

**Centre d'Etude et de Valorisation des Algues**

BP 3 - 22610 PLEUBIAN

Téléphone : 02 96 22 93 50 - Télécopie : 02 96 22 84 38 - E.mail : [algue@ceva.fr](mailto:algue@ceva.fr)



---

## Réseau de Contrôle Opérationnel - DCE 2017

### Inventaire des marées vertes sur le littoral breton

---

Année 2017



*Contrat AELB : 16S0030*



Photo CEVA, Baie de Saint Brieuc, le 24 avril 2017



## SOMMAIRE

<b>1. CONTEXTE ET OBJECTIFS :</b> .....	<b>3</b>
<b>2. METHODES</b> .....	<b>8</b>
2.1 Dénombrement des sites (suivi DCE surveillance, financé en dehors de ce programme) .....	8
2.2 Estimation surfacique.....	10
2.3 Indices d'eutrophisation.....	14
2.4 Missions réalisées.....	16
<b>3. RESULTATS</b> .....	<b>18</b>
<b>3.1 Dénombrement des sites en Bretagne (suivi DCE surveillance, financé en dehors de ce programme)</b> .....	<b>18</b>
3.1.1 Inventaire des sites touchés par une marée verte à ulves en 2017.....	18
3.1.2 Comparaison inter-annuelle 1997-2017 .....	27
3.1.3 Mise en évidence de la particularité des sites sur vase .....	35
3.1.4 Détermination des espèces proliférantes.....	38
3.1.5 Conclusions.....	40
<b>3.2 Résultats de l'estimation surfacique sur les côtes bretonnes</b> .....	<b>41</b>
3.2.1 L'importance relative des sites .....	41
3.2.2 Evolution annuelle de la marée verte .....	48
3.2.3 Evolutions de la marée verte sur la période 2002-2017 .....	52
3.2.4 Conclusions.....	68
<b>3.3 Suivi d'indices d'eutrophisation</b> .....	<b>69</b>
3.3.1 Résultats de suivi des quotas azotés dans les différents sites.....	69
3.3.2 Eléments d'interprétation des profils saisonniers.....	69
3.3.3 Résultats :.....	71
<b>3.4 Evaluation des stocks totaux</b> .....	<b>90</b>
<b>4. CONCLUSION</b> .....	<b>91</b>
<b>ANNEXES</b> .....	<b>93</b>



## 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 7 août 2015 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 : DEVL1513988A
- 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 2015 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 : DEVL1513989A

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 les documents suivants :

- 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 2013 février 2013 – Articles R. 212-8, R212-10 et 212-11 du code de l'environnement
- Poursuite du travail d'intercalibration pour l'élément de qualité biologique « macroalgues opportunistes » ONEMA 2014

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 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 Pays de Loire ;
  - 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) et 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 de la région Bretagne dans le cadre du Réseau de Contrôle Opérationnel RCO. Les données issues des suivis RCS, sur ce littoral régional sont néanmoins intégrées au présent rapport, ces données étant complémentaires aux données du RCO. Les données sur la façade Pays de Loire-Ré, ayant un historique de suivi et des périodes de suivi différents sont présentés par ailleurs.

## Détails des suivis réalisés (RCO) :

### ■ Suivis aériens :

- ✓ 4 survols additionnels (avril, juin, août, octobre), sur les principaux secteurs suivis depuis 2002 (Figure 1) afin de disposer d'une information mensuelle entre avril et octobre (perception de l'évolution interannuelle, de la durée et de la dynamique de la prolifération). En 2002, les sites avaient été sélectionnés soit parce qu'ils semblaient présenter les plus fortes proliférations soit pour des raisons « patrimoniales ». Le même réseau de site a été conservé afin de pouvoir estimer des évolutions sur le long terme avec des références « historiques ». Pour minimiser les coûts, chaque survol RCO est effectué sur une seule journée en partant de la côte sud (Vannes) pour finir en baie du Mont Saint Michel, comme cela était effectué dans les suivis antérieurs (Prolittoral puis CIMAV) ce qui induit un calage sur la marée basse un peu moins favorable, notamment dans le Golfe du Morbihan, que si les acquisitions se déroulaient sur deux jours comme c'est le cas des survols RCS de mai, juillet et septembre.

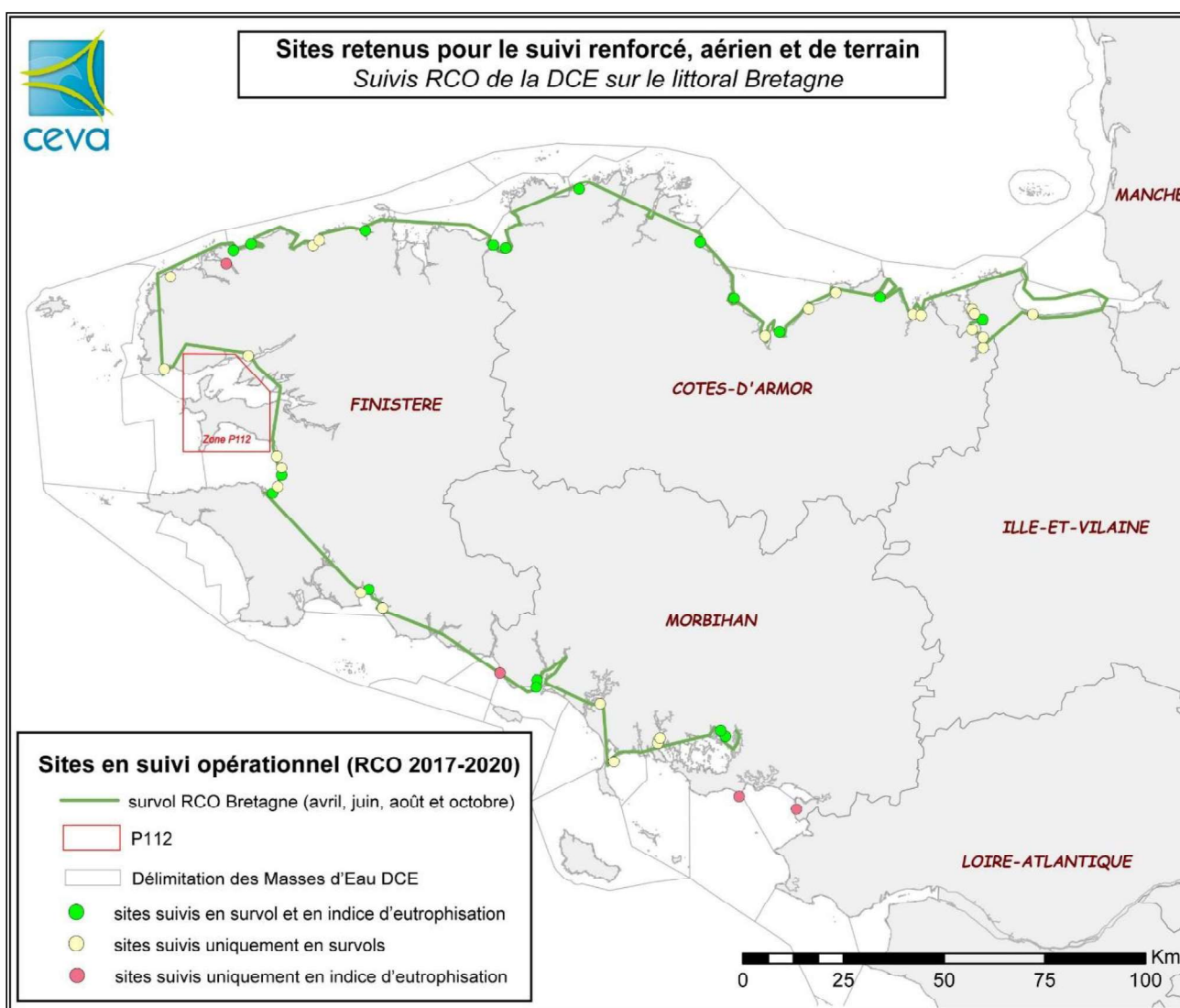


Figure 1 : plan de vol RCO Bretagne et localisation des sites intégrés au suivi

- ✓ Contrôles de terrain : suite aux survols, tous les sites présentant des dépôts d'algues vertes pour lesquels la connaissance des types d'algue n'est pas établie, font l'objet d'un contrôle de terrain dans les jours qui suivent les survols (type d'algues présentes, les proportions des différentes algues en cas de mélange et notamment détermination du taux d'ulve dans l'échouage).

- ✓ Mesure sur SIG des surfaces de dépôts : intégration et géoréférencement des photos numériques dans le SIG, digitalisation des dépôts, gestion des données dans les bases. Le suivi surfacique proposé ici est conforme aux méthodes en œuvre pour DCE-RCS et « Prolittoral-Cimav » des années antérieures. Les vasières font l'objet d'une digitalisation de leurs surfaces à partir des prises de vues réalisées dans le programme RCO uniquement si les surfaces colonisées visibles semblent supérieures à celles observées lors des trois survols de surveillance. Cela pourrait se produire en raison d'un « pic » de prolifération lors d'un des vols du suivi RCO ou si le niveau de marée au moment du passage de l'avion était plus favorable lors de ces vols. La digitalisation des couvertures en algues est, par contre, réalisée dans le cadre du programme « DCE RCS » pour la date semblant présenter le maximum annuel et, depuis 2011 uniquement sur 10 Masses d'Eau et non sur tous les sites classés comme c'était le cas jusqu'en 2010. Les données de bases (photographiques) ont cependant été acquises et pourront faire l'objet de traitements ultérieurement si cela était jugé utile pour déterminer, pour tous les sites touchés par des proliférations d'ulves sur vasière, leurs surfaces couvertes.
- ✓ Analyse, rapport.

■ **Indices d'eutrophisation (N et P) :**

- ✓ Prélèvement tous les 15 jours sur la période de prolifération d'ulves (à partir de fin avril si présence d'échouage et jusqu'au début septembre soit 10 campagnes de prélèvement), sur une liste prédéfinie de sites (Figure 1 et liste ci-dessous).

**Tableau 1 : liste des sites faisant l'objet de mesure d'indice d'eutrophisation**

Rance / Saint Jouan des Guérets
Baie de la Fresnaye (échantillonnage du Pylaiella si pas d'ulves)
Baie de Saint Briec
Baie de Binic
Bréhec,
Trestel,
Baie de Saint Michel en Grève
Baie de Locquirec
Baie du Dossen (« Horn/Guillec »)
Baie de Guisseny
Moguéran,
Aber Wrac'h
Baie de Douarnenez / Sainte Anne la Palud
Baie de Douarnenez / le Ry
Baie de la Foret / Kerleven
Fort Bloqué,
Larmor Plage,
Rade de Lorient
Golfe du Morbihan / Arcal
Golfe du Morbihan / Séné
Penvins,
Mine d'Or

- ✓ lavage, tri, déshydratation puis broyage des échantillons prélevés.
- ✓ analyse des teneurs internes en azote et phosphore.
- ✓ analyse des résultats, rapport.



## ■ Evaluation des stocks totaux :

Les suivis aériens réalisés permettent par la mesure des surfaces d'échouages d'apprécier l'importance relative des sites et le profil des proliférations mais ne permettent pas d'estimer les biomasses présentes. La mesure en biomasse suppose des moyens importants en personnels sur le terrain au moment des survols, autour de la marée basse.

Par ailleurs, comme cela a pu être mis en évidence par les suivis spécifiques en biomasse incluant des prospections au-delà de la limite des marées basses (par plongées tractées) réalisés dans le cadre de Prolittoral puis du CIMAV entre 2002 et 2015, certains des sites bretons comprennent une partie importante de leurs algues en infralittoral, d'autres échouent la quasi-totalité sur l'estran lors de la marée basse. Les données recueillies de 2002 à 2015 montrent que le pourcentage des algues qui se trouvent en infralittoral varie de moins de 5 % pour les sites de l'Est des Côtes d'Armor à plus de 95 % pour les sites du Sud Bretagne (baie de la Forêt). Il est donc important, pour chaque site et plus particulièrement pour les sites stockant une grosse proportion en infralittoral, de qualifier cette partie non accessible aux observations aériennes pour déterminer l'importance réelle de la marée verte du site mais aussi pour améliorer la connaissance du fonctionnement de celui-ci. De plus, dans **l'hypothèse de mise en œuvre de déstockages de sites** (notamment par prélèvements d'une part importante des biomasses d'un site sur des périodes ciblées), il est primordial de pouvoir **estimer la biomasse totale** du site et de ne pas se limiter à la partie déposée sur l'estran.

En outre, la marée verte sur certains sites semble redémarrer à partir de stocks hivernaux qui subsistent non loin des plages et autorisent un démarrage précoce de la prolifération à une période où les flux sont encore très importants. D'autres sites redémarrent à partir de stocks beaucoup plus limités, voire même à partir d'algues d'arrachage ce qui permet d'expliquer des marées vertes très limitées en début de saison et devenant importantes, en fin de saison, en particulier les années pluvieuses. La compréhension du fonctionnement des sites et la perception de l'objectif qu'il faudra atteindre en terme de qualité de l'eau arrivant des bassins versants nécessitent d'évaluer l'importance de ces stocks de reconduction hivernaux.

Malgré l'intérêt que représente cette évaluation en biomasse afin d'alléger les suivis et en partant du principe que les évaluations ont été relativement nombreuses ces dernières années sur les sites de Douarnenez et de la baie de la Forêt (les plus pertinents pour ces évaluations), **aucune mesure de biomasse estivale n'est prévue dans ce programme.** De telles mesures pourront être reprogrammées sous quelques années en particulier si la situation sur les estrans évoluait de façon importante.

## 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 ; ce programme ayant lui-même bénéficié des acquis d'études antérieures.

### 2.1 Dénombrement des sites (suivi DCE surveillance, financé en dehors de ce programme)

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 météorologiques 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 18-70 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.

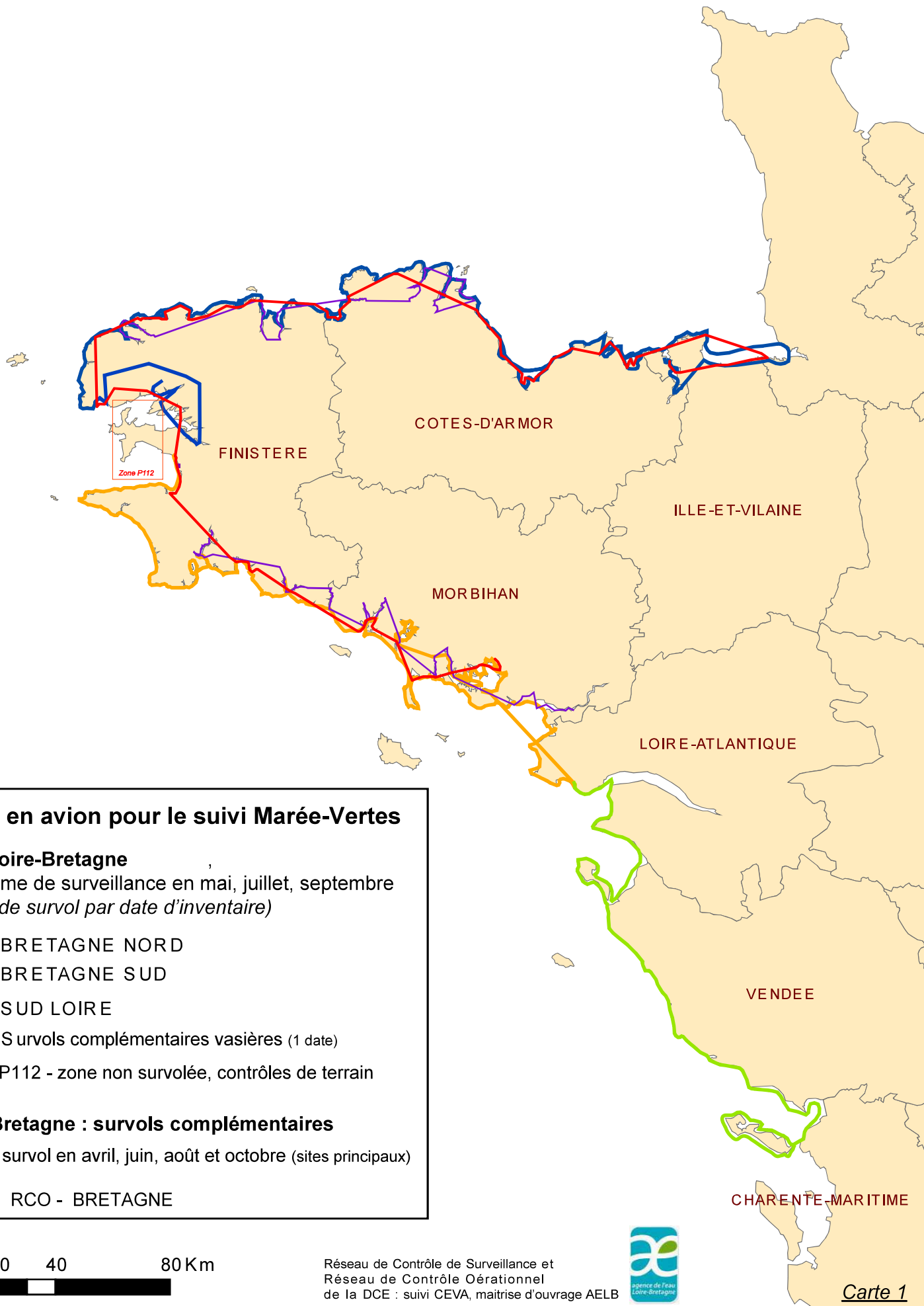
Une fois les photos acquises, les opérateurs de terrain sont rapidement dépêchés sur site afin de valider ou non le constat de site d' « échouage d'ulves ». Ces opérateurs relèvent les proportions des différentes algues en présence, en font des constats photographiques, recueillent, si besoin, des échantillons 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 de 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.



