas de l'inventaire de septembre 2007 ou 2013 sur la côte vendéenne). Le dénombrement des sites, dépendant largement de la définition des « sites », doit donc être considéré avec prudence. A titre d'illustration, la baie de Douarnenez qui peut être considérée comme une « baie touchée » est en réalité dans les inventaires décomposée en 11 « sites » distincts. Ce comptage en nombre de sites peut donc, en fonction des délimitations des sites (liés à la géomorphologie du littoral et à l'historique des suivis du CEVA), donner une image très différente de celle permise par l'analyse en surface d'échouage ou en biomasse totale.



Pour l'ensemble de l'année, sur le littoral allant du Mont Saint-Michel à l'île de Ré, **109 sites ont été classés au moins une fois comme touchés par des échouages d'ulves**. A noter qu'en 2021 (comme c'est le cas depuis 2017), l'intégralité de l'île de Ré fait l'objet de suivi et de classement alors que précédemment, seule la façade nord de l'île était suivie (4 sites potentiels supplémentaires). Sur ces 109 sites, 36 ont été touchés lors des trois inventaires ; 44 ont été touchés deux fois et 29 une fois. **La carte 2 présente ces sites classés pour leurs échouages d'ulves et les occurrences pour l'année 2021.**

Le rappel ci-dessus de la définition de la notion de site conduit à analyser avec prudence les sites « classés » qui ne sont pas tous des sites de « marées vertes » tels que les sites emblématiques bretons. En particulier, pour les sites repérés sur le littoral au sud de la Loire, les morphologies de dépôt et la nature des algues n'étant pas toujours identiques à ce que l'on trouve « classiquement » sur le littoral breton. En effet, sur ces sites, les dépôts sont, sur la plupart des secteurs, en haut d'estran sur de vastes zones le long du littoral avec un mélange d'algues (vertes et/ou rouges et/ou brunes). Les ulves présentent souvent des morphologies indiquant qu'elles ont eu une phase de croissance fixée au substrat avant d'être arrachées (marée verte de type 2). Ces zones d'échouage sont, par ailleurs, proches de vastes platiers rocheux qui sont, en bonne partie, couverts d'algues vertes. A noter que certains secteurs bretons d'échouages d'ulves peuvent aussi correspondre à ce type de fonctionnement de site (croissance fixée sur platier au moins sur une partie de la vie de l'algue puis arrachage et poursuite, ou non, de la croissance libre dans la masse d'eau).

Le Tableau 8 et le Tableau 9 ci-dessous et la Figure 8 de l'Annexe 3 présentent **les sites touchés par des échouages d'ulves au moins une fois sur les trois inventaires de l'année et par département**. En 2021, le nombre de sites concernés (109) est sensiblement inférieur aux années 2020, 2019, 2018 et 2017 (respectivement 115, 116, 114 et 118) et encore plus par rapport à 2016 (123 sites). Le nombre de sites est cependant supérieur à 2014 (101 sites, chiffre le plus bas depuis 2007, démarrage des suivis à l'échelle de ce linéaire). A noter que pour 2021, comme cela est le cas depuis 2017, l'extension à la face sud de l'île de Ré augmente de 3 sites, le nombre de sites effectivement touchés en dehors du périmètre suivi les années antérieures. Le niveau atteint en 2021 est **sensiblement inférieur au niveau moyen interannuel** si l'on exclut la façade sud de l'île de Ré (113.7 sites sur le linéaire n'intégrant pas le sud de l'île de Ré ; 106 sites sur ce même linéaire en 2021 soit 7 % de moins). Sur la série 2007-2021 de 15 années d'observation, l'année 2021 est, en nombre de sites touchés par des échouages d'ulves, la troisième année la plus faible (avec 106 sites touchés sur le littoral « hors sud de l'île de Ré », juste derrière 2013, 105 sites et 2014, 101 sites) ce qui indique donc, sur cet indicateur, **une année de faible prolifération**.

L'annexe 3 présente quelques éléments supplémentaires sur l'évolution de l'indicateur « nombre de sites » pour les différentes années et par département.

Tableau 8 : Nombre de sites classés en 2021 par département en fonction de la nature du site.

Département	Nature du site	mai	juillet	Septembre
Ille et Vilaine	vasière	0	1	2
	sable	0	0	0
Côtes d'Armor	vasière	0	2	4
	sable	9	12	12
Finistère	vasière	10	8	8
	sable	19	24	21
Morbihan	vasière	7	7	7
	sable	6	9	4
Loire Atlantique	sable	5	6	6
Vendée	sable	1	9	10
Charente maritime*	sable	6	5	5
Total		63	83	79

* pour la Charente maritime, seule l'île de Ré est suivie (en intégralité depuis 2017) dans le cadre de ce rapport



La liste exhaustive de ces sites touchés par des échouages d'ulves lors des trois inventaires de 2021 est donnée par le Tableau 9.

Tableau 9 : Sites classés pour des échouages d'ulves en 2021 pour chacune des dates d'inventaires en fonction de la nature du site et du code Masse d'Eau (ME).

Département	Code ME	Nom du site	NATURE_SITE	mai	juillet	septembre
35	FRGT02	SAINT-JOUAN-DES-GUERETS	vasière			√
22	FRGT02	LA VILLE GER	vasière		√	√
35	FRGT02	MINIHIC-SUR-RANCE	vasière		√	√
22	FRGC03	ARGUENON	sable		√	√
22	FRGC03	FRESNAYE	sable	√	√	√
22	FRGC05	ERQUY	sable		√	√
22	FRGC05	VAL ANDRE	sable		√	
22	FRGC05	MORIEUX	sable	√	√	√
22	FRGC05	YFFINIAC	sable	√	√	√
22	FRGC05	ROSAIRES	sable	√		√
22	FRGC05	BINIC/ETABLES-SUR-MER	sable	√	√	√
22	FRGC05	SAINT-QUAY-PORTRIEUX	sable	√		√
22	FRGT03	LEDANO	vasière			√
22	FRGC07	PLEUBIAN	sable	√		
22	FRGT04 / FRGC07	JAUDY	vasière			√
22	FRGC07	PELLINEC	vasière		√	√
22	FRGC07	TRESTEL	sable		√	√
22	FRGC07	NANTOUAR	sable		√	√
22	FRGC09	LANDRELLEC	sable	√		
22	FRGT05 / FRGC10	BEG LEGUER	sable		√	√
22	FRGC10	LOCQUEMEAU	sable	√	√	
22	FRGC10	SAINT-MICHEL-EN-GREVE	sable		√	√
29	FRGC10	LOCQUIREC	sable	√	√	√
29	FRGC09	PORZ BILIEC	sable		√	√
29	FRGC09	MOULIN-DE-LA-RIVE	sable		√	√
29	FRGT06 / FRGC11	TY NOD/RADE DE MORLAIX	vasière	√	√	√
29	FRGT07 / FRGC11	PENZE	vasière	√	√	√
29	FRGC12	TEVENN	sable	√	√	
29	FRGC12	HORN/GUILLEC	sable	√	√	√
29	FRGC12	PORT NEUF	sable		√	√
29	FRGC12	KERVALIOU/KERFISSIEN	sable		√	√
29	FRGC12	PORS-GUEN/PORS-MEUR	sable	√	√	√
29	FRGC12	KEREMMA	sable		√	√
29	FRGC12	PLOUNEOUR	sable			√
29	FRGC12	BRIGNOGAN	sable	√	√	√
29	FRGC12	GUISSENY	sable	√	√	√
29	FRGC12	VOUGOT	sable		√	
29	FRGC12	MOGUERAN/COREJOU	sable	√	√	√
29	FRGT08 / FRGC13	ABER WRACH	vasière	√		√
29	FRGT09 / FRGC13	ABER BENOIT	vasière	√		
29	FRGC13	COULOUARN	sable	√	√	
29	FRGC13	TREOMPAN	sable	√		
29	FRGC13	PORTSALL	vasière	√		√
29	FRGC16	TREZ-HIR	sable	√		
29	FRGC16	MOULIN-BLANC	vasière	√		
29	FRGT10	ELORN	vasière		√	√
29	FRGT12	AULNE/FOND DE RADE	vasière	√	√	√
29	FRGC16	ROSCANVEL	vasière	√	√	
29	FRGC20	LIEUE-DE-GREVE	sable	√	√	√
29	FRGC20	KERVIJEN/TY AN QUER	sable	√	√	√
29	FRGC20	SAINTE-ANNE-LA-PALUD	sable	√	√	√
29	FRGC20	KERVEL/TREZMALAOUEN	sable	√	√	√
29	FRGC20	RY	sable	√	√	√
29	FRGC20	PORT RHU/TREBOUL	sable		√	
29	FRGC28	LESCONIL	sable		√	√
29	FRGC28	LODONNEC	sable	√		
29	FRGC29	ILE-TUDY	sable			√
29	FRGT15	ODET	vasière	√	√	
29	FRGC29	CAP COZ	sable		√	√

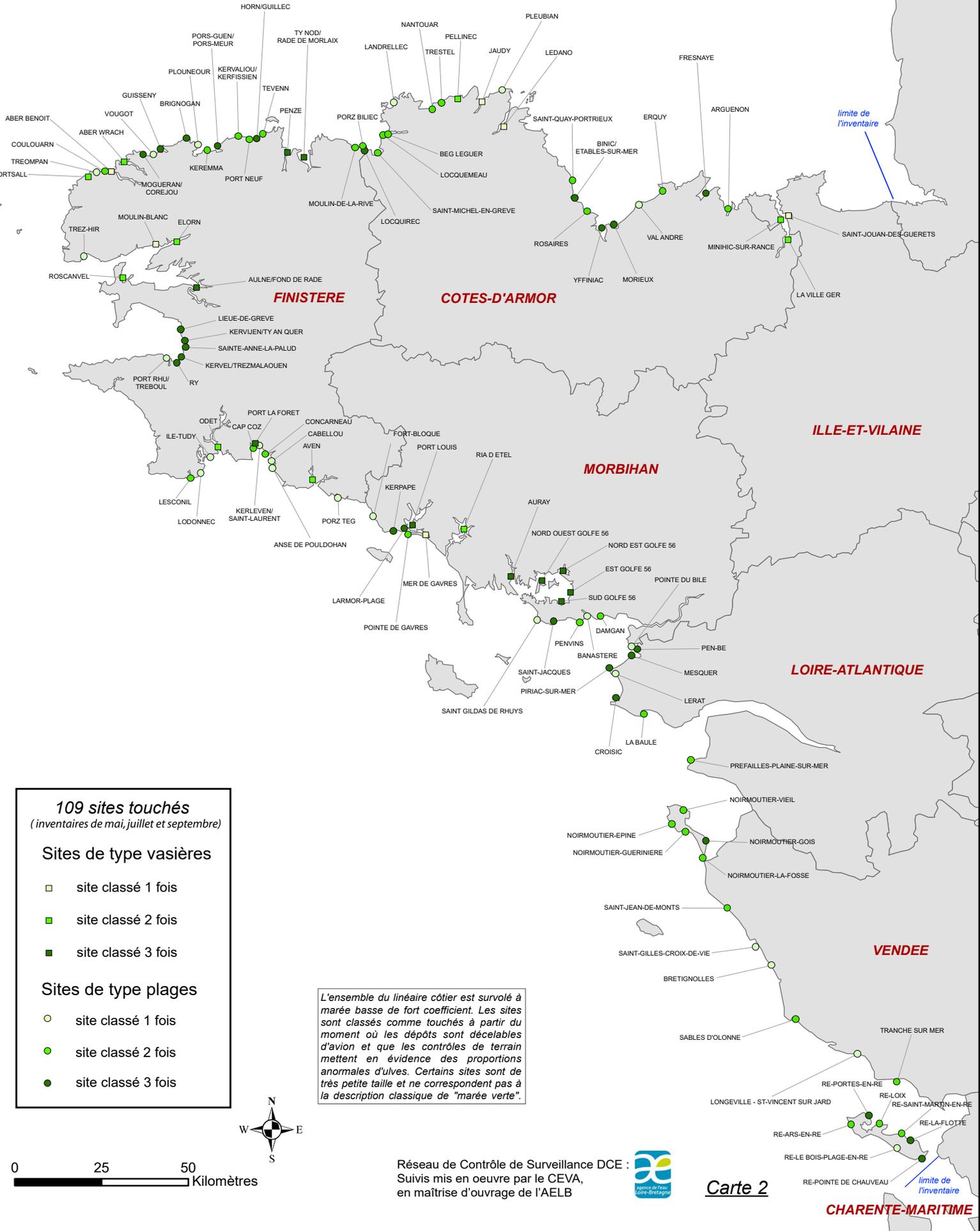


29	FRGC29	PORT LA FORET	vasière	√	√	√
29	FRGC29	KERLEVEN/SAINT-LAURENT	sable		√	
29	FRGC29	CONCARNEAU	sable	√	√	
29	FRGC29	CABELLOU	sable	√		
29	FRGC29	ANSE DE POULDOHAN	sable	√		
29	FRGT16	AVEN	vasière		√	√
29	FRGC28	PORZ TEG	sable			√
56	FRGC32	FORT-BLOQUE	sable		√	
56	FRGC34	KERPAPE	sable	√	√	√
56	FRGC34/ FRGT20	LARMOR-PLAGE	sable	√	√	√
56	FRGT20	PORT LOUIS	vasière	√	√	√
56	FRGC34	MER DE GAVRES	vasière		√	
56	FRGC34	POINTE DE GAVRES	sable	√	√	
56	FRGT21	RIA D ETEL	vasière	√		√
56	FRGT23 / FRGC39	AURAY	vasière	√	√	√
56	FRGC39	NORD OUEST GOLFE 56	vasière	√	√	√
56	FRGT24	NORD EST GOLFE 56	vasière	√	√	√
56	FRGT25	EST GOLFE 56	vasière	√	√	√
56	FRGC39	SUD GOLFE 56	vasière	√	√	√
56	FRGC45	SAINT GILDAS DE RHUYS	sable	√		
56	FRGC45	SAINT-JACQUES	sable	√	√	√
56	FRGC45	PENVINS	sable		√	√
56	FRGC44	BANASTERE	sable		√	
56	FRGC44	DAMGAN	sable	√	√	
56	FRGC44	POINTE DU BILE	sable		√	
44	FRGC44	PEN-BE	sable	√	√	√
44	FRGC44	MESQUER	sable	√	√	√
44	FRGC44/ FRGC45	PIRIAC-SUR-MER	sable	√	√	√
44	FRGC45	LERAT	sable	√		
44	FRGC45	CROISIC	sable	√	√	√
44	FRGC46	LA BAULE	sable		√	√
44	FRGT28	PREFAILLES-PLAINE-SUR-MER	sable		√	√
85	FRGC48	NOIRMOUTIER-GOIS	sable	√	√	√
85	FRGC48	NOIRMOUTIER-VIEIL	sable		√	√
85	FRGC47	NOIRMOUTIER-EPINE	sable		√	√
85	FRGC47/ FRGC49	NOIRMOUTIER-GUERINIÈRE	sable		√	√
85	FRGC49	NOIRMOUTIER-LA-FOSSE	sable		√	√
85	FRGC49/FRGC50	SAINT-JEAN-DE-MONTS	sable		√	√
85	FRGC50	SAINT-GILLES-CROIX-DE-VIE	sable			√
85	FRGC50	BRETIGNOLLES	sable			√
85	FRGC51	SABLES D'OLONNE	sable		√	√
85	FRGC51	LONGEVILLE - ST-VINCENT SUR JARD	sable		√	
85	FRGC53	TRANCHE SUR MER	sable		√	√
17	FRGC53	RE-LA-FLOTTE	sable	√	√	√
17	FRGC53	RE-SAINT-MARTIN-EN-RE	sable	√	√	
17	FRGC53	RE-LOIX	sable	√	√	
17	FRGC53	RE-PORTES-EN-RE	sable	√	√	√
17	FRGC52	RE-ARS-EN-RE	sable	√		√
17	FRGC52	RE-LE BOIS-PLAGE-EN-RE	sable			√
17	FRGC52	RE-POINTE DE CHAUVEAU	sable	√	√	√

La carte 2 permet de visualiser plus précisément la distribution des 109 sites concernés par des échouages d'ulves repérés sur l'ensemble du littoral. La carte montre que le littoral suivi est concerné de façon assez généralisée par des échouages d'ulves. Cette carte ne rend cependant pas compte de l'importance de certains sites.

Echouages d'ulves observés en 2021 lors des 3 inventaires de la saison (contrôle de surveillance DCE)

MANCHE



limite de l'inventaire

ILLE-ET-VILAINE

MORBIHAN

LOIRE-ATLANTIQUE

VENDEE

CHARENTE-MARITIME

109 sites touchés
(inventaires de mai, juillet et septembre)

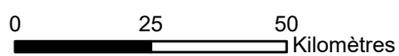
Sites de type vasières

- site classé 1 fois
- site classé 2 fois
- site classé 3 fois

Sites de type plages

- site classé 1 fois
- site classé 2 fois
- site classé 3 fois

L'ensemble du linéaire côtier est survolé à marée basse de fort coefficient. Les sites sont classés comme touchés à partir du moment où les dépôts sont décelables d'avion et que les contrôles de terrain mettent en évidence des proportions anormales d'ulves. Certains sites sont de très petite taille et ne correspondent pas à la description classique de "marée verte".



Réseau de Contrôle de Surveillance DCE :
Suivis mis en oeuvre par le CEVA,
en maîtrise d'ouvrage de l'AELB



Carte 2

limite de l'inventaire



L'Annexe 4 reprend, sous forme cartographique, les sites présentant des échouages d'ulves repérés lors de chacun de ces trois inventaires.

Il convient de rappeler (cf. 3.1 Dénombrement des sites) que **l'importance de la marée verte est appréciée de façon plus précise par l'indicateur surfacique** que par ce simple dénombrement de sites qui retient des sites dont l'ampleur des dépôts est très différente. La vocation première du dénombrement de sites est un recensement puis un archivage de données ponctuelles. En outre ce classement est une des étapes de la chaîne de traitement aboutissant aux estimations de surfaces couvertes. Même si cette analyse du simple dénombrement des sites (Annexe 3) permet de rendre compte des grandes tendances de l'année, cet indicateur ne rend pas compte, par exemple, de l'extrême précocité du phénomène observé en 2017 ou du caractère tardif de 2018 que permettent de percevoir les suivis surfaciques. Cela s'explique par l'impact prépondérant de l'évolution des surfaces algales des « grandes baies » (notamment costarmoricaines et en premier lieu les surfaces des baies de Saint Briec, Fresnaye, Saint Michel en Grève ou Binic) sur l'indicateur surfacique régional qui se voit peu sur l'indicateur dénombrement (sites touchés chaque année, peu nombreux mais de surface élevée).

3.1.2. Sites touchés par des échouages d'algues vertes filamenteuses ou autres algues

En parallèle du suivi des sites touchés par des échouages d'ulves, **5 sites présentant des échouages d'algues vertes** repérés par avion ont été classés comme touchés par des échouages d'algues vertes **filamenteuses** (décrites sous le terme générique d' « entéromorphes » ou « Cladophora » en fonction du genre décrit). Après une année 2020 marquée par un nombre particulièrement élevé de ces sites à « algues vertes filamenteuses » (16 sites, cas également de l'année 2018 avec 17 sites dont une bonne partie sur la côte sud Bretagne et sud Loire) le nombre de ces sites redevient plus conforme (7 sites en 2019). Il est important de noter que l'année 2020, comme 2018 avait présenté une prolifération d'ulves tardive avec pas, ou quasiment pas, d'ulves sur les premiers inventaires (avril et mai voire juin). Pour ces deux années on note aussi un excédent marqué d'ensoleillement en mai et en fin d'hiver (mars 2020 et février 2018). Ces conditions sont a priori favorables à la croissance d'algues filamenteuses fixées aux roches. Si le suivi porte, a priori, sur les seules « marées vertes à ulves », il semble important au CEVA de repérer les sites qui présentent des échouages d'autres algues vertes (ou brunes / rouges le cas échéant), surtout quand ceux-ci sont massifs (lien probable avec l'eutrophisation ; mais également constats qu'il convient d'enregistrer pour répondre aux interrogations des riverains ; suivi de l'évolution de ces échouages au fil des ans). Outre ces 5 sites concernés par des algues vertes filamenteuses, en 2021, **un site a été touché par des proliférations d'algues vertes en lames, très proches des ulves** : prolifération d'**Ulvaria** massive de d'avril à octobre sur la baie de la Fresnaye, comme souvent observé sur cette baie depuis 2007. En plus de ces échouages d'algues vertes « non ulves », **23 autres sites ont présenté en 2021** des proliférations d'autres algues (filamenteuses rouges pour 13 sites ou brunes pour 7 sites) que des algues vertes (**carte 3**). Pour ce qui est des algues rouges repérées en 2021, la majeure partie des cas était sur le littoral sud avec l'algue *Solieria chordalis* (croissance fixée sur platiers) et donc pas en réelle compétition avec les proliférations d'ulves (mais dans certains cas, les échouages massifs de *Solieria* peuvent cependant « masquer » des échouages d'ulves qui sont dilués dans ces algues rouges). Enfin, sur 5 sites nous avons identifié des proliférations d'algues vertes « non ulves » ainsi que d'autres algues filamenteuses rouges ou brunes (en même temps ou séquentiellement). **Cette thématique des « autres algues que les ulves »** reste donc particulièrement importante en 2021 (29 sites concernés au total sur les 3 inventaires) avec sur **certains de ces sites des proliférations qui sont massives, en mélange avec les Ulves** (baie de Douarnenez, baie de la Fresnaye, par exemple) ou « à la place » des **Ulves** (baie de Lancieux ou baie de la Forêt sur laquelle les ulves ont été peu présentes en 2021 par rapport aux autres algues). A noter que dans certains cas la présence ou la prolifération d'algues « non ulves » comme les Ectocarpales, le *Falkenbergia* (*Asparagopsis*) ou le *Cladophora* semble avoir une incidence forte sur le développement des ulves ou autres algues vertes (compétition entre

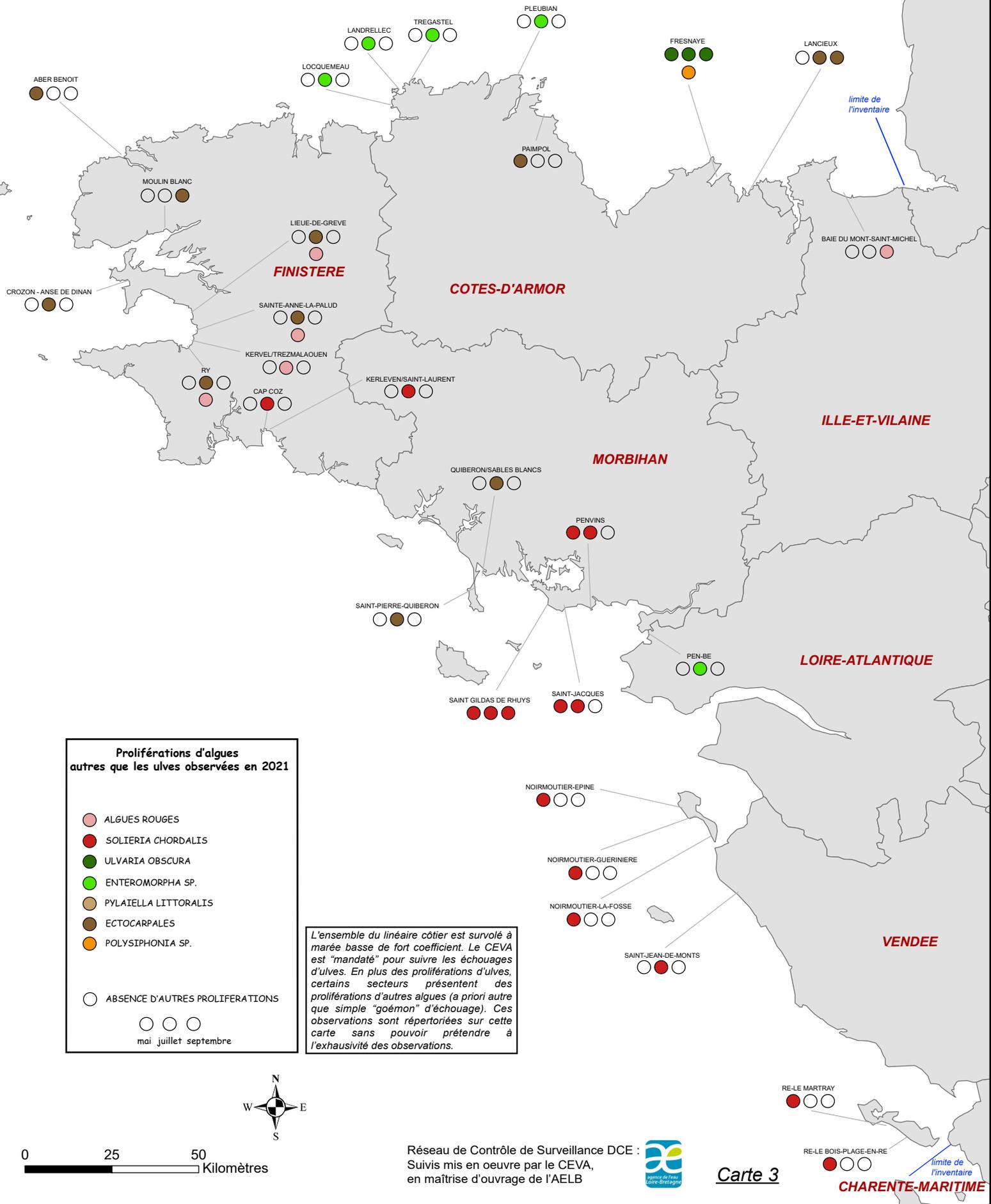


espèces, au moins pour la lumière). Cela renforce l'intérêt de les suivre du fait de l'implication potentielle sur les proliférations d'ulves. Les éléments principaux pour 2021 sont :

- 5 sites sont concernés par des **proliférations d'algues vertes filamenteuses**, nombre en net repli par rapport à 2020 (ou 2018). Ces proliférations sont, pour chacun des sites repérées, sur le mois de juillet et comme souvent lors des inventaires antérieures, ces sites sont de « petits sites » du littoral nord (sites du Trégor en 2021). En 2021, en plus de ces « petits sites » la baie de « Pen Be » (Pont Mahé) a été classée en juillet pour des algues vertes filamenteuses qui étaient majoritaires sur les ulves. Contrairement à 2020 pour laquelle de nombreux sites (baie de Douarnenez, baie de la Forêt, ...) avaient présenté des proliférations algues vertes filamenteuses « à la place des ulves » ces baies ont vu en 2021 des proliférations algues brunes ou rouges mais pas d'algues vertes filamenteuses. Par ailleurs, la baie de la Fresnaye a présenté une prolifération d'Ulvaria très massive, en mélange avec des algues rouges filamenteuses (Polysiphonia mais aussi quelques ectocarpales, algues brunes filamenteuse) en juillet.
- De **nombreux sites ont encore été concernés par les algues brunes filamenteuses** de types Ectocarpales. Comme relevé depuis de nombreuses années (2006), **l'est des Côtes d'Armor** est fortement concerné par ces proliférations (baie de Lancieux principalement en 2021 ; la baie de la Fresnaye ayant surtout été concernée par des proliférations d'Ulvaria, très massives). Ces algues sont à nouveau retrouvées sur la **baie de Douarnenez** en mélange avec des proliférations d'ulves et d'algues rouges filamenteuses. Des Ectocarpales ont également été relevées sur Paimpol (est de la baie), sur l'Aber Benoit, Le Moulin Blanc, l'Anse de Dinan et sur 2 secteurs de Quiberon (« Quiberon/Sables Blancs » et « Saint Pierre Quiberon »).
- En 2021, de très nombreux échouages **de Solieria chordalis** sont relevés, comme souvent, sur le **sud de la presqu'île de Rhuys** (depuis l'inventaire de mai alors qu'habituellement c'est surtout le mois de septembre qui comporte ces échouages) et sur **le Sud Loire** (de Noirmoutier à l'Île de Ré). Plus au nord, **la baie de la Forêt** était également concernée par ces échouages de Solieria, sur l'inventaire de juillet. En 2021, des algues rouges filamenteuses fines (divers algues dont Aglaothamnion) étaient en mélange avec les ulves et des Ectocarpales sur la **baie de Douarnenez**. Enfin, en juillet la **baie de la Fresnaye** comportait, en plus des Ulvaria des algues rouges de type « Polysiphonia » et en septembre on relevait un échouage en haut de plage sur la **baie du Mont Saint Michel** composé de diverses algues rouges filamenteuses.

La **carte 3** présente les sites ayant été répertoriés pour des échouages massifs (en dehors des débarquements « classiques » de goémon) sans pour autant que l'on puisse garantir l'exhaustivité des observations.

Sites touchés par des proliférations d'algues en 2021 autres que les ulves (3 inventaires de contrôle de surveillance DCE)



Proliférations d'algues autres que les ulves observées en 2021

- ALGUES ROUGES
- SOLIERIA CHORDALIS
- ULVARIA OBSCURA
- ENTEROMORPHA SP.
- PYLAIELLA LITTORALIS
- ECTOCARPALES
- POLYSIPHONIA SP.
- ABSENCE D'AUTRES PROLIFERATIONS

○ ○ ○
mai juillet septembre

L'ensemble du linéaire côtier est surveillé à marée basse de fort coefficient. Le CEVA est "mandaté" pour suivre les échouages d'ulves. En plus des proliférations d'ulves, certains secteurs présentent des proliférations d'autres algues (a priori autre que simple "goémon" d'échouage). Ces observations sont répertoriées sur cette carte sans pouvoir prétendre à l'exhaustivité des observations.



3.2. Estimation surfacique

Comme présenté en partie 2.3, le CEVA a historiquement développé les outils de suivi des proliférations pour les secteurs de plages. Ces mêmes outils sont désormais aussi utilisés pour quantifier les dépôts sur vasières mais font l'objet d'analyses dissociées. En effet, ces deux types de proliférations se distinguent par leur impact sur le milieu et le mode de suivi appliqué (nombre d'évaluations annuelles différent) mais aussi par leur nature différente (taux de croissance, mobilité des algues, mode de stockage hivernal).