**Trajet en avion pour le suivi Marée-Vertes**

**- RCS Loire-Bretagne**

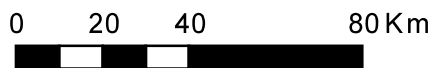
programme de surveillance en mai, juillet, septembre  
*(3 jours de survol par date d'inventaire)*

- BRETAGNE NORD
- BRETAGNE SUD
- SUD LOIRE
- Survolés complémentaires vasières (1 date)
- P112 - zone non survolée, contrôles de terrain

**- RCO-Bretagne : survols complémentaires**

1 jour de survol en avril, juin, août et octobre (sites principaux)

- RCO - BRETAGNE



## 2.2 Estimation 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 2017, tous les sites de type « sableux » classés « site à échouage d'ulves », ont fait l'objet d'une estimation surfacique (ce qui n'était plus le cas depuis 2013 ; 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.

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 »<sup>1</sup> 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).

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,
- de la surface totale réellement couverte par les ulves en dépôt (équivalent 100%).

---

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

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 des proliférations sur les sites « abrités » rend donc délicate toute comparaison brute des données de 2008 avec les données des années antérieures.

En 2009 et 2010, 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 mêmes 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).

**Depuis 2011, et jusqu'en 2017, le traitement des données des 10 masses d'eau les plus touchées** (base classement sur 2010, Tableau 2) a été retenu plutôt que l'exhaustivité des vasières touchées par des tapis

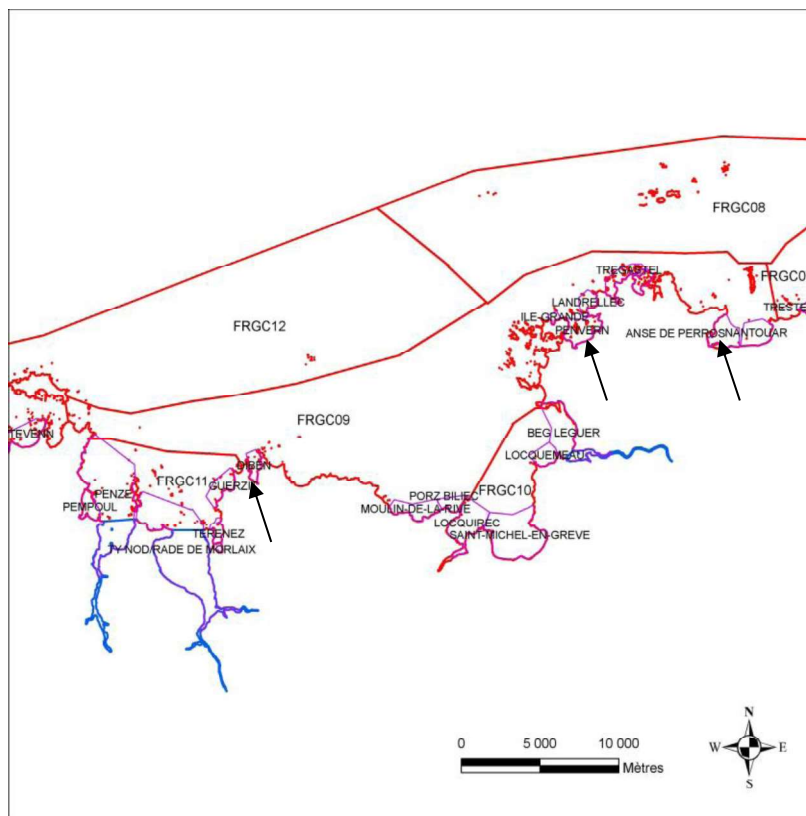
d'ulves comme les années précédentes. Il est essentiel de noter que les surfaces d'algues vertes se développant sur les zones vaseuses des MEC majoritairement sableuses ne sont donc plus considérées dans l'évaluation de la qualité écologique des masses d'eau depuis 2011. Sur ces années, sur les MEC comme sur les MET, les surfaces des sites de vase sont estimées en se focalisant sur le mois d'inventaire reflétant le maximum annuel surfacique.

**Tableau 2 : Récapitulatif des MET et assimilées faisant l'objet d'une évaluation surfacique en 2017**

Code ME	ME suivies en 2017
FRGT02	✓
FRGT03	✓
FRGT06	✓
FRGT07	✓
FRGT08	✓
FRGT14	✓
FRGT20	✓
FRGT21	✓
FRGT24	✓
FRGC39	✓

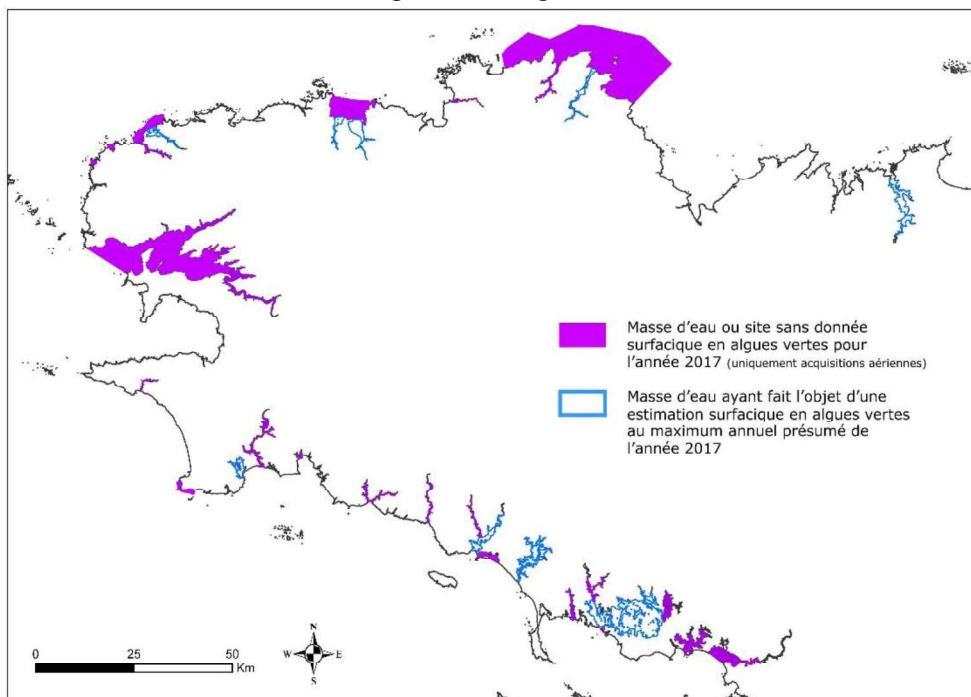
Pour pouvoir faire des acquisitions photographiques plus exhaustives des vasières sans compromettre les acquisitions sur le reste du littoral, deux survols spécifiques ont été effectués à des dates *a priori* proches du maximum annuel (cf. § 2.4.).

Les digitalisations sont effectuées sur le mois d'inventaire correspondant au maximum annuel du développement algal, le choix du maximum étant fait par appréciation visuelle des dépôts à partir des photos aériennes prises lors des trois mois d'inventaire. Ce changement de procédure a pour conséquence l'absence de digitalisation sur les sites de vase qui appartiennent à une masse d'eau côtière (grille type 1) ce qui entraîne une sous-estimation de l'importance de la marée verte à l'échelle de la masse d'eau. Pour illustrer ce cas, la Figure 2 ci-dessous présente la masse d'eau côtière FRGC09 qui contient 9 sites dont 3 de type vase (Anse de Perros, Penvern et Diben) sur lesquels aucune digitalisation n'a été effectuée au cours de l'année 2011 (ni années postérieures). Néanmoins, cela conduit à une homogénéisation des données utilisées dans le cadre de l'évaluation de la qualité écologique des masses d'eau côtières, les sites de vase n'étant comptabilisés qu'au maximum annuel de développement des algues vertes à l'inverse des sites ouverts qui peuvent faire l'objet de trois estimations par an (à condition que le site soit classé comme touché par une « marée verte à ulves »).



**Figure 2 : Découpage des masses d'eau sur la côte nord de la Bretagne (FRGC en rouge et FRGT en bleu) combiné au découpage par sites à marées vertes (violet). Les trois sites de vaseière sont indiqués par les flèches**

Pour une vision complète de l'inventaire 2017 concernant les masses d'eau de transition (FRGT) et assimilées (FRGC07, FRGC11, FRGC16 et FRGC39), la Figure 3 ci-dessous illustre les masses d'eau sur lesquelles les données ont été ou non acquises. Les sites de vaseière des masses d'eau côtières sur lesquels aucune digitalisation n'a été effectuée sont également signalés.



**Figure 3 : Illustration des masses d'eau et des sites à « marées vertes » de milieux vaseux. Les masses d'eau pour lesquelles les données ont été complètement acquises en 2017 apparaissent en bleu. Les masses d'eau et les sites pour lesquels les données surfaciques n'ont pas été acquises en 2017 apparaissent en violet (uniquement acquisition des photographies aériennes).**

Les résultats sont présentés dans le rapport RCS DCE Loire-Bretagne 2017.

## 2.3 Indices d'eutrophisation

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

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

- d'établir un état de référence nutritionnel pour le degré d'eutrophisation atteint dans le site, en mesurant le niveau de saturation de la croissance des algues par les sels nutritifs. Ce niveau exprime aussi la sensibilité du site à des apports supplémentaires en sels nutritifs, comme sa résistance potentielle à des mesures préventives (en cas de sursaturation de la croissance).
- de mettre en place un indicateur de suivi pour contrôler en continu l'effet de mesures préventives sur le bassin versant. Cet effet peut s'observer sur la composition chimique des algues avant même de pouvoir être mesuré sur la croissance ou la quantité d'algues produites.
- de mettre en évidence, dans certains sites, une aggravation pluriannuelle de la situation alors que la « marée verte apparente » mesurable par les stocks en place semble ne plus évoluer.

A noter que cette connaissance de la situation nutritionnelle des ulves est indispensable pour mettre en œuvre la modélisation écologique des proliférations d'un site (données de calage et de validation principales).

Le programme a consisté à mesurer le niveau de saturation de la croissance des algues par la disponibilité d'azote et de phosphore dans 22 sites touchés sur les côtes bretonnes (Figure 1 et Tableau 1 : liste des sites faisant l'objet de mesure d'indice d'eutrophisation). Les niveaux azotés et phosphorés mesurés permettent l'établissement de profils saisonniers (suivi bimensuel à hebdomadaire selon les sites et la période) de l'évolution des quotas internes des algues. Le phosphore est réintégré depuis 2010 dans le suivi de la composition chimique des ulves, suite la mise en évidence (CIMAV P3-2008 et 2009) que le phosphore pouvait, co-limiter avec l'azote la croissance des algues dans certains sites.

### ➤ Moyens mis en œuvre :

Prélèvements et identification des différentes espèces d'ulves. Tri, conditionnement, analyse des échantillons. Traitement des données et interprétation des profils de composition interne.



#### ▪ **Description de l'indicateur :**

L'indicateur consiste à analyser l'évolution des teneurs en azote ou en phosphore des ulves, par rapport aux niveaux  $Q_1N$  ou  $Q_1P$ , en dessous desquels la croissance des algues est limitée par N ou P, et  $Q_0N$  ou  $Q_0P$  à partir desquels la croissance s'annule (cf. Dion et LeBozec, 1997). Ces valeurs de quotas ont été consolidées à partir de données de la littérature établies pour des ulves (Villares et Caballeira, 2004, Daalsgard et Krause-Jensen, 2006) et à partir d'expérimentations réalisées au CEVA sur *Ulva armoricana* (CIMAV P3 2009, 2010, 2011). La méthode de référence pour le dosage de l'azote est la méthode Kjeldahl. La méthode utilisée pour le phosphore est un dosage par ICP.

Pour l'azote on retiendra que 80 à 100 % de la croissance maximale est maintenue au-dessus d'un quota critique ( $Q_1N$ ) de 2 % de la matière sèche (M.S), et que la croissance s'annule en dessous d'un quota de subsistance de 0,9 % de la M.S.

Pour le phosphore on considèrera que la croissance commence à être limitée en dessous 0.12% de la MS et qu'elle s'annule à 0.05% de la MS (cf. résultats du projet CIMAV P3 2010).

On prendra comme hypothèse que *Ulva rotundata*, présente dans certains sites, possède les mêmes caractéristiques de quotas limitants que *Ulva armoricana*, espèce la plus répandue dans les marées vertes et qui est la seule à avoir fait l'objet d'investigations précises pour la détermination de ses quotas internes critiques et de subsistance.

#### ▪ **Prélèvement, traitement et analyse des échantillons :**

Les algues ont été prélevées à une fréquence bimensuelle, totalisant 213 prélèvements effectués dès l'apparition nette et régulière des algues sur l'estran des sites. Les premiers prélèvements ont été réalisés le 24 avril et les derniers le 7 septembre. Le démarrage précoce de la prolifération sur la plupart des sites permet d'expliquer que peu de date de prélèvement sont manquantes, ce qui arrive plus souvent en cas d'absence de prolifération, en particulier en début de saison. A chaque date et lieu de prélèvement, les algues ont été échantillonnées à marée basse, au niveau de la masse d'algues flottantes de bas de plage. 7 à 10 échantillons de 20 à 50 g ont été, à chaque fois que les quantités d'algues présentes le permettaient, récoltés à une dizaine de mètres les uns des autres, puis rassemblés en un seul lot dans un sac plastique. De retour au laboratoire, les lots ont été conditionnés (tri, lavage, rinçage, lyophilisation) pour stockage avant analyse. Avant les analyses, les lots sont homogénéisés lors du broyage à 120 microns au broyeur à couteaux. Chaque lot a fait l'objet d'une analyse, pour la matière sèche, l'azote Kjeldahl (213 dosages N) et, pour le phosphore total (213 dosages P). De plus, 10 échantillons ont été analysés une seconde fois pour conforter le premier résultat qui était surprenant. L'ensemble des dosages a été réalisé par UPScience (ex In Vivo Labs), laboratoire agréé COFRAC, soustraitant du CEVA.

#### ▪ **Plan de prélèvements et localisation des sites :**

- ✓ Les sites suivis (Tableau 1) sont ceux du CCTP de l'étude et correspondent à la liste établie en 2011 ce qui permet d'avoir un suivi historique de ces sites. Cette liste comprend :
  - la totalité des « sites principaux », faisant actuellement l'objet de modélisations d'objectifs de qualité à atteindre aux exutoires et/ou d'actions BV spécifique dans le cadre du plan gouvernemental AV.
  - quelques sites secondaires sur lesquels il semblait intéressant de poursuivre la chronique de connaissance de ces niveaux.

- ✓ la fréquence d'échantillonnage a été globalement bimensuelles pour l'ensemble des sites, générant en moyenne 10 prélèvements par site au cours de la saison de prolifération. Les campagnes additionnelles mises en œuvre les années antérieures (afin de consolider à une échelle hebdomadaire l'analyse la descente des quotas azotés et phosphorés, certains sites faisaient l'objet de 3 campagnes de prélèvements supplémentaires sur la période la plus critique du développement du bloom) n'ont pas été mise en œuvre en 2017.

## 2.4 Missions réalisées

### ➤ *Contrôle de surveillance DCE (financé en dehors de ce programme)*

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).

Pour ce qui concerne le linéaire breton, les survols ont été réalisés aux dates et coefficients de marées suivants :

#### **Mai :**

- 25 mai : côtes Bretagne Nord ; coeff. 103
- 30 mai : côtes de Bretagne Sud ; coeff. 77

#### **Juillet :**

- 24 juillet : côtes de Bretagne Sud ; coeff. 101
- 25 juillet : côtes de Bretagne Nord ; coeff. 100
- 10 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'Étel, 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. 77
- 7 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. 77

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

#### **Septembre :**

- 18 septembre : côtes de Bretagne Nord ; coeff. 85
- 19 septembre : côtes Nord-Ouest et Sud Bretagne ; coeff. 94

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 a été jugé nécessaire.

➤ ***Suivi aérien complémentaire***

Les 4 survols complémentaires se sont déroulés aux dates suivantes :

- 24 avril ; coeff. 84,
- 22 juin ; coeff. 87,
- 22 août ; coeff. 101,
- 18 octobre ; coeff. 89.

➤ ***Missions de prélèvement « indices d'eutrophisation »***

Les algues ont été prélevées à une fréquence bimensuelle, dans la mesure où leur présence permettait les prélèvements, sur tous les sites présentés dans le Tableau 1, à partir du 24 avril pour les premiers prélèvements et jusqu'au 7 septembre pour les derniers prélèvements.

### 3. RESULTATS

#### 3.1 Dénombrement des sites en Bretagne (suivi DCE surveillance, financé en dehors de ce programme)

*Bien que ne faisant pas partie du programme 2017 RCO est proposée ici une analyse à l'échelle de la Bretagne des sites concernés par des échouages d'ulves sur la base des observations du « programme DCE surveillance » des côtes Loire Bretagne. Cette analyse permet de poursuivre la série acquise dans le cadre des programmes CIMAV et Prolittoral et antérieurement pour le compte de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne depuis 1997. Il ne s'agit ici que d'une extraction des données acquises à l'échelle du littoral Loire Bretagne pour le « réseau de contrôle de surveillance » (RCS).*

Le premier rôle de ce suivi est l'observation locale de la colonisation par les ulves, **la mise « sous surveillance » de certains points du littoral et l'archivage de ces observations**. Cela permet aussi d'évaluer l'évolution de la marée verte au cours de l'année et sur une période pluriannuelle débutant en 1997, année du premier inventaire régional commandé au CEVA par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne (pas d'évaluation surfacique disponible avant 2002 à l'échelle Bretagne). Par ailleurs, la localisation précise des sites permet de percevoir leur répartition géographique et l'apparition de nouveaux sites sur le littoral breton (vérifier que l'observation concerne un nouveau site et non un site préexistant dont les échouages seraient répartis différemment des années précédentes). Enfin, des premiers éléments de caractérisation des sites peuvent être relevés en ce qui concerne leur typologie (sites enclavés développant des proliférations sur vase ou plus ouverts, sur sable) et les espèces d'algues proliférantes à l'origine des marées vertes.

##### 3.1.1 Inventaire des sites touchés par une marée verte à ulves en 2017

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 :

*Au fil des années de suivis des « marées vertes » en Bretagne, le CEVA a classé comme « sites » les zones dans lesquelles apparaissaient des échouages d'ulves si ceux-ci étaient distincts de sites préexistants : 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).*

*Le dénombrement des sites, dépendant largement de la définition de « site », 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.*

L'année 2017 n'ayant comporté, comme c'était déjà le cas depuis l'année 2007, que trois inventaires régionaux, au lieu de 4 entre 2002 et 2006, il n'est pas possible de comparer de façon brute les données de 2017 à la série 2002-2006. Pour pouvoir comparer au mieux les données de l'année, sont isolés les inventaires « d'été » (juillet ou septembre) pour les comparer aux données des années antérieures.

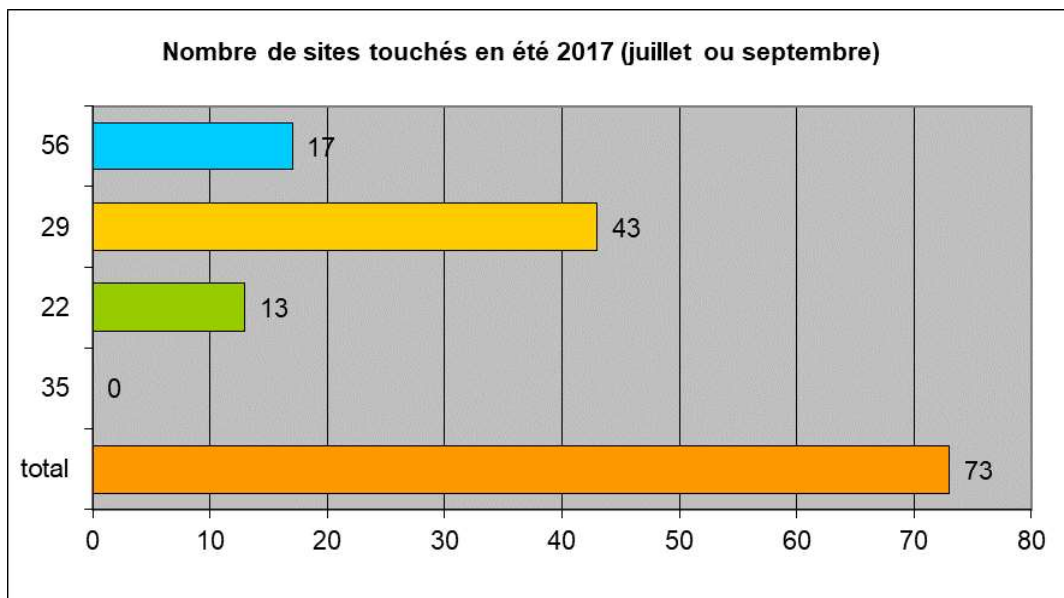
### *Les sites touchés par des échouages d'ulves pendant la période estivale (juillet ou septembre)*

Afin de pouvoir comparer entre elles les années de la série 2000-2017 concernées par au moins deux survols en période estivale, ne sont considérés ici que les dénombrements de juillet et septembre 2017.

On comptabilise alors sur le littoral breton :

- 69 sites touchés par des échouages d'ulves en juillet 2017 (carte en annexe 1)
- 57 sites touchés en septembre 2017 (carte en annexe 1)
- 73 sites au total touchés en juillet ou en septembre 2017 (carte 2)

Sur ces 73 sites recensés, en période estivale, 53 sont touchés lors des deux inventaires et 20 lors d'un des deux inventaires.



**Figure 4 : Nombre de sites touchés par des échouages d'ulves au moins une fois pour les inventaires estivaux en 2017 (juillet ou septembre).**

La carte 2 et la Figure 4 montrent la nette prédominance, en nombre de sites, du département du Finistère qui, sur cette période de l'année regroupe plus de la moitié et près des deux tiers (59 %) du total des sites des côtes bretonnes ; suit avec 2.5 fois moins de sites le département du Morbihan puis celui des Côtes

d'Armor qui totalise 4 fois moins de sites. En 2017, sur cette période de l'année (juillet et septembre), aucun site n'a été classé comme touché par des échouages d'ulve sur le littoral d'Ille et Vilaine (certains des sites de la Rance ont été concernés par des développements d'algues vertes filamenteuses mais n'ont pas été classés pour présence anormale d'ulves). Cet indicateur ne tient pas compte de l'importance relative des sites ; l'analyse des surfaces des sites (cf. § 3.2) donne une image très différente de l'importance relative du phénomène par département.

# Echouages d'ulves observés en juillet ou septembre 2017

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".

**73 sites touchés**

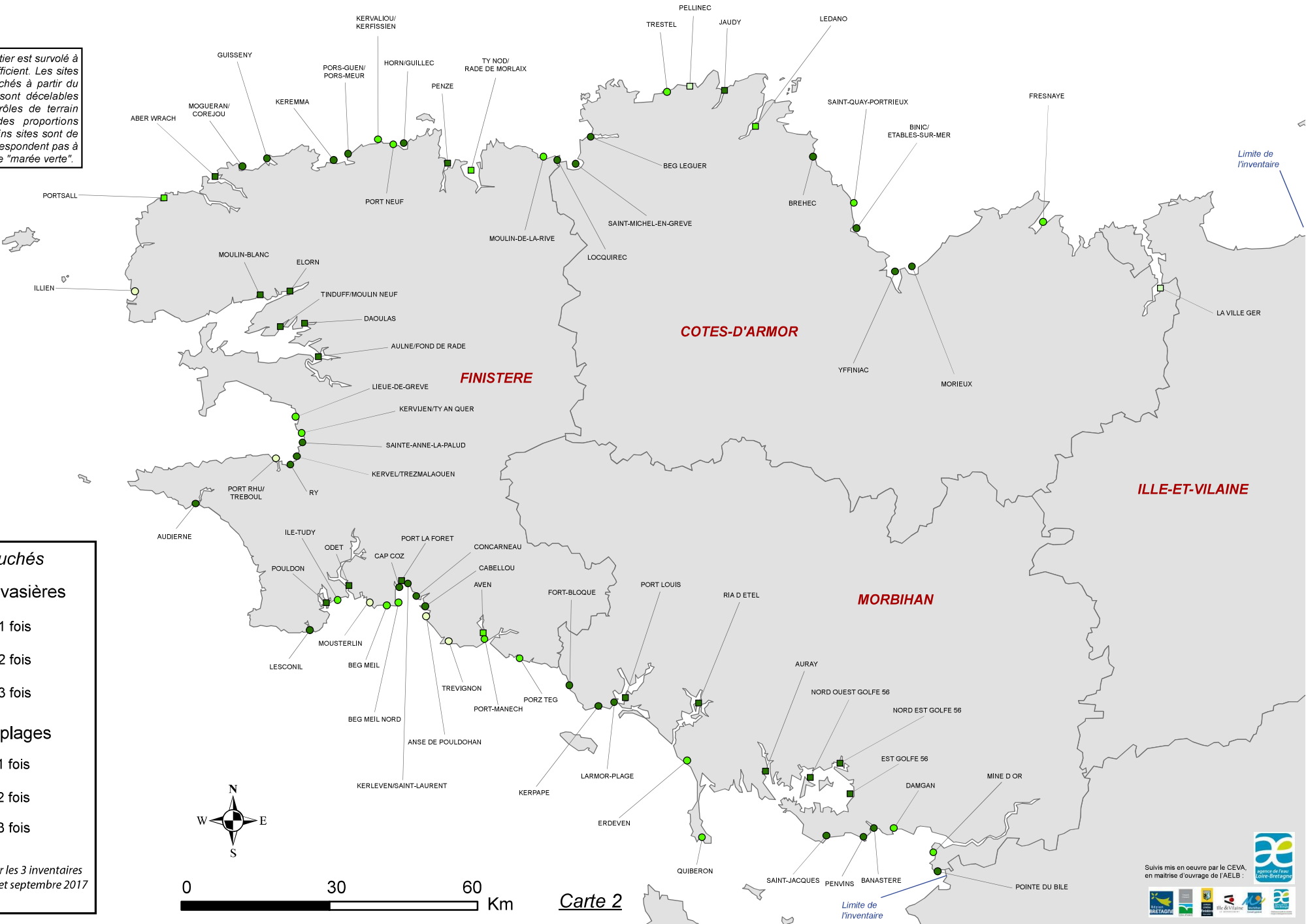
**Sites de type vasières**

- 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

*Occurences calculées sur les 3 inventaires généraux de mai, juillet et septembre 2017*



Carte 2

## Les sites touchés par des échouages d'ulves sur l'ensemble de la saison

Les suivis, avant la mise en place de Prolittoral en 2002, ne comportaient que des inventaires en période estivale, ce qui avait été analysé comme réducteur, certains secteurs étant concernés par des échouages très précoces, d'autres par des échouages tardifs, d'autres encore par des échouages irréguliers et dépendants des conditions météorologiques lors du vol ou dans les jours qui précèdent. Le fait d'augmenter le nombre de survols permet alors de diminuer le « risque » de passer à côté de ces sites d'échouage. Afin de percevoir le phénomène de façon plus complète et de mieux estimer l'évolution annuelle sur chaque site, deux survols supplémentaires, l'un printanier, l'autre automnal, ont été réalisés chaque année de 2002 à 2006 (au total, 4 survols régionaux : mai, juillet, août et octobre). Le paragraphe précédent présentait les résultats des suivis de 2017 au travers des deux survols « estivaux » juillet et septembre. Depuis 2002, en plus de ces deux survols estivaux « exhaustif » des côtes, un troisième se déroule en mai. L'exploitation de cet inventaire supplémentaire permet d'améliorer la perception du phénomène.

### ➤ Un dénombrement de sites plus complet

**En mai, 79 sites** ont été classés comme touchés par des échouages d'ulves. Le mois de mai est donc le mois d'inventaire annuel présentant le nombre de sites touchés par des ulves le plus élevé et nettement au-dessus des années moyennes (+53 % par rapport à mai des années 2002-2016). On note de plus que de toutes les années depuis 2002, le mois de mai 2017 est celui ayant présenté le plus grand nombre de sites touchés, montrant bien le caractère particulièrement précoce de l'année. Cet inventaire de début de saison, a permis de repérer 21 sites additionnels par rapport à la situation relevée sur la seule période estivale (juillet-septembre). Ce nombre élevé de sites repérés uniquement en mai confirme le caractère « précoce » de l'année 2017 sur l'indicateur nombre de sites (cf. analyse des surfaces couvertes).

- 79 sites touchés en mai (carte en annexe 1),
- 21 sites repérés uniquement en mai,
- 94 sites au total sur l'ensemble de l'année (carte 3 et Figure 5).

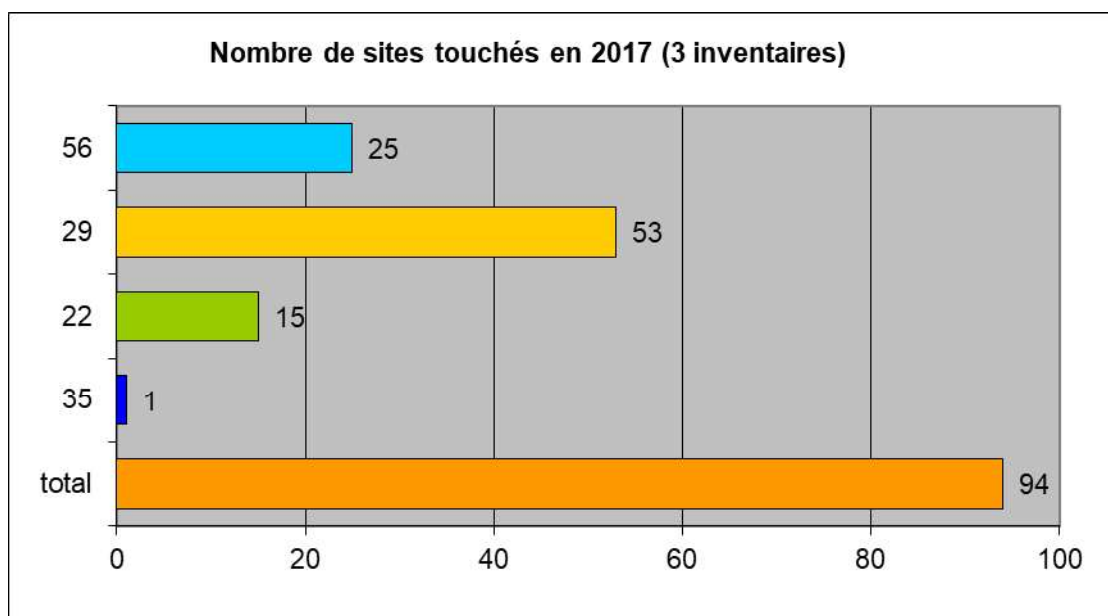


Figure 5 : Nombre de sites touchés par des échouages d'ulves au moins une fois en 2017 (mai, juillet, septembre).

Parmi les 21 sites classés uniquement au mois de mai, 10 étaient localisés sur les côtes du Finistère, 8 sur les côtes du Morbihan, 2 sur les Côtes d'Armor et 1 sur le linéaire d'Ille et Vilaine.



Sur l'ensemble de l'année, le département du Finistère comprend plus de la moitié des sites répertoriés en Bretagne (56 %). Viennent ensuite les départements du Morbihan (27%) puis des Côtes d'Armor (16%) et enfin le département d'Ille et Vilaine qui ne présentait en 2017 qu'un seul site classé pour des échouages d'ulves (sur la Rance ; d'autres secteurs de la Rance n'ont pas été classés pour les ulves mais présentaient des tapis d'algues vertes filamenteuses).

Cet inventaire des « localisations » touchées par des échouages d'ulves ne doit pas conduire à conclure sur l'importance des marées vertes par département, l'information sur les surfaces couvertes par site (cf. § 3.2) permet de mieux mettre en évidence l'importance des proliférations.