3.2.1. Sites de plage

En 2021, les suivis surfaciques des « sites de plage » sont homogènes sur l'ensemble du littoral Loire Bretagne (digitalisation pour toutes les dates pour lesquelles un site est classé ce qui n'était pas le cas entre 2013 et 2016). Cependant il faut souligner que certains sites de la côte bretonne et sud Loire, suivis depuis 2007, ne répondent pas aux caractéristiques des sites « classiques » sableux bretons (baies semi fermées) mais pas totalement non plus à ce que l'on trouve sur les vasières. Les dépôts y sont souvent constitués de plusieurs types d'algues, avec des morphologies d'algues d'arrachage. Il semble que, pour partie au moins, les surfaces mesurées sur ces sites (notamment sur les îles de Ré et de Noirmoutier), correspondent à des échouages d'algues dont la croissance a eu lieu plus bas sur l'estran, probablement fixée sur un substrat. Une fois arrachées, ces algues sous forme libre peuvent éventuellement poursuivre leur croissance dans la masse d'eau (si les conditions environnementales sont favorables) avant de s'accumuler et de se dégrader, le cas échéant, en haut de « plage ». Ces sites sont cependant traités comme les sites sur plage « classiques » et ont donc fait l'objet de mesures pour toutes les dates d'inventaire et non d'une simple mesure annuelle sur le maximum apparent (irrégularité des dépôts plus forte que pour les sites de vasières). De plus, sur certains secteurs, des accumulations visibles sur des parties de l'estran immergées lors du vol ont été digitalisées dans la mesure où ces dépôts avaient une morphologie de tapis épais d'ulves et où ils auraient manifestement été échoués si ces secteurs avaient été survolés avec un niveau d'eau inférieur (heure de marée plus proche de la basse mer et/ou coefficient plus important). Si les surfaces de ces sites sont évaluées de la même manière que sur les sites de « plage » plus classiques, les ME qui comportent majoritairement ces sites « d'arrachage » seront classées en utilisant les grilles spécifiques à ce type (type 2).

- Surface par site :

La **carte 4** présente par site (cf. « notion de site » en partie 3.1.1), les surfaces cumulées sur les 3 inventaires de mai, juillet et septembre 2021. **Quatre sites costarmoricains** (« Morieux » et « Yffiniac » en « baie de Saint Briec, « baie de la Fresnaye » et de « Saint Michel en Grève ») se détachent avec **plus de 150 ha cumulés** par site (plus de 250 ha pour les 3 premiers). Ensuite, **6 sites se situent entre 100 et 20 ha de cumul** sur les trois inventaires, un site costarmoricain (« Binic/Etables sur Mer », avec 94 ha cumulés), deux sites finistériens (« Guisseny » et « Horn/Guillec ») et trois sites vendéens (« Noirmoutier-la Fosse », « Noirmoutier-Gois » et « Noirmoutier-Epine »). Enfin, **entre 20 et 10 ha se trouvent huit sites** : un site vendéen (« Noirmoutier-Guérinière »), cinq sites finistériens, deux sites du littoral charentais (« Ré-Saint Martin en Ré » et « Ré-Portes en Ré »).

Il convient de rappeler que **le découpage en « site » influe fortement sur le résultat « par site »**. Par exemple, les échouages de la baie de Douarnenez sont « éclatés » en 11 « sites potentiels » (alimentés par des cours d'eau différents et séparés par des pointes rocheuses. Si l'on considérait la baie dans son ensemble (cf. analyse par ME ci-dessous) la baie de Douarnenez serait en 2021, malgré une prolifération « modeste » par rapport aux années antérieures, au-dessus de 50 ha alors que le découpage en sites place le plus impacté de 2021 à 18



ha (« Ry »). Cependant, le classement DCE intégrant l'ensemble des sites de la masse d'eau n'est pas influencé par ce découpage en sites.

Il convient de rappeler également que les **baies costarmoricaines étant vastes**, elles offrent une surface potentielle colonisable bien supérieure aux baies des autres linéaires départementaux et donc des surfaces totales couvertes fortes qui n'impliquent pas nécessairement un taux de couverture plus fort que sur les autres secteurs (notions également intégrées dans le calcul des indicateurs DCE).

- Surfaces par masse d'eau (ME) :

La **carte 5** présente, par masse d'eau, les surfaces d'échouages cumulées sur les trois inventaires, pour les sites de « plage ». Cela permet de s'affranchir de la définition de « site », mais pour certains des sites présentés sur la **carte 4** les surfaces d'échouages se trouvent éclatées sur deux (voire trois) masses d'eau : c'est le cas notamment pour les échouages de l'île de Noirmoutier.

Le **Tableau 10** présente les surfaces cumulées d'échouage d'ulves sur sites de type plage par masses d'eau.

Tableau 10 : Surfaces cumulées couvertes par les ulves sur sites de plage lors des trois inventaires DCE surveillance de 2021 par masse d'eau. A noter : les surfaces de type « dépôt sur vasière » ne sont pas comptabilisées ici. Certaines des masses d'eau figurant ici paraissent alors peu concernées par les échouages alors qu'en réalité les surfaces couvertes sur vasières peuvent y être très importantes (cf. partie 3.2.2). Enfin, certaines ME ne sont pas suivies pour l'intégralité de leur littoral comme cela est présenté sur la carte 1 (notamment la plupart des îles ne peuvent être suivies en même temps que la partie continentale du littoral).

Code ME	Nom ME	cumul 2021 (ha)
FRGC05	Fond Baie de Saint-Brieuc	1046
FRGC03	Rance Fresnaye	280
FRGC10	Baie de Lannion	197
FRGC12	Léon - Trégor (large)	160
FRGC49	La Barre-de-Monts	67,2
FRGC48	Baie de Bourgneuf	58,3
FRGC20	Baie de Douarnenez	57,2
FRGC53	Pertuis Breton	50,0
FRGC47	Ile d'Yeu	29,6
FRGC44	Baie de Vilaine (côte)	24,5
FRGC52	Ile de Ré (large)	21,4
FRGC45	Baie de Vilaine (large)	14,3
FRGC13	Les Abers (large)	11,3
FRGC09	Perros-Guirec - Morlaix (large)	9,9
FRGT28	La Loire	7,5
FRGC29	Baie de Concarneau	6,9
FRGC46	Loire (large)	6,7
FRGC34	Lorient - Groix	5,9
FRGC28	Concarneau (large)	5,1
FRGC07	Paimpol - Perros-Guirec	3,5
FRGC51	Sud Sables-d'Olonne	3,5
FRGT20	Le Blavet	2,2
FRGC32	Laïta - Pouldu	1,0
FRGT05	Le Léguer	0,8
FRGC50	Nord Sables-d'Olonne	0,6
FRGC16	Rade de Brest	0,3

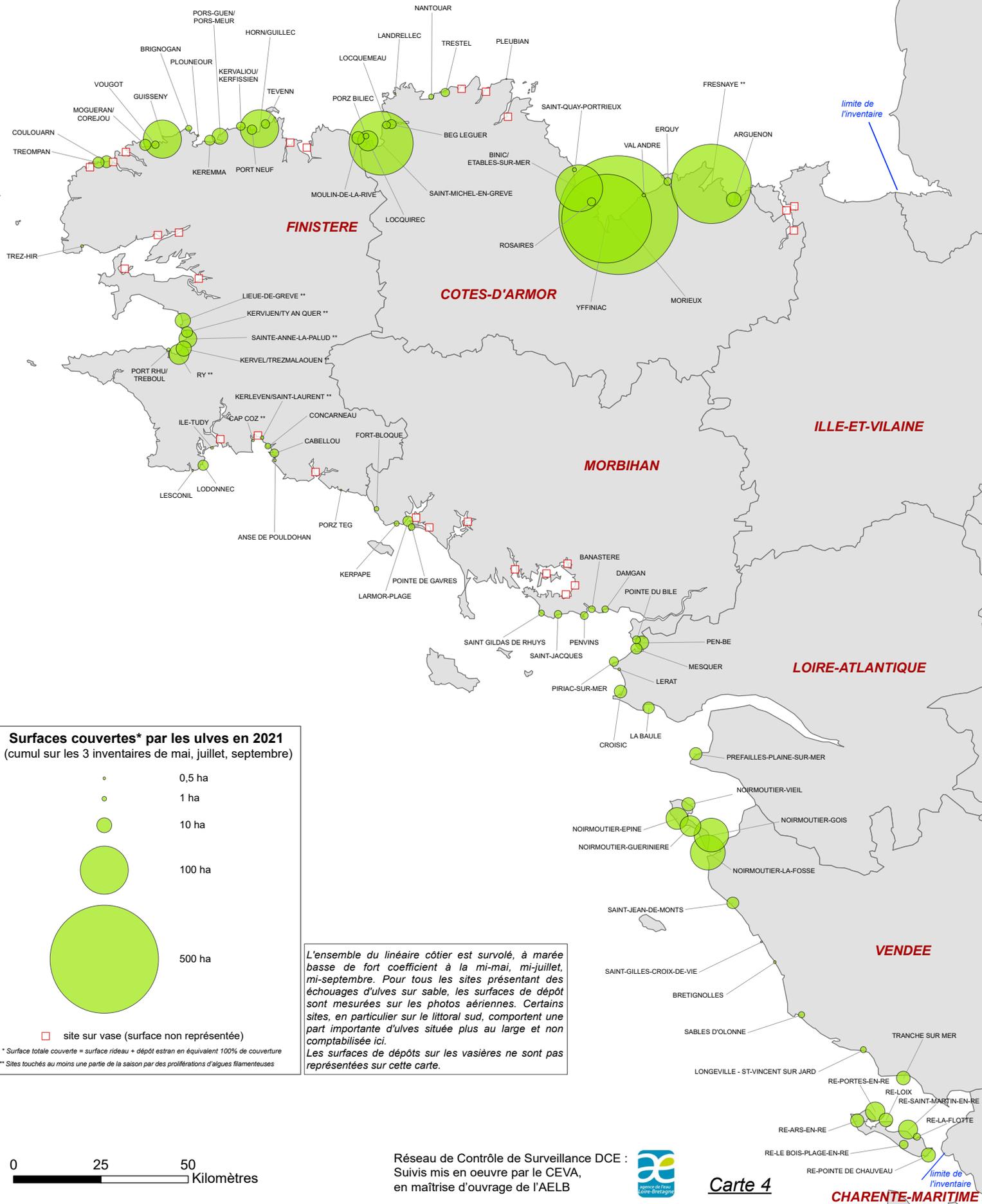
** masses d'eau ayant présenté des proliférations massives d'algues filamenteuses brunes, rouges ou vertes non prises en compte ici*



On peut noter en 2021 que si la plupart des masses d'eau suivies est touchée par des surfaces d'échouage d'ulves non négligeables, la ME « **fond de baie de Saint Briec** » apparaît, et de loin, **la plus touchées**. La surface cumulée sur cette ME est près **de 4 fois plus importante** que la surface de la FRGC03, et **5 fois plus que la FRGC10**. **En 2021, sur les trois inventaires du RCS, la ME « fond de baie de Saint Briec » représente 50.5 % de la surface totale des sites sableux de Loire Bretagne**. Les proliférations de cette ME sont donc dominantes mais le sont moins qu'en 2019, année exceptionnelle pour laquelle elles représentaient 63 % du total des surfaces sur plage du linéaire sur ces trois inventaires du RCS (part portée à 39 % pour ce qui est de l'année 2020). La **carte 5** et le **Tableau 10** mettent en évidence que les masses d'eau du **littoral nord** sont les plus **touchées, en surface**, par les échouages d'ulves sur plage (« fond de baie de Saint Briec » suivie de trois autres ME du littoral nord, « Léon Trégor (large) », « Baie de Lannion » et « Rance Fresnaye »). Ces quatre ME du littoral nord cumulent, en 2021, 81 % des surfaces sur plage du littoral Loire Bretagne. On trouve ensuite deux masses d'eau du littoral Sud Loire qui sont touchées à des niveaux comparables et importants en 2021 (67 et 58 ha) : « La Barre-de-Monts », « Baie de Bourgneuf » puis la ME « Baie de Douarnenez » et enfin, avec encore 50 ha, la ME « Pertuis Breton ». En 2021, la masse d'eau **FRGC03** (Rance-Fresnaye) présente des algues vertes (principalement du genre *Ulvaria* et non *Ulva* comme sur les autres sites) en quantité très élevée qui n'avait plus été atteinte depuis 2007 et 2008 (280 ha en 2021 et plus de 300 ha sur 2007 et 2008). A noter, qu'encore en 2021, en plus de ces algues vertes du genre *Ulvaria* ou *Ulva*, la ME est colonisées par d'autres **algues brunes ou rouges filamenteuses** non prises en compte dans l'estimation surfacique (*Polysiphonia* ou *Ectocarpales*, principalement sur les baies de « Lancieux » et de la « Fresnaye »). Ces « autres algues » sont néanmoins en quantité plus faibles que les années précédentes, surtout sur la baie de la Fresnaye (fortement colonisée par les algues vertes *Ulvaria*). Cette masse d'eau, qui présentait des échouages dominés par les algues brunes filamenteuses entre 2010-2014, sans présence d'algues vertes significative, voit donc depuis 2015 le retour des algues vertes (*Ulvaria* principalement) et une colonisation en 2021 **particulièrement importante, comparable aux années 2007 et 2008**. Ce phénomène de prolifération d'algues filamenteuses concerne également la baie de Douarnenez, encore en 2021 avec des algues rouges et des algues brunes (*Ectocarpales*) et des ulves (pour rappel, pour la première fois en 2018, pas d'ulves sur cette baie mais des algues filamenteuses).

Il convient enfin, de noter que la part **infralittorale des biomasses** (d'après les mesures réalisées sur les baies du Sud Bretagne et les observations aériennes et en plongée notamment du Nord du littoral de Loire Atlantique mais aussi des sites de Noirmoutier et Ré) est, dans l'état actuel des connaissances, **plus importante sur les côtes sud que dans les baies du Nord de la Bretagne**. Un indicateur qui prendrait en compte cette part infralittorale ferait apparaître **comme plus touchées, les masses d'eau du Sud Bretagne et du Sud Loire**.

Surfaces couvertes par les ulves sur plage cumulées sur les 3 inventaires de la saison 2021 (contrôle de surveillance DCE)



Surfaces couvertes par les ulves sur les plages Cumul par Masse d'Eau en 2021 (contrôle de surveillance DCE)

MANCHE

limite de l'inventaire

COTES-D'ARMOR

FINISTERE

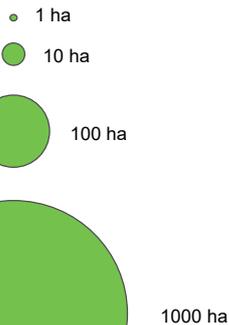
MORBIHAN

ILLE-ET-VILAINE

LOIRE-ATLANTIQUE

VENDEE

Cumul des surfaces d'ulves sur les plages *
sur les Masses d'eau DCE
inventaires de mai, juillet et septembre 2021



Masses d'Eau pour lesquelles les surfaces mesurées sur plage sont non nulles

* Surface totale couverte = surface riveau + dépôt estran en équivalent 100% de couverture

** ME touchées au moins une partie de la saison par des proliférations d'algues filamenteuses (non comptabilisées dans les surfaces couvertes par les ulves)

L'ensemble du linéaire côtier est survolé, à marée basse de fort coefficient à la mi-mai, mi-juillet, mi-septembre. Pour tous les sites présentant des échouages d'ulves sur "site sableux", les surfaces de dépôt sont mesurées sur les photos aériennes. Les surfaces de dépôts sur les vasières ne sont pas représentées sur cette carte. Certains sites, en particulier sur le littoral sud, comportent une part importante d'ulves située plus au large et non comptabilisée ici.

0 25 50
Kilomètres

Réseau de Contrôle de Surveillance DCE :
Suivis mis en œuvre par le CEVA,
en maîtrise d'ouvrage de l'AELB



Carte 5

CHARENTE-MARITIME



3.2.2. Sites de vasière

La méthode employée pour l'évaluation surfacique des échouages sur vasières est décrite dans la section 2.2.

- surface maximale par site :

Sur le littoral sud Loire, malgré la présence de dépôts sur certains secteurs caractérisés par des substrats plus ou moins vaseux, aucun site n'a été caractérisé comme « vasière touchée » par des proliférations d'ulves (le site « Noirmoutier-Gois », au sud de la baie de Bourgneuf est considéré comme site de type « plage », avec des dépôts libres, malgré des portions de surface plus vaseuses). La **carte 6** présente les surfaces colonisées par les algues vertes, pour tous les sites ayant fait l'objet de digitalisation, y compris lorsqu'il ne s'agissait pas de prolifération d'ulves (14 sites ont fait l'objet de digitalisations parmi les 26 sites classés ; seules 10 masses d'eau ayant été définies comme devant faire l'objet de suivi en surface en 2021, impliquant la digitalisation des algues vertes de 19 sites parmi lesquels 14 sites ont été « effectivement » classés pour des tapis d'ulves). Il est difficile alors de visualiser de manière exhaustive les secteurs les plus touchés au niveau régional, le suivi en surface n'ayant pas concerné tout le littoral, mais les 10 ME *a priori* les plus concernées.

- surface maximale par masse d'eau :

La **carte 7** présente la surface maximale couverte par les algues vertes, par masse d'eau. Cette carte présente de façon exhaustive tous les résultats acquis sans tenir compte de la notion de « site classé » précisée au § 3.1.1 (les surfaces d'algues vertes sont intégrées même si les sites ne sont pas classés comme touchés par des ulves). Tous les dépôts d'algues vertes digitalisés sont donc comptabilisés sur cette représentation, que les sites soient « classés ulves » ou non (c'est le cas pour quatre sites de la Rance qui ont fait l'objet de digitalisations d'algues vertes « non ulve » pour la ME FRGT02 ; seuls trois sites « La Ville Ger », « Saint Jouan des Guérets » et « Minihic sur Rance » ayant fait l'objet de classement pour des proliférations d'ulves ; cas également du site de Pouldon qui n'a pas été classé pour des tapis d'ulves en 2021 mais a bien fait l'objet de digitalisations de ses algues vertes).

On peut noter que tous les sites **de vasière ne sont pas en Masse d'Eau de Transition (MET)**. Par **exemple la plus grande partie du Golfe du Morbihan est définie comme une Masse d'Eau Côtière (MEC)**. Les échouages d'algues vertes y étant typiques de site de vasières, les proliférations de cette masse d'eau font donc l'objet de traitements comme les autres vasières en masse d'eau de transition.

En 2021, seules les 10 masses d'eau, *a priori* les plus touchées par les échouages, ont fait l'objet d'évaluation en surface d'échouage comme présenté dans la partie 2.2. Méthodes. Il n'est, de ce fait, pas possible de présenter la hiérarchie de l'ensemble des masses d'eau du littoral Loire Bretagne, les acquisitions n'ayant été exploitées que sur une partie d'entre elles. Le Tableau 11 présente les résultats en surface maximale pour les 10 ME ayant fait l'objet de mesures sur les échouages de 2021.

La mesure de 2020 avec plus de 2 000 ha sur la somme des valeurs maximales annuelles des 10 ME, était en nette augmentation par rapport à 2019 (+68 %) et même plus élevée que la mesure de 2018 (+17 %) et que toutes les valeurs de la série 2008-2020 (73 % au-dessus du niveau moyen 2008-2019). Cette forte augmentation de 2020 était en grande partie due à la FRGC39 (Golfe du Morbihan) qui était à plus du double de la valeur moyenne 2008-2019 et représentait à elle seule 29 % de la surface des 10 ME. La mesure de 2021 est en repli par rapport à l'année 2020 (-17 %) mais demeure tout de même au-dessus de la moyenne 2008-2020 (+35%). Ce niveau encore élevé est en partie lié à la FRGC39 (Golfe du Morbihan) qui, malgré une diminution de 18 % par rapport à 2020 reste nettement supérieure à la moyenne (+ 66 % par rapport à 2008-2020). Exceptions faites des FRGT14 (« rivière de Pont L'Abbé »), FRGT20 et FRGT21 (« le Blavet » et « Rivière d'Étel ») proches des moyennes, toutes les ME suivies sont sensiblement supérieures au niveau moyen pluriannuel (plus de 30 % pour chacune).



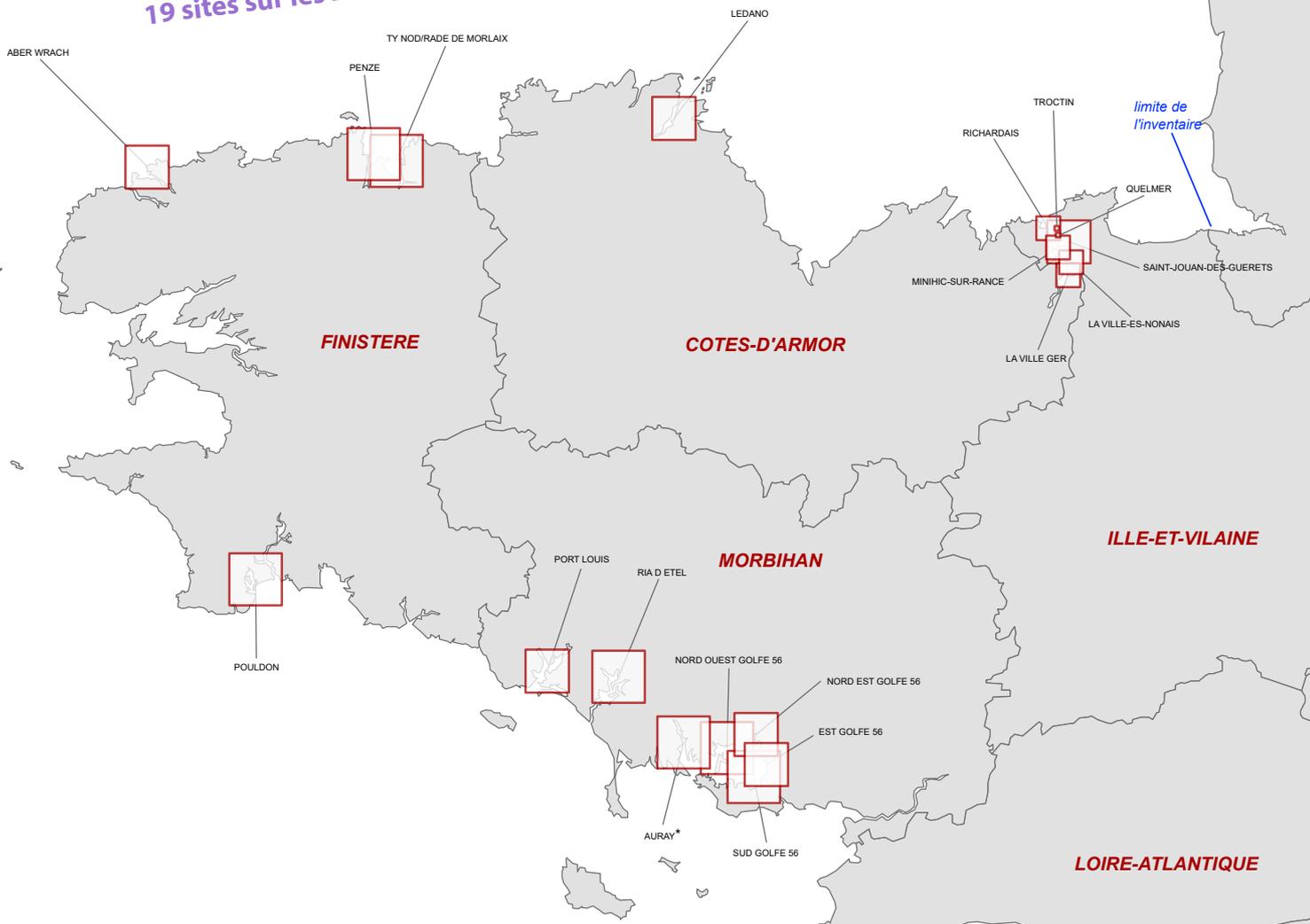
Ces niveaux élevés, sur la plupart des ME peuvent probablement être en partie expliqués, comme en 2020 ou 2019, par les conditions de lumière intense en fin d'hiver (fort ensoleillement de février à avril et plus particulièrement sur avril avec, suivant les stations météo, de 50 à 80 % d'heure de soleil de plus qu'en normale d'avril). Ces conditions particulières permettent **un accroissement précoce des biomasses** (effet de la lumière, facteur habituellement limitant à cette saison et effet également de réchauffement des colonnes d'eau de faibles épaisseurs notamment sur les vasières de couleur sombre que permet la lumière abondante), dans des conditions de **flux encore soutenus**, ce qui expliquerait ces **maxima annuels nettement plus élevés**. Nous ne disposons pas de mesures surfaciques pour l'attester mais les photos **d'avril et mai** mettent en évidence des **couvertures déjà très importantes en particulier sur le Golfe du Morbihan et la Ria d'Etel**. Ces biomasses auraient ensuite besoin de relativement peu d'apports d'azote pour se maintenir à un niveau élevé durant le printemps puis l'été. Ce niveau encore élevé en 2021 peut aussi être lié à **un effet cumulatif** des dernières années notamment pour le golfe du Morbihan abrité de la houle (biomasses importantes en fin 2018, 2019 et 2020 allant dans le sens d'une meilleure reconduction des proliférations sur l'année suivante). Cette succession d'années de prolifération élevée n'est donc pas forcément le signe d'une tendance à la dégradation à plus long terme, les données conjoncturelles annuelles pouvant être responsables d'une part importante de cette dégradation.

Tableau 11 : Surfaces maximales couvertes, par Masse d'Eau, par les algues vertes sur les vasières évaluées au cours du programme DCE surveillance de 2021. A noter : tous les dépôts d'algues vertes, filamenteuses ou en lame de chaque masse d'eau sont inclus dans les digitalisations.

Code ME	Nom ME	Maximum 2021 (ha)
FRGC39	Golfe du Morbihan	610,2
FRGT06	Rivière de Morlaix	190,8
FRGT21	Rivière d'Etel	185,9
FRGT02	Bassin maritime de la rance	152,2
FRGT07	La Penzé	136,4
FRGT14	Rivière de Pont-l'Abbé	118,8
FRGT24	Rivière de Vannes	98,9
FRGT03	Le Trieux	95,3
FRGT20	Le Blavet	70,3
FRGT08	L'Aber Wrac'h	53,7

Surfaces couvertes par les algues vertes sur les vasières ayant fait l'objet d'évaluation en 2021 maximum atteint par site sur les 3 inventaires de 2021 (contrôle de surveillance DCE)

**Evaluation surfacique partielle en 2021 :
19 sites sur les 26 sites classés**



Surfaces couvertes par les algues vertes maximum annuel par site

- < à 10 ha
- 10 à 25 ha
- 25 à 50 ha
- 50 à 100 ha
- 100 à 200 ha

* digitalisation partielle du site de la rivière d'Auray : seule la partie de ce site qui se trouve sur la FRGC39 a fait l'objet de digitalisation (potentiellement autant de surface sur la partie amont en FRGT23)

Sur les vasières, la délimitation des ulves et autres algues vertes est difficile à tracer. A partir de 2008, dans la mesure où les sites sont classés lors d'un des trois inventaires, comme touchés par des échouages d'ulves, toutes les surfaces d'algues vertes sont tracées sur le survol annuel présentant le maximum en surface d'échouage (adaptation à la grilles DCE). L'information présentée sur cette carte est le maximum annuel en surface d'échouage (seule donnée tracée).

A noter qu'au sud de la Loire aucune surface d'algue verte n'a été tracée sur vasière, les zones de présence d'échouage d'ulves n'ayant pas été qualifiées de "vasières" malgré, pour certaines, des caractéristiques qui auraient pu permettre de les considérer ici.

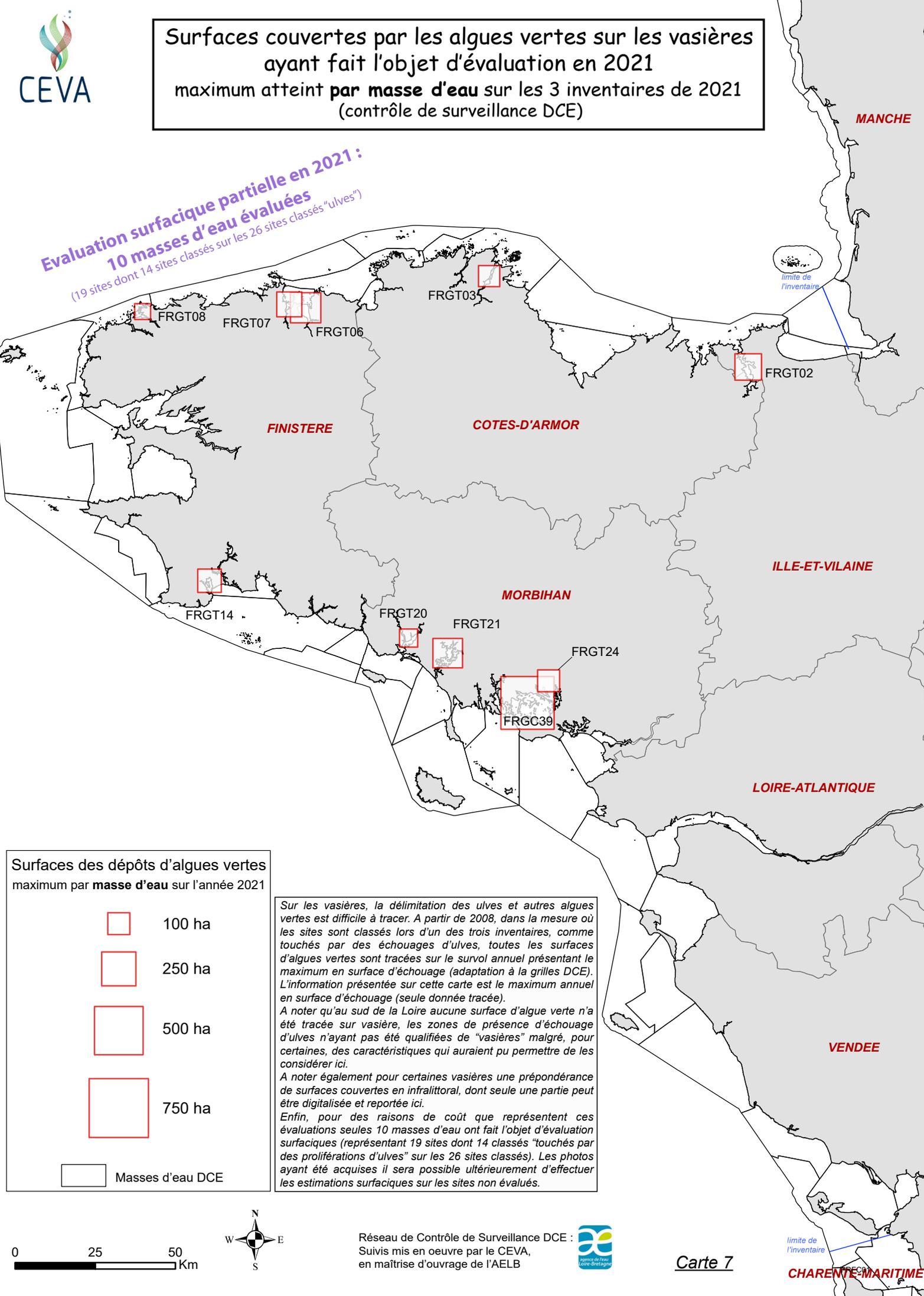
A noter également pour certaines vasières une prépondérance de surfaces couvertes en infralittoral, dont seule une partie peut être digitalisée et reportée ici.