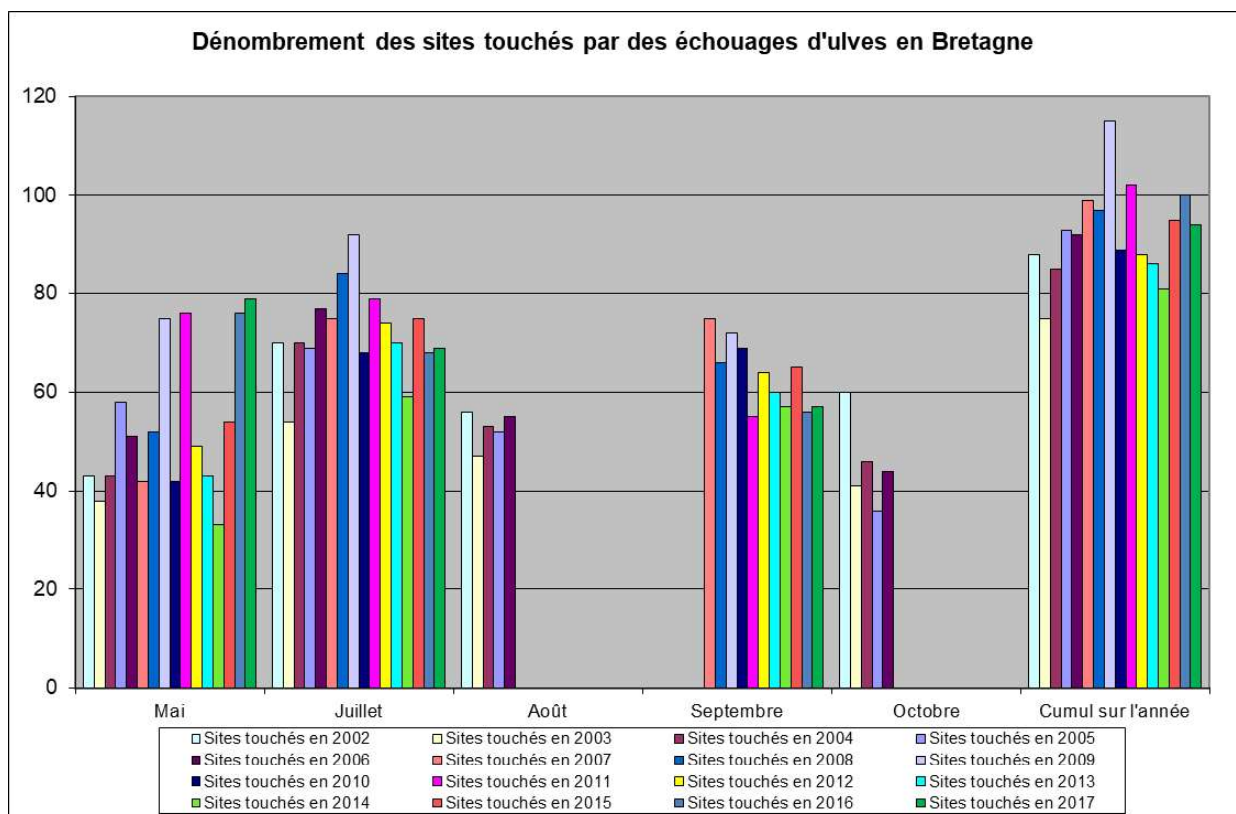
L'ensemble des résultats des 3 inventaires de 2017 est présenté dans le Tableau 3 avec le rappel des résultats des années antérieures (3 inventaires également pour 2007 à 2016, 4 inventaires pour les années 2002-2006). Les niveaux atteints depuis 2007 **sont difficilement comparables aux années précédentes** (2002-2006) dans la mesure où l'on ne dispose plus d'inventaire en octobre (sous-estimation du nombre de sites tardifs) ni en août. Par contre on dispose d'un inventaire en septembre plutôt qu'août et juillet (deux inventaires proches permettent a priori de moins bien distinguer des sites dont les proliférations sont décalées dans le temps).

**Tableau 3 : Sites touchés par des échouages d'ulves sur les trois inventaires de 2017 comparés aux années 2002-2016 sur 3 ou 4 dates d'inventaires. Le site de la Fresnaye, touché par des échouages d'Ulvaria (« ulvoïde ») en 2007, 2008, 2009, 2015, 2016 et 2017 a été classé dans ces sites « ulves »**

Département	35	22	29	56	Total
<b>Mai 2017</b> (2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016)	<b>1</b> (0, 0, 2, 4, 3, 4, 3, 4, 1, 4, 0, 1, 2, 0, 0)	<b>11</b> (12, 9, 9, 10, 4, 8, 12, 10, 5, 11, 5, 6, 7, 8, 13)	<b>44</b> (20, 19, 23, 27, 28, 23, 28, 41, 27, 47, 29, 26, 19, 30, 44)	<b>23</b> (11, 10, 9, 17, 16, 7, 9, 20, 9, 14, 15, 10, 5, 16, 19)	<b>79</b> (43, 38, 43, 58, 51, 42, 52, 75, 42, 76, 49, 43, 33, 54, 76)
<b>Juillet 2017</b> (2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016)	<b>0</b> (1, 1, 2, 2, 3, 5, 4, 5, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 1)	<b>11</b> (14, 11, 12, 13, 10, 11, 17, 16, 11, 10, 7, 11, 9, 13, 12)	<b>41</b> (43, 34, 45, 40, 48, 46, 50, 51, 41, 55, 52, 47, 39, 48, 39)	<b>17</b> (12, 8, 11, 14, 16, 13, 13, 20, 15, 14, 15, 11, 11, 14, 16)	<b>69</b> (70, 54, 70, 69, 77, 75, 84, 92, 68, 79, 74, 70, 59, 75, 68)
<b>Août 2007 à 2017 : pas d'inventaire</b> (2002, 2003, 2004, 2005, 2006)	(0, 1, 2, 1, 3)	(12, 9, 11, 11, 9)	(34, 35, 34, 31, 32)	(10, 2, 6, 9, 11)	(56, 47, 53, 52, 55)
<b>Septembre 2017</b> (2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016) ; <b>pas d'inventaire de 2002 à 2006</b>	<b>0</b> (5, 2, 2, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 0)	<b>11</b> (17, 15, 12, 10, 7, 9, 10, 11, 13, 11)	<b>31</b> (45, 38, 43, 46, 40, 45, 40, 46, 41, 35)	<b>15</b> (8, 11, 15, 12, 8, 10, 9, 10, 11, 10)	<b>57</b> (75, 66, 72, 69, 55, 64, 60, 57, 65, 56)
<b>Octobre 2007 à 2017 : pas d'inventaire</b> (2002, 2003, 2004, 2005, 2006)	(1, 1, 4, 1, 2)	(12, 10, 9, 8, 6)	(36, 24, 26, 19, 30)	(12, 5, 7, 8, 6)	(60, 41, 46, 36, 44)

Chaque constat d'échouage d'ulves fait l'objet d'une fiche qui présente des photos de la prolifération observée (aérienne et terrain) ainsi que diverses informations relevées. Un modèle en est présenté en **annexe 2** ; l'ensemble des fiches fait l'objet d'un CD ROM qui complète le présent rapport.

## ➤ Perception de l'évolution de la marée verte au cours de la saison



**Figure 6 : Nombre de sites touchés par des échouages d'ulves par date d'inventaire sur l'ensemble du linéaire breton. Le site de la Fresnaye, touché par des échouages d'Ulvaria (« ulvoïde ») en 2007, 2008, 2009, 2015, 2016 et 2017 a été classé dans ces sites.**

Pour l'ensemble des années, on retrouve globalement une augmentation forte entre mai et juillet, puis une diminution à partir de cette date jusqu'à octobre. Les mesures depuis 2007 en mi-septembre plutôt que mi-août et mi-octobre semblent indiquer un léger rebond après le mois d'août avant la dispersion automnale. Ce profil annuel des proliférations s'explique par :

- La première période allant du milieu du printemps jusqu'au début de l'été est celle où les conditions environnementales (lumière et température principalement) deviennent progressivement favorables au développement des marées vertes dans un contexte nutritionnel qui demeure propice. Cela explique l'apparition d'un grand nombre de sites à cette période.
- L'étude des sites touchés en août pour les années antérieures à 2006 montrait que la diminution constatée après juillet est principalement due à une disparition de quelques sites qui n'est pas contrebalancée par l'apparition de nouveaux sites. La disparition de ces sites au cours de l'été (surtout en année sèche) est à relier aux conditions nutritionnelles qui ne permettent plus, à cette saison, de soutenir les proliférations.
- Le recul en octobre, quant à lui, est principalement à mettre en relation avec les conditions météorologiques devenant plus dispersives (vent, houle) et les conditions de croissances moins favorables (forte diminution de la lumière à partir de mi-septembre).

Le profil de l'année 2017 est différent des années moyennes puisque le mois de mai présente le plus grand nombre de sites classés. Ce nombre élevé de site en début de saison est relié (cf. analyse en surface d'échouage) à des conditions hivernales particulièrement peu dispersives (donc report massif du stock important d'octobre 2016) associé à des conditions lumineuses en hiver et en début de printemps (janvier et avril). Le nombre de sites diminue ensuite assez nettement en juillet et encore davantage entre juillet et septembre. La prolifération, sur cet indicateur, apparaît comme très précoce et relativement peu intense.

Cependant, le profil de l'année est décrit de façon plus précise dans la partie traitant des surfaces d'échouage.

### ➤ **Fréquences d'apparition et durée de prolifération**

La carte des occurrences d'échouages d'ulves présente **les 94 sites** repérés dans l'année (**carte 3**). L'analyse des occurrences par site montre que :

- 45 sites sont touchés lors des trois inventaires,
- 21 sites lors de deux des trois inventaires,
- 28 uniquement une fois dans l'année.

En 2017 près de la moitié (48 %) des sites est donc touché lors des trois inventaires annuels (contre 33 % en 2016, 34 % en moyenne 2012-2016) ce qui confirme une prolifération sur une période longue (prolifération à la fois assez précoce et avec un nombre important de sites touchés en mai qui le restent jusqu'en septembre). Ces sites sont généralement les plus problématiques, la prolifération y étant longue (probablement au moins de mai à septembre ; parfois même bien au-delà). Au-delà de ces sites touchés systématiquement, on relève également 22% des sites qui sont touchés deux fois sur les trois inventaires. Ces sites correspondent à des sites soit dont la prolifération est un peu moins longue soit dont les échouages sont plus irréguliers (on peut avoir présence d'ulves sur l'ensemble de la saison mais avec lors de certains épisodes, de houle notamment, disparition des ulves de la zone de balancement des marées, les rendant indétectables par les moyens aériens et de terrain employés ici). Au total on a donc, en 2017, plus des deux tiers des sites (70 %) qui sont touchés au moins deux fois sur les trois inventaires et qui correspondent vraisemblablement à une prolifération sur le site et non à un échouage « accidentel ».

# Sites touchés par des échouages d'ulves en 2017 (inventaires de mai, juillet ou septembre)

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".

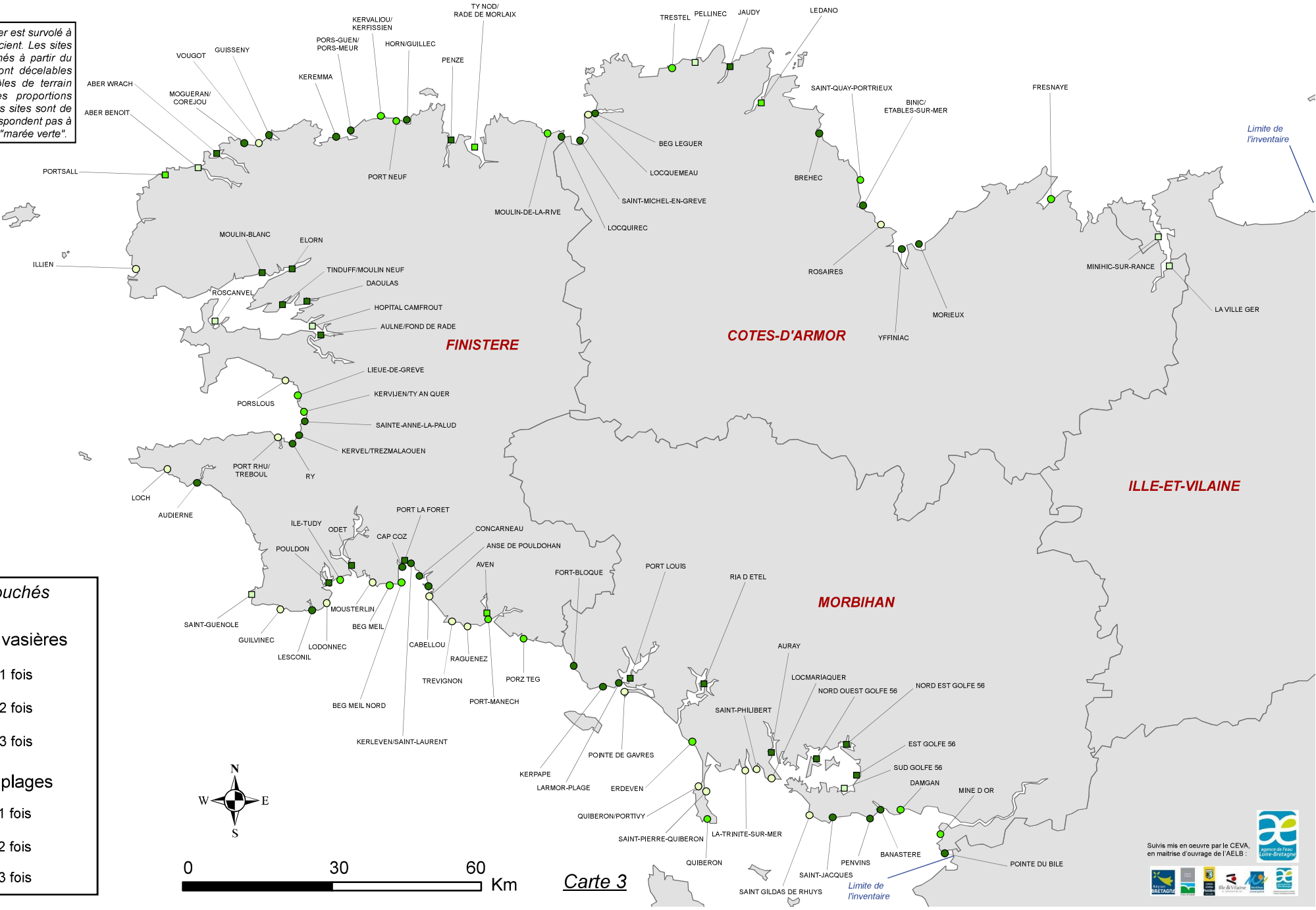
**94 sites touchés**

**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

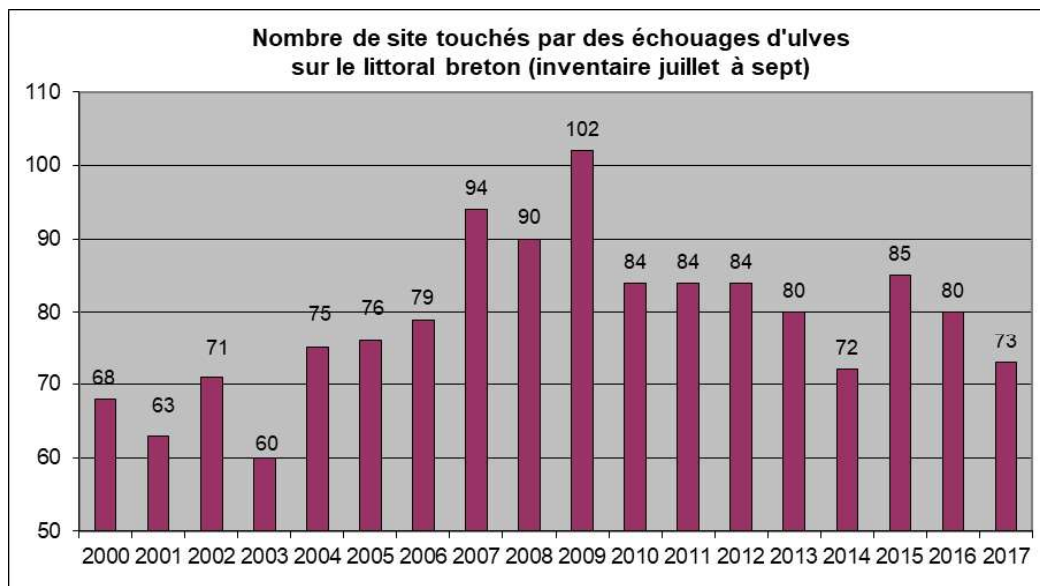


### 3.1.2 Comparaison inter-annuelle 1997-2017

Durant 5 années, le suivi régional a été réalisé avec les mêmes méthodes et procédures (Prolittoral 2002-2006 ; 4 inventaires annuels en mai, juillet, août et octobre). Les années 2007 à 2017 ne comportent plus que trois inventaires « généraux » et ne peuvent être aussi facilement comparées à cette série de référence (nombre d'inventaires annuels différents et dates différentes : mai, juillet et septembre), mais avec 11 années d'observations la chronique devient intéressante pour constituer une référence avec des années suffisamment variées. Il convient de rappeler **que l'intérêt de ce dénombrement réside surtout dans le fait de répertorier les échouages locaux et d'archiver ces données** (base de données). Cependant, la somme des observations locales permet de tirer des enseignements sur le phénomène général et son évolution. Cependant, il est impératif de bien **souligner que les sites sont d'importance très variée** ce qui n'est pas pris en compte dans ce suivi. Une certaine comparaison inter-annuelle est possible dès lors que l'on veille à identifier pour chaque année les méthodes employées pour établir les inventaires ; en particulier le nombre de survols effectués et leurs dates.