Enfin, pour des raisons de coût que représentent ces évaluations seules 10 masses d'eau ont fait l'objet d'évaluation surfaciques (représentant 19 sites dont 14 classés "touchés par des proliférations d'ulves" sur les 26 sites classés). Les photos ayant été acquises il sera possible ultérieurement d'effectuer les estimations surfaciques sur les sites non évalués.

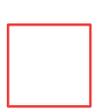


**Surfaces couvertes par les algues vertes sur les vasières
ayant fait l'objet d'évaluation en 2021
maximum atteint par masse d'eau sur les 3 inventaires de 2021
(contrôle de surveillance DCE)**

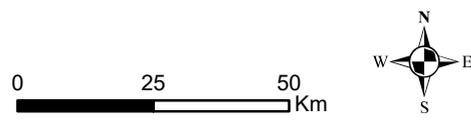
**Evaluation surfacique partielle en 2021 :
10 masses d'eau évaluées**
(19 sites dont 14 sites classés sur les 26 sites classés "ulves")



**Surfaces des dépôts d'algues vertes
maximum par masse d'eau sur l'année 2021**

-  100 ha
-  250 ha
-  500 ha
-  750 ha
-  Masses d'eau DCE

Sur les vasières, la délimitation des ulves et autres algues vertes est difficile à tracer. A partir de 2008, dans la mesure où les sites sont classés lors d'un des trois inventaires, comme touchés par des échouages d'ulves, toutes les surfaces d'algues vertes sont tracées sur le survol annuel présentant le maximum en surface d'échouage (adaptation à la grilles DCE). L'information présentée sur cette carte est le maximum annuel en surface d'échouage (seule donnée tracée).
A noter qu'au sud de la Loire aucune surface d'algue verte n'a été tracée sur vasière, les zones de présence d'échouage d'ulves n'ayant pas été qualifiées de "vasières" malgré, pour certaines, des caractéristiques qui auraient pu permettre de les considérer ici.
A noter également pour certaines vasières une prépondérance de surfaces couvertes en infralittoral, dont seule une partie peut être digitalisée et reportée ici.
Enfin, pour des raisons de coût que représentent ces évaluations seules 10 masses d'eau ont fait l'objet d'évaluation surfaciques (représentant 19 sites dont 14 classés "touchés par des proliférations d'ulves" sur les 26 sites classés). Les photos ayant été acquises il sera possible ultérieurement d'effectuer les estimations surfaciques sur les sites non évalués.





3.3. Evolution au cours de la saison et évolution interannuelle

Comme cela a été montré à l'échelle de la Bretagne dans le cadre des suivis de Prolittoral et ultérieurs, la dynamique de la prolifération renseigne plus sur les caractéristiques de l'année que la valeur absolue des surfaces couvertes à une période donnée. Les suivis étant plus récents sur le littoral sud Loire (démarrage en 2007 du contrôle de surveillance DCE), il n'est donc pas possible de comparer les données de l'année à des séries de référence aussi longues dans ce secteur que sur le littoral compris entre le Mont Saint Michel et La Baule sur lequel les suivis surfaciques ont débuté en 2002.

La **prolifération 2021 sur le littoral Loire Bretagne (Figures 1 et 2)**, montre les caractéristiques suivantes :

- Les **surfaces cumulées sur les trois inventaires** (2 049 ha) sont **en nette augmentation par rapport à 2020 (+44 %) et nettement au-dessus de la moyenne 2007-2020 (+ 36 %)**. Sur la **chronique 2007-2021** (la plus longue disponible sur l'ensemble du littoral Loire Bretagne), **l'année 2021 est la troisième année de plus fort cumul** (sur 15) juste après 2009 (médiane = 1 505 ha pour ce cumul des surfaces sur les 3 inventaires sans les 4 sites du sud de Ré dont les mesures n'ont commencé qu'en 2017).
- Ce niveau cumulé élevé s'explique par **une prolifération précoce** (en mai la surface est de 40 % supérieure au niveau moyen 2007-2020 ; l'année 2021 est au 6^{ème} rang en termes de précocité sur 2007-2021). Ce démarrage « précoce » sur le littoral Loire Bretagne est en réalité **quasiment le fait de deux grands secteurs des Côtes d'Armor**. En effet, en mai, la surface des sites de la Baie de Saint Briec (67% de Loire Bretagne) et de la Fresnaye **représentent 84 % du total du littoral Loire Bretagne** (y compris le sud de l'Île de Ré). La précocité de l'ensemble du linéaire est donc, en fait, liée à une anomalie du démarrage sur ces 2 baies qui en moyenne 2007-2020 ne représentent « que » 41 %.
- Les surfaces, déjà importantes en mai ont **plus que doublé entre mai et juillet** (multipliées par 2.2 soit très proche de l'évolution constatée en moyenne sur 2007-2020 qui est de X 2.1) et **la surface de juillet est donc très supérieure à la moyenne 2007-2020 (+42 %)**. Sur ce mois, les surfaces des sites de la baie de Saint Briec et de la « Fresnaye » sont toujours importantes mais ne représentent plus « que » 54 % de la surfaces totale, de nombreux sites ayant vu leur surface augmenter très fortement (baie de « Saint Michel en Grève », de « Binic/Etables sur Mer », de « Guissény », de l'« Horn/Guillec » et sites de l'île de Noirmoutier).
- la surface totale en **septembre diminue sensiblement (-39 %)** mais demeure **supérieure à la moyenne de septembre** de 24%. Les surfaces couvertes par les ulves déclinent sur la « Fresnaye » mais se maintiennent à un niveau élevé sur la baie de Saint Briec. A cette date, la baie de Saint Briec (au sens large : anses d'« Yffiniac », de « Morieux » et de « Binic/Etables-sur-Mer ») comprend 50 % de la surface de Loire Bretagne. Les sites de « Saint Michel en Grève », de l'« Horn/Guillec » et de « Guissény » représentent, à eux trois, 21 % du total.

Ce niveau sur l'ensemble de la façade résulte de situations tranchées en fonction des secteurs côtiers (cf. carte de l'annexe 5 pour le détail par site de la situation 2021 par rapport aux années antérieures). Les grandes lignes de 2021 peuvent être résumées par :

- **Certains sites** (par ordre de surfaces moyenne pluriannuelle) sont **concernés par des proliférations plus importantes** qu'en moyenne pluriannuelle 2007-2020 : baie de **Saint Briec** (+66%), « **baie de la Fresnaye** » (+ 254 %), baie de « **Binic/Etables sur Mer** » (+ 80 %), de l'« **Horn/Guillec** » (+ 50 %), de « **Guissény** » (+38 %), site de « **Noirmoutier-Gois** » (+50 %) et de « **Noirmoutier- La Fosse** » (+ 44 %).
- D'autres ont connu une **prolifération proche de la situation pluriannuelle** avec notamment (pour les sites dont la surface est la plus importante) : des surfaces **légèrement inférieures sur la baie de Saint Michel en Grève** (- 8 %) et de **Locquirec** (-3%).



- Enfin de nombreux sites (mais pas parmi les sites de plus grande superficie inter-annuelle) **présentent des surfaces nettement inférieures à la situation moyenne** : sites de la **baie de Douarnenez** (« Sainte Anne la Palud » : - 40 % ; « Lieue de Grève » : - 49 % ; « Kervijen/Ty An Quer » : - 72 % ; « Kervel/Trezmalaouen » : -42 %), sites de la **baie de la Forêt** (« Cabellou » : - 83 % et « Kerleven/saint Laurent » : - 96 %), sites de « **Ré Saint Martin** », « **Ré Ars en Ré** » et « **Ré – La Flotte** » (-40 %, - 50 % et -85 %).

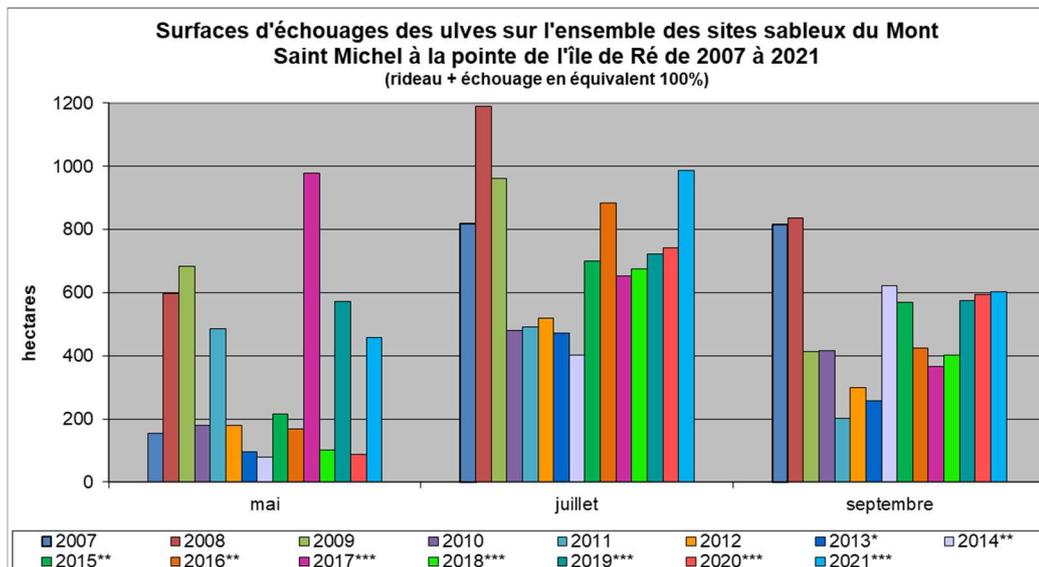


Figure 1 : Surfaces couvertes par les ulves sur les sites sableux du littoral du Mont Saint Michel à la pointe de l'île de Ré pour les trois inventaires RCS des années 2007 à 2021. * Attention, certaines ME n'étaient pas estimées en surface pour 2013 (sites représentant en moyenne sur 2007-2012 : 5 ha pour mai, 30 ha pour juillet et 20 ha pour septembre) ** une liste plus limitée de ME n'était pas suivie de 2014 à 2016 (les ME bretonnes non suivies en RCS en 2013 ayant été réintégrées dans le cadre CIMAV). Ces ME non suivies de 2014 à 2016 représentaient en moyenne sur 2007-2012 : 3.2 ha en mai ; 26 ha en juillet (51 en maximum annuel) et 17.5 ha en septembre. *** de 2017 à 2021, tous les sites ont fait l'objet de suivi en surface. Par ailleurs la façade sud de l'île de Ré a fait l'objet de suivis pour la première fois en 2017, mais les données n'ont pas été intégrées ici pour permettre de percevoir les évolutions (en moyenne 2017-2021 mai : 7.2 ha ; juillet : 9.8 ha et septembre : 12.8 ha)

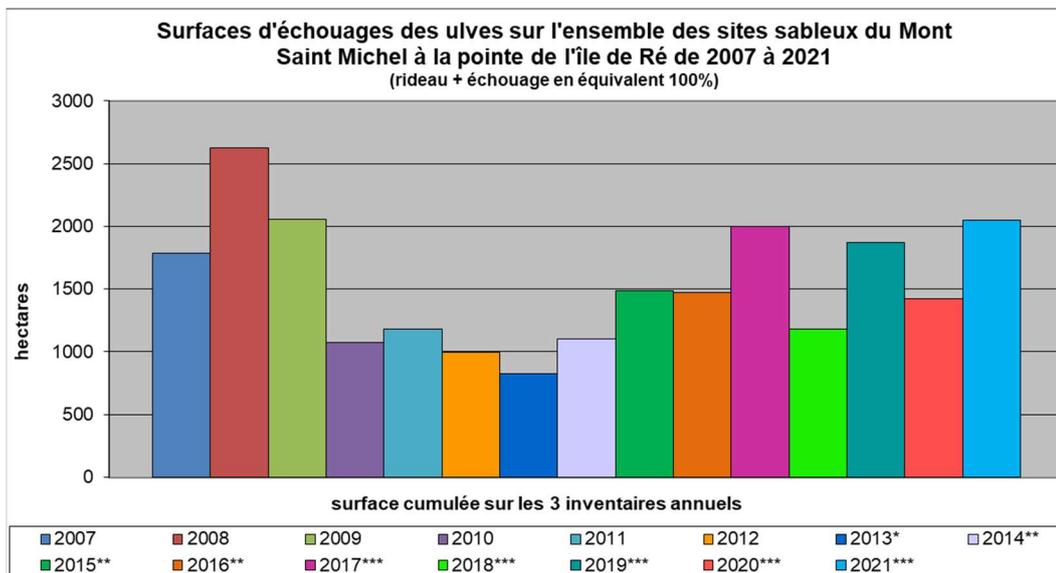


Figure 2 : Surfaces couvertes par les ulves cumulées sur les trois inventaires RCS annuels, pour les sites sableux du littoral du Mont Saint Michel à la pointe de l'île de Ré pour les années 2007 à 2021. * Attention, certaines ME n'étaient pas estimées en surface pour 2013 (cf. légende Figure2) ** une liste plus limitée de ME n'était pas suivie de 2014 à 2016 ((cf. légende Figure2). *** de 2017 à 2021, tous les sites ont fait l'objet de suivi en surface. Par ailleurs la façade sud de l'île de Ré a fait l'objet de suivis pour la première fois en 2017, mais les données n'ont pas été intégrées ici pour permettre de percevoir les évolutions (en moyenne 2017-2021 : 29.7 ha).



- Données complémentaires issues du programme Prolittoral (2002-2006) sur les côtes bretonnes :

Les Figure 1 et Figure 2 montrent des variations interannuelles fortes, avec notamment les années 2007-2009 nettement supérieures aux années 2010-2014. Puis les années 2015 et 2016 en net rebond et les années 2017, 2019 et 2021 toutes trois à un niveau élevé, proche de l'année 2009. Aussi, pour pouvoir situer plus finement l'année 2021 par rapport aux années antérieures sur une série plus longue, la Figure 3 présente les surfaces d'échouages pour les sites sableux du littoral breton, qui ont bénéficié de suivis renforcés mensuels (programme Prolittoral de 2002 à 2006 puis suivis RCS et RCO/CIMAV à partir de 2007). **Seuls les sites sableux bénéficiant d'un suivi mensuel** sont utilisés pour cette synthèse (pour les autres sites, qui sont ceux ne présentant ni échouage régulier, ni surface significative, nous ne disposons pas de données pour toutes les années pour les trois dates d'inventaire, les dates d'inventaire général du littoral breton ayant évolué en 2007).

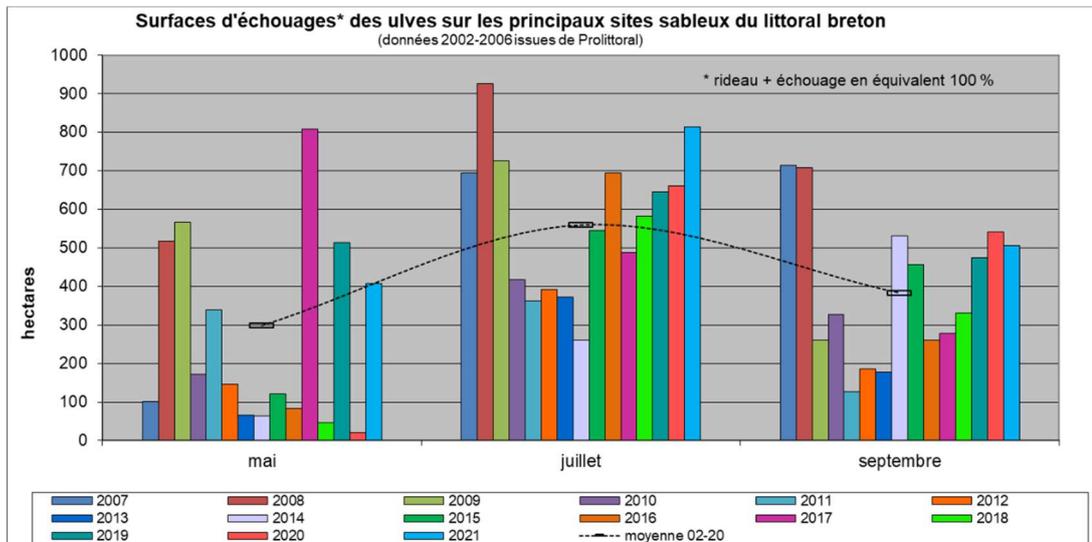


Figure 3 : Surfaces couvertes par les ulves sur secteurs de plage en 2021 lors des trois inventaires RCS sur le littoral breton et comparaison aux années antérieures et à la moyenne sur la période 2002-2020 (principaux sites sableux uniquement ; en 2021 ces sites représentent 96 % du total mesuré pour les sites sableux sur la région et 92 % sur la moyenne 2007-2021).

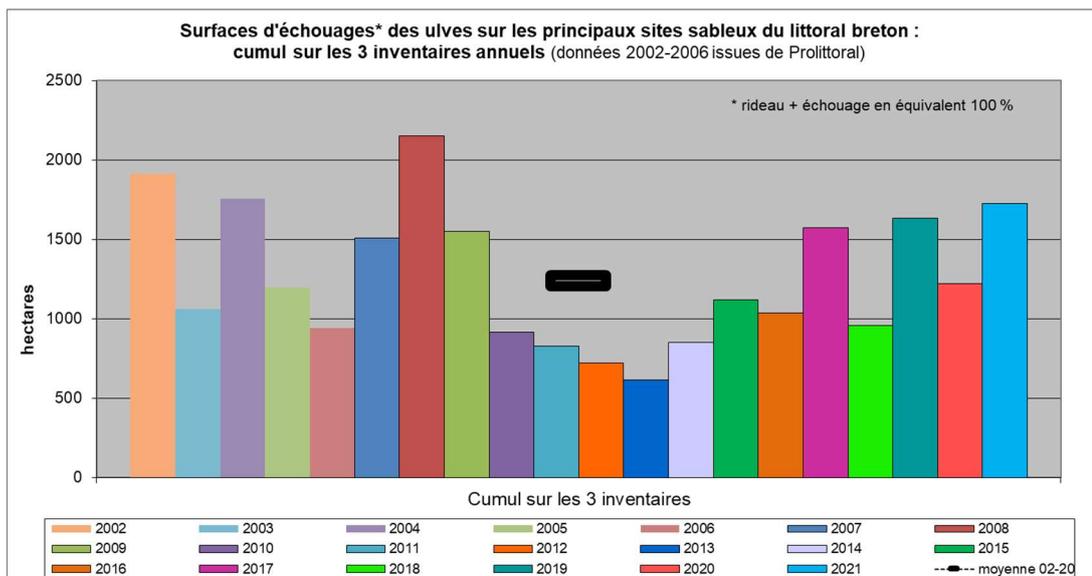


Figure 4 : Surfaces couvertes par les ulves sur secteurs de plage cumulées sur des trois inventaires RCS sur le littoral breton de 2002 à 2021 et moyenne sur la période 2002-2020 (principaux sites sableux uniquement ; en 2021 ces sites représentent 96 % du total mesuré pour les sites sableux sur la région et 92 % sur la moyenne 2007-2021).



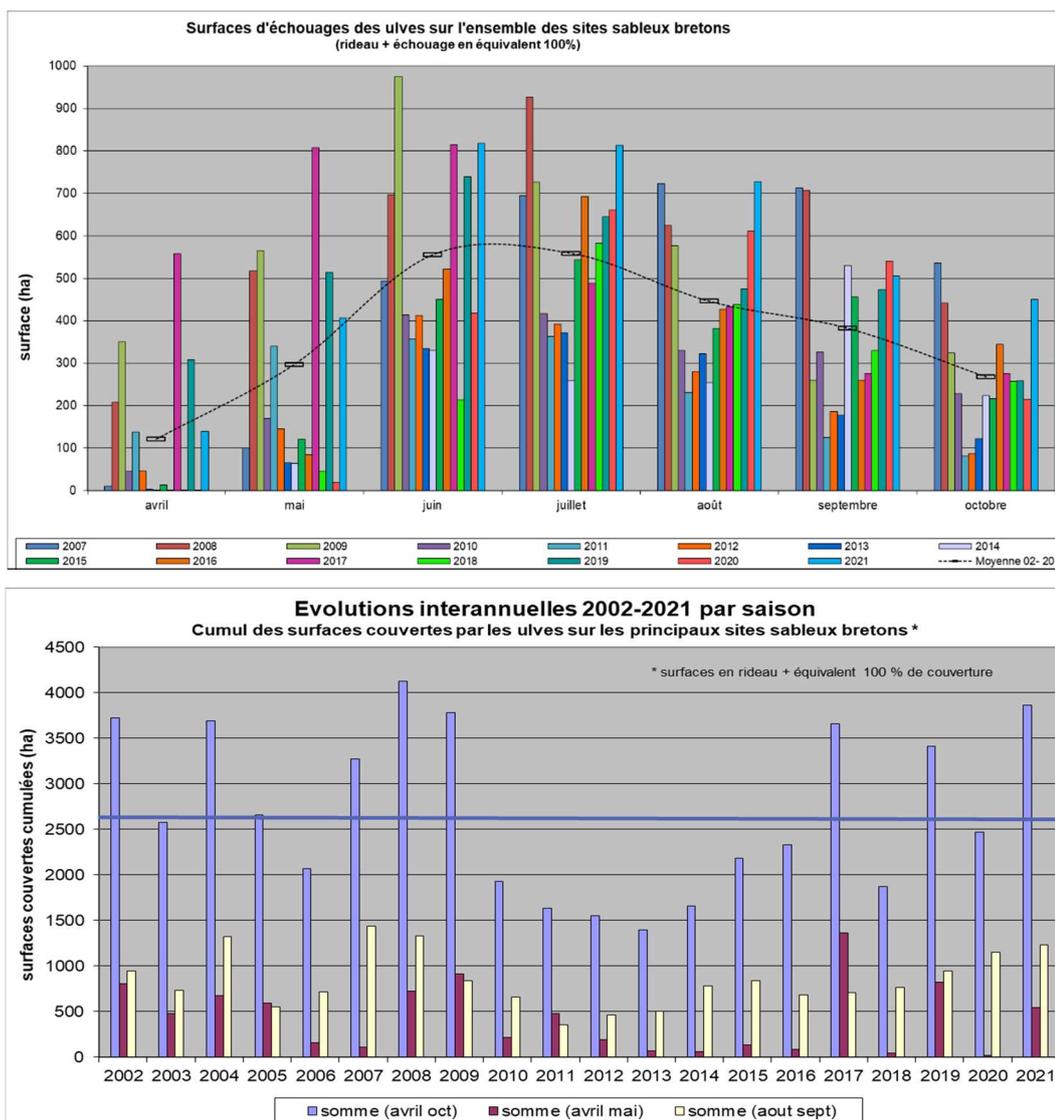
Au travers des trois dates d'inventaire, les Figure 3 et Figure 4 (qui ne concernent que les **principaux sites sableux bretons**) permettent de dégager les caractéristiques de la marée verte en 2021 en comparaison avec la situation des années antérieures :

- **un cumul annuel en forte hausse par rapport à 2020 (+41 %) et très supérieur à la moyenne 2002-2020 (+39 %)**. Si l'on considère toutes les valeurs depuis le début des suivis (20 années) l'année 2021 se place au **quatrième rang des années** de plus forte couverture (derrière 2008, 2002 et 2004 et devant 2019 et 2017 ; cumul 3 inventaires 2021 : 1 727 ha pour une médiane 2002-2020 de 1 121 ha). L'analyse sur le **littoral breton et sur une période plus longue** permet de consolider les constats faits sur les années 2007-2021 sur le littoral Bretagne. L'année 2021 est, sur la chronique 2002-2021 (Bretagne), **la quatrième année en partant de la plus élevée sur 20 années**, ce qui est équivalent à ce qui est mesuré sur Loire Bretagne sur 2007-2021 (3^{ème} année sur 15). La hiérarchie entre les années de plus forte prolifération est cependant légèrement différente quand on analyse les sites bretons uniquement ou l'ensemble des sites Loire Bretagne : sur Loire Bretagne (et trois inventaires), notamment l'année 2009 est au-dessus de 2017 et 2019 (du fait de surfaces importantes, en 2009 sur les sites du Sud Loire, par rapport à ce qu'elles étaient en 2017 et 2019). On trouve alors sur Loire Bretagne que l'année 2021 est (très légèrement) supérieure à 2017 (+ 3%) et 2019 mais (très légèrement) inférieure à 2009 (0.5 %) ce qui n'est pas le cas sur le littoral breton (2021 supérieure à ces trois années).
- **une prolifération qui, contrairement à 2020 très tardive, a été précoce** : les surfaces en mai 2021 sont **37 % supérieures à la moyenne 2002-2020** (à l'échelle du littoral breton l'année 2021 est au 8^{ème} rang sur 20 années en termes de précocité). L'année 2020 ayant été la plus tardive, et 2021 précoce, les surfaces de 2021 sont alors **20 fois plus élevées que le niveau mesuré en mai 2020**, montrant bien la **forte variabilité des démarrages** des proliférations, **y compris d'une année sur la suivante**. L'analyse sur le littoral breton plutôt que Loire Bretagne permet de **relativiser la précocité de 2021** puisque l'ajout des années 2002-2006 conduit à l'ajout de 3 années plus précoces que 2021 (2002, 2004 et 2005). L'analyse sur le littoral breton, en revanche, exclut l'année 2011 qui est moins précoce que 2021 (ce qui n'est pas le cas sur le littoral Loire Bretagne). Comme cela était relevé à l'échelle Loire Bretagne, mais à un niveau accentué, cette précocité est en réalité surtout **le fait des deux baies de Saint Brieuc et de la « Fresnaye »** qui en mai **représentaient 90 %** de la surface mesurée sur le littoral breton (et 84 % de Loire Bretagne).
- un **maximum annuel** qui est atteint en juillet et qui est **supérieur de 45 %** au niveau moyen de juillet 2002-2020 (sur Loire Bretagne le niveau est 42 % supérieur à la moyenne de 2007-2020). L'année 2021 est la troisième année en surface de juillet après 2008 et 2002. Le fait d'allonger la série et de n'analyser que les sites sableux bretons **consolide la perception et accentue légèrement le côté intense de la prolifération en juillet**.
- un **niveau de septembre** qui **diminue de 38 % par rapport à juillet** mais **demeure soutenu pour la saison avec 32 % de surface de plus** qu'en moyenne 2002-2020 (sur Loire Bretagne le niveau est 24 % supérieur à la moyenne de septembre 2007-2020). Pour cet inventaire encore, l'analyse des baies bretonnes seules **amplifie le caractère « soutenu » de la prolifération en fin de saison** (sur septembre, la surface couverte sur le littoral sud Loire est de 9 % supérieur à son niveau « moyen » 2007-2020 hors Sud Ile de Ré mais ce littoral ne représente que 13 % de la surface Loire Bretagne en septembre 2021).
- Données complémentaires issues des suivis RCO et Prolittoral sur les côtes bretonnes et éléments d'interprétation des proliférations observées :

En complément des suivis réalisés dans le cadre du programme de surveillance DCE (présent rapport), le **CEVA, appuyé financièrement par les 4 conseils départementaux bretons, le conseil régional de Bretagne et l'Agence de l'Eau Loire Bretagne**, a suivi, de 2007 à 2016, l'évolution des surfaces d'échouages sur les principaux sites bretons en avril, juin, août et octobre ; suivis qui, depuis 2017, sont intégrés au réseau RCO en



maitrise d’ouvrage de l’AELB. Les dates de suivis, les sites intégrés et les méthodes sont identiques depuis 2002, ce qui permet de comparer les données entre elles sur les principaux sites du linéaire breton. Ces suivis complémentaires (Figures 5) permettent de mesurer une **réponse spécifique par site** (démarrage plus ou moins tardif, prolifération plus ou moins longue et intense, en fonction des années) aux variations climatiques, en **analysant plus finement l’ensemble de la saison** et en **consolidant les résultats des « suivis généraux »** du RCS reportés dans le présent rapport (le fait d’avoir une observation, par exemple, en avril et juin permet de consolider la mesure de mai et de relativiser les variations liées aux conditions particulières précédant le survol ; pour beaucoup de sites le maximum annuel est en juin et n’est donc pas mesuré si l’on observe en mai, juillet et septembre ; idem pour certains sites dont le maximum est en août ; ...). Ces suivis complémentaires permettent aussi, à l’échelle de la zone géographique suivie, de qualifier objectivement et avec davantage de précision l’importance de la marée verte de l’année en fonction des **conditions climatiques et des apports nutritionnels** de l’année.



Figures 5 (a) et (b) : Surfaces couvertes par les ulves (échouages + rideau) sur les sites sableux du littoral breton entre 2002 et 2021 (haut (a) : analyse mensuelle ; bas (b) : analyse annuelle et saisonnière) : données 2002-2006 acquises dans le cadre de Prolittoral ; données d’avril, juin, août et octobre 2007 à 2016 acquises par le CEVA dans le CIMAV avec l’appui des 4 conseils départementaux bretons, du conseil régional de Bretagne et de l’Agence de l’Eau Loire Bretagne. Seuls les sites principaux faisant l’objet d’un suivi mensuel sont présentés ici (principaux sites sableux uniquement ; en 2021 ces sites représentent 96 % du total mesuré pour les sites sableux sur la région et 92 % en moyenne sur 2007-2021).



Ces données complémentaires (ajout de 4 dates de mesures dans la saison et augmentation de la chronique de suivi de 5 années 2002-2006) permettent de consolider la perception de l'année 2021 basée sur les données acquises lors des inventaires RCS (cf. ci-dessus) : l'année **2021 apparaît sur cette série Bretagne de 20 années comme la deuxième plus forte en cumul sur les 7 inventaires derrière 2008** et juste devant 2009. La perception mensuelle sur la saison de prolifération renforce donc le **caractère de très forte prolifération de 2021** (la perception par les seuls vols RCS ne mettait l'année 2021 qu'en quatrième position sur le littoral breton sur les années 2002-2020).