#### *Sur la période estivale (juillet à septembre) :*

La série de donnée proposée Figure 7 présentant deux inventaires sur chaque année en période estivale (juillet à septembre excepté pour 2001, année pour laquelle le premier inventaire est un peu plus précoce : les 21 et 22 juin) est la plus longue permise par les acquisitions réalisées. Cette série permet de distinguer les années **2007-2009 à un niveau particulièrement élevé**, et les années suivantes à un niveau légèrement plus bas mais tout de même supérieur aux années antérieures à 2007. Il faut cependant tenir compte des dates des inventaires qui ne sont pas toujours aux mêmes périodes. Le fait que pour les 9 dernières années les inventaires soient espacés de deux mois (systématiquement mi-juillet et mi-septembre) permet probablement de repérer plus de sites que dans la période précédente (2002-2006) pour laquelle les inventaires n'étaient séparés que d'un mois (juillet puis août). Cela d'autant plus que le nombre de sites observables en septembre semble plus important qu'en août (rebond d'arrière-saison, cf. § 3.1.1). **A noter également qu'au cours des années, le CEVA a amélioré les inventaires incluant notamment certaines Rias qui auparavant n'étaient pas survolées ce qui explique aussi en partie le nombre grandissant de sites repérés.** De 2010 à 2012 on note **une stabilité parfaite en nombre de sites** (mais liste différent chaque année) et à un niveau **nettement inférieur** aux trois années antérieures. Le niveau de 2013 était en léger retrait par rapport à cette série de trois années ; l'année 2014 se trouvait sensiblement plus bas encore, à un niveau proche des années 2002 puis 2004-2006. L'année 2016 se positionnait à un niveau sensiblement inférieur à la précédente (et légèrement inférieur à la moyenne des années 2007-2015). L'année 2017 est encore en recul par rapport à 2016 et à un niveau sensiblement plus bas que la moyenne 2007-2016 (-15 %). Sur cet indicateur de dénombrement des sites en été, l'année 2017 apparaît donc à un niveau particulièrement bas par rapport aux dernières années.



**Figure 7 : Nombre de sites touchés entre 2000 et 2017 par des échouages d'ulves en période estivale (début juillet et fin août pour 2000 ; fin juin et début septembre pour 2001 ; juillet et / ou août pour 2002-2006 et mi-juillet et mi-septembre pour les années 2007 à 2015). Le site de la Fresnaye, touché par des échouages d'Ulvaria (« ulvoïde ») en 2007, 2008, 2009, 2015, 2016 et 2017 a été classé dans ces sites.**

Les deux histogrammes suivants (Figure 8), permettent de retracer l'évolution du nombre de site depuis 1997, année du premier suivi réalisé pour l'Agence de l'Eau Loire Bretagne par le CEVA. **Il est important de noter le nombre de survol ayant permis d'aboutir à chaque inventaire annuel** ainsi que de distinguer l'année 1997, première année de l'inventaire, dont l'inventaire en rade de Brest était jugé **incomplet**. Il est donc difficile, avec une telle série de données, de définir les tendances lourdes d'évolution. Afin de rendre mieux compte de la diversité des situations, la représentation distingue le cas des sites sur plages et sur vasières.

On constate que les 3 années **2007-2009 présentent des valeurs nettement au-dessus des années précédentes (Figure 8)**. Cela peut probablement être mis en relation avec les caractéristiques climatiques de ces années favorables aux proliférations (en particulier flux de nutriments estivaux importants en 2007 et 2008) et à un effet **inter annuel cumulatif** (cycles climatiques favorables). Il faut tout de même rappeler aussi que les **dates d'inventaires** ont été changées en 2007 et sont, depuis 2007, aux mois de juillet et septembre ce qui est **probablement particulièrement favorable** pour dénombrer un maximum de sites (dates éloignées de deux mois pour pouvoir percevoir les sites précoces comme les plus tardifs et dans des saisons dont les conditions de dépôts sont statistiquement favorables). La diminution marquée en nombre de site pour les années 2010, 2011 et 2012 (84 sites) puis 2013 (80 sites) et 2014 (72 sites) est de ce fait encore plus significative. La diminution en nombre de site était, pour 2010, 2012, 2013 et 2014 principalement imputable aux sites sableux alors qu'en 2011 c'était surtout les sites de vasières qui régressaient (en 2014 les deux type de sites étaient en forte régression). En 2015, c'est principalement l'augmentation du nombre de site « sableux » qui explique l'augmentation régionale des sites touchés, les sites de type vasière restant à un niveau relativement bas. En 2016 et 2017, ce sont à nouveau les sites sableux qui expliquent l'évolution, à la baisse du nombre de sites touchés sur les mois de juillet et septembre, les sites de type « vasière » restant à un niveau stable.

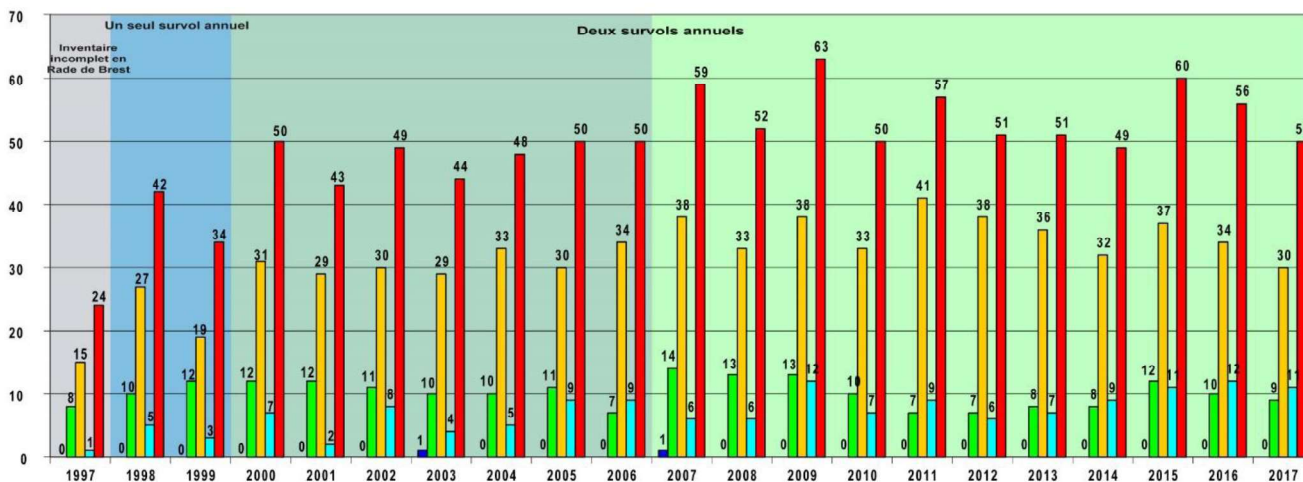
L'augmentation assez régulière depuis 1997 (et jusqu'en 2009) en nombre de sites concerne essentiellement les sites de vasière ce qui peut être liée à la fois à une réelle **augmentation de la colonisation de ces milieux**, mais aussi à une **meilleure perception par le CEVA** de ces sites, par des survols plus complets des Rias et une meilleure connaissance de ces dépôts. Dans ces circonstances, la diminution sensible du nombre de vasières touchées depuis 2010 (16 sites de moins en 2017 qu'en 2009) est significative.

Comme précisé plus haut, le dénombrement des sites, ne concerne pas uniquement des sites qui peuvent être qualifiés de « marées vertes » et comprend des sites dont les dépôts sont peu étendus ; il convient donc de relativiser ce résultat et de se reporter à l'analyse des **surfaces d'échouage pour appréhender complètement les proliférations et leur évolution.**

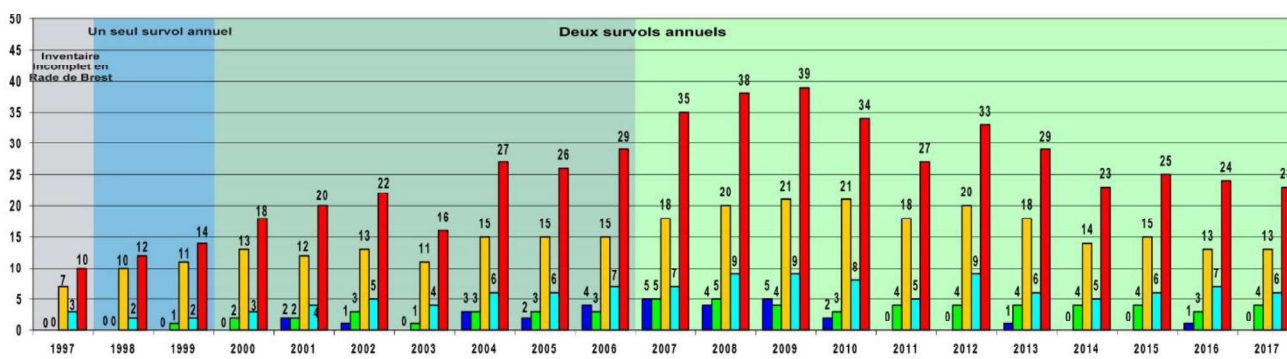


Nombre de sites concernés par des échouages d'ulves entre 1997 et 2017

Secteur de plage



Secteurs de vasières estuariennes



■ Ile et Vilaine ■ Côtes d'Armor ■ Finistère ■ Morbihan ■ Bretagne

Date des inventaires					
1997*	1998	1999	2000**	2001**	2002**
19, 20 et 31 juillet	25, 26 et 30 juillet	10 et 12 août	4 et 5 juillet puis 29 et 30 août	21 et 22 juin puis 6 et 7 septembre	10 et 11 juillet puis 8 et 9 août
2004**	2005**	2006**	2007**	2008**	2009**
19 et 20 juillet puis 19 et 20 août	21 et 22 juillet puis 19 et 23 août	11, 12, 13 juillet puis 8 et 9 août	16, 17 juillet puis 10 et 11 septembre	21, 22 juillet puis 17 et 18 septembre	20, 22 juillet puis 20 et 21 septembre
2011**	2012**	2013**	2014**	2015**	2016**
14 et 15 juillet puis 13 et 15 septembre	20 et 22 juillet puis 15 et 16 septembre	22 au 24 juillet puis 20 et 22 septembre	13 et 16 juillet puis 8 et 9 septembre	18 et 21 juillet puis 11 et 12 septembre	19 et 21 juillet puis 16 et 21 septembre
2017**					
					24 et 25 juillet puis 18 et 19 septembre

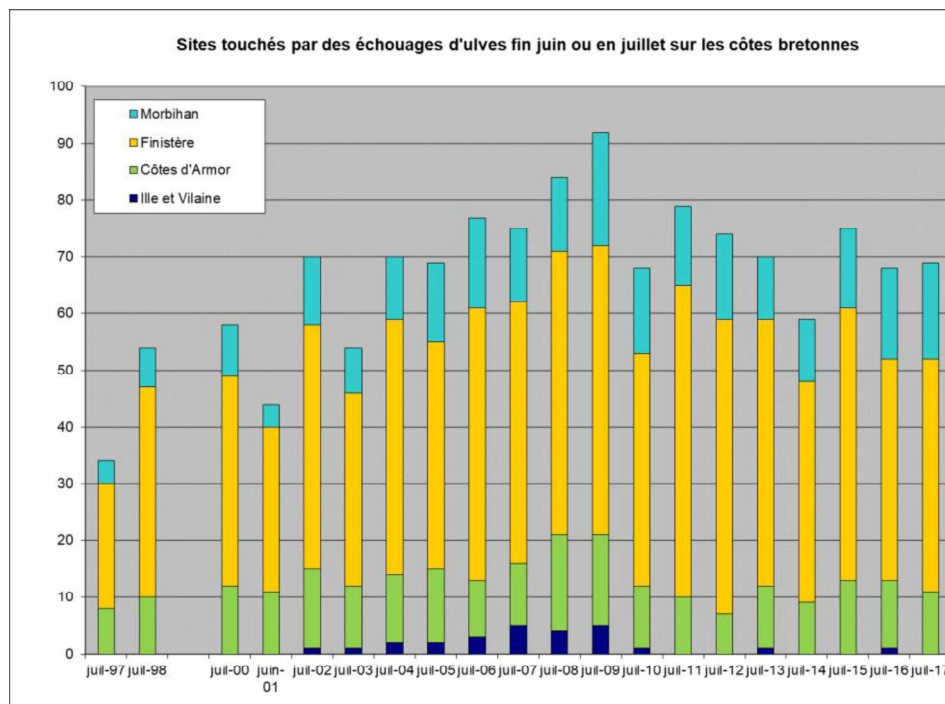
\* : inventaire incomplet en rade de Brest \*\* : données cumulées à partir des 2 survols aériens

L'ensemble du linéaire côtier est survolé à marée basse de fort coefficient. Les sites sont classés comme touchés par des échouages d'ulves 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". Les années antérieures à 2000 ne comportant qu'un inventaire annuel peuvent difficilement être directement comparées aux années postérieures. A partir de 2007, les deux survols d'été sont à des dates qui pourraient être plus favorables pour dénombrer tous les sites que lors des années 2002-2006. Le suivi des vasières, amélioré au fil des années permet probablement d'expliquer en partie l'augmentation du nombre de sites.



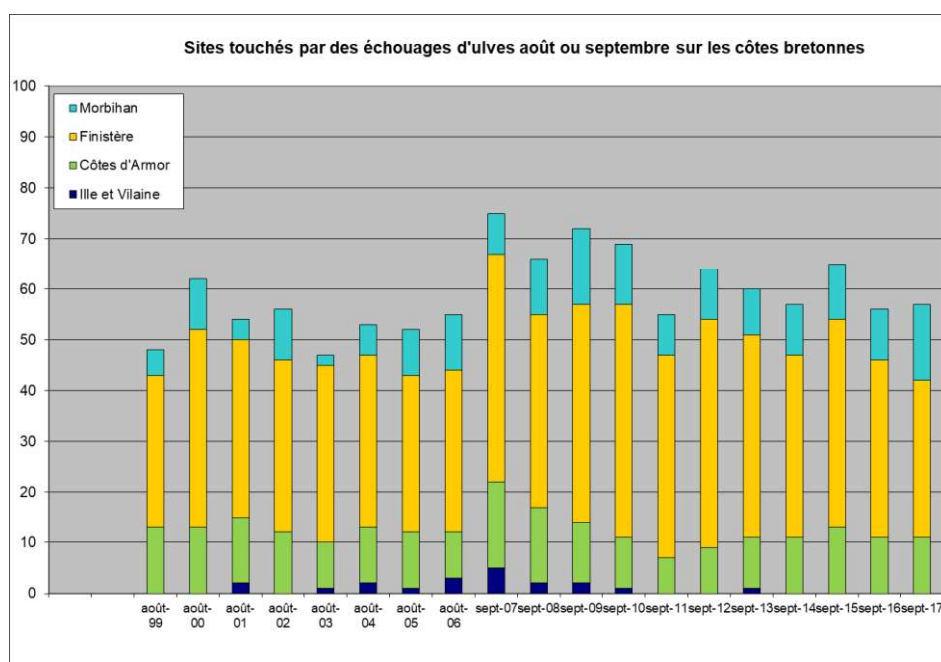
Figure 8 : Nombre de sites touchés par des échouages d'ulves en Bretagne entre 1997 et 2017 pour la période estivale. Les années antérieures à 2000 ne comportant qu'un seul inventaire annuel sont à distinguer des années postérieures pour lesquelles on dispose d'au moins deux informations annuelles. A partir de 2007 le deuxième inventaire estival est en septembre et non plus en août ; les résultats ne sont pas totalement comparables avec la période 2002-2006. Le site de la Fresnaye, touché par des échouages d'Ulvaria (« ulvoïde ») de 2007 à 2009 puis de 2015 à 2017 a été classé dans ces sites.

Afin de distinguer au mieux les caractéristiques de la saison, les figures suivantes présentent par saison (dates d'inventaire proches) la situation des différentes années.