De plus, le **caractère précoce** de la saison (valeur de mai) est **consolidé par la valeur d'avril** (valeur avril de + 16 % supérieure à la moyenne avril 2002-2020 et « avril + mai » utilisée pour caractériser la précocité des années de 30 % supérieure à la moyenne) et par la valeur **de juin** (+47 % par rapport à la moyenne). En **juillet**, les surfaces sont identiques à juin et 45 % au-dessus du niveau moyen (même « stabilité » entre ces deux mois sur la moyenne 2002-2020). Cette valeur élevée de **juillet est consolidée par la mesure d'août** (63 % au-dessus de la moyenne d'août). Alors que la **valeur de septembre** en replis (« seulement 32 % au-dessus de la moyenne) semble à **relativiser avec la valeur d'octobre qui est en fort rebond** relatif (un peu inférieure à septembre 2021 mais 68 % supérieure à la moyenne d'octobre). Ce petit repli de septembre pourrait être lié à des conditions assez perturbées (vent de nord-est soutenu pendant 10 jours avant le vol).

L'analyse plus fine de l'année 2021 sur les sites principaux bretons est assez **convergente avec l'analyse des trois inventaires RCS sur la Bretagne** : le niveau de 2021 est, sur les **7 inventaires annuels sur les sites principaux, 47 % supérieur** au niveau moyen 2002-2020 alors que sur les 3 inventaires (et tous les sites sableux) il se situe à **+ 39 % au-dessus du niveau moyen 2007-2020** (et 36 % si on analyse sur la même période l'ensemble du linéaire Loire Bretagne). Cela permet donc de **conforter la perception permise par le RCS** et surtout de **mieux décrire les mécanismes et le poids des différents paramètres** sur les proliférations locales.

Ces suivis renforcés montrent, à l'échelle des baies bretonnes, l'importance du paramètre « reconduction interannuelle » qui génère certaines années (ex. 2017) une prolifération très précoce ou à l'opposé en 2018 ou 2020 **des proliférations très retardées** qui ne s'installent massivement qu'en juin voire juillet, ne pouvant alors bénéficier de conditions nutritionnelles aussi favorables pour la croissance de la biomasse. L'année 2021 est assez particulière (et proche de 2019) avec un démarrage **qui a été précoce surtout sur 2 secteurs côtiers** (baie de la « Fresnaye » et baie de Saint Brieuc qui représentent en mai 90 % de la surface bretonne) alors que **le reste des sites a connu une prolifération tardive**. Cette précocité sur ces deux secteurs s'explique en premier lieu par le caractère **peu exposé de ces deux baies qui est accentué par leur forme et leur taille** (plus difficile d'éloigner suffisamment les algues pour qu'elles ne reviennent plus dans la baie de Saint Brieuc que pour un plus petit site). L'hiver « **moyennement dispersif** » (cf. rapport RCO Bretagne) a alors **été insuffisant pour limiter la reconduction des baies les plus vastes et les moins exposées**. En plus de cette reconduction, la fin de l'hiver 2020-2021 a été **particulièrement lumineuse** (fort excédents notamment sur les Côtes d'Armor sur février à avril avec en avril respectivement 66 et 80 % d'heure d'ensoleillement de plus que la normale sur les stations de Saint Brieuc et de Dinard).

Ces suivis permettent aussi de montrer, plus tard dans la saison, **le rôle prépondérant des apports de flux azotés qui conditionnent l'accroissement ou le maintien de la biomasse à un niveau élevé** en saison estivale. Pour ce qui est de la période la plus « sensible » aux flux d'azote (mai-août pris comme indicateur) **la moyenne des apports sur les cours d'eau bretons** suivis (programme RCO Bretagne) est sensiblement inférieure au niveau moyen (- 24 % par rapport à mai-août 2010-2020). Cela est lié à des flux en mars à juin inférieurs aux moyennes qui ne sont pas contrebalancés par des flux « moyens » ou légèrement excédentaires en juillet – août. Ce niveau « régional estimé » masque des **réalités locales très contrastées**. Ainsi, sur la période « sensible » les flux sont-ils **très excédentaires** sur l'est des Côtes d'Armor (+ 75 % et + 25 % sur le Frémur et la baie de Saint-Brieuc et même + 175 et + 75 % si l'on se concentre sur la période « cruciale » juin-août) quand les **cours d'eau plus à l'ouest montrent des situations de déficit de flux** (de - 15 % sur le Yar à - 35 % sur le



Kerharo pour mai-août). Ces réactions en débit et concentration sont, elles-mêmes, liées au contexte géologique local (BV schisteux, plus réactifs à l'est Bretagne) mais aussi à **des pluviosités d'orage** entre mi-juin et mi-juillet très inégalement réparties avec notamment des pluies **très excédentaires sur l'est des Côtes d'Armor** (entre le 15 juin et le 13 juillet, la station de Dinard enregistrait 166 mn de pluie contre une normale de juin et de juillet de 49 mn soit des quantités de pluie 3.4 fois plus importantes que la normale ; situation quasiment identique sur la station de Saint Briec alors que sur les stations de l'ouest Bretagne l'excédent n'était que de 75 à 80 %). Ces fortes pluies ont donc **engendré des débits et flux élevés en fin juin et sur les mois de juillet, août et même septembre** sur la **baie de Saint Briec et l'Est des Côtes d'Armor**. Alors que les cours d'eau plus à l'ouest, malgré des remontés des débits à partir de juillet sont, pour la plupart, restés chaque mois en dessous des moyennes pluriannuelles de flux d'azote. **Les situations nutritionnelles sont donc, encore en 2021, différentes selon les secteurs** avec toutefois des flux qui étaient partout **bas en tout début de saison** (mars à mai : flux inférieurs aux moyennes, mais période a priori toujours au-dessus des limitations nutritionnelles) **et un niveau qui devient élevé en fin juin sur les baies des Côtes d'Armor** (baie de Saint Briec et de la « Fresnaye ») en lien avec des orages intenses après le 16 juin et jusqu'au 11 juillet. Alors que les flux sont restés proches des moyennes (Yar) ou même inférieurs à la moyenne sur les BV de l'ouest.

Ces apports excédentaires voire **très excédentaires à partir de la mi-juin sur les sites de la baie de Saint Briec et les baies de l'est des Côtes d'Armor** (+175 % à + 75 % sur la moyenne des mois de juin à août pour le Frémur et la baie de Saint Briec), **expliquent**, comme cela avait été le cas en 2020, **la croissance très soutenue en juin et juillet** sur ces sites, classiquement limité par le manque d'azote à partir de juin.

La situation sur le **littoral Sud Bretagne et Sud Loire est logiquement influencée par les apports de la Loire et de la Vilaine. Pour ce qui est des grandes lignes des apports : les débits importants en février** (X 2 et + 50 %) sont devenus faibles en mars (-50 % sur la Loire et la Vilaine et -25 % sur la Garonne) **restent bas en avril et mai** (-55 à -20 % suivant les cours d'eau et les mois) **pour devenir excédentaires à partir de fin juin et en juillet** (+ 100 % sur la Loire, + 150 % sur la Vilaine et + 2 % sur la Garonne), **en août** (+ 16 % sur la Loire, pas de donnée sur la Vilaine et -2 % sur la Garonne) et septembre (+ 6 % ; + 40 % et + 18 %, respectivement). Pour ce qui est des surfaces mesurées sur le littoral Sud Loire, en 2021, les proliférations ont été tardives, puis soutenues en juillet sur les sites de Loire Atlantique et de Vendée (respectivement + 80 % et + 50 %) devenant inférieures en septembre sur les sites de Loire Atlantique et proche de la moyenne sur ceux de Vendée. Sur le littoral de l'île de Ré, plus sous influence de la Gironde, les proliférations ont été faibles (environ - 60 % pour chaque mois d'inventaire par rapport à la situation moyenne 2007-2020). Ces évolutions surfaciques sont donc, en première analyse (pas de données de flux disponibles mais uniquement les débits) concordantes avec les apports des différents cours d'eau (très faibles au printemps, puis excédentaires, surtout sur Loire et Vilaine en juin-juillet alors qu'ils restaient moyens sur la Gironde).

La situation mesurée sur le littoral Loire Bretagne dans son intégralité ressort comme **assez conforme à celle mesurée sur les principaux sites bretons** du fait du **poids relatif important de ces sites**, malgré des différences notables par secteurs et des dynamiques de prolifération différentes. La situation générale **Loire Bretagne est très influencée par les sites du littoral nord** dont le poids est très important. Ce sont ces sites qui expliquent la prolifération « précoce » en 2021 et plus particulièrement **les deux grandes baies de l'Est des Côtes d'Armor** (baie de Saint Briec et « Fresnaye ») qui en mai représentaient 84 % de la surfaces en ulves de Loire Bretagne. Alors que la plupart des autres sites (et en particulier le littoral Sud Loire) étaient tardifs. Le caractère soutenu de la prolifération en juillet est plus partagé par les sites de Loire Bretagne y compris sur les sites des Pays de Loire) mais le total régional est cependant encore très influencé par les deux secteurs des Côtes d'Armor précoces et dont les flux ont été très élevés à partir de juin. Au total, l'année 2021 aura été une année de forte prolifération (+ 36 % par rapport à la moyenne 2007-2020 et 3^{ème} année sur 15 ans) ce qui est très largement lié à 4 ME du littoral nord qui totalisent 81 % de la surface mesurée sur les 3 inventaires de 2021 sur Loire Bretagne.



Ces **différences importantes de réaction annuelle** des sites sont liées au **fonctionnement des sites** (fonctionnement par reconduction ou arrachage...) et aux **conditions annuelles de chaque secteur** (exposition à la dispersion, mais aussi flux différents suivants la nature des bassins versant et de la pluviosité locale, en particulier pour ce qui est des phénomènes orangeux). Ces mesures complémentaires sont donc précieuses notamment pour aborder la reconduction du phénomène et sa description associée aux données environnementales. Pour plus d'informations sur les évolutions mesurées à l'échelle de la Bretagne : rapport du CEVA CIMAV P1 et RCO 2021 en ligne sur le site internet <https://www.ceva-algues.com>.

3.4. Enquête auprès des communes sur les ramassages d'algues

L'enquête a été envoyée à toutes les communes du littoral Loire-Bretagne (de Roz sur Couesnon à Fouras), soit 353 communes (certaines communes ayant fusionné « administrativement » continuent de répondre « individuellement, à l'échelle de l'ancienne commune » voire des plages, niveau de réponse proposé dans le questionnaire, d'autres répondent à l'échelle de la « nouvelle commune »). En 2021, comme cela avait été le cas en 2020, les questionnaires ont été envoyés par message électronique (mel) et non par courrier en vue de faire évoluer la procédure et tenter de faciliter, à terme, la réponse des communes. Pour ce faire, le CEVA a proposé aux communes de répondre directement en ligne (<https://www.ceva-algues.com/document/questionnaire-algues-vertes/>) tout en laissant la possibilité de répondre par mel voire par courrier. La gestion des adresses mel, à la place des adresses postales utilisées précédemment, est restée lourde du fait de l'évolution des adresses de certains « contacts ». La gestion dématérialisée de l'enquête, sans questionnaire papier, pose elle aussi quelques difficultés qui avaient imposé de reprendre la partie « questionnaire en ligne » afin de rendre la réponse par les déclarants plus simple. La même trame a été utilisée pour l'enquête 2021.

Les communes n'ayant pas répondu « spontanément » suite à l'envoi du questionnaire par mel ont été relancées par téléphone ou mel, comme les années antérieures. Toutes les communes ayant lors des années antérieures déjà déclaré un ramassage de plus de 10 m³ ont été relancées de sorte à limiter les « non réponses » des communes les plus susceptibles d'avoir réalisé du ramassage. Malgré ces relances, certaines communes n'ont pas répondu au questionnaire, ou pas complété celui-ci de façon suffisante pour qu'il soit exploité (pas de quantification des volumes de ramassage, par exemple).

- Taux de réponse :

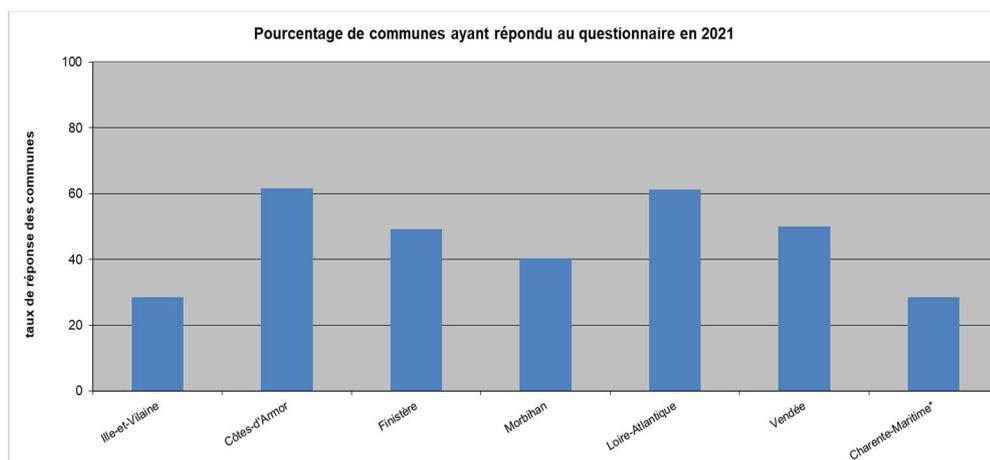


Figure 6 : Taux de réponse des communes à l'enquête ramassage.



Le **taux de réponse** de l'ensemble des communes du littoral Loire Bretagne s'établit en 2021 à 48 %. Pour deux départements, les taux de réponses sont proches de 60 % : Loire Atlantique et Côtes d'Armor. Deux autres départements présentent des taux proches de 50 % (Finistère et Vendée) et deux autres autour de 30 % (Ille et Vilaine et Charente-Maritime). Les deux départements déclarant les volumes de ramassage d'algues vertes les plus importants (Côtes d'Armor et Finistère) sont donc parmi ceux dont les taux de réponses sont les plus élevés (respectivement 62 et 49 %). Les départements des Côtes d'Armor et de Loire Atlantique voient leurs taux de réponses en légère augmentation tout en restant inférieurs à la plupart des années antérieures. A l'opposé, les départements du Finistère et d'Ille et Vilaine voient leurs taux de réponses diminuer fortement. Les départements les moins concernés par les volumes de ramassage importants sont ceux qui répondent le moins (communes se sentant moins concernées par la thématique et moins de relances téléphoniques par le CEVA du fait de références historiques d'absence de ramassage ou de faible ramassage). En 2021, pour l'ensemble du linéaire, les taux de réponses (48 %) sont inférieurs à ceux de l'année 2020 qui était déjà considérée comme présentant un taux faible (52 % nettement sous 2019 avec 57 % année pour laquelle le confinement, dès mars semblait pouvoir expliquer les retours moins nombreux). Le taux de réponse des communes est donc très inférieur aux années précédentes (62 % en 2018, première année d'envoi des enquête par mel à la place des « courriers papier », 74 % en 2017, 71 % en 2016 ; 68 % en moyenne 2010-2015). La gestion des adresses mel (changement des adresses des collectivités ou des personnes « contacts » identifiées les années précédentes) explique probablement aussi quelques absences de réponse par rapport à la procédure antérieure avec une transmission par courrier (adresse postale fixe des mairies). De plus, il est possible que les demandes par mel soient moins prises en compte par certaines communes que les traditionnels « courriers papier » et que l'adaptation à une réponse « en ligne » ait posé des difficultés à certaines communes. Enfin, les relances téléphoniques par le CEVA ont également été **plus tardives** (du fait de disponibilités en personnel assez limitées sur la période du début d'année) et probablement **moins répétées** que les années antérieures. Malgré cela, pour ce qui est des communes réellement concernées par de gros ramassages, **on peut estimer que leur taux de réponse est largement supérieur au taux de retour de l'ensemble des communes littorales** : en effet, ces communes plus que les autres répondent spontanément et, de plus, celles riveraines de sites d'échouage connus font l'objet de relances répétées, surtout si du ramassage avaient été reporté les années antérieures.

On peut estimer que pour la **région Bretagne**, pour laquelle les proliférations sont suivies depuis de nombreuses années, **les communes les plus concernées répondent de façon satisfaisante**. Un effort particulier a été réalisé sur ces communes en 2021 et les retours sont satisfaisants. Ainsi, seules 6 communes ayant déjà déclaré 100 m³ ou plus entre 1997 et 2020 ne nous ont pas répondu (ou résultats pas exploitables ; en 2020, elles étaient 15 communes dans ce cas, 16 en 2019, 9 en 2018 et 0 en 2017). Et aucune commune ayant déjà ramassé plus de 500 m³ ne nous a **pas répondu à l'enquête en 2021** (elles étaient 4 dans ce cas en 2020). Ces 6 communes ayant déjà déclaré 100 m³ ou plus les années antérieures représentaient, en moyenne un total de 111 m³ (1 374 m³ si on somme les maximums déjà déclarés par chacune de ces 6 communes). Sur la Bretagne, 22 communes ayant déjà **ramassé plus de 10 m³** n'ont pas répondu en 2021 ce qui **représentait un cumul de 243 m³** sur la moyenne des déclarations 1997-2020.

La moyenne des déclarations des communes de Loire Bretagne est de 59 300 m³ (moyennes des sommes annuelles déclarées par communes sur 2007-2020) ; les « non réponses » de 2021 de communes ayant déjà déclaré plus de 10 m³, particulièrement nombreuses en 2021 (26 communes et 262 m³ de « moyenne des années antérieures »), représenteraient donc **0.4 % du volume moyen total de Loire Bretagne** (pour 16 % du nombre de communes, 158 communes ayant déjà déclaré plus de 10 m³). Pour ce qui est des communes bretonnes dont l'historique d'enquête est particulièrement long, on peut donc estimer que **le volume de ramassage** que pourrait représenter les communes qui n'ont pas répondu est acceptable, **probablement autour de 0.5 % du total déclaré** (en affectant aux communes n'ayant pas déclaré de ramassage en 2021, le volume « moyen » des années antérieures de ces mêmes communes et en le rapportant au ramassage déclaré



en 2021). Pour ce qui est de l'ensemble du littoral Loire Bretagne, l'historique des enquêtes étant moins long, sa fiabilité pourrait être jugée moins bonne (communes qui n'auraient jamais déclaré 10 m³ malgré certaines années au-dessus de ce seuil) mais permet néanmoins d'obtenir la tendance interannuelle en matière de ramassage.

Volume d'algues vertes ramassé sur le linéaire Loire Bretagne :

La Figure 7 et le Tableau 12 présentent la répartition des volumes déclarés par département. La **carte 8** propose les résultats par commune. Le ramassage déclaré par les communes représente un total de **49 786 m³**, qui est **16 % inférieur à la moyenne 2007-2020** mais **près du double de l'année précédente (+ 85 %)**. Les volumes déclarés en 2021 sont très inférieurs au niveau de 2009 ou 2011 années de plus fort ramassage (environ -50 %). La Figure 7 montre pour 2021 que le département dont les communes déclarent le plus de ramassage est le département des Côtes d'Armor, suivi du Finistère (35 % de moins que le département des Côtes d'Armor). Les communes de ces **deux départements, les plus impactés, représentent 86 % des volumes déclarés** sur l'ensemble du littoral Loire Bretagne. Avec des ramassages cumulés sur le linéaire départemental de près de 4 000 m³, les **communes du département de Loire Atlantique se positionnent en troisième position** nettement derrière les deux départements les plus concernés (85 % de moins que les Côtes d'Armor). Les volumes sur ce département sont à 75 % le fait de 2 communes. Avec un peu moins de 2 000 m³ déclaré par les communes du département, **le linéaire du Morbihan se trouve en quatrième position**. Les volumes ramassés déclarés par les communes de **Charente-Maritime et de Vendée** sont de **moins de 1 000 m³** et elles sont de près de 0 sur le département **d'Ille de Vilaine**.

Certaines communes déclarent ramasser des algues mais ne peuvent en estimer le volume : c'est notamment le cas de la plupart des communes qui collectent des algues en haut de plage et les déposent en bas d'estran pour que la mer les reprenne. Ces volumes d'algues ne sont pas comptabilisés ici quand les communes ne les ont pas chiffré (cas général).

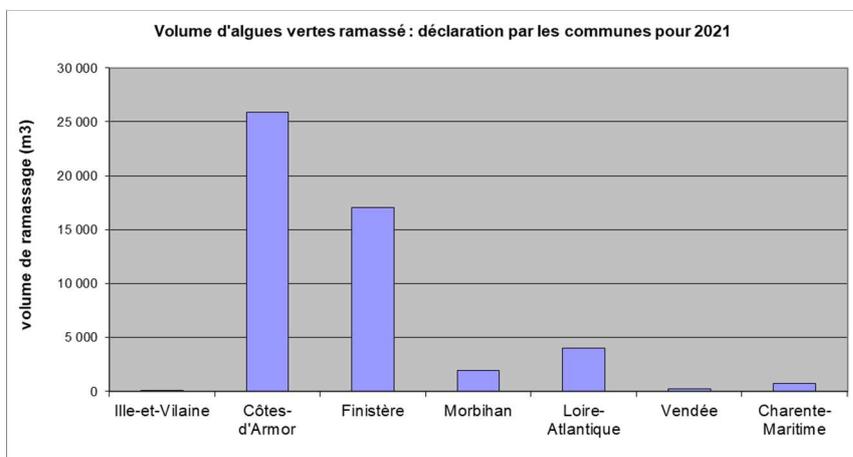


Figure 7 : Volume de ramassage d'algues vertes déclaré par les communes par département (m³).



Tableau 12 : Déclaration de volume d'algues totales et algues vertes (m³) ramassé par les communes du littoral Loire Bretagne entre 2007 et 2021.

Département	Données	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Ille et Vilaine	ramassage toutes algues	6447	138	3147	124	2888	118	95	96	100	602	1619	2743	312	183	429
	dont algues vertes	1048	129	186	100	61	81	44	37	49	171	41	14	32	1	2
Côtes d'Armor	ramassage toutes algues	26912	34614	50819	40978	32949	32148	26939	17894	27026	27598	29453	13836	27369	11596	26156
	dont algues vertes	26355	34267	50495	40515	32179	31904	26646	17041	26790	27141	29208	13670	27334	11554	25902
Finistère	ramassage toutes algues	24056	27573	38583	61454	49798	45697	19088	12534	29993	29120	28437	19495	31328	19555	22034
	dont algues vertes	18294	20019	34574	23048	46936	40104	16921	7113	22343	16293	21736	13706	22295	12273	17036
Morbihan	ramassage toutes algues	5506	6065	6909	6110	8722	12562	2410	6334	10728	6257	7701	7136	18756	11333	6470
	dont algues vertes	1327	1083	2728	973	2431	2048	872	1038	1895	1853	1810	1127	1795	1510	1934
Loire Atlantique	ramassage toutes algues	610	5871	5764	11483	12729	8737	1234	8085	6583	6894	7572	5903	4774	2705	5613
	dont algues vertes	610	2559	5150	7161	10853	7624	968	4631	5242	3495	5731	4922	2248	1014	3981
Vendée	ramassage toutes algues	5276	17744	8050	7677	7018	12556	4006	5656	11729	16674	9538	5586	8534	3614	9938
	dont algues vertes	490	454	950	1892	680	1218	1194	2976	4084	4640	1142	818	1127	501	215
Charente Maritime*	ramassage toutes algues	800	2150	0	310	127	310	163	800	1992	1248	1260	594	1900	0	716
	dont algues vertes	480	1835	0	310	127	75	103	800	1992	1248	1260	594	1900	0	716
Littoral Loire Bretagne	ramassage toutes algues	69607	94155	113272	128136	114231	112128	53935	51399	88211	88393	85580	55293	92973	48986	71356
	dont algues vertes	48604	60346	94083	73999	93267	83054	46748	33636	62395	54841	60928	34851	56731	26853	49786

* pour le littoral de Charente Maritime, seules les communes comprises entre Charron et Fouras ont été enquêtées dans le cadre du présent programme.

La **carte 8** permet de visualiser, par commune, les ramassages d'algues vertes déclarés par classe de volume. Sur l'année 2021, **trois communes déclarent des volumes de plus de 5 000 m³** ; ces trois communes se trouvent sur trois baies différentes, toutes **trois concernées par le Plan de Lutte contre les Algues Vertes (PLAV)** : baie de Saint Briec (Hillion avec 11 100 m³) de « Saint Michel en Grève » (Tréduder avec 6 400 m³) et de « Guissény » (Guissény 5 800 m³). Dix communes déclarent des ramassages compris entre 1 000 et 5 000 m³. Sur ces 10 communes, 7 se trouvent sur une des 8 baies du PLAV (Baie de « Saint Michel en Grève », de Douarnenez et de « Locquirec »). Les 3 autres communes se trouvent sur le littoral Sud (Le Croisic, Sarzeau et Assérac sur les départements du Morbihan et Loire Atlantique). Les **13 communes ayant déclaré des ramassages de plus de 1 000 m³** d'algues vertes **représentent 86 % du total** des communes de Loire Bretagne (47 % du volume pour les 3 communes ayant déclaré plus de 5 000 m³).

En **annexe 6** est présentée l'évolution pluriannuelle des volumes de ramassage déclarés sous forme d'histogramme et de cartographie. L'analyse de la situation **sur les côtes bretonnes** dont la chronique est plus longue permet de fiabiliser la perception permise par l'analyse du littoral Loire Bretagne. **L'année 2021** est sur **cette chronique de 25 années environ 18 % en-dessous du niveau moyen déclaré** (44 900 m³ contre 54 600 sur 1997-2020). La situation perçue sur le littoral Loire Bretagne (- 16 % de volume déclaré par rapport à 2007-2020) est donc confortée par l'analyse sur une chronique plus longue, à l'échelle de la Bretagne.

Volume d'algues total ramassé sur le linéaire Loire Bretagne :

Outre l'information sur les algues vertes ramassées, certaines communes déclarent des ramassages d'autres algues (en mélange ou non avec des algues vertes). De plus, il convient de rappeler que certaines communes estiment les volumes totaux d'algues mais pas toujours finement (ou sous-estiment) la part d'algues vertes. Il



est donc utile de garder un œil sur les volumes totaux déclarés qui parfois pourraient inclure des volumes d'algues vertes. Le **volume total d'algues ramassé déclaré s'élève, en 2021, à 71 356 m³** ; en nette hausse par rapport à 2020 (+ 46%) mais en retrait par rapport à la situation moyenne 2007-2020 (-16%). On peut noter pour deux départements des volumes de **ramassage d'algues total qui sont liés majoritairement à « d'autres algues »** que les algues vertes (Morbihan avec 2/3 des déclarations en « autres algues », en grande partie sur la commune de Sarzeau) voire quasiment exclusivement (les communes de Vendée déclarent près de 10 000 m³ d'algues total mais seulement 2 % seraient des algues vertes et 80 % des algues totales déclarées sont le fait de la commune de Saint Hilaire de Rietz qui ne déclare que des ramassages d'algues rouges). C'est le cas aussi de l'Ille et Vilaine en 2021 mais pour des volumes totaux déclarés faibles (moins de 500 m³). Cette analyse sur les algues totales **conforte donc la perception permise par les déclarations en algues vertes**, l'assimilation des autres algues ne changeant pas les ordres de grandeurs sur le linéaire Loire Bretagne (ce qui est moins le cas localement à l'échelle de certains départements et encore plus des communes). Le Tableau 12 et l'**Annexe 6** présentent des informations plus détaillées par département. En cas de ramassage d'algues en mélange (en particulier cas des sites riverains de sites d'arrachage, notamment sur le sud Loire), nous pouvons être confrontés à l'absence d'information concernant la part d'algues vertes dans le **volume d'algues total** ; en ce cas, la donnée en volume d'algues vertes n'est pas saisie, mais le volume en « algue total » l'est. Ces cas de figure sont assez peu fréquents et les communes sont en général relancées pour, au moins approcher un taux d'algues vertes dans le ramassage total, taux qui est alors utilisé pour évaluer les ramassages d'algues vertes. Les taux d'algues vertes perçus par les communes diffèrent cependant parfois de façon importante des taux perçus par les opérateurs du CEVA lors des contrôles de terrain, mais ce sont les **taux déclarés** par les communes qui sont utilisés pour exprimer les résultats de ramassage déclarés.

Synthèse sur les évolutions des ramassages et 2021 (cf. détails en annexe 6) :

Le niveau de **ramassage 2021, en forte hausse par rapport à 2020 mais demeurant inférieur aux moyennes pluriannuelles doit être analysé par secteur :**

- ✓ **Les volumes globalement en forte hausse par rapport à 2020 sont le fait : de hausses importantes sur la baie de Saint Briec, de Douarnenez, de Saint Michel en Grève** et dans une moindre mesure **de Guissény et de Locquirec** mais d'une **légère baisse** sur la baie de la Forêt (malgré un niveau déjà très bas en 2020).
- ✓ Le niveau de 2021 ressort alors **très supérieur au niveau des années moyennes** :
 - sur la **baie de Saint Briec** (+ 40 %) en lien avec une prolifération précoce et soutenu jusqu'en hiver,
 - Sur la **baie de Guissény** (+ 80 %) en lien avec la prolifération la plus importante mesurée depuis le début des suivis (2002),
 - Dans une moindre mesure sur la **baie de Douarnenez** (malgré une prolifération inférieure au niveau moyen mais ce qui peut s'expliquer par des épisodes courts d'échouages massifs sur cette baie) et sur **l'estuaire de la Vilaine**
- ✓ Mais **très inférieur au niveau pluriannuel sur la baie de la Forêt** (- 98 % et près de -8 000 m³) dans un contexte de quasi absence de prolifération et sur la **baie de Saint Michel en Grève** (-35 % et près de -7 000 m³) avec, là aussi, une prolifération nettement inférieure au niveau moyen et surtout très tardive (surfaces encore quasiment nulles en juin).

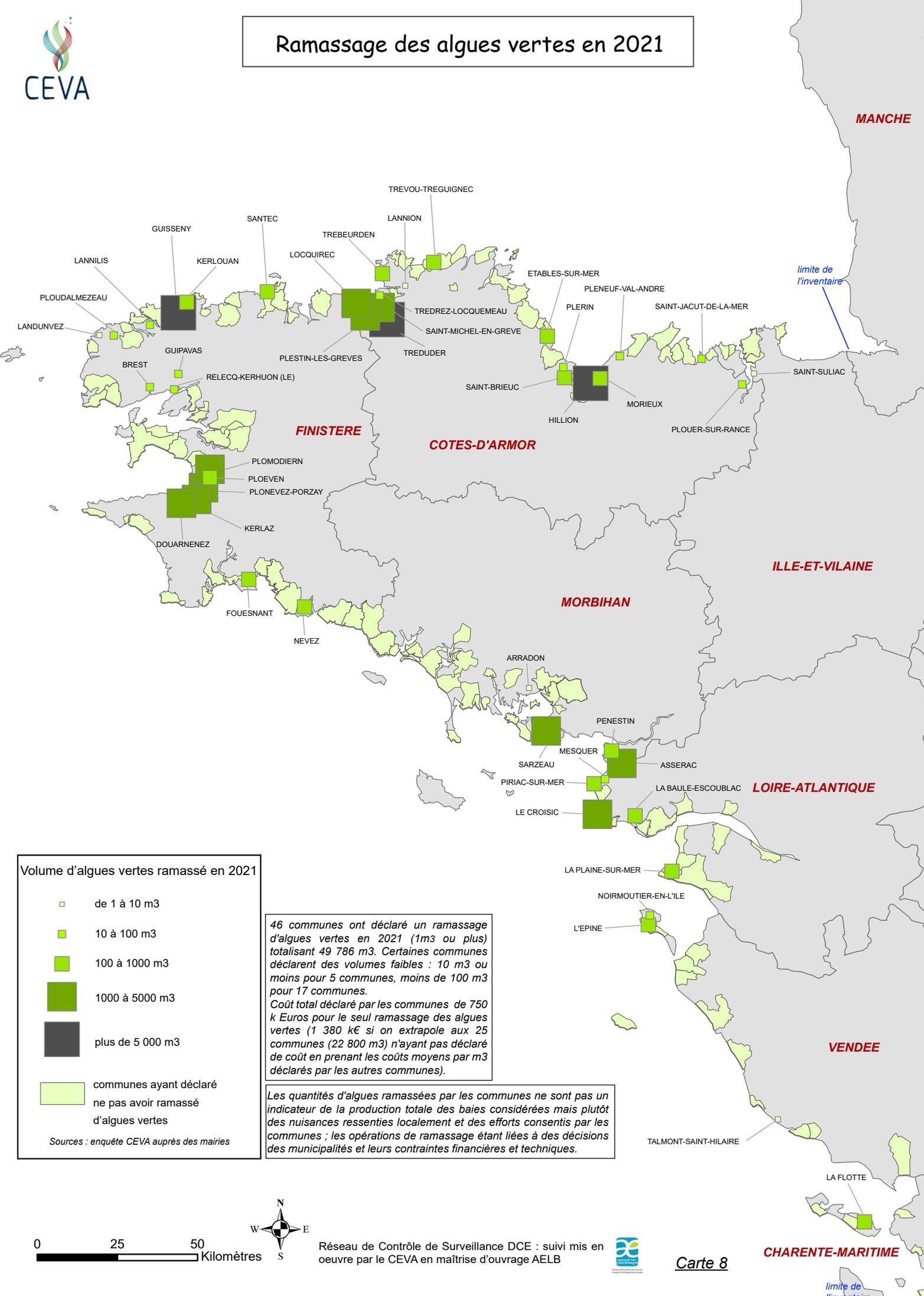
Enfin, pour l'analyse sur une période plus longue, il convient de rappeler la forte **médiatisation des marées vertes et des dangers liés au phénomène en cas de putréfaction** et la **sensibilisation des communes** notamment par les directives préfectorales plus particulièrement depuis 2009 / 2010 (augmentation de l'effort de ramassage ou fermeture des plages) puis depuis quelques années à **la prise en charge financière** par l'état des coûts pour les communes des baies du PLAV. Les volumes particulièrement bas en 2020 sont d'autant plus significatifs et sont bien en lien avec une prolifération globalement inférieure aux années antérieures et surtout beaucoup plus tardive (donc période potentiel de ramassage fortement écourtée), notamment sur la baie de Saint Michel en Grève habituellement concernée dès le début de saison par des ramassages importants). Les



volumes encore relativement bas en 2021 et inférieurs à la moyenne pluriannuelle montre donc des quantités d'algues à ramasser inférieures aux années moyennes sur une partie des sites, habituellement confrontés à des forts ramassages (en premier lieu les baies de la Forêt et de Saint Michel en Grève, secondairement baies de Douarnenez et de Locquirec). Ces quantités inférieures ne sont pas compensées totalement par des ramassages sur les secteurs très chargés en 2021 que sont la baie de Saint Brieuc (ramassage difficile sur une partie des plages et criques) et la baie de la Fresnaye (très peu de ramassages historiquement du fait de contraintes locales fortes).

Il est donc très probable qu'en cas de retour à des proliférations accrues sur l'ensemble du littoral (et non pas concentrées sur les sites du centre et de l'est des Côtes d'Armor) et sur une période longue couvrant la période touristique, les volumes ramassés dépasseraient potentiellement les niveaux de 2009 ou 2011, années pour lesquelles les communes ont été confrontées, pour partie au moins, à des limitations de ramassage par l'absence de débouchés de traitement satisfaisants ou de moyens de ramassage. Il est donc important de garder à l'esprit que l'évolution du ramassage n'est pas un indicateur fiable de l'importance de la prolifération mais plutôt de la **nuisance ressentie et de la volonté/capacité communale de ramasser**.

Ramassage des algues vertes en 2021



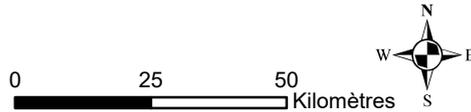
Volume d'algues vertes ramassé en 2021

- de 1 à 10 m3
- 10 à 100 m3
- 100 à 1000 m3
- 1000 à 5000 m3
- plus de 5 000 m3
- communes ayant déclaré ne pas avoir ramassé d'algues vertes

Sources : enquête CEVA auprès des mairies

46 communes ont déclaré un ramassage d'algues vertes en 2021 (1m3 ou plus) totalisant 49 786 m3. Certaines communes déclarent des volumes faibles : 10 m3 ou moins pour 5 communes, moins de 100 m3 pour 17 communes.
 Coût total déclaré par les communes de 750 k Euros pour le seul ramassage des algues vertes (1 380 k€ si on extrapole aux 25 communes (22 800 m3) n'ayant pas déclaré de coût en prenant les coûts moyens par m3 déclarés par les autres communes).

Les quantités d'algues ramassées par les communes ne sont pas un indicateur de la production totale des baies considérées mais plutôt des nuisances ressenties localement et des efforts consentis par les communes ; les opérations de ramassage étant liées à des décisions des municipalités et leurs contraintes financières et techniques.





3.5. Classement DCE des masses d'eau du bassin Loire-Bretagne

3.5.1. Evaluation de la qualité écologique des masses d'eau présentant des marées vertes de type 1 (marées vertes « à ulves dérivantes » sur plages)

En 2021, comme depuis 2017, les 16 masses d'eau (ME) de type 1 du littoral Loire Bretagne ont fait l'objet de suivi surfacique. A l'exception de la ME FRGC48 qui ne dispose pas d'informations surfaciques sur les années 2013-2016 (du moins pas pour l'ensemble de la ME) et n'a donc pas fait l'objet d'un classement sur les 6 années 2016-2021, toutes les ME ont pu être classées, comme prévu dans les grilles sur la période 2016-2021. Ces résultats surfaciques ont été utilisés pour calculer le ratio de qualité écologique (EQR) selon la grille d'évaluation dédiée aux proliférations d'algues vertes de type 1. Ce ratio permet de déterminer l'état écologique de chacune des masses d'eau évaluée. Sur les **16 ME de type 1 ayant fait l'objet de classement** (dont la FRGC48 sur 5 ans, mais dont le classement sur 6 ans aurait vraisemblablement été au moins bon), le résultat de l'évaluation est proche de celui présenté en 2020 (indicateur calculé sur les 6 dernières années, ce qui explique en partie des évolutions modérées). Cependant, **2 ME changent de classe et passent de médiocre à moyen** (FRGC20 et FRGC29, respectivement baie de Douarnenez et baie de Concarneau). La FRGC03 qui était passée du bon état à l'état moyen en 2020 voit son EQR diminuer et donc confirmer sa sortie du bon état. **Pour les 15 masses d'eau évaluées sur la période 2016 à 2021, 6 sont classées en très bon état écologique** (7 en ajoutant la FRGC48 classée sur 5 ans 2017-2021), **3 en bon état, 4 en état moyen et 2 en état médiocre** (cf. tableau ci-dessous). A noter que la **ME FRGC49** (« La Barre de Monts ») **voit son EQR diminuer fortement** du fait surtout de surfaces importantes en 2021 sur le site de « Noirmoutier-la Fosse » (51 ha de cumul sur les 3 inventaires) et **l'EQR est très proche du seuil du bon état** (0.623 pour un seuil à 0.617). Cependant, le prochain calcul portera sur 2017-2022 et les surfaces particulièrement importantes de 2016 (cumul sur les 3 inventaires sur le seul site de « Noirmoutier-La Fosse » de 71 ha) ne seront donc plus prises en compte. Enfin, **le cas de la FRGC03** (« Rance Fresnaye ») **est particulier** : de 2010 à 2014 plusieurs des baies de cette masse d'eau ont connu des proliférations d'algues brunes filamenteuses (de type *Pylaiella* ou genre *Ectocarpales* principalement, à la marge de type *Polysiphonia* et *Cladophora*) mais pas ou peu d'ulves contrairement aux années antérieures durant lesquelles les proliférations d'algues vertes y étaient massives. De 2015 à 2019 les proliférations d'algues vertes ont été un peu plus présentes (baie de la Fresnaye) en même temps que les algues brunes filamenteuses. Ces autres algues n'étant pas actuellement intégrées aux grilles d'évaluation, l'EQR calculé s'est amélioré rapidement pour ces années moins chargées en ulves (sortie des années de fortes proliférations antérieures à 2009 et entrée d'années avec beaucoup moins d'ulves). Toutefois, l'année 2015 a été marquée par une réapparition des ulves (plus précisément *Ulvaria*) dans cette masse d'eau, en particulier dans la baie de la Fresnaye, cas de figure qui s'est reproduit de 2016 à 2019 (surfaces modestes en 2019), ce qui a induit une rétrogradation de la qualité écologique de cette masse d'eau du « Très Bon Etat » au « Bon Etat » en 2017. En 2020 et encore plus en 2021, les surfaces couvertes par les algues vertes en baie de la Fresnaye sont nettement supérieures aux 10 années antérieures ce qui a engendré la dégradation de l'EQR et le retour de la ME en état moyen en 2020 (0.608 en 2020 et 0.57 en 2021 pour un seuil à 0.617).

Le bilan de cette évaluation montre que **40 % des masses d'eau (6)** ayant fait l'objet d'une évaluation avec la grille des proliférations de type 1 **sur la période 2016-2021 sont en dehors du bon état écologique.**



Tableau 13 : Classement DCE 2021 des masses d'eau du bassin Loire-Bretagne pour l'EQR calculé à partir des macroalgues opportunistes – Marées vertes de type 1

CODE ME	Données utilisées	Métrique 1 (% couv max /APC)	Métrique 2 (% couv moy /APC)	Métrique 3 (f> 1.5 %APC)	EQR Métrique 1	EQR Métrique 2	EQR Métrique 3	EQR FINAL 2015-220
FRGC01	2016-2021	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
FRGC03 *	2016-2021	2,42	1,04	27,78	0,53	0,55	0,62	0,57
FRGC05	2016-2021	8,87	6,16	83,33	0,24	0,20	0,24	0,23
FRGC06	2016-2021	0,84	0,42	5,56	0,73	0,73	0,89	0,78
FRGC09	2016-2021	0,30	0,15	0,00	0,88	0,88	1,00	0,92
FRGC10	2016-2021	12,61	6,92	77,78	0,19	0,20	0,28	0,22
FRGC12	2016-2021	2,97	1,92	55,56	0,48	0,41	0,43	0,44
FRGC20	2016-2021	4,62	2,27	50,00	0,38	0,38	0,47	0,41
FRGC26	2016-2021	0,19	0,11	0,00	0,92	0,91	1,00	0,94
FRGC29	2016-2021	3,15	1,99	55,56	0,47	0,40	0,43	0,43
FRGC34	2016-2021	0,53	0,37	0,00	0,79	0,75	1,00	0,85
FRGC35	2016-2021	0,95	0,47	11,11	0,71	0,71	0,79	0,74
FRGC36	2016-2021	0,09	0,03	0,00	0,96	0,98	1,00	0,98
FRGC48**	2017-2021	0,19	0,09	0,00	0,92	0,92	1,00	0,95
FRGC49	2016-2021	1,44	0,88	22,22	0,61	0,58	0,68	0,623
FRGC53	2016-2021	0,59	0,40	0,00	0,78	0,74	1,00	0,84

* prolifération de *Pylaiella* (qui concerne très fortement cette ME) non intégrée au calcul de l'indicateur présenté ici

** indicateur calculé sur 5 ans (pas de données à l'échelle de l'ensemble de la ME entre 2013 et 2016)..

3.5.2. Evaluation de la qualité écologique des masses d'eau présentant des marées vertes de type 2 (marées vertes « d'arrachage »)

Le Tableau 14 ci-dessous présente le résultat du classement écologique des masses d'eau concernées par des développements d'algues vertes de type 2. Sur les 11 masses d'eau du littoral Loire Bretagne concernées par la grille de type 2, 9 ont fait l'objet d'un classement intégrant l'année 2021 (2 ME n'ayant pas fait l'objet d'évaluation surfacique sur 2013-2016 n'ont pas vu leur classement réactualisé ce qui pourra être fait sur 2017-2022). Sur ces 9 ME classées sur 2016-2021, **aucune ne change de classe en 2021** ; **55 %** sont en « **Très Bon Etat** » (5 ME), **33 %** sont en « **Bon Etat** » écologique (3 ME) et une masse d'eau en état moyen (FRGC44). La FRGC44 (« Baie de Vilaine (côte) ») qui avait quitté le bon état en 2018 (très proche du seuil) avait vu son EQR se dégrader encore légèrement en 2019 mais reste en 2020 puis 2021 proche de ce niveau de 2019 (0.58 en 2021). La FRGC32 (« Laïta-Pouldu ») qui était passée en bon état en 2017 reste dans cette classe depuis. Elle s'était approchée de **la limite de l'état moyen** (0.003 point) en 2020 mais **se trouve confortée** dans le bon état en intégrant 2021 (0.64). Enfin la ME FRGC52 (« Ile de Ré (large) ») n'a jamais été évaluée, les suivis ayant débuté sur ce littoral en 2017. En 2022, elle pourra être classée sur les 6 années 2017-2022 (a priori en BE si elle est classée avec la grille de type 2, comme pressenti).

Tableau 14 : Classement DCE 2021 des masses d'eau du bassin Loire-Bretagne pour l'EQR calculé à partir des macroalgues opportunistes – Marées vertes de type 2



CODE ME	Données utilisées	Métrique 1 (% mai/roches)	Métrique 2 (% moy juillet&sept/Roches)	Métrique 3 (% max/substrat meuble)	EQR Métrique 1	EQR Métrique 2	EQR Métrique 3	EQR FINAL 2014-2019
FRGC13	2016-2021	0,19	0,09	0,39	0,96	0,96	0,84	0,92
FRGC28	2016-2021	0,40	0,05	0,94	0,92	0,98	0,71	0,87
FRGC32	2016-2021	1,21	1,54	1,54	0,76	0,57	0,60	0,64
FRGC38	2016-2021	0,29	0,00	0,21	0,94	1,00	0,91	0,95
FRGC42	2016-2021	0,45	0,21	0,67	0,91	0,91	0,77	0,86
FRGC44	2016-2021	1,87	1,75	1,92	0,63	0,56	0,57	0,58
FRGC45	2016-2021	1,43	1,09	0,94	0,71	0,60	0,71	0,67
FRGC46	2016-2021	0,13	0,74	0,79	0,97	0,70	0,74	0,81
FRGC47	2016-2021	0,21	1,29	1,37	0,96	0,59	0,63	0,72
FRGC50	2008-2012*	0,03	0,07	0,10	0,99	0,97	0,96	0,98
FRGC51	2008-2012*	0,21	0,05	0,39	0,96	0,98	0,84	0,93

* surfaces non mesurées de 2013 à 2016 ; classement sur 2008-2012 en TBE

3.5.3. Evaluation de la qualité écologique des masses d'eau présentant des marées vertes de type 3 (marées vertes de vasières)

Le classement des masses d'eau concernées par des marées vertes de type 3 **porte majoritairement sur les ME classées en dehors du « bon état »** les années antérieures. Les masses d'eau « a priori les mieux classées » ne faisant pas l'objet d'évaluation, il en ressort une proportion importante des masses d'eau évaluées en 2021 qui **se trouvent en dehors du bon état : 9 des 10 masses d'eau évaluées** (années de référence 2016-2021) sont **en dehors du bon état écologique**. Une masse d'eau se **dégrade et passe de moyen à médiocre** (FRGT24 « rivière de Vannes ») et au total, 6 ME sont en état moyen et 3 en état médiocre (Tableau 15). Comme dans le cas des grilles de type 1 et 2, les évolutions sont assez lentes puisque 6 années sont prises en compte dans le calcul. On peut noter une forte stabilité des EQR de la plupart des ME sur lesquelles les estimations se poursuivent (stabilité ou très légère dégradation sur la plupart excepté sur la FRGT24 dont l'EQR descend de 0.4 points). Les ME qui étaient à la limite du déclassement en 2013 pourraient basculer en dehors du bon état si les évaluations étaient maintenues (en particulier pour les ME FRGT 23, FRGC07 et la FRGC16). Cela pourrait également être le cas de la FRGT12 et (moins nettement) de la FRGT10 qui ne sont plus évaluées depuis 2010 mais se trouvaient proches de la limite de l'état moyen (0.604 pour la FRGT12 quand le seuil de déclassement est à 0.60). Si on rapporte les classements de 2021 aux 28 ME concernées potentiellement par des évaluations avec les grilles de type 3, **la proportion de masses d'eau en dehors du bon état est alors de 32 %**.

Tableau 15 : Classement DCE 2021 des masses d'eau du bassin Loire-Bretagne pour l'EQR calculé à partir des macroalgues opportunistes – Marées vertes de type 3

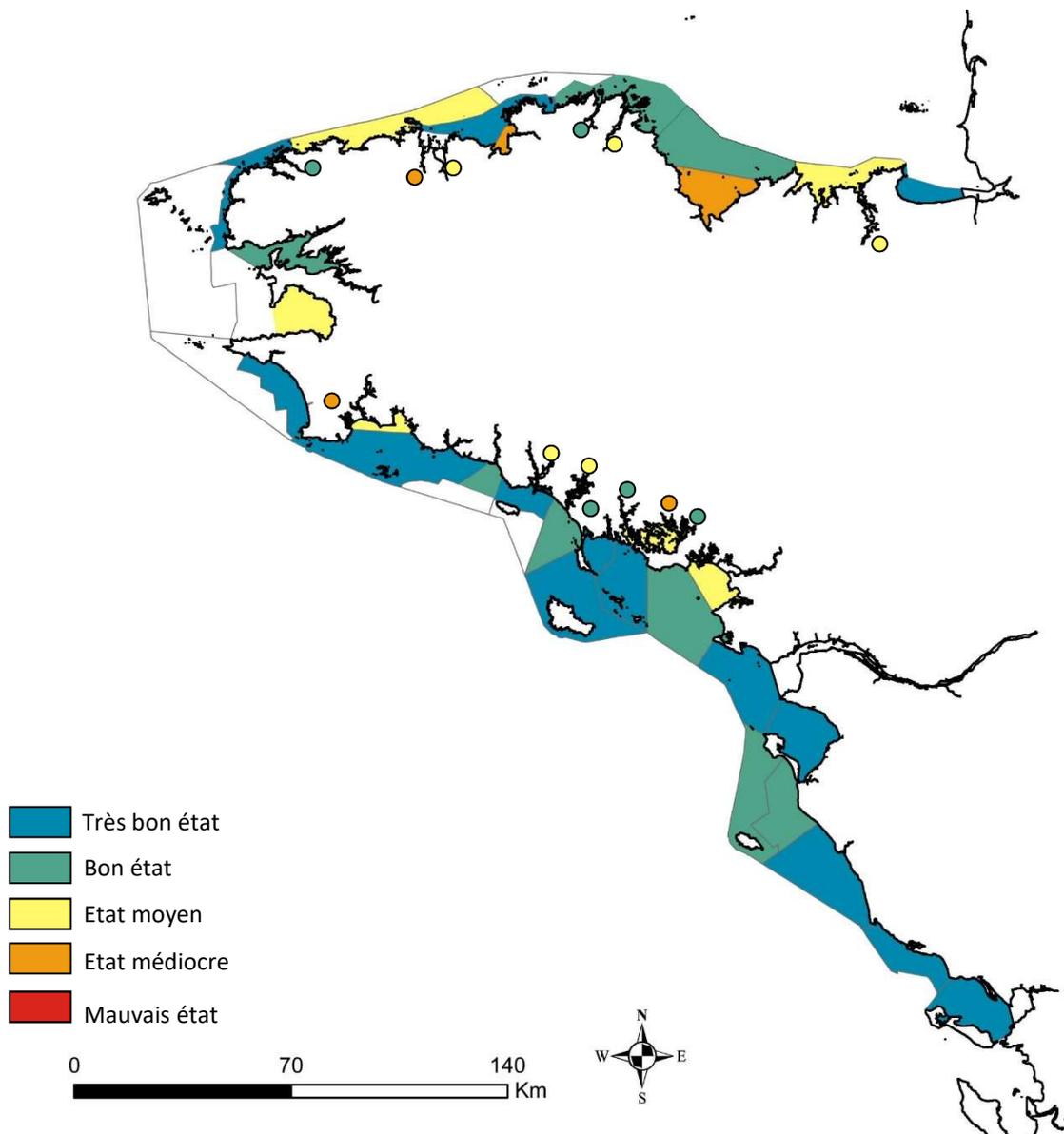
CODE ME	Données utilisées	Métrique 1 (% max couv/APC)	Métrique 2 (AA)	EQR Métrique 1	EQR Métrique 2	EQR FINAL 2013-2018
FRGC07*	2008-2012	1,86	134,45	0,93	0,35	0,64
FRGC16*	2008-2012	3,83	85,87	0,85	0,46	0,65
FRGC39	2016-2021	9,08	757,38	0,72	0,18	0,45
FRGT02	2016-2021	9,12	177,17	0,72	0,30	0,51
FRGT03	2016-2021	17,28	105,72	0,55	0,39	0,47
FRGT04*	2008-2012	5,45	20,61	0,79	0,75	0,77
FRGT06	2016-2021	14,86	261,95	0,60	0,20	0,40
FRGT07	2016-2021	27,22	166,94	0,39	0,31	0,35
FRGT08	2016-2021	7,45	54,46	0,75	0,58	0,67
FRGT14	2016-2021	23,47	151,94	0,43	0,33	0,38
FRGT20	2016-2021	10,98	88,47	0,68	0,45	0,56
FRGT21	2016-2021	14,22	321,68	0,62	0,20	0,41
FRGT22*	2008-2013	10,48	40,08	0,69	0,65	0,73
FRGT23*	2008-2013	12,76	47,01	0,66	0,61	0,63
FRGT24	2016-2021	25,86	99,15	0,40	0,40	0,40
FRGT25*	2008-2013	5,73	24,17	0,79	0,73	0,76

* pas de mesures surfaciques depuis 2012 ou 2013



3.5.4. Compilation des résultats du classement DCE pour les masses d'eau côtières et de transition du bassin Loire-Bretagne sur la période 2016-2021 (ou sur les années antérieures pour les masses d'eau ne faisant plus l'objet d'un suivi annuel, cf. § ci-dessus)

La cartographie de la qualité écologique de chacune des masses d'eau évaluée sur la base de l'EQR macroalgues de bloom est représentée ci-dessous sur la **carte 9**.



Carte 9 : Résultat cartographique du classement DCE pour l'EQR calculé à partir des macroalgues de bloom sur la base des années 2015 à 2021 (ou période plus restreinte pour les ME ne disposant pas de donnée pour l'ensemble de la période ; cf. § ci-dessus). Les masses d'eau côtières sont directement colorées par la couleur correspondant à leur état écologique et l'état écologique des masses d'eau de transition est représenté par un disque coloré placé en amont de la masse d'eau concernée.

Les masses d'eau situées au large et dans lesquelles ne se produisent, a priori, pas de marées vertes ont été classées en très bon état à dire d'expert.

L'atlas interactif des masses d'eau DCE du littoral Loire-Bretagne fournit l'ensemble des classements

http://envlit.ifremer.fr/var/envlit/storage/documents/atlas_DCE/scripts/site/carte.php?map=LB



4. CONCLUSION

Les suivis réalisés dans le cadre du contrôle de surveillance DCE ont permis de caractériser les proliférations macroalgales du littoral Loire Bretagne pour l'année 2021.

- ✓ le suivi du nombre de sites affectés par des échouages d'ulves met en évidence les points suivants :
 - **109 sites ont été répertoriés** (dont 3 sur la façade sud de l'île de Ré non suivie avant 2017). Le niveau de 2021 est **donc inférieur au niveau moyen** (113.7 sites, sur un linéaire n'intégrant pas le sud de l'île de Ré, contre 106 en 2021) et inférieur au niveau des dernières années (entre 110 et 114 sur les années 2017-2020, sans intégrer le sud de l'île de Ré). Le niveau mesuré est très inférieur à 2016 (123 sites, façade sud de l'île de Ré non incluse) mais supérieur à 2014 (101 sites), année de plus faible prolifération en nombre de sites.
 - un nombre de sites touchés **en mai** (63 sites) **inférieur de 9 % au niveau interannuel** (69). Cet indicateur décrit donc une année plutôt tardive (mais bien plus chargée que les années 2014, 2010 et 2013 les plus tardives). Et qui concerne surtout le sud Bretagne en mai (46 % du nombre de sites).
 - un niveau **en juillet qui augmente sensiblement** (83 sites soit + 20) tout en restant inférieur au niveau moyen pluriannuel (- 7 %). Cette augmentation est liée à une forte poussée des sites du nord Bretagne (41% des sites de juillet) et du sud Loire (18 % des sites) alors que le nombre de sites touchés sur le sud Bretagne diminue. La prolifération apparaît donc peu intense en « pleine saison ».
 - un niveau en fin de saison en **légère diminution** (79 sites) ce qui conduit à un nombre de site en septembre **supérieur de 1 %** au niveau moyen (78 sites). Sur cet indicateur, la prolifération de fin de saison propose donc une année de prolifération soutenue en fin de saison. Ce maintien des sites est surtout le fait du littoral nord Bretagne (44 % des sites) et du Sud Loire (20 % des sites) alors que le nombre de sites sur le sud Bretagne est minimum (39 %).
 - Des proliférations « d'autres algues que les ulves » qui concernent encore en 2021 de nombreux sites (29 au total). Contrairement à l'année 2020 qui présentait beaucoup de sites concernés par des algues vertes filamenteuses (16 sites) en 2021 seuls 5 sites ont été classés pour ces proliférations. Et la baie de la Fresnaye a été classée pour des algues vertes en lame (*Ulvaria obscura*). 23 sites ont été classés pour des algues rouges filamenteuses (13) ou brunes (7), certains étant classés pour des algues rouges et des brunes (même date ou séquentiellement). **Cette thématique des « autres algues que les ulves »** est donc encore en 2021 particulièrement importante (sur certains de ces sites, en particulier la baie de Douarnenez, mais aussi les baies de l'est des Côte d'Armor, les proliférations sont massives, en mélange avec les Ulves ou « à la place » des Ulves). La présence de ces autres algues ayant potentiellement un impact sur les proliférations d'ulves, il convient de poursuivre leurs relevés. D'après différentes études menées ces dernières années par le CEVA (Projets CIMAV, CARMA) ces algues seraient indicatrices d'un **niveau trophique en baisse sur la plupart des sites** (baisse des concentrations des tributaires) et du report moins importants des ulves de ce fait. Enfin, **des échouages massifs d'algues rouges** de type *Solieria chordalis* ont été relevés, principalement de la presqu'île de Rhuy à l'île de Ré et de façon moins massive sur la baie de la Forêt. La particularité de ces échouages en 2021 a été leur précocité : de nombreux sites présentaient des Soliéria dès l'inventaire de mai alors que les années antérieures c'était plutôt l'inventaire de septembre qui les mettait en évidence.
- ✓ l'analyse des surfaces couvertes sur les sites de plage permet d'établir les résultats suivants :
 - une **surface totale à l'échelle du littoral Loire Bretagne cumulée sur les 3 inventaires** de 2021 de **2 070 ha**, nettement **plus élevée qu'en 2020** (+42 %) et **qu'en moyenne 2007-2020** (+35 %). L'année 2021 se



- positionne en 3^{ème} position sur 15 années de mesure, derrière 2008 et juste en dessous de 2009 (10 ha soit 0.5 % d'écart).
- Ce cumul important est lié à un **démarrage précoce** (mai : + 40 % par rapport à la moyenne 2007-2020), à l'échelle Loire Bretagne. Mais ces **surfaces importantes sont en réalité le fait de deux baies** du centre et de l'est des Côtes d'Armor qui totalisent 84 % de la surface de Loire Bretagne à cette date.
 - En juillet, malgré un niveau déjà élevé, **les surfaces augmentent encore fortement** et culminent nettement **au-dessus du niveau moyen pluriannuel** (+ 42 %). Ce niveau de juillet est lié au maintien des surfaces sur les deux premiers secteurs fortement touchés et à une augmentation forte des autres sites, principalement du nord Bretagne, mais également du Sud Loire (Noirmoutier en particulier).
 - En septembre, les surfaces régressent fortement mais demeurent supérieures au niveau moyen pluriannuel (+24 %) puis à un niveau intense en juillet (par rapport à la moyenne) et restant soutenu en septembre (+ 24 % par rapport à la moyenne). Ce niveau encore élevé en septembre est principalement le fait des baies de la « Fresnaye », de Saint Briec (y compris « Binic/Etables sur Mer ») et du nord Finistère (« Guissény » et de l' « Horn/Guillec ») nettement au-dessus des moyenne quand les autres sites sont nettement en-dessous.
 - Les situations **sont donc très contrastées suivant les linéaires côtiers** : certains sites ont connu **des proliférations nettement plus importantes qu'en moyenne** pluriannuelle 2007-2020 : **baie de la « Fresnaye », baie de Saint Briec, de « Binic/Etables sur Mer », de l' « Horn/Guillec », de « Guissény »** et, pour des surfaces absolues plus modestes, les sites de « **Noirmoutier-Gois** » et « **Noirmoutier-La Fosse** ». Quelques sites ont connu une **prolifération proche de la situation pluriannuelle** : baie « **Saint Michel en Grève** » (légèrement inférieure : - 8 %) ou **Anse de « Locquirec »** (-3 %). Enfin de nombreux sites **présentent des surfaces nettement inférieures à la situation moyenne** : sites de la **baie de la Forêt** (environ - 95 % de surfaces), sites de la baie de Douarnenez (environ -50 %), les **sites de l'île de l'île de Ré** (environ - 50 % pour les 4 sites du nord de l'île).
 - Le littoral des **Côtes d'Armor** présente, comme les années précédentes, **les sites de plus grandes surfaces d'échouage** (les **4 sites au-dessus de 150 ha** cumulés sur les 3 inventaires sont sur ce linéaire et totalisent **67 % de la surface Loire Bretagne** mesurée en 2021). Ces vastes surfaces d'échouages peuvent être mises en lien notamment avec les **vastes surfaces des baies** de son littoral, conjuguées à des apports de nitrates importants. Les 7 sites représentant la plus grande surface d'échouage se trouvent, en 2021, sur les littoraux des Côtes d'Armor ou du Finistère. Viennent ensuite 4 sites du littoral vendéen (tous sur l'île de Noirmoutier) mais pour des surfaces nettement inférieures aux 3 plus grands sites du littoral nord (de 6 à 12 fois).
 - Les suivis spécifiques réalisés sur les côtes bretonnes dans le cadre de Prolittoral de 2002 à 2006 et les suivis complémentaires sur le littoral breton depuis 2007 permettent de consolider la perception de l'année 2021 en **allongeant la série de référence et en densifiant le nombre de mesures** annuelles (7 mesures au lieu de 3 dans le cadre du réseau de contrôle de surveillance RCS-DCE). Sur le cumul annuel total (7 inventaires), l'année **2021 apparait comme encore plus chargée que sur les suivis RCS : 2^{ème} année la plus chargée sur les 20 années de suivi** des sites RCO sur le cumul des 7 inventaires, derrière 2008. Avec près de 3 900 ha cumulés, l'année 2021 est **47 % supérieure à la moyenne 2002-2020**. Cela peut être relié à la **conjonction d'un démarrage précoce** sur 2 secteurs (baie de Saint Briec et de la Fresnaye) du fait de leur configuration **particulièrement abritée** (donc peu sujets à la dispersion hivernale dans le cas d'un hiver « moyennement dispersif ») et de **conditions très lumineuses** au printemps (février à avril). Puis, sur ce même littoral à des **flux à partir de la fin juin** qui ont été très soutenus du fait de pluies d'orages fortes (flux très excédentaires de la fin juin à septembre sur ces deux secteurs). Les **analyses des surfaces et des indices d'eutrophisation conduites dans le cadre des suivis renforcés** ont été confrontés (rapport RCO Bretagne et RCO Pays de Loire Ré) aux évolutions des



paramètres environnementaux et en particulier aux flux d'azote (mais aussi reconduction). La dynamique des proliférations par secteur est bien expliquée par ces paramètres en analysant notamment les **flux d'azote par secteur géographique et par saison** (notamment flux élevés sur l'est des Côtes d'Armor à partir de la fin juin 2021 alors qu'ils sont plus faibles sur l'ouest de Bretagne et sur le sud du secteur / Gironde).