**Figure 9 : Sites touchés par des échouages d’ulves en début de saison (fin juin ou juillet) sur les côtes bretonnes. Le site de la Fresnaye, touché par des échouages d’Ulvaria (« ulvoïde ») de 2007 à 2009 puis de 2015 à 2017 a été classé dans ces sites.**

La Figure 9 met en évidence un nombre de sites (69) pour le début d’été 2017 (juillet) stable par rapport à 2016 et à un niveau proche de la moyenne des dernières années (72,3 sur 2002-2016 et 70,4 sur 2010-2016). Cet indicateur indique donc une année dont le niveau en début d’été est plutôt limité, malgré un niveau de mai qui était particulièrement élevé.



**Figure 10 : Sites touchés par des échouages d’ulves en « fin de saison » (août ou septembre) sur les côtes bretonnes. Le site de la Fresnaye, touché par des échouages d’Ulvaria (« ulvoïde ») de 2007 à 2009 puis de 2015 à 2017 a été classé dans ces sites.**

La Figure 10 indique, avec 57 sites, un niveau en septembre 2017 quasiment identique à l’année précédente et inférieur aux années antérieures (63.9 sur septembre 2007-2016 et 60.1 sur la fin de saison des années 2002 à 2016). A noter que le niveau de septembre 2017 est soutenu par un nombre important de sites touchés sur le littoral morbihannais (15 contre 10.4 en moyenne 2007-2016). Le niveau, plus élevé sur les années depuis 2007 qu’avant 2006, peut, en partie au moins, s’expliquer par la date de l’inventaire en mi-



septembre qui semble plus favorable pour identifier des sites touchés par des échouages d'ulves que des inventaires positionnés en août.

**Rappel : au-delà de l'augmentation du phénomène de prolifération mesuré, l'augmentation du nombre de sites peut être aussi reliée à l'amélioration des connaissances et aux informations fournies au CEVA pour guider les observations.** Ainsi, l'intérieur de la Ria d'Étel et l'amont de la Rance par exemple n'étaient pas survolés avant 2002 et le sont depuis, suite à des observations locales (apparition d'ulves a priori récente). Il est probable aussi, que les observations soient plus dirigées sur des sites « reconnus », ayant déjà par le passé fait l'objet d'un classement. D'autre part, il est important de rappeler que le dénombrement des sites n'offre qu'une vision tronquée du phénomène, utile à la restitution rapide et continue d'observations en période de « marée verte » ; l'importance du développement algal sur les sites n'étant pas prise en compte. L'intérêt de ce suivi en simple dénombrement est surtout d'acquérir des références locales sur la colonisation des sites par les ulves, informations qui sont archivées avec photos et commentaires et qui, au fil des observations annuelles, permettent l'analyse plus fine du phénomène. La compilation de ces résultats locaux permet néanmoins d'avoir une certaine perception de l'évolution du phénomène général.

### Les sites touchés par des échouages d'ulves sur l'ensemble de la saison

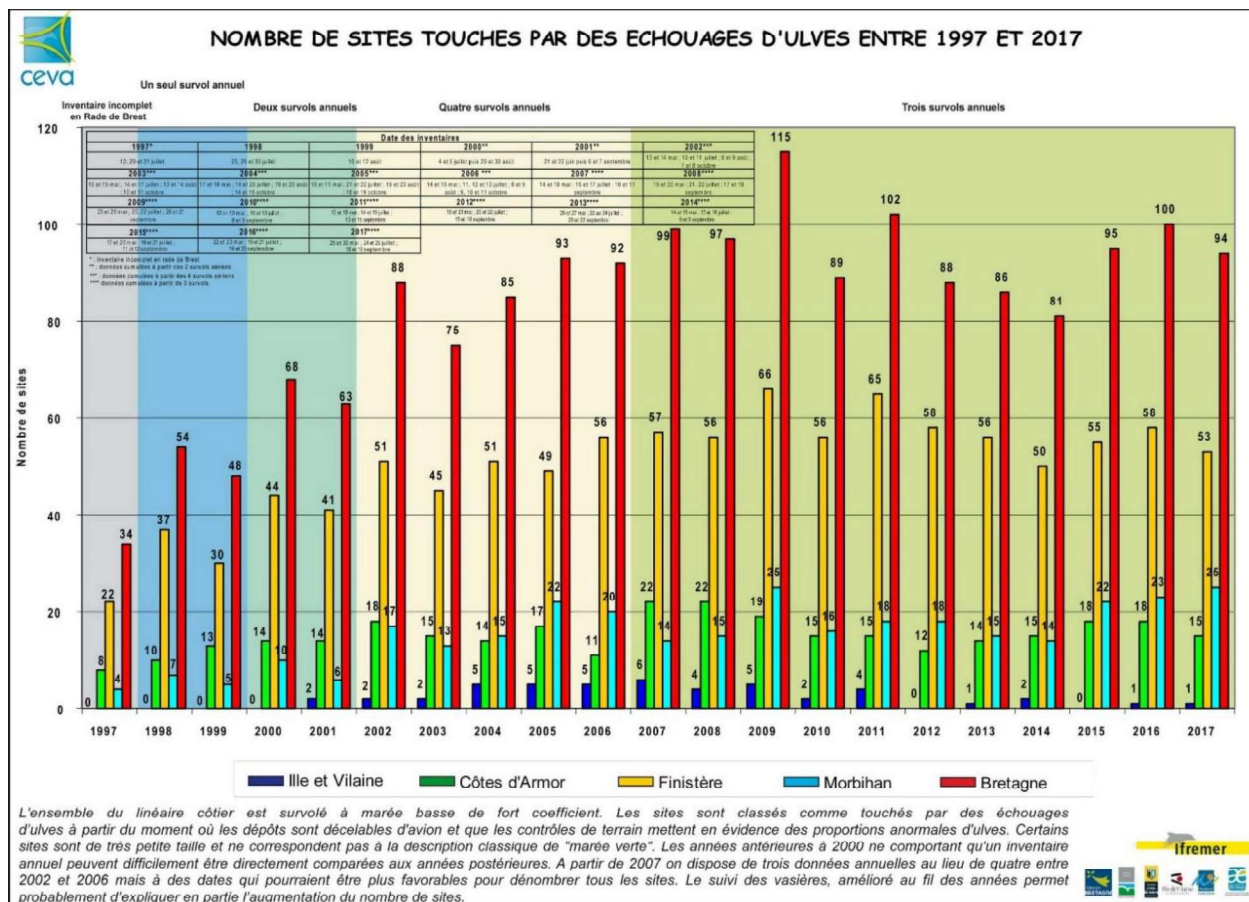


Figure 11 : Nombre de sites touchés par des échouages d'ulves sur l'ensemble de la saison sur départements bretons entre 1997 et 2017 (nombre d'inventaires différents selon les années). Le site de la Fresnaye, touché par des échouages d'Ulvaria (« ulvoïde ») de 2007 à 2009 puis de 2015 à 2017 a été classé dans ces sites.

- L'année 2017, si l'on considère les trois dates d'inventaire, poursuit (Figure 11) le **rebond assez net que représentait les années 2015 et 2016, après trois années à un niveau sensiblement plus bas**. Le niveau de l'année 2017 est sensiblement inférieur aux années 2009, 2011 et 2016 et se positionne au septième rang depuis le début des suivis (données réellement comparables depuis

2007). Le nombre de sites touchés par des échouages d'ulves en 2017 est très proche de la moyenne des années antérieures (94 contre 95.2 sur la moyenne 2007-2016). Le niveau de l'année est principalement dû au niveau particulièrement élevé du début de saison (mai) avec notamment des sites qui ne sont touchés qu'à cette date précoce (21 sites sont touchés en mai uniquement) auxquels viennent s'ajouter les sites « plus classiquement » touchés durant la saison estivale. Les années 2007 à 2017, ne comportant plus que 3 inventaires généraux au lieu de 4 entre 2002 et 2006, on aurait pu s'attendre à une diminution « systématique » du nombre de sites total recensé. Il se peut que, malgré un nombre de survol inférieur, le fait d'avoir un inventaire en septembre plutôt que deux (août et octobre précédemment) est plus favorable pour répertorier un maximum de sites. En effet, dans les suivis antérieurs, l'inventaire d'août, proche de celui de juillet, était probablement un peu redondant avec le précédent et l'inventaire d'octobre, très tardif ne permettait de recenser que des sites dont la prolifération est particulièrement longue et qui ne sont pas encore « nettoyés » par les conditions plus agitées à cette période (mais déjà comptabilisés les mois précédents).

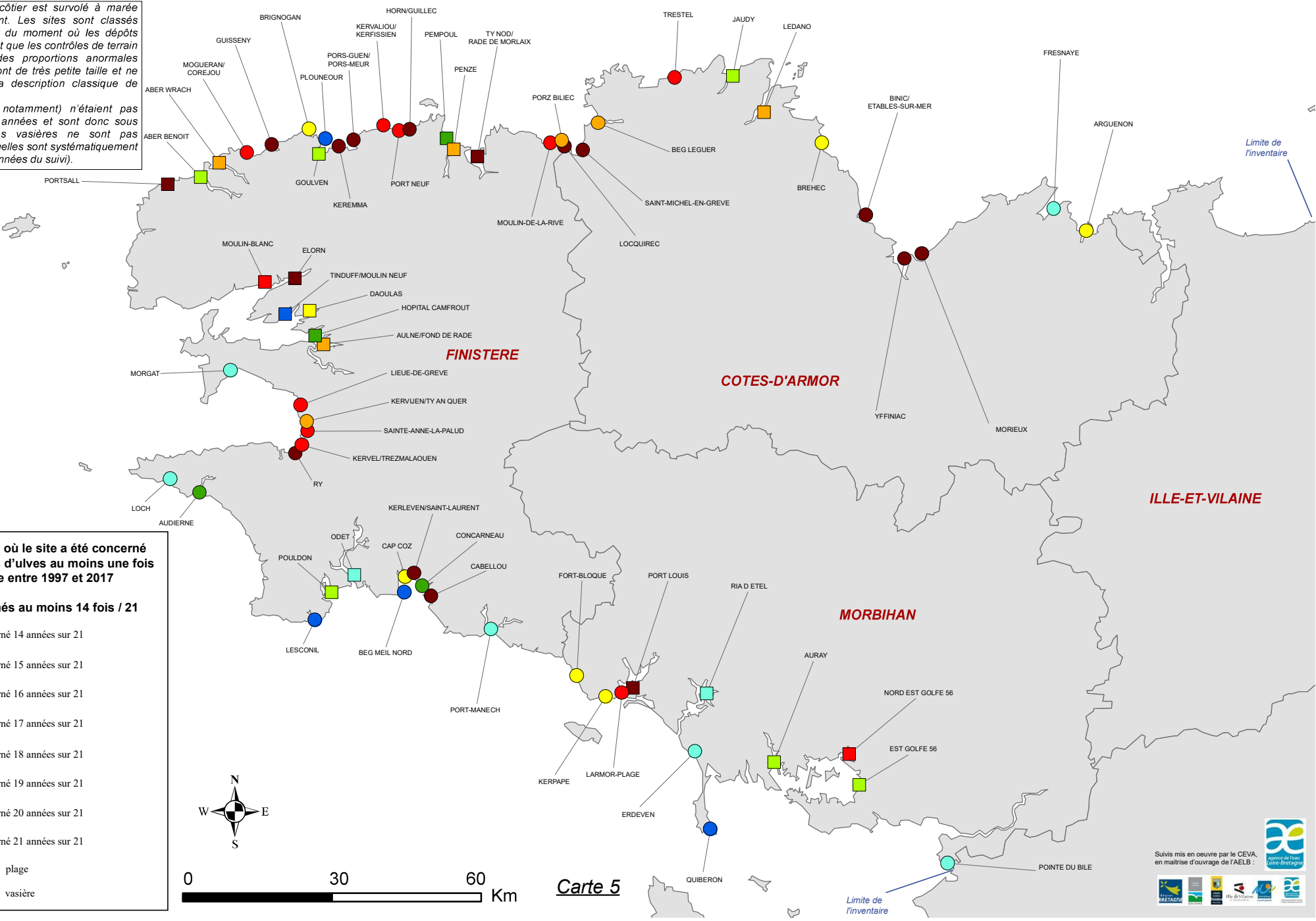
- Logiquement, avec le nombre d'inventaires qui augmente (passage de 1 à 2 inventaires en 2000 puis de 2 à 4 en 2002), le nombre total de sites concernés par des échouages d'ulves augmente de façon assez continue. Comme exprimé au point précédent, le passage de 4 à 3 inventaires (2007) pourrait ne pas entraîner de minimisation du phénomène voire même permettrait de mieux le percevoir (dates plus favorables).
- L'augmentation du nombre de sites répertoriés peut également être mise en relation avec la meilleure connaissance des sites par le CEVA et par les efforts déployés pour visiter tous les sites, même de petite taille et en particulier les vasières.
- Un site (« SAINT PIERRE QUIBERON ») a été classé pour des échouages d'ulves pour la première fois en 2017 (secteur de Kerbougne pour l'inventaire de mai).

**La carte 4** présente les 140 sites qui ont été répertoriés au moins une fois sur l'ensemble des suivis réalisés depuis 1997. Parmi ces sites, certains sont concernés régulièrement d'autres ont pu n'être touchés que de façon exceptionnelle. Pour mieux faire le tri dans l'ensemble des sites qui ont pu être répertoriés depuis 1997, la **carte 5** ne présente que les sites qui sont régulièrement repérés ; seuls les sites ayant été touchés **au moins 14 fois sur les 21 années** d'inventaires sont représentés (soit deux années sur trois). **64 sites** sont dans ce cas sur le littoral breton et parmi ces sites **16 ont été touchés chaque année** (idem depuis 2013 mais ils étaient 18 dans ce cas en 2012), **11 l'ont été 20 années sur 21 et 7 l'ont été 19 années sur 21** (soit 34 sites qui ont été touchés au moins 19 années sur 21). Il convient de noter que certains points du littoral (La Rance, la Ria d'Étel, notamment mais également les Îles du Golfe du Morbihan, ...) ne sont survolés que depuis quelques années et ne peuvent donc entrer dans la catégorie des sites touchés les plus « régulièrement » ; pour autant ces **sites peuvent apparaître tous les ans depuis qu'ils sont surveillés**. Le fait que des sites soient classés systématiquement permet de consolider chaque observation annuelle. Ces sites peuvent être qualifiés de **sites récurrents** et sont, pour la plupart, les sites les plus problématiques (proliférations longues dans la saison et action de reconquête plus importante à y mener).



# Sites les plus fréquemment touchés par des échouages d'ulves sur la période 1997-2017

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". Certains secteurs (ria notamment) n'étaient pas survolés les premières années et sont donc sous comptabilisés (certaines vasières ne sont pas représentées ici, alors quelles sont systématiquement touchées les dernières années du suivi).



**Nombre d'années où le site a été concerné par des échouages d'ulves au moins une fois dans l'année entre 1997 et 2017**

**64 sites concernés au moins 14 fois / 21**

- site concerné 14 années sur 21
- site concerné 15 années sur 21
- site concerné 16 années sur 21
- site concerné 17 années sur 21
- site concerné 18 années sur 21
- site concerné 19 années sur 21
- site concerné 20 années sur 21
- site concerné 21 années sur 21

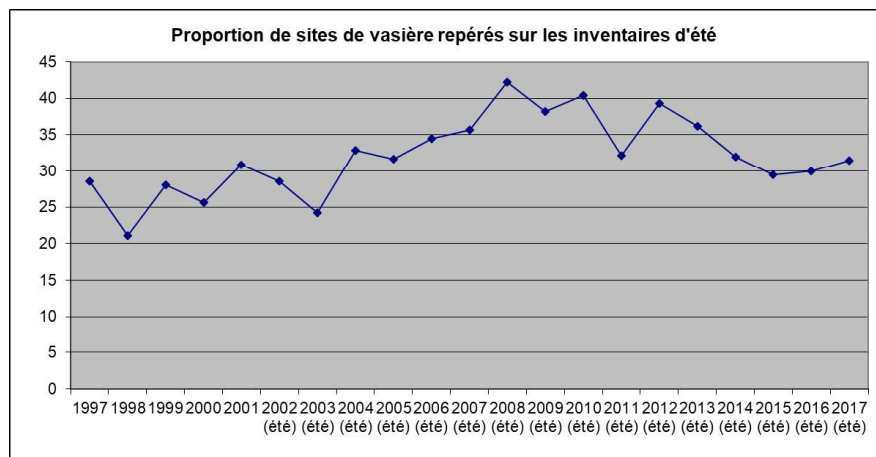
- plage
- vasière

Carte 5

### 3.1.3 Mise en évidence de la particularité des sites sur vase

Dans les sites repérés comme touchés par des échouages d'ulves, deux situations distinctes se rencontrent. Les sites « classiques » de « marées vertes », les plus connus du public, sont des secteurs de plage relativement ouverts où les ulves prolifèrent en « rideau » et se déposent en partie sur l'estran sableux à marée basse. A noter que cette catégorie « sites de plage » est elle-même constituée de deux sous-groupes : les sites « classiques » de prolifération d'ulves en suspension dans la masse d'eau (cas des grandes baies les plus connues comme affectées par des « marées vertes ») et des sites dits « d'arrachages » pour lesquels une partie importante de la biomasse s'est constituée alors que les ulves étaient encore fixées sur des substrats rocheux. Une autre situation coexiste : prolifération d'ulves sur des sites dont l'hydrodynamisme de surface est plus faible et où les ulves ne sont pas remises en suspension et ne sont transportées que par les courants de marées qui ne sont très actifs que dans les chenaux. Ces sites présentent aussi des sédimentations plus fines de type vaseuses ; les algues y sont peu mobiles et sont peu sujettes à la fragmentation. Il n'y a pas de réel brassage de l'eau, ni de remise en suspension de sorte que les thalles sont souvent piégés dans la vase et ne bénéficient pas des conditions de croissance rencontrées sur les plages. On peut ajouter que ces sites « vaseux » sont différents aussi par l'utilisation qui est faite de ces milieux. La nuisance peut être écologique (dépôts d'ulves sur les schorres, anoxie sous les dépôts qui induisent probablement des perturbations supérieures à la situation sur les sites sableux plus brassés) mais elle est a priori moins ressentie par les riverains et les touristes, ces vasières étant d'une manière générale peu accessibles. On peut cependant noter dans certains cas des nuisances olfactives (donc potentiellement aussi des risques sanitaires) lorsque ces vasières sont proches de zones fréquentées.