- ✓ les mesures des **surfaces couvertes sur les sites de vasière** ont été partielles en 2021, comme les années précédentes et ont concerné 10 masses d'eau. La mesure de 2021, avec 1710 ha montre un repli (-17 %) par rapport à l'année précédente qui avait présenté des « couvertures records » (plus de 2000 ha sur la somme des valeurs maximales annuelles des 10 ME). La surface estimée est cependant élevée, 35% supérieure à la moyenne 2008-2020 et en troisième position derrière 2020 et 2018. Ce niveau « régional » élevé est en grande partie dû aux couvertures importantes de la FRGC39 (« Golfe du Morbihan ») qui représentent 36 % du total des mesures et un niveau 66 % au-dessus de la moyenne 2008-2020. La plupart des vasières (et surtout le « Golfe du Morbihan ») sont en 2021 au-dessus de leur niveau moyen et cette situation est très probablement en lien avec des conditions particulièrement favorables dans ces milieux en début de saison (excédent d'ensoleillement sur février à avril allant jusqu'à 80 % d'heures en plus ce qui engendre une croissance de début de saison accélérée dans un contexte nutritionnel encore favorable). Ces mêmes paramètres favorables avaient été relevés en 2020. Un effet cumulatif de ces conditions annuelles est également probable (meilleure reconduction du fait de la situation de l'année antérieure). Par ailleurs, sur certaines des vasières (notamment sur la Rance, sur laquelle les proliférations sont surtout constituées d'algues vertes filamenteuses ces dernières années mais aussi sur le « Pouldon/Rivière de Pont Labbé » qui n'a pas été classé pour des ulves), les colonisations par les ulves en lames (*a priori* indicatrices d'un statut trophique supérieur) étaient restreintes, les couvertures de ces vasières étant principalement constituées d'algues vertes filamenteuses. C'est aussi largement le cas d'une bonne partie des vasières du Golfe du Morbihan et de la Ria d'Etel. L'indicateur intégrant de la même manière les deux types d'algues, **il serait donc peu sensible à ces premières régressions de quantités d'ulves** en lame présentes, sans que les autres types d'algues ne diminuent voire pour des années particulières avec une progression de ces autres algues filamenteuses.
- ✓ pour les masses d'eau côtières comme pour les masses d'eau de transition ayant fait l'objet de mesures en 2021, les classements EQR ont pu être calculés d'après les méthodes en vigueur sur la période 2016-2021. Il en ressort que sur l'élément de qualité « bloom macroalgues », **8 masses d'eau de transition et 8 masses d'eau côtières évaluées sont en dehors du bon état écologique sur le bassin Loire-Bretagne** (6 ME déclassées en type 1, 1 ME en type 2 et 9 en type 3). Par rapport au classement de 2020 (2015-2020) **trois ME changent d'état** tout en restant « hors bon état » (2 ME de type 1 améliorent leur état en passant de médiocre à moyen et 1 ME de type 3 se dégrade passant de moyen à médiocre). Les notes EQR, parfois très proches des seuils (FRGC49 très proche de sortir du bon état) sur certaines masses d'eau peuvent toutefois impliquer un retour au bon état ou une dégradation hors bon état dans les années à venir.
- ✓ le suivi des **volumes d'algues vertes ramassés par les communes** du littoral Loire Bretagne offre une perception complémentaire, notamment en lien avec les **nuisances ressenties localement**. En 2021, le ramassage d'algues vertes déclaré par les communes de Loire Bretagne représente un **total de 49 786 m³, nettement supérieur (+ 85%) au niveau déclaré en 2020** (année la plus faible de la série 2007-2021). **Les volumes ramassés sont cependant inférieurs à la moyenne 2007-2020 (- 16 %)**. Ces volumes (en hausse par rapport à 2020 mais inférieurs à la moyenne) **résultent de ramassages très inférieures sur la baie de la Forêt** (quasi absence d'ulves en 2021), **sur la baie de Saint Michel en Grève** (prolifération tardive) **mais nettement plus importantes** qu'en moyenne sur la **baie de Saint Brieu et de Guissény** (baies qui ont connu une prolifération très intense et longue mais qui en moyenne pluriannuelles ramassent des quantités nettement inférieures aux 2 baies précédemment citées). **En les analysant par baies et par mois, les ramassages déclarés sont donc cohérents avec les proliférations mesurées en 2021.**



ANNEXES





Annexe 1 :

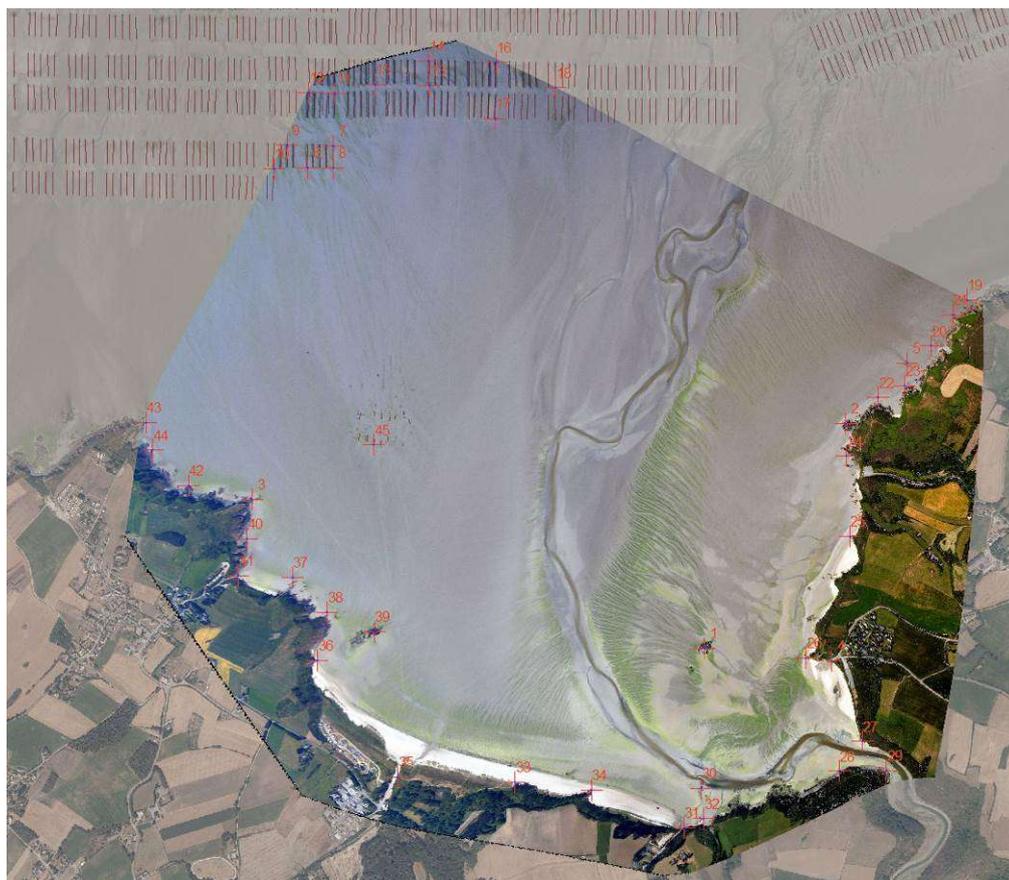
**Illustration du traitement permettant d'estimer la surface
couverte par les ulves sur un site d'échouage**



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

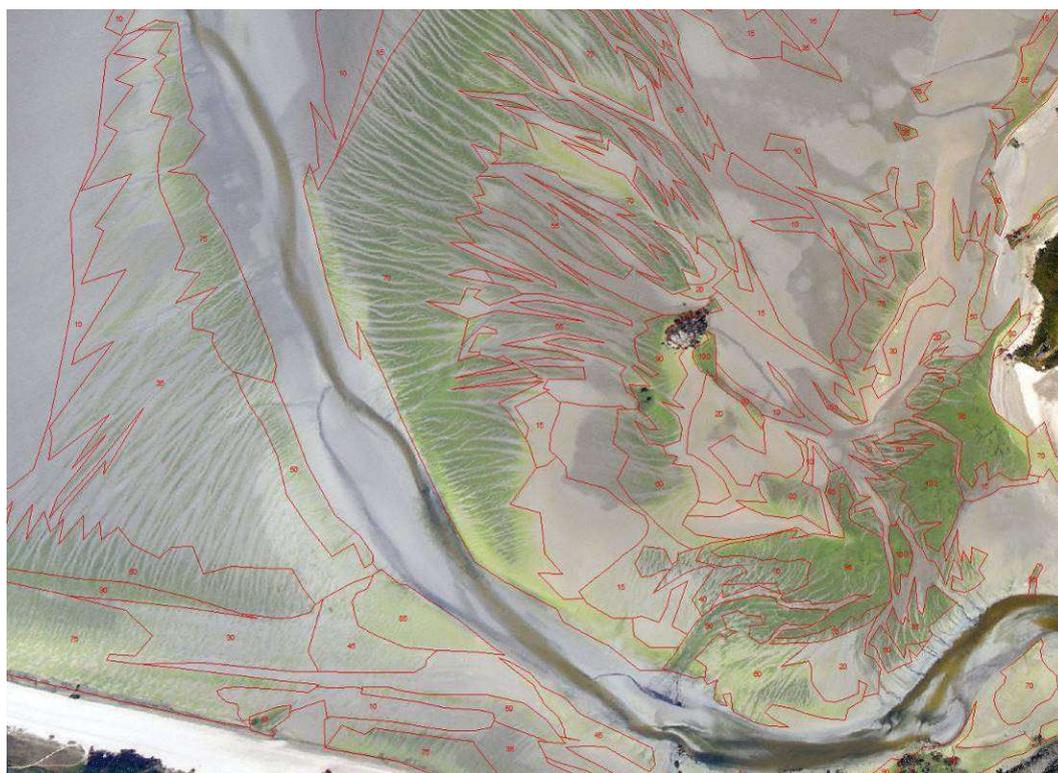


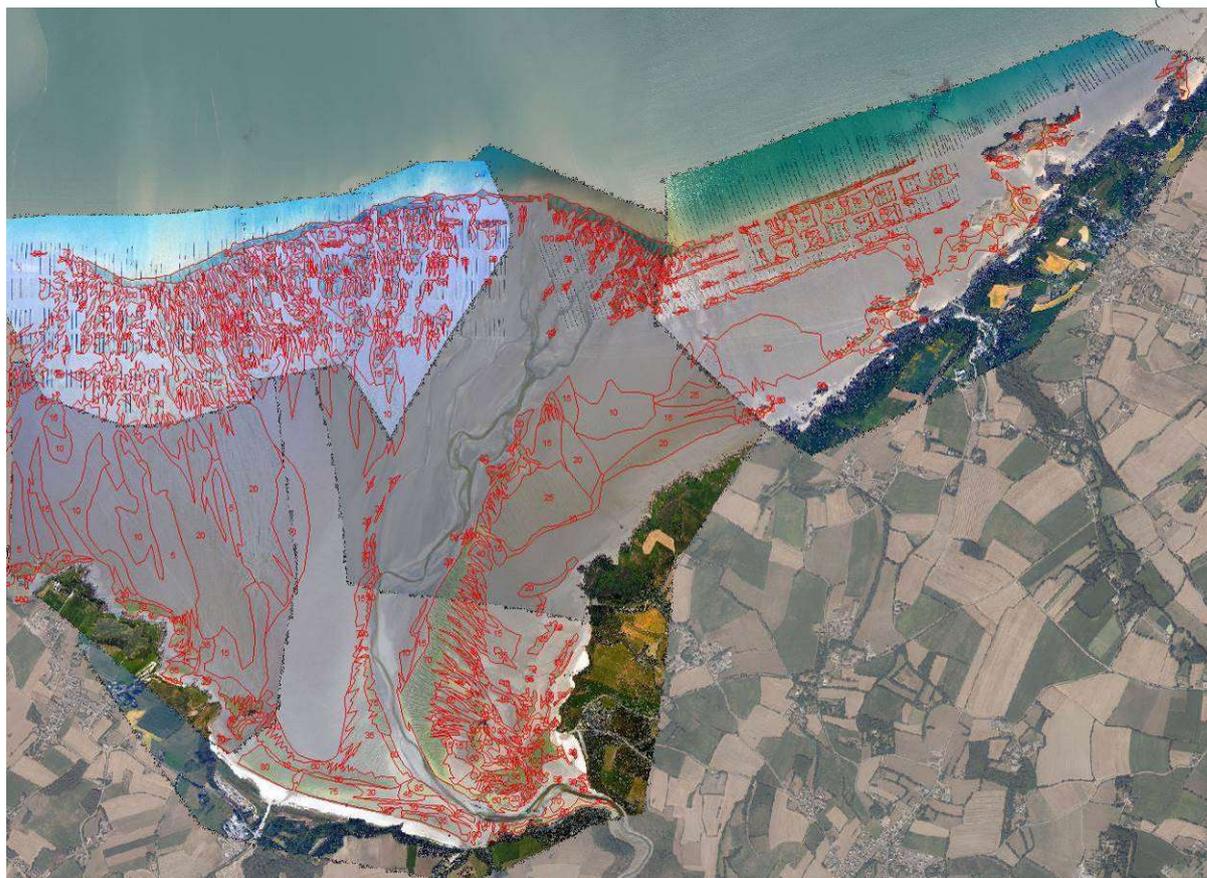
2 Géoréférencement des clichés aériens et création d'une mosaïque sous SIG





3 Digitalisation des surfaces d'échouages et estimation des taux de couverture au sein de chaque polygone





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



Annexe 2 :

Questionnaire adressé aux communes littorales

DEPARTEMENT :
COMMUNE :

**ENQUETE SUR LES PROLIFERATIONS ET
RAMASSAGES D'ALGUES EN 2021**

A renvoyer dès que possible :
par mel à : algue@ceva.fr,
par courrier : CEVA - 22610 PLEUBIAN

Description des proliférations et échouages				Si ramassage					
Localisations des proliférations et échouages : noms des plages, vasières, petits fonds, lagunes, ... concernés.	Date(s) d'apparition des proliférations et échouages	Date(s) de fin des proliférations et échouages	Type d'algues :	Date(s) de ramassage	Quantités ramassées en 2021	Moyens techniques mis en œuvre pour le ramassage	Organisme chargé du ramassage. Précisez si :	Coût total estimé du ramassage	Devenir des algues
	Par localisation	Par localisation	Par localisation	Par plage	Par plage		- service municipal - entreprise privée - autres	(chargement + transport ; préciser si HT ou TTC)	

* si les ramassages sont mesurés en tonnes, merci d'indiquer, si possible, en plus des tonnes ramassées, une équivalence tonnes/m³ et comment elle a été évaluée.



Annexe 3 :

Dénombrement des sites en mai, juillet et septembre 2021 et comparaison avec les années antérieures



Cet indicateur étant très sensible aux délimitations des sites (elles-mêmes liées à la géomorphologie du littoral et à l'historique des suivis du CEVA) est délicat à utiliser pour juger de l'importance du phénomène sur les différents secteurs côtiers et de l'évolution du phénomène entre années. Pour cela le suivi en surface d'échouage est plus précis et est donc utilisé de façon principale. Ce dénombrement est cependant une étape indispensable du traitement surfacique (classement des sites) et permet une perception du phénomène qu'il semble utile de conserver notamment pour les vasières (qui depuis 2011, malgré un classement « site touché par des échouages d'ulves » ne font plus l'objet d'évaluation surfacique systématique) et pour augmenter la chronique de suivis (les suivis surfaciques n'ayant débutés en Bretagne qu'en 2002 contre 1997 pour le premier dénombrement). C'est pourquoi cette partie est reportée en annexe du rapport.

La Figure 8 ci-dessous présente le nombre de sites touchés par des échouages d'ulves au moins une fois sur les trois inventaires de l'année et par département. On relève **en 2021 un total de 109 sites touchés par des échouages d'ulves** (face sud de l'île de Ré incluse pour la cinquième année consécutive, soit 4 sites « potentiels » au-delà du linéaire suivi les années antérieures). Sur l'ensemble du linéaire suivi en 2021, le **nombre de sites touchés par des échouages d'ulves est inférieur aux antérieures** (117 en 2017, 114 en 2018, 116 en 2019 et 115 en 2020). A noter que depuis 2017, l'extension à la face sud de l'île de Ré augmente de 4 sites, le nombre de sites « potentiels touchés » et réellement de 3 sites, le nombre de sites effectivement touchés en 2021 (et de 4 sites pour les trois années précédentes), en dehors du périmètre suivis les années antérieures. Si l'on compare **les sites touchés sur le linéaire hors sud de l'île de Ré** (suivi seulement depuis 2017), le niveau de 2021 (106 sites) est alors sensiblement inférieur au niveau moyen 2007-2020 (113.7 sites), et très nettement inférieur à **2016** (123 sites) **ou 2009** (134 sites) et **légèrement supérieur à 2014** ou 2013 (101 et 105 sites), chiffres les plus bas depuis 2007, démarrage des suivis à l'échelle de ce linéaire. Sur la série 2007-2021 de **15 années d'observations**, l'année 2021 est, en nombre de sites touchés par des échouages d'ulves, **la troisième année la plus basse** (derrière 2014 et 2013) et donc nettement sous le niveau médian (106 sites en 2021 et 112 en médiane « hors sud de l'île de Ré »). Cela indique donc, sur cet indicateur et sur l'ensemble du linéaire suivi depuis 2007, **une année de faible prolifération, proche des années les plus basses**. L'évolution en nombre de sites par rapport aux années antérieures **n'est pas homogène sur tous les départements** : comme cela avait été le cas en 2018, on relève en 2021, un niveau « relatif » particulièrement bas sur le littoral du Finistère (niveau le plus bas de la série mais département malgré tout le plus chargé en nombre de sites), alors que le niveau est plutôt élevé en Côtes d'Armor et en Vendée. Sur le littoral de **Loire Atlantique la situation est proche de la moyenne** et sur le littoral du **Morbihan**, après les années 2015-2019 particulièrement élevées en nombre de sites, **le nombre de sites concernés redevient inférieur au niveau moyen**.

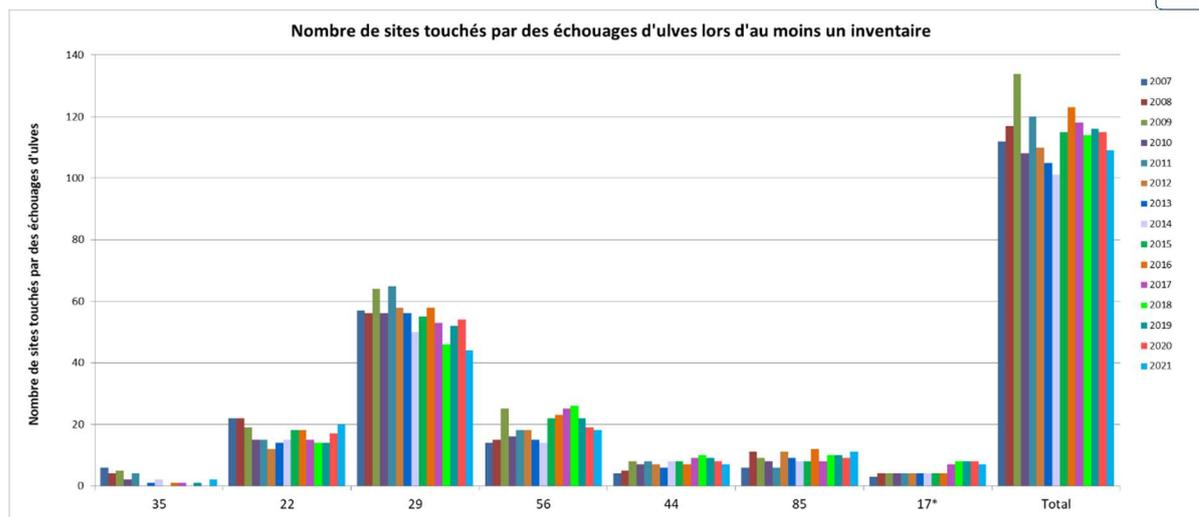


Figure 8 : Nombre de sites touchés par des échouages d'ulves au moins une fois et par département entre le Mont Saint-Michel et l'Île de Ré de 2007 à 2021 (littoral de Charente maritime partiellement suivi : île de Ré uniquement dans le cadre du présent rapport ; intégralité de l'île de Ré suivie depuis 2017 alors que pour les années 2007 à 2016, seule la face nord de l'île était suivie).*

Cette représentation en nombre total de sites touchés sur l'année ne fait pas apparaître les dates pour lesquelles les sites ont été touchés et donc la dynamique de la prolifération. La Figure 9 présente, par date d'inventaire, **les nombres de sites recensés en 2021** ainsi qu'un rappel sur l'ensemble du littoral suivi pour les années antérieures. L'année 2021 ne présente pas d'énorme anomalie par rapport à la dynamique « classique ». Le démarrage de la saison est plutôt tardif (63 sites contre 69 en moyenne soit – 9 %), le niveau de juillet est le niveau du maximum annuel, également un peu inférieur à la moyenne de juillet (83 sites contre 89 soit – 7 %) alors que le mois de septembre, malgré une légère diminution, est plus touché qu'en moyenne (79 sites contre 78 soit + 1 %). Pour ce qui est de la répartition géographique des sites par date, **en mai on relève une proportion importante des sites sur le littoral sud Bretagne** (46 % du total) ; alors qu'en juillet cette proportion diminue légèrement sur le Sud Bretagne et augmente sur le littoral nord (41 %) et sud Loire (18 %). En septembre la proportion des sites sur le littoral nord Bretagne est maximale (44 %) comme sur le Sud Loire (20 %) et est minimale sur le Sud Bretagne (39 %).

Sur le paramètre « nombre de sites », l'année 2021 apparaît donc comme plutôt tardive, relativement peu intense en juillet (niveau inférieur à la moyenne de juillet) et plutôt soutenue en septembre, en particulier du fait du Nord Bretagne et du Sud Loire. Ce profil de la saison conduit à un niveau **cumulé sur les trois inventaires sensiblement inférieur à la moyenne pluriannuelle sur l'ensemble de cette façade** (en excluant la face sud de l'île de Ré nouvellement suivie : 106 sites contre 113.7). **A noter que l'analyse en surfaces échouage diverge avec cet indicateur** « nombre de sites ». L'indicateur **surfaccique décrivant une prolifération précoce** (+40 % en mai par rapport à la moyenne 2007-2020) **puis intense** (surface en juillet + 42 % par rapport à la moyenne) et restant **soutenue en fin de saison** (septembre : + 24 % par rapport à la moyenne). Mais ces surfaces importantes dès le début de saison sont, en réalité, **principalement le fait de deux baies des Côtes d'Armor** (et 3 sites « Morieux », Yffiniac et « Fresanye ») sur lesquelles la prolifération a été très précoce (84 % de la surface totale de Loire Bretagne se trouve sur ces deux baies en mai) et intense du fait de flux estivaux très excédentaires sur l'est des Côtes d'Armor (orages intense à partir de la mi juin) et encore soutenue en septembre. Ces différences entre le nombre de sites et les surfaces couvertes s'expliquent donc par les **quelques sites bretons qui totalisent la majorité de la surfaces du littoral Loire Bretagne** (particulièrement en 2021, année pour laquelle les 2 sites de la baie de Saint Briec et celui de la baie de la Fresnaye totalisent **59 % de la surfaces cumulée** sur les 3 inventaires de l'ensemble du littoral Loire Bretagne).

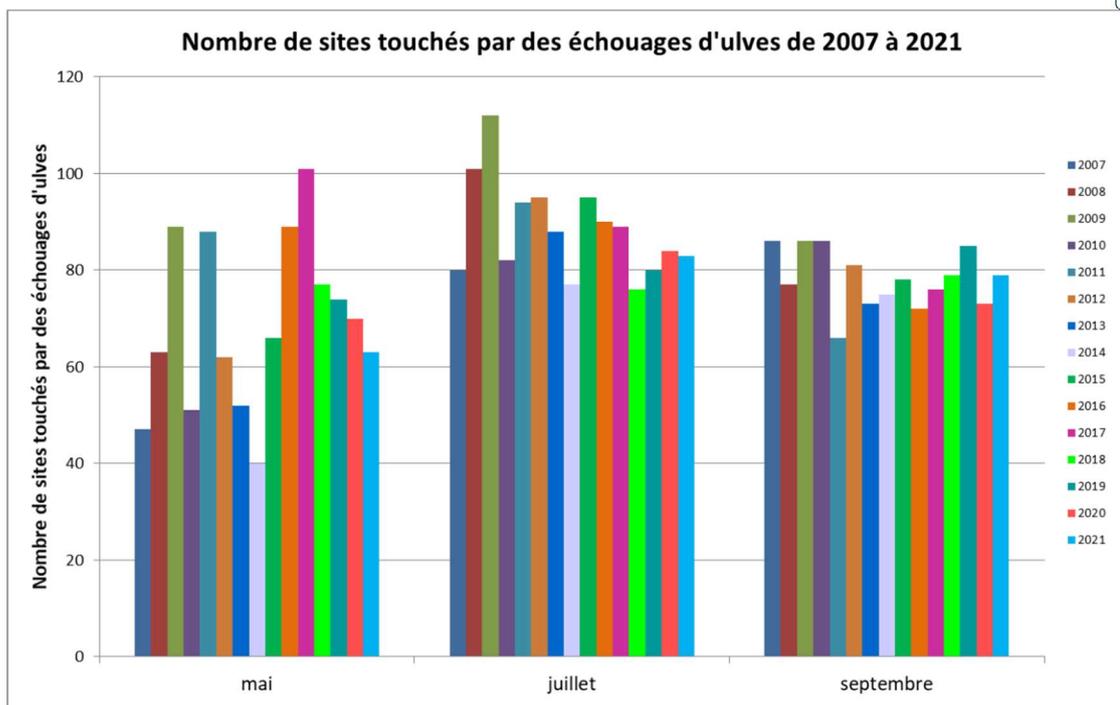


Figure 9 : nombre de sites touchés par des échouages d'ulves en 2021 et rappel de la situation 2007-2020, par date d'inventaire sur le littoral compris entre le Mont Saint Michel et l'île de Ré (* littoral de Charente maritime partiellement suivi : île de Ré uniquement dans le cadre du présent rapport ; intégralité de l'île de Ré suivie depuis 2017 alors que pour les années 2007 à 2016, seule la face nord de l'île était suivie).

Cet indicateur du nombre de sites touchés par des échouages d'ulves permet de percevoir des proliférations dont les caractéristiques sont les suivantes :

- 2007 : considérée comme tardive : peu de sites en mai puis beaucoup en fin de saison (lien avec une situation 2006 présentant relativement peu d'algues en fin de saison suivie d'un hiver particulièrement agité provoquant la dispersion des algues puis une croissance importante due à des flux estivaux élevés).
- 2008 : année précoce liée à la situation de 2007 ayant présenté beaucoup d'algues en fin de saison. En plus de sa précocité la prolifération 2008 a été soutenue (encore beaucoup de sites en fin de saison)
- 2009 : année très précoce liée à une situation en fin de saison 2008 très chargée suivie d'un hiver peu dispersif.
- 2010 : prolifération tardive et de relativement faible intensité sur l'ensemble de l'année malgré un niveau lors du dernier inventaire élevé (caractère tardif en lien avec des températures de l'eau anormalement basses).
- 2011 : année précoce avec un niveau « moyen » en juillet et peu de sites classés en fin de saison
- 2012 : année assez « moyenne », ni très précoce ni très soutenue en fin de saison sur l'indicateur nombre de sites.
- 2013 : année tardive, relativement peu intense en maximum annuel et en fin de saison.
- 2014 : année extrêmement tardive et relativement peu intense en plein été avec un léger rebond (sur cet indicateur) en fin de saison. Caractère tardif de 2014 (et 2013 dans une moindre mesure) en lien avec un hiver extrêmement dispersif (cf. analyse des paramètres de reconduction dans le programme CIMAV).
- 2015 : année relativement précoce (sans l'être autant que les années exceptionnelle 2009 et 2011), relativement soutenue en été et « moyenne » en septembre.



- 2016 : année très précoce (en nombre de sites), moyenne en milieu de saison et peu intense en fin de prolifération.
- 2017 : année très précoce (la plus précoce en nombre de site même en retirant les trois sites de la face Sud de l'île de Ré nouvellement suivie) puis relativement peu intense en juillet et septembre. Cette précocité est également perçue par l'indicateur surfacique et reliée aux reports des stocks (niveau en fin de saison 2016 et conditions hivernales puis printanières favorables à la reconduction et croissance en début de printemps).
- 2018 : année qui apparaît comme précoce, en nombre de sites, principalement du fait des sites de la façade atlantique (Morbihan notamment mais aussi Loire Atlantique, dans une moindre mesure) puis relativement peu soutenue en juillet. Au total, un nombre de site conforme aux moyennes pluriannuelles (malgré des sites peu touchés en Finistère et Côtes d'Armor).
- 2019 : année précoce notamment du fait de la situation du littoral atlantique (comme en 2018) puis peu soutenue en juillet et intense en septembre. La situation de précocité des sites atlantiques pourrait être liée à des caractéristiques de forte luminosité en fin d'hiver. Sur l'année le nombre de site est conforme au niveau moyen pluriannuel.
- 2020 : année moyenne en terme de précocité (notamment sur le littoral sud Bretagne) puis relativement peu intense en juillet et septembre. Comme les années précédentes, la précocité sur le littoral sud Bretagne pourrait être en lien avec un ensoleillement important à partir du 15 mars qui favorise la croissance rapide des algues sur platier, notamment.
- 2021 : année relativement tardive en nombre de sites puis assez peu intense et devenant « soutenue » en septembre notamment du fait du littoral nord Bretagne et Sud Loire.

La Figure 10 présente la répartition en nombre de sites classés pour les échouages d'ulves par département, pour les trois dates d'inventaires de 2021.

En **mai**, près de la moitié (46 %) des sites recensés sur le littoral **Loire Bretagne** se trouvent dans le **Finistère**. Le département du **Morbihan** apparaît aussi comme particulièrement touché avec **21 %** des sites du littoral Loire Bretagne (dont 54 % sont des sites de type vasières). Arrivent ensuite les départements des **Côtes d'Armor** (14 %) **et de Charente maritime** (6 sites en incluant la partie sud de l'île de Ré soit 10 %) puis la Loire Atlantique (5 sites) et la Vendée (1 seul sites).

Pour les deux inventaires suivants, le nombre de site des **côtes finistéennes** augmente légèrement puis retrouve son niveau de mai (29, 32 puis 29), alors que sur le littoral des **Côtes d'Armor** le nombre de sites augmente chaque mois (9, 14 puis 16), comme sur le littoral Vendéen (1, 9 puis 10 sites). Sur la **Charente maritime** le nombre de sites est assez **constant** (6, 5 puis 5) tout comme sur le littoral de **Loire Atlantique** (5, 6 puis 6) quand le **Morbihan** voit le nombre de sites augmenter en juillet puis diminuer sensiblement en septembre (13, 16 puis 11).

En 2020, le département d'Ille et Vilaine n'avait été touché par des sites « ulves » à aucune des trois dates (mais on notait toutefois, sur la Rance, en plusieurs sites, des tapis d'algues vertes filamenteuses mais pas de tapis continus d'ulves impliquant un classement du site et un site classé pour des tapis d'ulves sur la partie costarmoricaine de la Rance « la Ville Ger »). **En 2021, en revanche 1 site a été classé** sur ce département en juillet **et 2 le sont sur septembre**.

A noter que le département de **Charente maritime** n'est suivi, dans le cadre du présent rapport, que pour l'île de Ré (un suivi sur le littoral d'Oléron, faisant l'objet d'un rapport séparé, met quant-à-lui, en évidence pour 2021 des secteurs touchés par des proliférations d'ulves, non comptabilisés ici). L'ajout depuis 2017 de la face Sud de l'île de Ré engendre, pour les trois dates, le classement de sites additionnels (respectivement 2, 1 et 3 sites additionnels sur les 4 potentiels) par rapport aux suivis des années antérieures qui ne considéraient que la face Nord de l'île.



A noter également que cet indicateur, pour ce qui est des **parts de sites par département** doit être utilisé avec prudence, les surfaces d'échouage donnant une vision différente (cf. paragraphe 3.1 la « notion de site » qui conditionne cet indicateur).

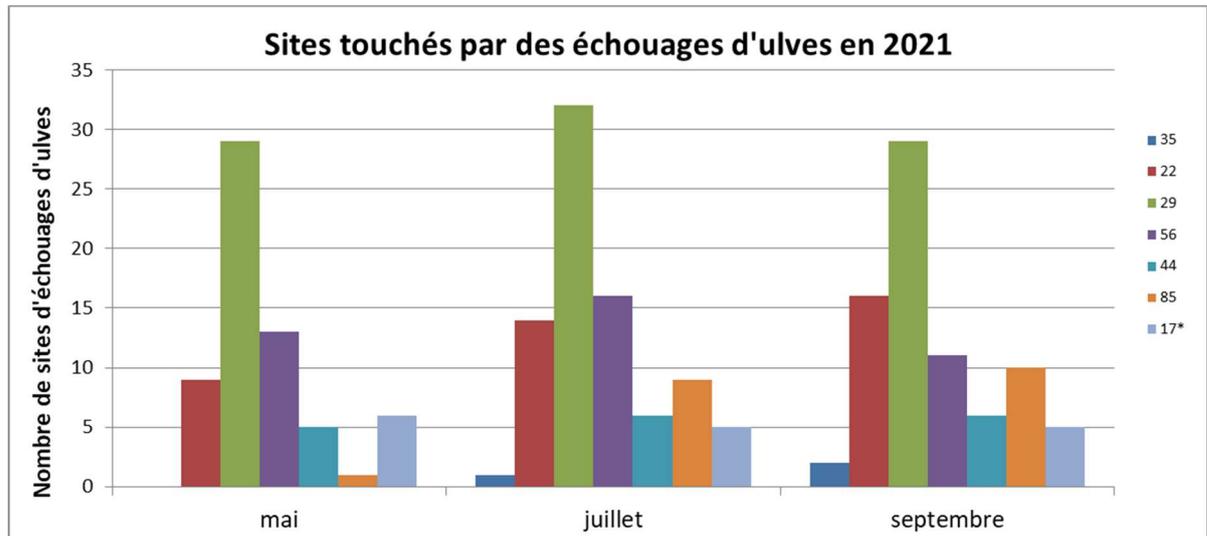


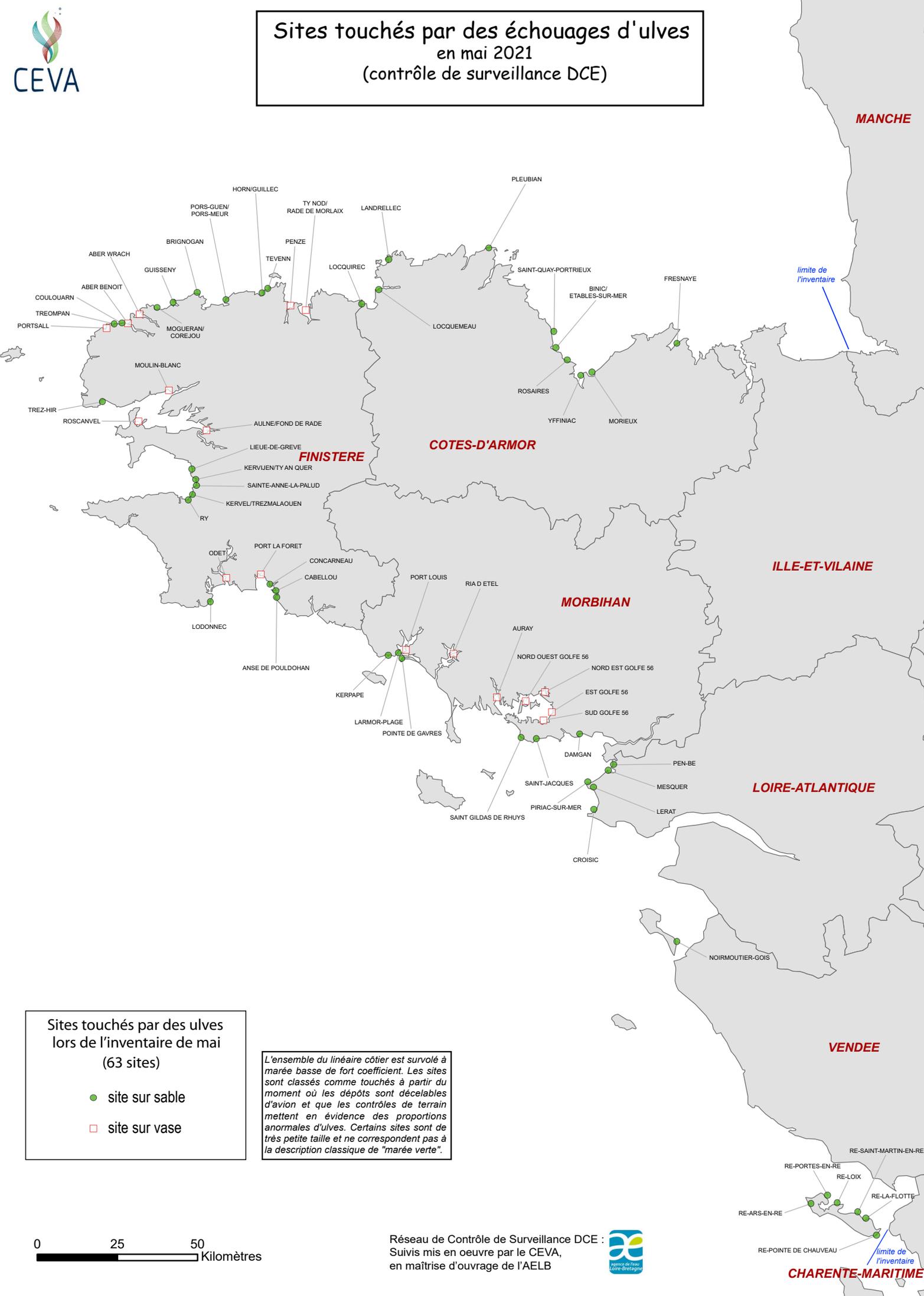
Figure 10 : nombre de sites touchés par des échouages d'ulves en 2021 par date d'inventaire et par département sur le littoral compris entre le Mont Saint Michel et l'île de Ré (* littoral de Charente maritime partiellement suivi : île de Ré uniquement dans le cadre du présent rapport ; intégralité de l'île de Ré suivie depuis 2017)



Annexe 4 :

Cartes de dénombrement des sites en mai, juillet et septembre

Sites touchés par des échouages d'ulves en mai 2021 (contrôle de surveillance DCE)



Sites touchés par des ulves
lors de l'inventaire de mai
(63 sites)

- site sur sable
- site sur vase

L'ensemble du linéaire côtier est surveillé à marée basse de fort coefficient. Les sites sont classés comme touchés à partir du moment où les dépôts sont décelables d'avion et que les contrôles de terrain mettent en évidence des proportions anormales d'ulves. Certains sites sont de très petite taille et ne correspondent pas à la description classique de "marée verte".

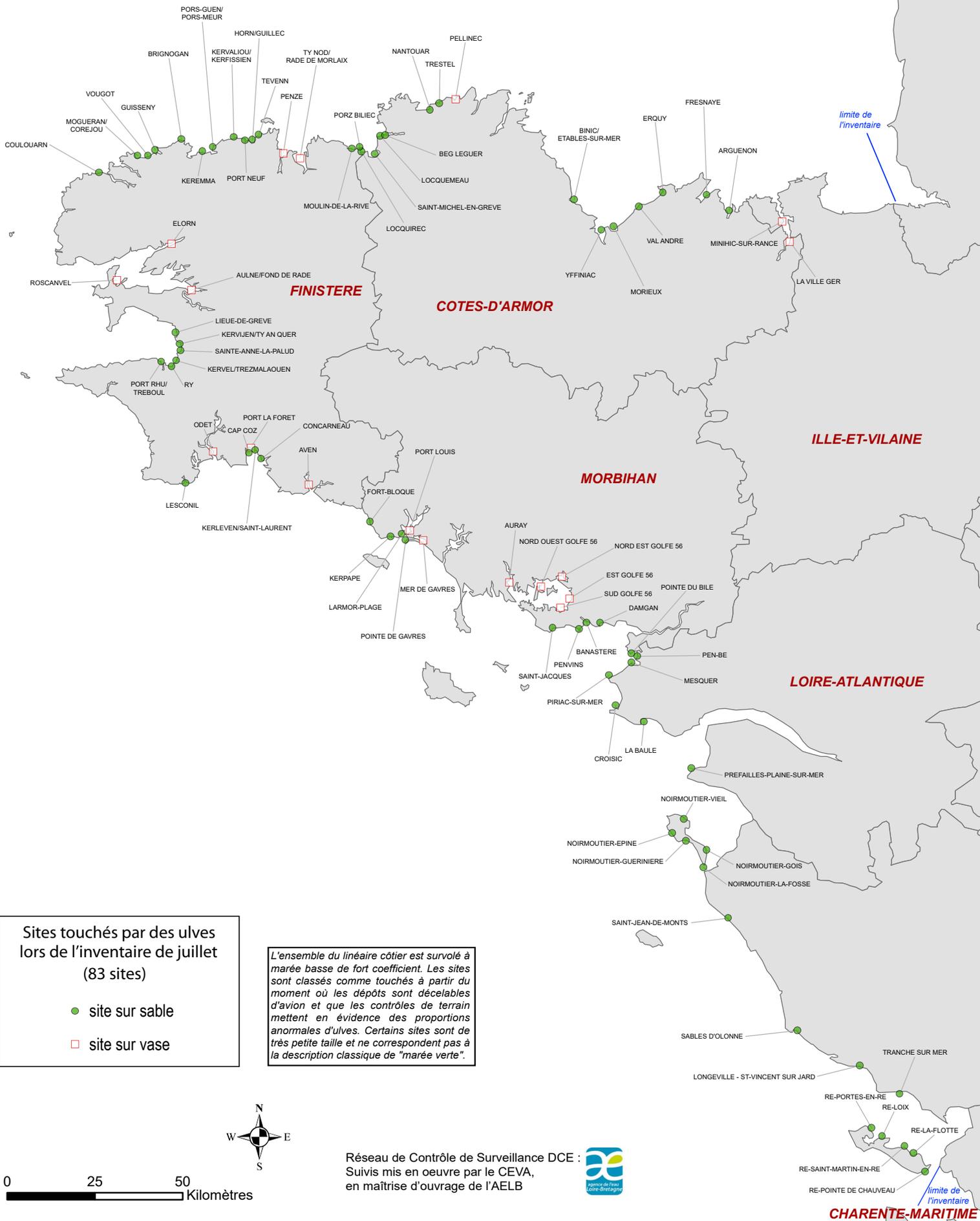
0 25 50
Kilomètres

Réseau de Contrôle de Surveillance DCE :
Suivis mis en oeuvre par le CEVA,
en maîtrise d'ouvrage de l'AELB



CHARENTE-MARITIME

Sites touchés par des échouages d'ulves en juillet 2021 (contrôle de surveillance DCE)



Sites touchés par des ulves
lors de l'inventaire de juillet
(83 sites)

- site sur sable
- site sur vase

L'ensemble du linéaire côtier est surveillé à marée basse de fort coefficient. Les sites sont classés comme touchés à partir du moment où les dépôts sont décelables d'avion ou les contrôles de terrain mettent en évidence des proportions anormales d'ulves. Certains sites sont de très petite taille et ne correspondent pas à la description classique de "marée verte".

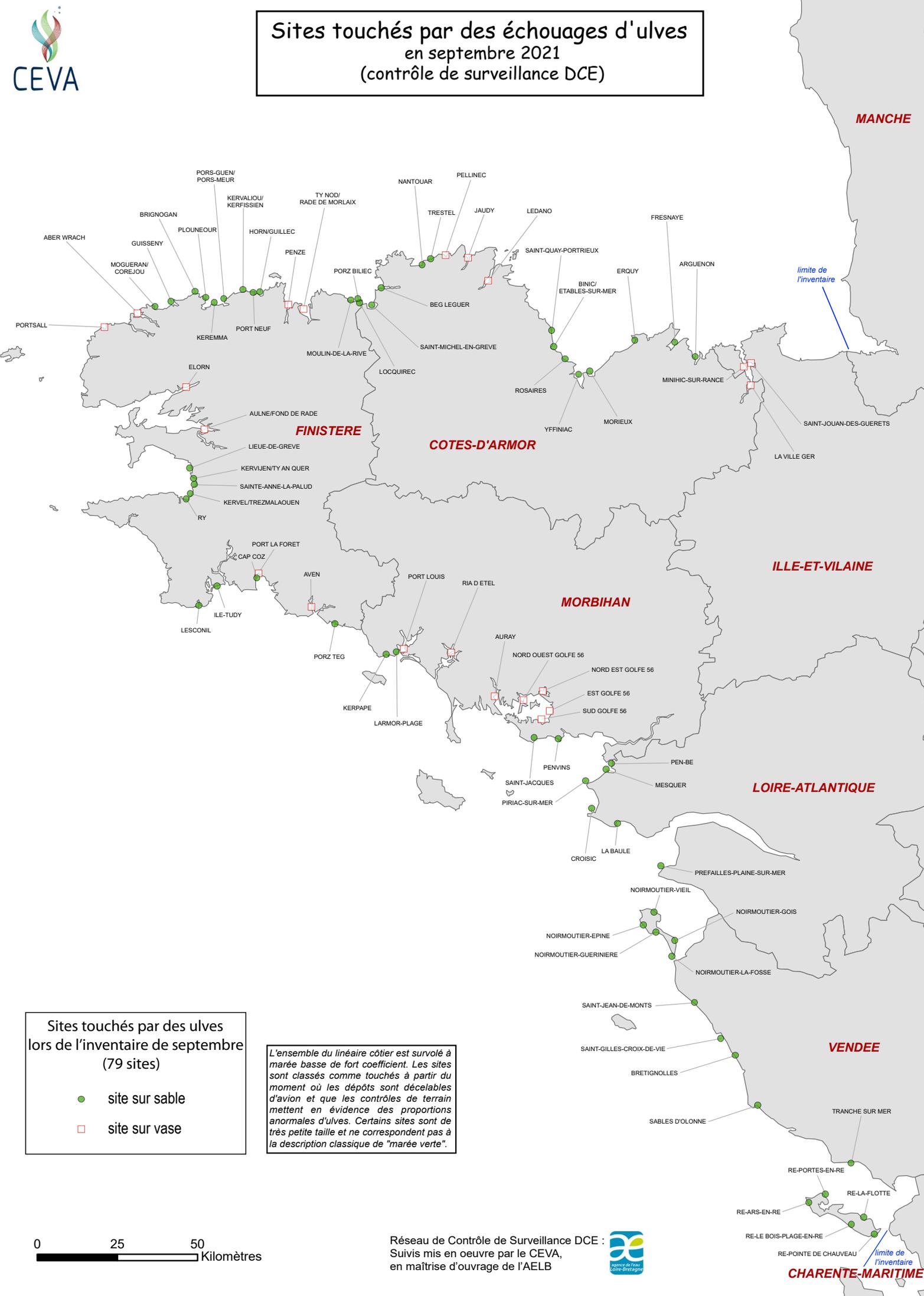


0 25 50
Kilomètres

Réseau de Contrôle de Surveillance DCE :
Suivis mis en oeuvre par le CEVA,
en maîtrise d'ouvrage de l'AELB



Sites touchés par des échouages d'ulves en septembre 2021 (contrôle de surveillance DCE)



Sites touchés par des ulves
lors de l'inventaire de septembre
(79 sites)

- site sur sable
- site sur vase

L'ensemble du linéaire côtier est survolé à marée basse de fort coefficient. Les sites sont classés comme touchés à partir du moment où les dépôts sont décelables d'avion et que les contrôles de terrain mettent en évidence des proportions anormales d'ulves. Certains sites sont de très petite taille et ne correspondent pas à la description classique de "marée verte".

0 25 50 Kilomètres

Réseau de Contrôle de Surveillance DCE :
Suivis mis en oeuvre par le CEVA,
en maîtrise d'ouvrage de l'AELB



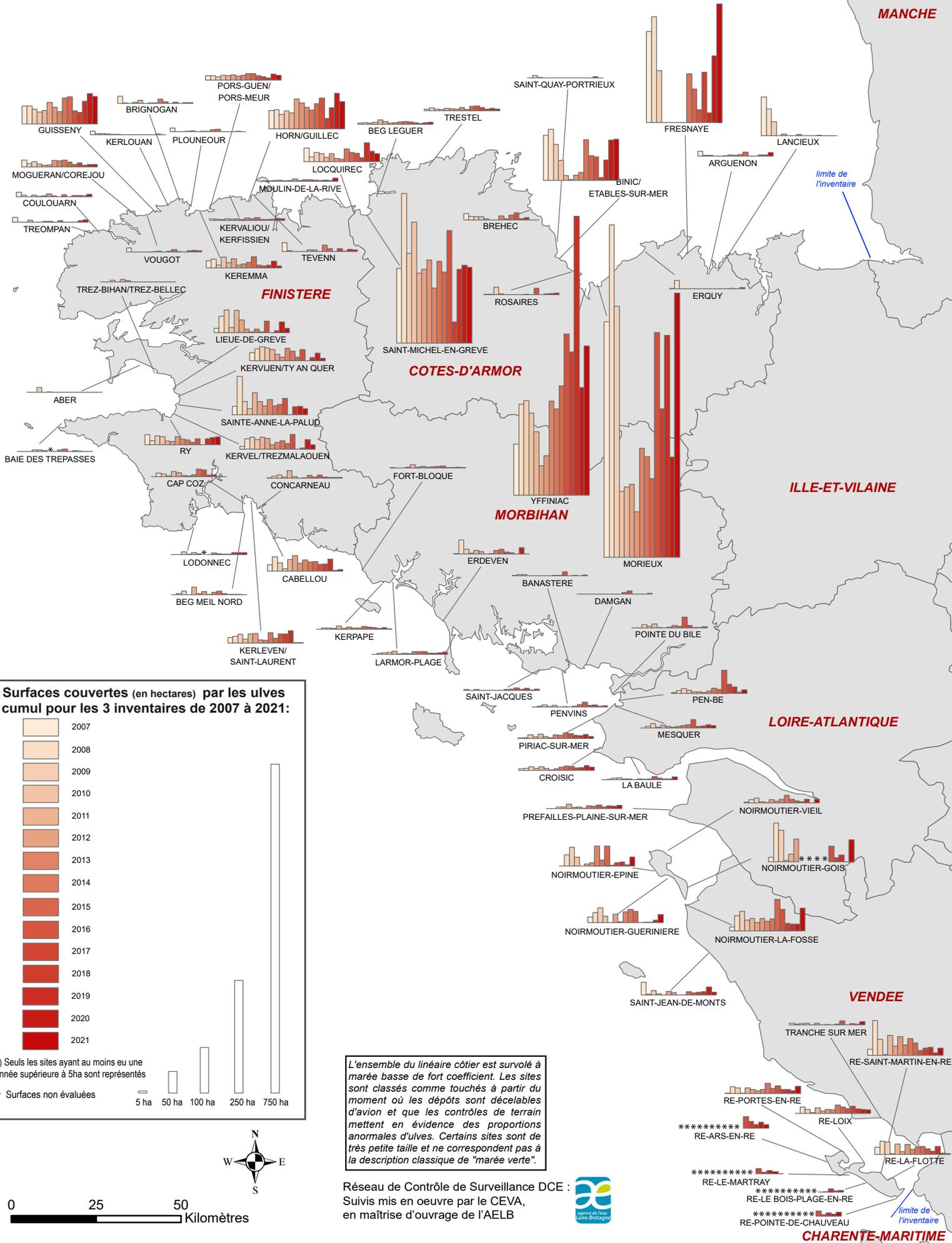
Charente-Maritime



Annexe 5 :

Cartographie complémentaire des sites du littoral Loire Bretagne sur les années 2007-2021 : cumul par site sur les 3 inventaires RCS

Surfaces cumulées sur la saison sur les sites sableux de 2007 à 2021 (contrôle de surveillance DCE)



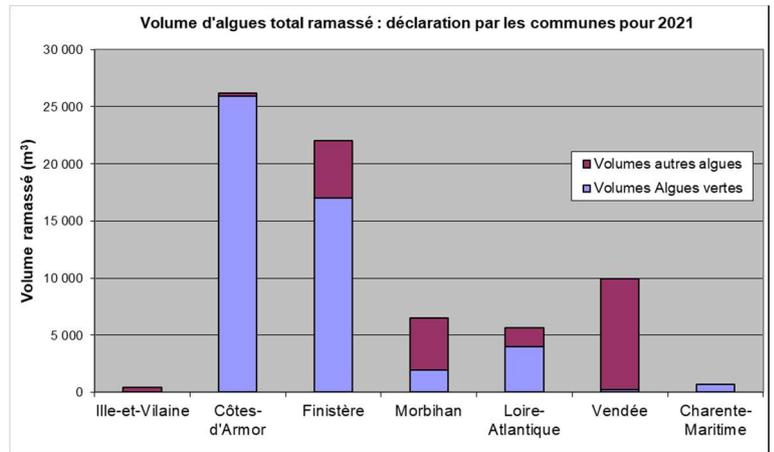
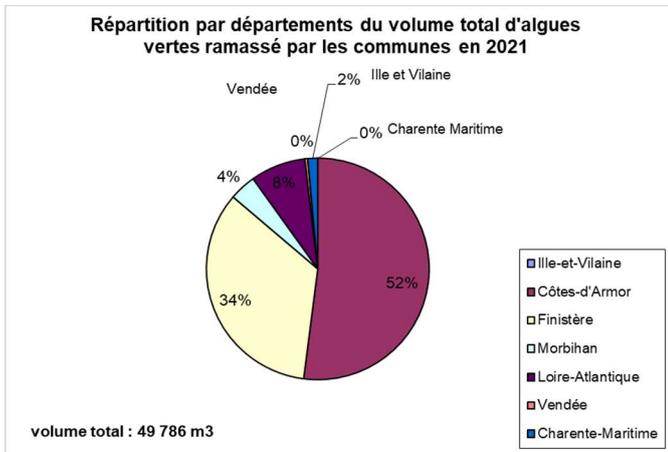


Annexe 6 :

Informations complémentaires issues de l'enquête sur les ramassages d'algues par les communes



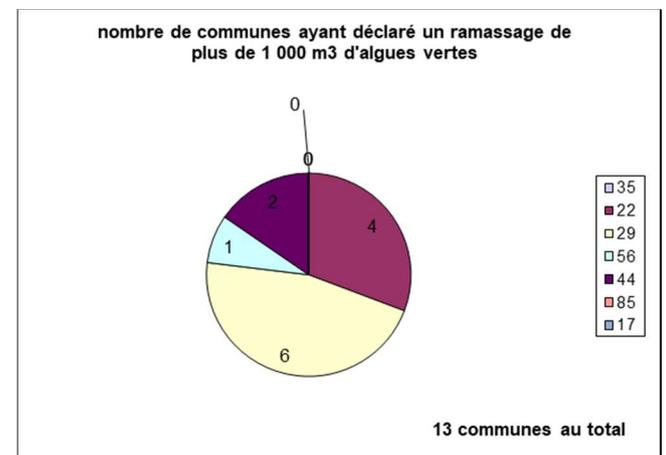
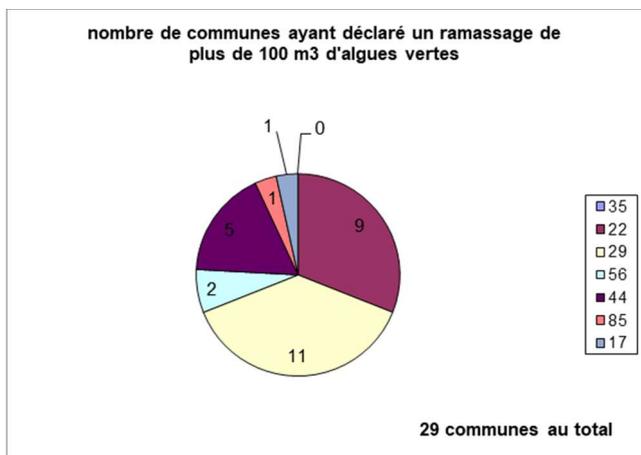
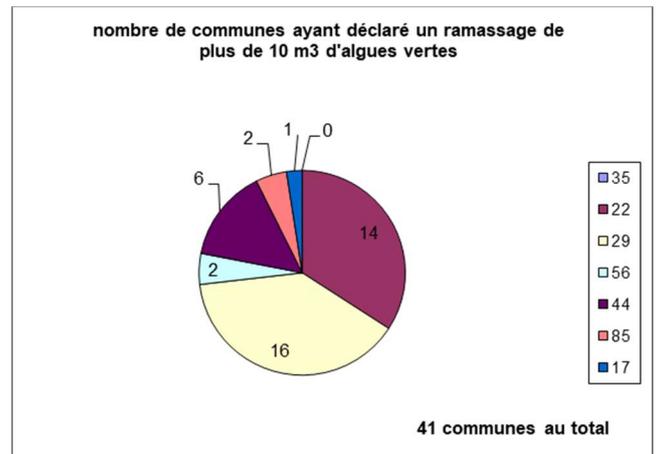
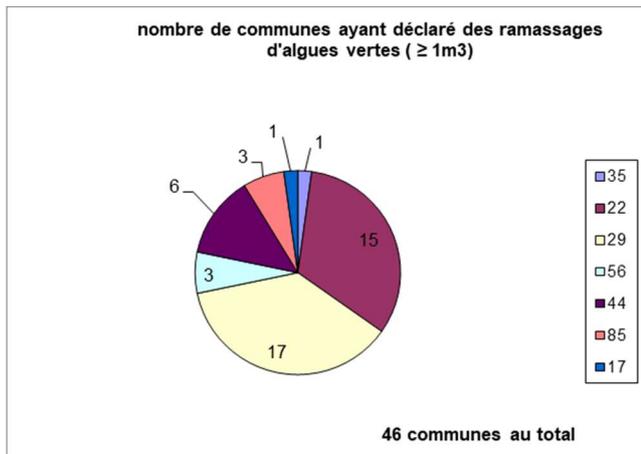
- Volume total d'algues vertes par département et volumes toutes algues déclarés par les communes sur Loire Bretagne



Part de chaque département dans les volumes d'algues vertes déclarés en 2021 par commune sur le littoral Loire Bretagne

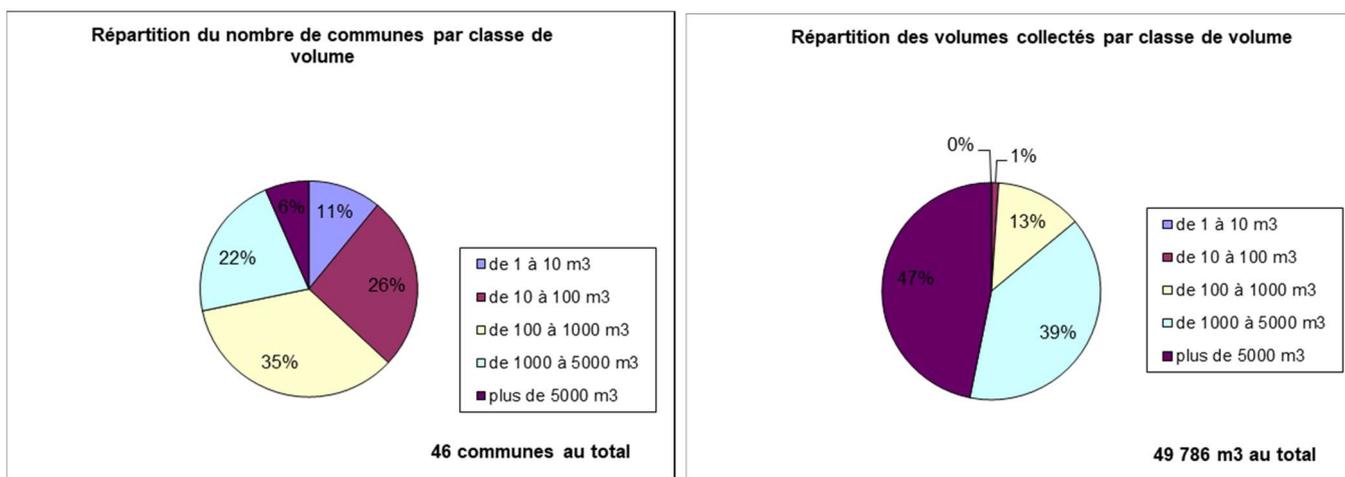
Volume total de ramassage d'algues (vertes, brunes, rouges) déclaré par les communes par département (m³) ; le volume total déclaré pour l'ensemble des communes en 2021 : 71 356 m³.