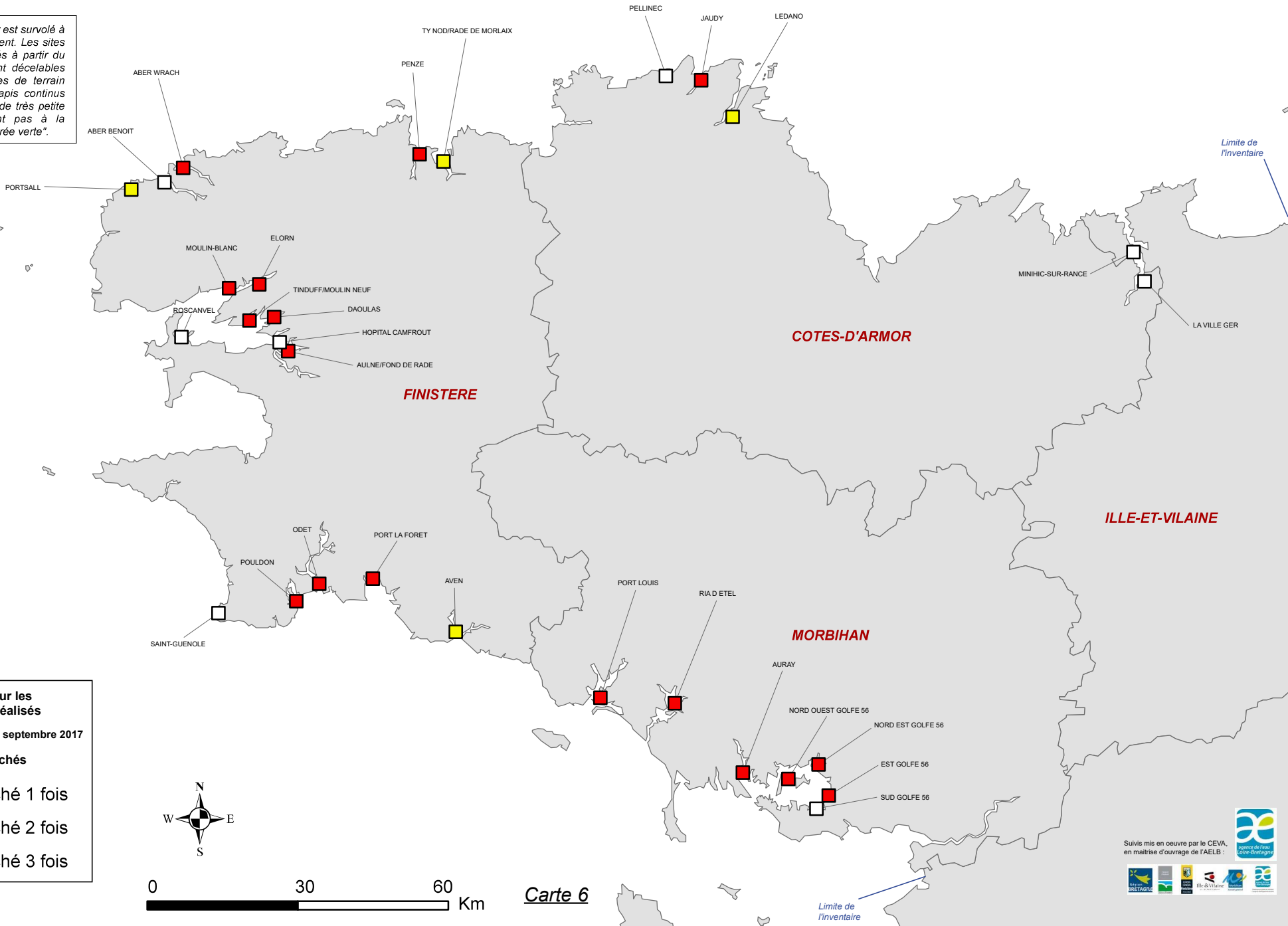
- La **carte 6** positionne les sites de vasières touchés en 2017. Ceux-ci sont localisés principalement dans le Golfe du Morbihan, les baies de Morlaix, rades de Brest ou Lorient ainsi que dans les estuaires profonds et les abers.
- Sur les trois inventaires de 2017, **29 sites sur les 94 sites recensés sont des sites de vasière**. L'analyse de la proportion de sites de vasière lors des **inventaires d'été** est présentée Figure 12 : en 2017, les vasières (23 sites classés pour les mois d'été) représentent 31 % des sites, niveau quasiment identique aux années 2014 à 2016 et inférieur à toutes les années antérieures depuis 2006. Il convient de rappeler que l'augmentation régulière, jusqu'en 2007, de la proportion des sites sur vasière est probablement, en partie au moins, liée à l'amélioration des suivis de ces milieux (estuaires plus systématiquement parcourus : cf. description page 25).
- **La prolifération sur la plupart de ces sites est assez longue** : en 2017 plus des deux tiers (72 %) des sites sont touchés deux ou trois fois sur les trois inventaires. Le fait que les algues soient peu mobiles explique en partie le maintien sur une partie importante de la saison des proliférations. En 2009, une seule vasière avait été classée qu'une fois ; en 2010, année de plutôt faible prolifération, elles étaient 10 dans ce cas et même 13 et 14 respectivement en 2011 et 2014. En 2017, 8 vasières se trouvent dans cette situation, ce qui peut être considéré comme une situation intermédiaire. A noter aussi que les vasières classées lors des trois inventaires sont particulièrement nombreuses (17 sites soit 59 % de l'ensemble des vasières).



**Figure 12 : Proportion de vasières dans les sites touchés par des échouages d’ulves sur les années 1997 à 2017. L’amélioration des suivis permet probablement d’expliquer, en partie au moins, l’augmentation de la proportion des vasières dans le total des sites inventoriés du début de suivis à 2008.**

# Vasières touchées par des échouages d'ulves au cours de la saison 2017

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 tapis continus d'ulves. Certains sites sont de très petite taille et ne correspondent pas à la description classique de "marée verte".



Carte 6

### 3.1.4 Détermination des espèces proliférantes

Dans le prolongement des missions aériennes, les équipes mobilisées pour effectuer les missions de « vérité-terrain » prélèvent des échantillons d'algues à l'origine de la prolifération observée sur le site. En cas de doute sur le terrain sur les espèces rencontrées, les échantillons sont examinés au laboratoire afin que soit déterminée leur systématique. Une première distinction est opérée selon le genre de l'algue. La plupart du temps, il s'agit soit d'*Ulva*, soit d'*Enteromorpha* (du moins des formes filamenteuse nommées classiquement entéromorphes, qui maintenant sont considérées comme rattachées au genre *Ulva*), soit, plus rarement, en particulier sur les vasières, de l'*Ulvaria* (antérieurement dénommée *Monostroma*). On a également aujourd'hui des proliférations d'ectocarpales (algues brunes) et d'algues rouges des ordres des Gigartinales, Ceramiales, Gracilariales et Bonnemaisoniales. On retrouve très souvent une présence plus ou moins marquée de *Zostera* spp.. Les algues sont différenciées selon leur espèce, quand cela est possible sans engager de manipulations trop lourdes, d'autant que la détermination systématique sans recours aux techniques de la génétique est parfois insuffisante. Les espèces d'ulves proliférantes le plus souvent rencontrées sont *Ulva armoricana* et dans une moindre mesure *Ulva rotundata*.

L'identification des algues est un exercice délicat ; il n'est pas toujours possible d'affirmer avec certitude quelle est l'espèce examinée. Parfois l'incertitude est telle qu'aucune espèce n'est avancée. Le systématicien est, en général, capable d'apprécier si l'algue est issue d'un arrachage ou si elle a connu une croissance libre ce qui renseigne sur le fonctionnement du site dont elle est issue.

En 2012 et 2013, les identifications microscopiques en laboratoire avaient été renforcées, aussi bien pour déterminer l'espèce que pour apprécier le caractère « arraché » ou « libre » des algues. Il a alors été possible pour ces deux années de produire des cartes des espèces présentes dans les prélèvements et de la morphologie de ces algues. Depuis 2014 de telles prospections et déterminations n'ont pas pu être réalisées (moyens à mobiliser importants et solidité « relative » des interprétations qui en découlent du fait de la simple analyse au microscope des algues et des difficultés d'échantillonnage pour caractériser des sites souvent très étendus). Pour plus d'informations sur les espèces en présence, se reporter aux cartes établies en 2012 et 2013.

La **carte de l'annexe 3** présente les sites ayant été répertoriés pour des échouages massifs d'autres algues (en dehors des débarquements « classiques » de goémon) sans pour autant que l'on puisse garantir l'exhaustivité des observations. 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 »). En plus de ces échouages d'algues vertes « non ulves », **24 sites ont présenté en 2017** des proliférations d'autres algues que des algues vertes. **Cette thématique des « autres algues que les ulves »** est donc particulièrement importante en 2017 comme c'était également le cas en 2016 et certains sites ont été **très fortement touchés par des proliférations de ce type**. A noter que dans certains cas la présence ou la prolifération d'algues « non ulves » comme par exemple les ectocarpales (algues brunes filamenteuses) ou le *Falkenbergia* sur la baie de Douarnenez semble avoir une incidence forte sur le développement des Ulves ou autres algues vertes (compétition entre espèces, au moins pour le paramètre lumière). Cela renforce l'intérêt de les suivre du fait de l'implication potentielle sur les proliférations d'ulves. Les éléments marquants pour 2017 sont :

- Des sites touchés par des algues vertes filamenteuses à un niveau peu important et inférieur à 2016 et très inférieur à l'année 2015. **L'année 2017 peut donc être considérée comme une année de faible**



**prolifération pour ces autres algues vertes** dont une partie importante de la croissance se produit sous forme fixée. En 2017, ces proliférations sont toutes enregistrées en juillet et uniquement sur le littoral nord de la Bretagne (Trégor et Léon). Pour autant même si aucun site n'est classé sur le reste du linéaire suivi, il est clair que ces algues vertes filamenteuses se rencontrent également mais pas en situation de prolifération.

- De très nombreux sites ont été concernés par les algues brunes filamenteuses de types *ectocarpales* (*Pylaiella littoralis* ou autres *ectocarpales*, la distinction sur simples critères morphologiques n'étant pas toujours possible). On note en 2017 une persistance des algues brunes filamenteuse sur l'est des Côtes d'Armor (baie de la Fresnaye et de Lancieux ; en association sur ces baies avec du *Polysiphonia* et des ulvaria sur la baie de la Fresnaye) et dans une moindre mesure sur la baie de Saint Brieuc (septembre) et de Binic (mai). Plusieurs sites du nord Finistère, l'Aber Benoit, comme les années antérieures, mais également des sites de la baie de Morlaix ont été touchés par des proliférations d'ectocarpales en 2017. Sur la baie de Douarnenez (très touchée par des proliférations d'ectocarpales en 2016), cette algue a été retrouvée sur Sainte Anne la Palud en juillet mais la baie a surtout été concernée **par une prolifération massive en fin de saison** (juillet et surtout septembre) **d'algues rouges filamenteuse** (identifiées comme étant du *Falkenbergia rufolanosa*). Ce phénomène n'avait jamais été reporté en fond de baie de Douarnenez mais cette algue est par contre repérée en prolifération depuis des années plus à l'ouest, sur le site de « Crozon-Anse de Dinan ».
- De **nombreux sites touchés par des échouages massifs d'algues rouges** pour la plupart des sites avec une dominance voire une présence exclusive de *Solieria chordalis* : principalement sur la presqu'île de Rhuy et la presqu'île de Quiberon.

### 3.1.5 Conclusions

#### Les inventaires en dénombrement de sites sur le littoral breton en 2017 ont permis de repérer :

- Un nombre de sites touchés par des échouages d'ulves sur les 3 inventaires en repli par rapport à 2016 : avec 94 sites repérés, l'année est proche du niveau moyen mesuré sur 2007-2016 (95.2).
- Un nombre de sites particulièrement important en mai (79 sites, plus grand nombre de site touché pour un mois depuis 2002 et 50 % de plus que le niveau moyen de mai sur la série 2002-2016), indiquant sur ce critère **une année de prolifération particulièrement précoce**.
- Un niveau de juillet (69 sites) qui diminue sensiblement par rapport à mai alors qu'en moyenne pluriannuelle on constate une augmentation importante entre ces deux dates. Le niveau de juillet est très inférieur à la moyenne sur le nombre de sites touché (69 contre 74.5 sur 2007-2016).
- Un niveau en septembre (57 sites) qui diminue encore et est nettement inférieur à la situation moyenne (57 sites contre 64 en moyenne 2007-2016), indiquant une fin de prolifération peu soutenue (nombre de sites).
- L'analyse sur la seule période juillet à septembre (73 sites) indique une année en repli par rapport à 2015 et 2016 et un niveau bas par rapport à la série 2007-2016 (85.5 sites).
- Au travers de ce dénombrement on perçoit donc une année de prolifération particulièrement précoce mais relativement peu intense en été puis à l'automne.
- Une **proportion des sites de vasière** dans le total des sites (31 %) qui est en retrait sensible sur les dernières années (retour sous le niveau mesuré en 2004). L'augmentation du nombre de sites de ce type repérés au cours des dernières années pouvait, en partie au moins, s'expliquer par un suivi plus approfondi de ces secteurs au fil des ans. Cela rend la diminution observée ces dernières années d'autant plus notable.
- Des sites touchés par des proliférations **d'autres algues que les ulves** : *Pylaiella* ou autres ectocarpales sur l'est du littoral costarmorcain (Fresnaye et Lancieux) et dans une moindre mesure sur les sites de Binic et de la baie de Saint Briec ainsi que quelques autres sites finistériens (Aber Benoit, baie de Morlaix, anse de Dinan). La baie de Douarnenez a été touchée, pour la première fois en fin de saison 2017 par des proliférations massives d'algues rouges filamenteuse (*Falkenbergia rufolanosa*). Peu de sites ont été classés pour des proliférations d'algues vertes filamenteuses (côte nord Bretagne). A noter également des échouages d'algues rouges de type **Solieria sur le sud Bretagne** (presqu'île de Rhuys et de Quiberon principalement).
- Des sites de tailles très inégales qui sont loin de tous répondre à l'image des sites de « marée verte » (cf. § 3.2 pour l'analyse des surfaces).

## 3.2 Résultats de l'estimation surfacique sur les côtes bretonnes

Le dénombrement des sites, s'il donne des résultats intéressants, notamment en ce qui concerne la répartition et la fréquence d'apparition des sites présentant des échouages d'ulves sur le littoral, ne permet pas de quantifier l'importance des proliférations algales. La méthode d'estimation quantitative surfacique complète l'observation en apportant une appréciation objective et chiffrée de l'importance de la prolifération. Ces données en « surface » sont complétées certaines années, par l'ajout de données de biomasse par unité de surface et de prospections sous-marines permettant une approche des stocks totaux d'algues pour certains sites.