- Nombre de communes déclarant des ramassages par classe de volume :





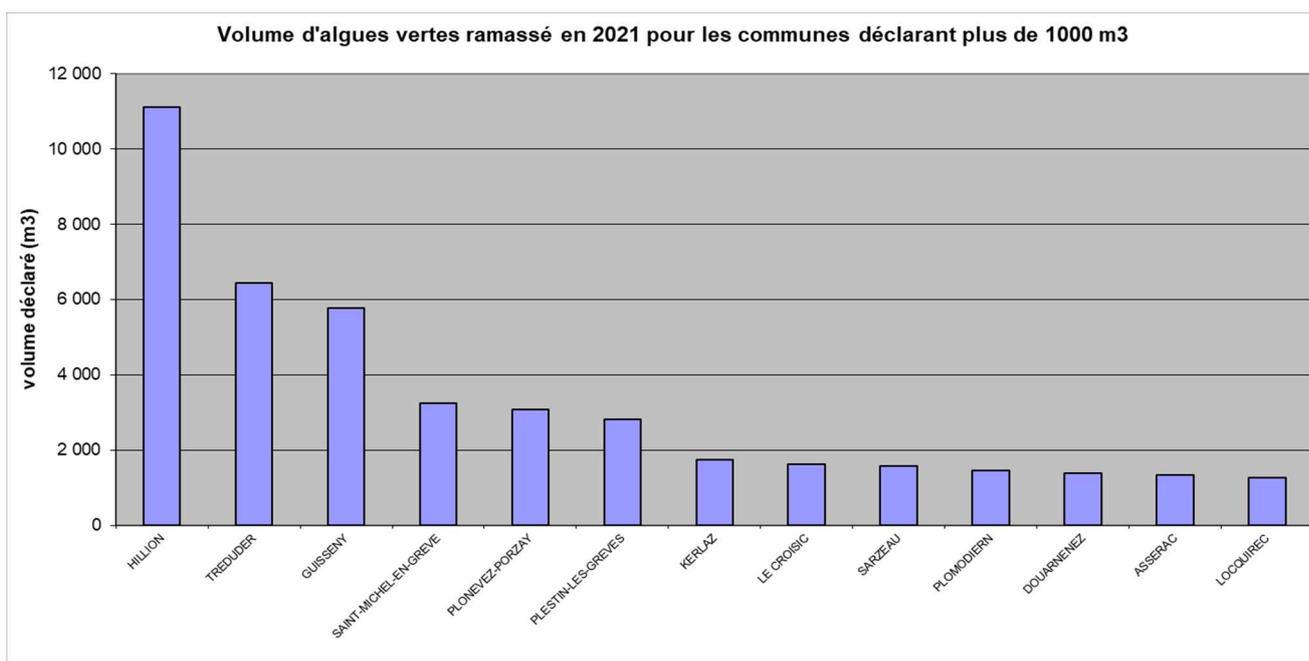
- Communes par classe de volume ramassé :



Répartition du nombre de communes du littoral Loire Bretagne et des volumes d'algues vertes collectés par classe de volume d'algues vertes ramassées.

En 2021 la majorité des communes ayant déclaré un ramassage d'algues vertes non nul se trouve dans **la classe 100 - 1 000 m³** (16 communes soit 35 % du nombre de communes total). La classe **10 - 100 m³** regroupe 12 communes (26 % de l'effectif) ; la classe **1 000 – 5 000 m³** arrive ensuite avec 10 communes (22 %) puis la classe des communes de **1-10 m³** (5 communes soit 11 %). Enfin les communes ayant déclaré **plus de 5 000 m³** (3) représentent 6 % des communes ayant déclaré un ramassage non nul d'algues vertes.

En volume, la perception est logiquement très différente : les 3 communes qui ont le plus ramassé (plus de 5 000 m³) d'algues vertes **totalisent 47 % des volumes du littoral Loire Bretagne** et si l'on totalise les volumes des communes ayant déclaré **plus de 1 000 m³** (13 communes, 28 % du nombre de communes concernées par du ramassage d'algues vertes) on **cumule alors 86 % du ramassage** de ce littoral. Les **7 communes qui ont déclaré les volumes les plus importants se trouvent sur le littoral breton** et sont riveraines d'une des baies du PLAV. Elles totalisent 69 % du ramassage Loire Bretagne. Les communes qui déclarent moins de **1 000 m³** **représentent 72 % des communes** effectuant des ramassages d'algues vertes non nuls mais **seulement 14 % des volumes** ramassés.

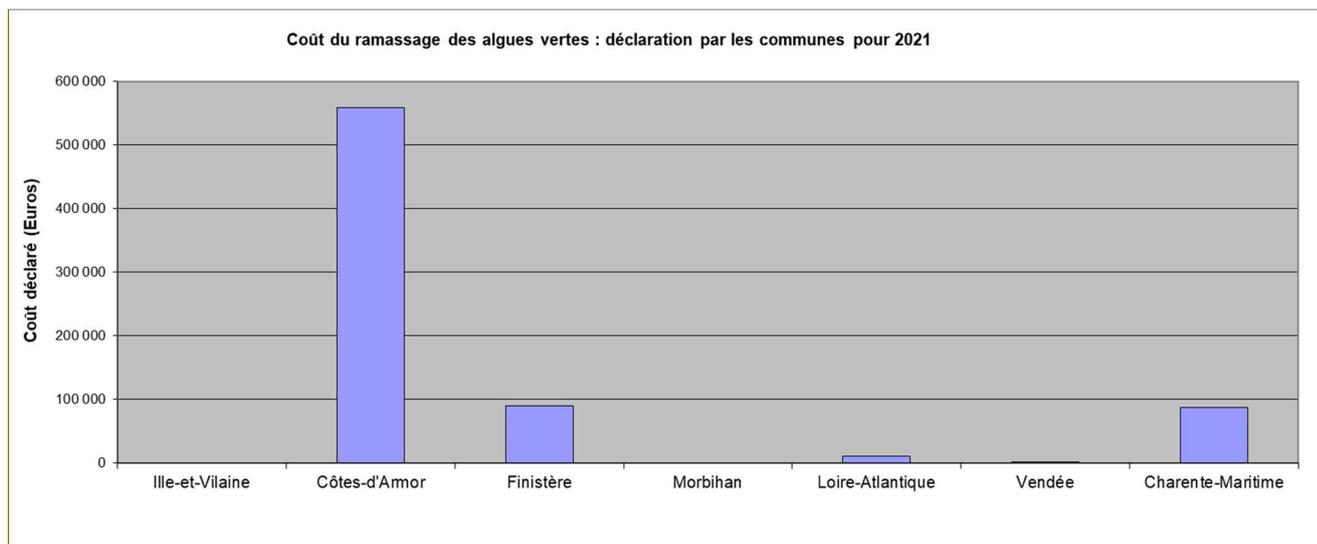


Volumes d'algues vertes déclaré par commune pour les communes ayant déclaré plus de 1 000 m³.



- Coût du ramassage :

Le coût du ramassage n'est pas estimé de la même manière par toutes les communes, certaines réalisant le ramassage en régie (et probablement en comptant ou non tous les frais de personnel, l'amortissement des engins,) d'autres faisant intervenir des prestataires extérieurs. D'autre part, certaines communes ne déclarent aucun coût de ramassage ; celui-ci ne peut alors pas être pris en compte. Cela conduit à manier le chiffre de coût comme étant une valeur indicative. Le coût total déclaré en **2021 pour la part algues vertes** est de **750 k€, sensiblement supérieur au coût déclaré en 2020 (520 k€) mais nettement inférieur au montant déclaré en 2019 (1 200 k€)**. Cependant, en 2021 une partie importante des communes a déclaré des volumes sans en estimer le coût, ce qui biaise le total « brut ». Si l'on applique le coût moyen par m³ des communes ayant déclaré des volumes et coûts (soit 27.7 €/m³) on obtiendrait alors une estimation de 630 k€ manquant (pour 22 800 m³) et donc un estimatif sur l'ensemble des communes **de Loire Bretagne qui s'élèverait à 1 380 k€ pour le ramassage des algues vertes**. On peut noter que les coûts déclarés pour le ramassage en **Côtes d'Armor sont relativement élevés : 560 k€ soit 75 % du coup « brut » sur Loire Bretagne**. De plus, si on applique aux communes n'ayant pas déclaré de coût le coût moyen par m³ des communes de ce département, on obtiendrait alors un coût total estimé de 1 055 k€ en 2021 (720 k€ si on applique le coût moyen par m³ observé à l'échelle Loire Bretagne) et non le coût moyen du département des Côtes d'Armor).



Coût déclaré par les communes pour le ramassage des algues vertes sur le littoral de Loire Bretagne. Le total déclaré par les communes est de 750 k€ (coûts bruts sans redressements pour les communes n'ayant pas déclaré de coût)

Les coûts déclarés par les communes sont **particulièrement variables en 2021** (de 3.3 €/m³ à 180 €/m³ et même pour l'ensemble des communes et même 870 € déclaré dans un cas particulier). Ces montants restent aussi dispersés même en s'intéressant aux communes ayant déclaré au moins 100 m³ (3.3 €/m³ à 180 €/m³) : cela dépend probablement de la comptabilité de la commune, de la passation des marchés ou du ramassage en régie mais aussi de l'accessibilité, du mode de ramassage et du volume total (plages peu accessibles, ramassage manuel, ramassage sur zones vaseuses, ...). Les coûts déclarés à l'échelle des départements sont eux aussi très variables : en ne considérant que les volumes pour lesquels des coûts associés sont déclarés, on obtient **41 € par m³** en Côtes d'Armor (principalement communes des baies de Saint Michel en Grève ; seule une commune de la baie de Saint Briec ayant déclaré des coûts et des volumes), 8 € pour le Finistère (7 communes représentant 11 000m³), 8 € également pour les communes de Loire Atlantique, 14 €/m³ pour les communes de Vendée et 122 €/m³ pour les communes de Charente Maritime (mais une seule commune a déclaré des volumes et des coûts). Pour les

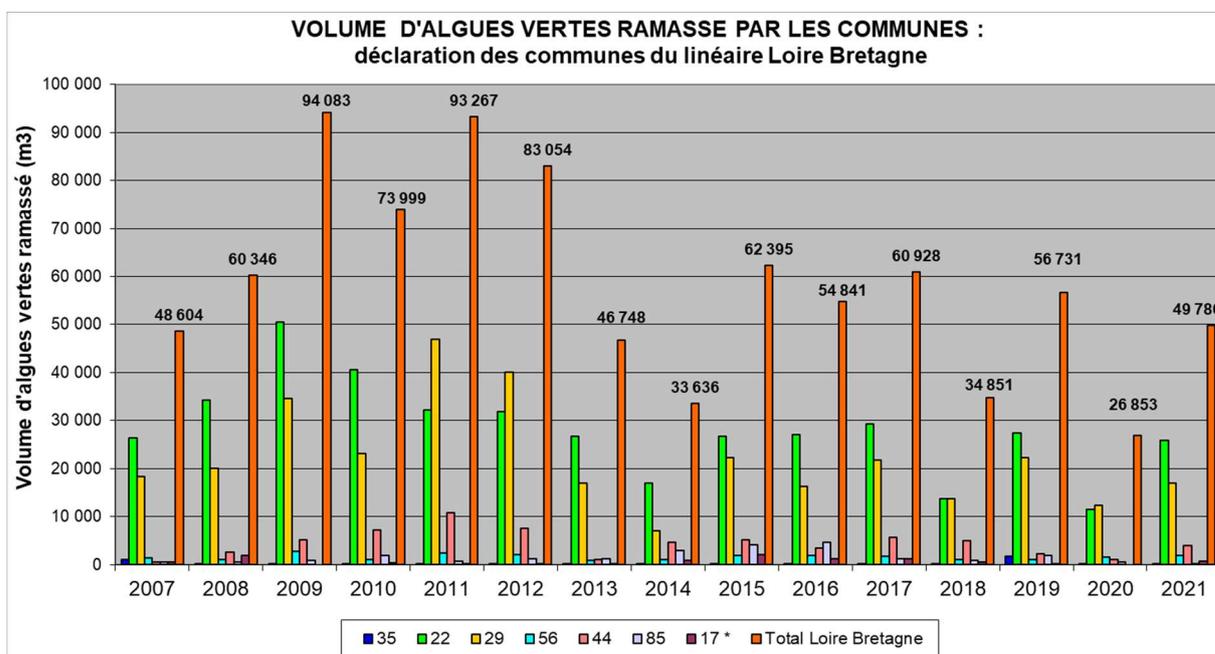


communes des départements du Morbihan et d'Ille et Vilaine, aucune commune n'a déclaré des volumes de ramassages non nuls d'algues vertes et des coûts associés en 2021 (donc pas de calcul possible de coût/m³). En intégrant **tous les volumes et tous les coûts de ramassage déclarés**, on arrive à un **coût moyen de 27.7 €/m³** (peu différent de 2020 avec 28.3 €/m³ contre 23.7 en 2019).

Il faut noter que le coût du traitement n'est pas inclus ici et que pour certaines des communes les coûts affichés pour le traitement, par compostage notamment (en particulier en atmosphère confinée), sont bien au-dessus du coût du ramassage. Les nouvelles exigences en matière de traitement et l'adoption par certaines communes de système de compostage en air confiné génèrent des coûts nettement supérieurs encore au compostage classique (évalués à près de 50 €/m³ traité hors subvention à l'investissement). Les coûts de ramassage + transport + traitement des algues sont donc probablement **plus proche de 2.5 à 3 M€ à l'échelle du linéaire Loire Bretagne** voire au-delà.

- Evolution interannuelle

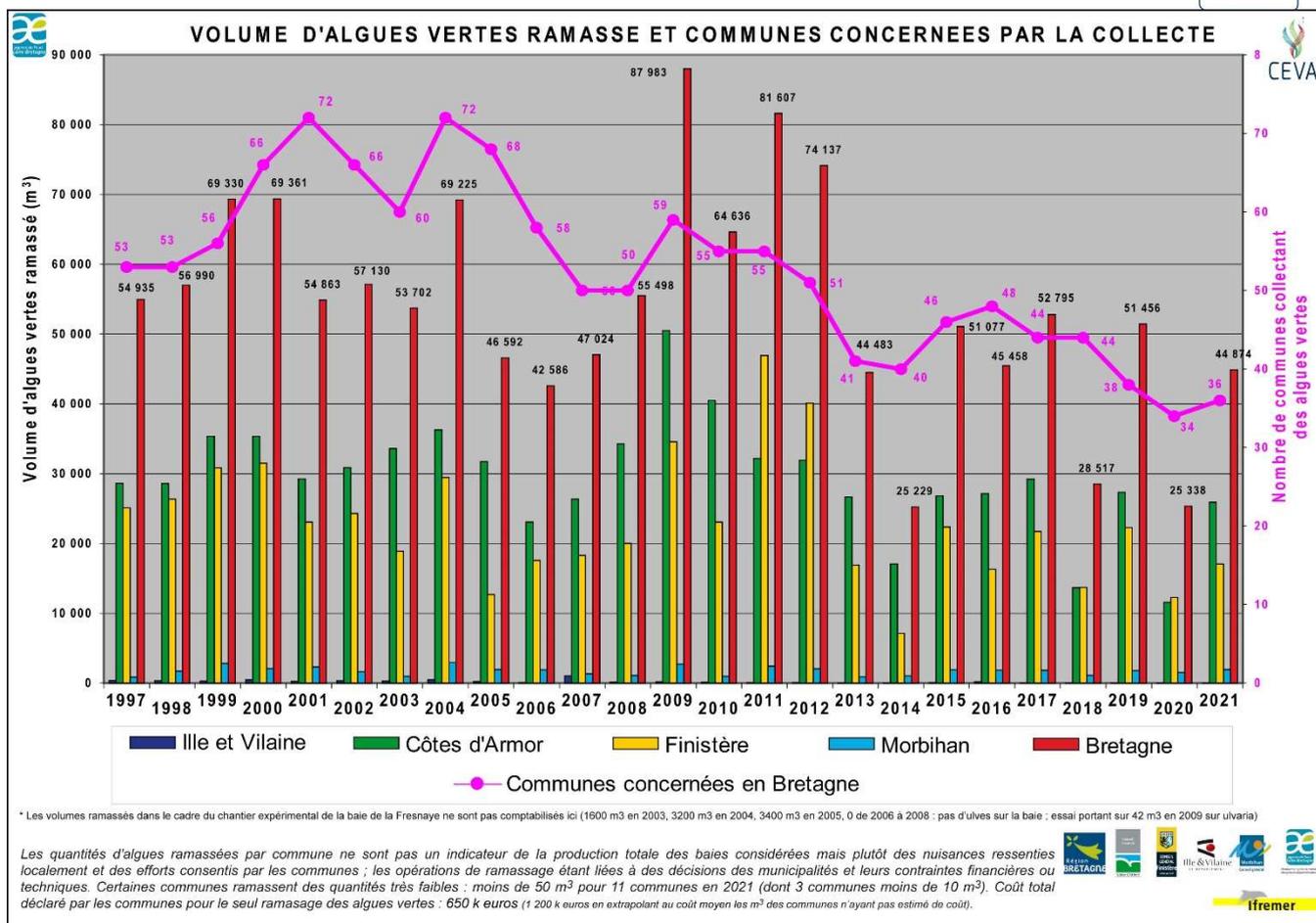
Avec 49 786 m³, la somme des volumes déclarés par les communes en 2021 est nettement supérieure à la somme 2020 mais cependant inférieure (-16 %) à la moyenne sur les années 2007-2020 (59 300 m³).



Volume de ramassage d'algues vertes déclaré par les communes du littoral Loire Bretagne entre 2007 et 2021. Détail des volumes ramassés par département et par année § 3.4

* pour le littoral de Charente Maritime, seules les communes comprises entre Charron au nord et Fouras au Sud ont été enquêtées

La figure suivante présente les évolutions des ramassages sur les communes bretonnes ce qui permet d'augmenter la chronique de suivi (suivis réalisés antérieurement dans le cadre de Prolittoral, et avant 2002 pour l'Agence de l'Eau Loire Bretagne).



Volume de ramassage d'algues vertes déclaré par les communes bretonnes et nombre de communes concernées.

Comme c'était le cas au niveau du littoral Loire Bretagne, le niveau déclaré par les communes bretonnes en 2021 est nettement supérieur au niveau de 2020 (+ 80 %) mais est **cependant légèrement inférieur au niveau moyen estimé sur 1997-2020** (- 18 %). Cette chronique permet de bien montrer la très forte variabilité des volumes ramassés, avec des volumes en 2009, 2011 et 2012 qui sont trois fois plus élevés qu'en 2020 ou 2014. L'histogramme permet de bien percevoir, un niveau de ramassage qui est, depuis 2013, **bien inférieur aux années 2009-2012** (77 000 m³ en moyenne et près de 90 000 m³ en 2009 contre 41 000 m³ sur 2013-2021).

L'augmentation importante par rapport à 2020 n'est pas uniforme : elle est surtout liée à une très forte augmentation en baie de Saint Brieuc (+ 10 000 m³), en baie de Douarnenez et de Saint Michel en Grève (autour de + 4 000 m³), dans le secteur « Nord Finistère Aber Guissény » et baie de Locquirec (autour de + 1 000 m³ dans chaque secteur) et une diminution modeste de la baie de la Forêt (- 1 000 m³ par rapport à 2020, année déjà en très fort repli sur ce secteur). **Par rapport à la situation moyenne 1997-2020** le niveau de 2021 est lié à un ramassage **nettement supérieur au niveau moyen sur la Baie de Saint Brieuc** (+40 % par rapport à la moyenne ; près de 13 000 m³), **sur le secteur « Nord Finistère Aber Guissény »** (+ 80 % par rapport à la moyenne), et de façon plus limitée au secteur « **baie de la Vilaine** » et **baie de Douarnenez** (environ + 1 000 m³). Ces ramassages supérieurs sont plus que contrebalancé par des **ramassages très inférieurs au niveau moyen sur la baie de la Forêt** (98 % de moins que la moyenne 1997-2020 et 7 600 m³ de moins) et **la baie de Lannion** (- 35 % et 6600 m³ de moins).

Il convient de noter que les volumes de ramassage « bruts » doivent être analysés avec prudence. En effet, depuis 2009, la plus grande médiatisation du phénomène et des risques sanitaires associés ainsi que les directives

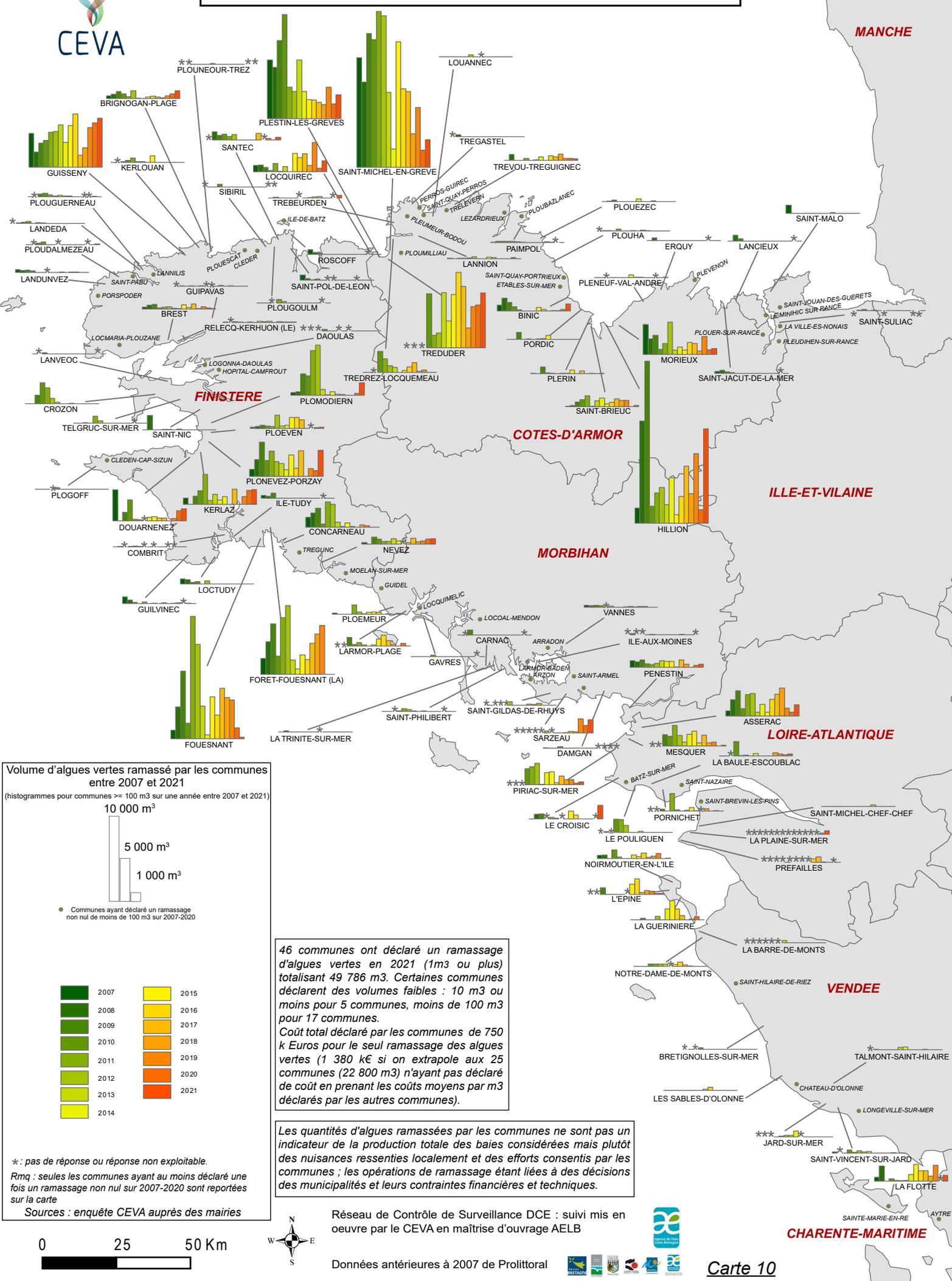


préfecturales en matière **de ramassage induisent un effort de ramassage par les communes bien supérieur** à ce qu'il était auparavant. Le niveau total de ramassage, doit être **analysé par secteur géographique** pour tenir compte des différences marquées de prolifération en 2021 (notamment en termes de précocité du démarrage et de l'intensité de la prolifération). On perçoit alors une bonne concordance du phénomène et des ramassages pour 2021 avec notamment un ramassage très bas sur la baie de la Forêt et une quasi absence de prolifération), des ramassages très élevés sur la baie de Saint Briec (prolifération précoce et très soutenue jusqu'en hiver), en baie de Guissény (prolifération très soutenue) ou en baie de Douarnenez (ramassages déclarés supérieurs aux moyennes malgré des surfaces inférieures mais proches en juin ou juillet : des arrivages massifs sur quelques jours peuvent expliquer ces ramassages relativement importants).

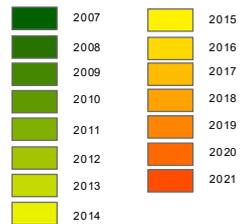
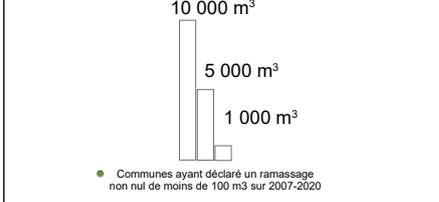
La **carte 10**, page suivante, permet de visualiser par commune le niveau de ramassage 2021 déclaré par les communes comparé aux années antérieures depuis 2007 (communes ayant déjà déclaré un ramassage de plus de 100 m³ annuel).

Ramassage des algues vertes

Ramassage déclaré par les communes entre 2007 et 2021



Volume d'algues vertes ramassé par les communes entre 2007 et 2021 (histogrammes pour communes >= 100 m3 sur une année entre 2007 et 2021)



46 communes ont déclaré un ramassage d'algues vertes en 2021 (1m3 ou plus) totalisant 49 786 m3. Certaines communes déclarent des volumes faibles : 10 m3 ou moins pour 5 communes, moins de 100 m3 pour 17 communes.
Coût total déclaré par les communes de 750 k Euros pour le seul ramassage des algues vertes (1 380 k€ si on extrapole aux 25 communes (22 800 m3) n'ayant pas déclaré de coût en prenant les coûts moyens par m3 déclarés par les autres communes).

Les quantités d'algues ramassées par les communes ne sont pas un indicateur de la production totale des baies considérées mais plutôt des nuisances ressenties localement et des efforts consentis par les communes ; les opérations de ramassage étant liées à des décisions des municipalités et leurs contraintes financières et techniques.

* : pas de réponse ou réponse non exploitable.
Rmq : seules les communes ayant au moins déclaré une fois un ramassage non nul sur 2007-2020 sont reportées sur la carte
Sources : enquête CEVA auprès des mairies