Il est important d'ajouter que, de par la méthode d'estimation de surface employée ici, **seules les surfaces colonisées par des ulves** (ou algues vertes totales dans le cas des estimations sur vasières) **et accessibles à l'observation aérienne sont comptabilisées**. Les stocks infralittoraux ne sont donc pas estimés par cette approche, ce qui conduit probablement à **sous-estimer l'importance des sites du sud Bretagne** qui ont tendance à stocker plus d'algues dans l'infralittoral que sur les plages. Cette méthode ne tenant compte que des stocks « visibles » (déposés sur l'estran ou en rideau) présente l'avantage d'être **proche de la perception ou des nuisances ressenties par les riverains** (mais éventuellement plus éloignée de la gêne occasionnée pour les utilisateurs de la mer...). Les surfaces déposées sur l'estran ou en rideau sont **indicatrices des stocks totaux** mais cette indication pourrait être moins bonne dans la partie sud de la Bretagne où les stocks infralittoraux sont particulièrement importants.

Les sites de vasière décrits précédemment (§ 3.1.3), n'ont pas tous fait l'objet de mesure de surface en algue cette année ; seules 10 masses d'eau ont fait l'objet d'estimations surfaciques. En tout état de cause, il ne paraît pas pertinent de représenter ces sites sur le même plan que les sites de type « plage ». En effet, ces sites de vasière sont particuliers et ne peuvent être étudiés avec la même approche que les sites plus ouverts, sur sable : les surfaces végétalisées sont souvent colonisées à la fois par des algues vertes filamenteuses fixées et des ulves plus ou moins fixées (thalles en partie envasés). De plus, ces surfaces vaseuses sont difficilement praticables et les contrôles de terrain ne peuvent, bien souvent, concerner que la périphérie des dépôts. Pour les vasières ayant fait l'objet d'estimation surfacique en 2017, tous les dépôts d'algues vertes ont été tracés (ulves « en lame » ou « entéromorphes filamenteuses »), contrairement aux années antérieures à 2008 pour lesquelles seuls les dépôts dont l'aspect et la couleur permettaient d'estimer qu'il s'agissait bien de couverture en ulves étaient tracés. Cette nouvelle manière de tracer les dépôts d'algues verte sur vasière a été mise en œuvre pour répondre à la DCE qui prévoit notamment comme indicateur la couverture maximale annuelle par les algues vertes (et non la couverture par les ulves). Les inventaires pour lesquels les dépôts semblent les plus importants sont utilisés pour effectuer les digitalisations des surfaces d'échouages d'algues vertes. La photo-interprétation sur ces sites vaseux est plus délicate et le résultat est donc moins précis que dans le cas des sites sableux. En 2017 comme pour les années 2009 à 2016, pour pouvoir mieux couvrir l'intégralité des vasières, deux vols spécifiques ont été déclenchés pour pouvoir remonter certaines des rias qu'il n'était pas possible de couvrir lors des acquisitions « générales » sur le littoral.

En tout état de cause, les surfaces de dépôts d'ulves sur les vasières ne sont pas à mettre sur le même plan que les surfaces des sites « sableux » (ni en biomasse, ni en nuisance) ; aussi il a été choisi de les représenter séparément, comme les années précédentes.

### 3.2.1 L'importance relative des sites

Sur l'ensemble des sites classés comme touchés en 2017 par des échouages d'ulves sur secteur de plage, et en considérant uniquement les mois d'inventaires « généraux » de l'année (mai, juillet et septembre), les surfaces

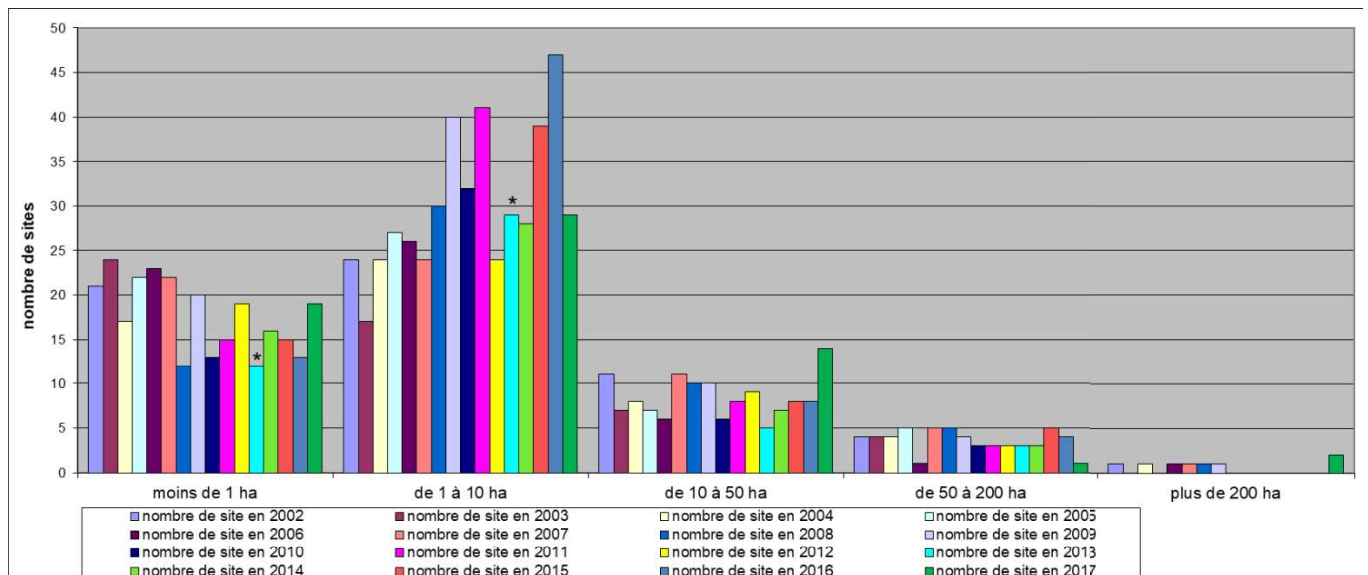
maximales de dépôt d'ulves s'échelonnent, pour l'année 2017 de 0,11 ha à 225 ha soit dans un **rapport de 1 à 2 000**, ce qui confirme bien la **nécessité d'appréhender la surface des dépôts** en plus de la simple « présence anormale d'ulves » pour décrire le phénomène (cf. § 3.1).

L'**annexe 4** présente tous les sites sur sable en fonction de leur **taille maximale atteinte** lors des 3 inventaires de 2017 (pour que tous les sites aient un chiffre issu du même nombre de mesure) et également, pour les sites faisant l'objet de 7 inventaires, le maximum atteint sur ces 7 inventaires (permet de percevoir le maximum atteint pour les sites surveillés mensuellement). Le maximum annuel (7 inventaires) est en effet fréquemment supérieur au maximum des trois inventaires « généraux ». Cela est le cas pour une partie des sites dont le maximum est atteint en juin (qui est la date du maximum régional sur le cumul du linéaire breton pour la moyenne 2002-2017), pour certains sites dont le maximum est en août (Finistère nord notamment) voire en octobre certaines années. On perçoit bien, à travers ces représentations, **les grandes disparités rencontrées** et l'importance d'avoir une perception des surfaces plutôt que de se contenter du simple dénombrement.

Pour les sites de type « plage », cinq classes sont proposées en se basant sur les surfaces mesurées lors des trois inventaires « généraux » (mai, juillet et septembre) :

**Tableau 4 : Répartition des sites sur secteur de plage par classe de taille maximum atteinte en 2017 sur les 3 inventaires « généraux » (« rideau » + échouage en « équivalent 100% » de couverture). 65 sites de type « plage » ont été classés pour des échouages d'ulves en 2017 et ont tous fait l'objet d'évaluation surfacique.**

Classes de sites par surfaces maximales couvertes par les ulves	Nombre de sites
moins de 1 hectare	19
de 1 à 10 hectares	29
de 10 à 50 hectares	14
de 50 à 200 hectares	1
plus de 200 hectares	2



**Figure 13 : Répartition par classe de taille (maximum annuel sur les trois inventaires « généraux ») des sites présentant des échouages d'ulves sur secteur de plage entre 2002 et 2017 ; le site de la Fresnaye, touché par des échouages d'Ulvaria (« ulvoïde ») de 2007 à 2009 puis de 2015 à 2017 a été classé dans ces sites.\* A NOTER : en 2013, pour diminuer les coûts des suivis, certains sites sableux n'ont pas fait l'objet d'évaluation surfacique malgré un classement pour des échouages d'ulves : cinq sites sur le littoral du Finistère et un sur le littoral du Morbihan sont dans ce cas. Les mesures surfaciques de ces sites augmenteraient la représentation des plus petites catégories (moins de 1 ha principalement mais éventuellement aussi de 1 à 10 ha)**

**Tableau 5 : Répartition des sites sur secteur de plage touchés en 2017 par des échouages d'ulves par département et par classe de taille (taille maximale atteinte sur les 3 inventaires généraux).**

catégorie\Département	35	22	29	56	Total
<b>moins de 1 ha</b>	0	2	11	6	<b>19</b>
<b>de 1 à 10 ha</b>	0	2	16	11	<b>29</b>
<b>de 10 à 50 ha</b>	0	4	9	1	<b>14</b>
<b>de 50 à 200 ha</b>	0	1	0	0	<b>1</b>
<b>plus de 200 ha</b>	0	2	0	0	<b>2</b>

L'analyse de la Figure 13 et des Tableau 4 et Tableau 5 permet de conclure pour la saison 2017 :

- **La catégorie 1 et 10 ha regroupe près de la moitié des sites (44%).**
- Des sites classés comme touchés par des échouages d'ulves, **de très petites tailles sont également bien représentés (29%).**
- La catégorie « plus de 200 ha » **compte 2 sites en 2017** (« Yffiniac » et « Morieux », tous deux sur la baie de Saint Briec) alors qu'aucun site n'y figurait depuis 2010. L'année 2017 est donc caractérisée par une prolifération intense sur les sites de la baie de Saint Briec.
- Un seul site se trouve entre **50 et 200 ha** alors qu'ils étaient 3.7 en moyenne sur 2002-2016
- Enfin, la catégorie des sites « moyens », **entre 10 et 50 ha regroupe 14 sites** (contre 8 en moyenne 2002-2016).
- Le **Finistère** qui apparaît comme le département le plus touché en nombre de sites recensés au cours de la saison (cf. 3.1.1) est surtout concerné par des sites **de petites ou moyennes tailles**, aucun site n'atteint en 2017 le seuil de 50 ha. Le site de « l'anse du Dossen » (« Horn/Guillec ») présente la plus grande surface maximale sur 3 inventaires avec 30.5 (41 sur le maximum des 7 inventaires) devant les sites de la baie de Douarnenez puis le site de Guissény. Il est important de rappeler que le fond de baie de Douarnenez est constitué de 5 sites distincts (en liaison avec des secteurs de plages alimentés par des cours d'eau différents) ce qui éclate les surfaces sur le fond de baie. En 2017 le cumul des dépôts sur ces 5 sites, est de 109 ha (situation de mai 2017). **A noter cependant : les sites du sud Bretagne comportant régulièrement des quantités plus importantes dans l'infralittoral sont ici comptabilisés pour une partie seulement des algues présentes** (exemple de la baie de la Forêt dont les échouages totalisent environ 30 ha pour la somme des maximums annuels des différentes plages alors que la biomasse totale de la baie de la Forêt est régulièrement mesurée au-dessus de 5 000 T).
- En revanche, sur les **Côtes d'Armor**, le nombre de sites est plus réduit, mais les sites sableux les plus importants en terme de surface d'échouage se trouvent sur ce littoral (cf. Annexe 4 : répartition des sites suivant leur surface maximale d'échouage sur 3 ou 7 inventaires). Les trois sites de plus grande surface d'échouage se trouvent sur ce département (« Yffiniac », « Morieux », « Saint-Michel-en-Grève », sur les maximum 3 inventaires annuels) et même les cinq sites les plus importants si l'on se base sur les 7 inventaires annuels (« Fresnaye » et « Binic/Etables-sur-Mer » en plus des trois précédents). Viennent ensuite, pour le maximum couvert sur les 7 inventaires, 9 sites finistériens et 1 sites costarmoricains (en premier lieu, le site de « l'anse du Dossen » puis tous les sites de la baie de Douarnenez, puis « Bréhec », « Guissény » et « Locquirec »). La présence sur les Côtes d'Armor de sites dont la surface est importante peut cependant être mise en parallèle avec la taille des estrans concernés qui constituent des espaces potentiels de prolifération très vastes et de « bonne configuration » (surface totale de l'estran « d'Yffiniac » supérieure à 1500 ha ; presque autant pour l'estran de « Morieux »).

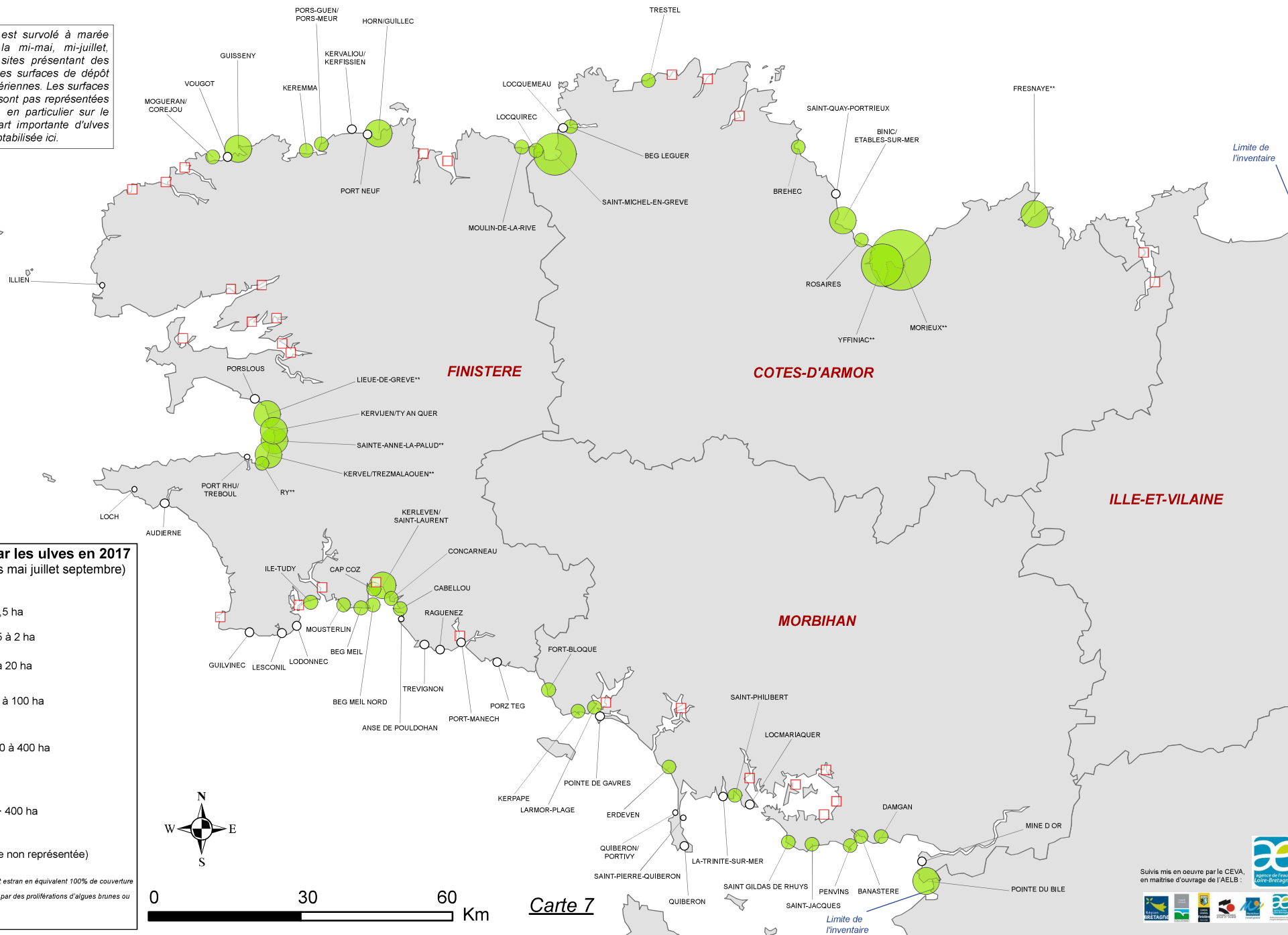
- En 2017 le département **du Morbihan** (seuls les sites sableux sont considérés ici) présente un site au-dessus de 10 ha en maximum annuel (« Pointe du Bile ») puis 11 sites dans la catégorie « 1 à 10 ha » (tous entre 1.5 et 5 ha). De plus, 6 sites présentent des surfaces de moins de 1 ha.
- Le département **d’Ille et Vilaine** ne comprend encore en 2017 aucun site « sableux » classé pour des échouages d’ulves.

Les **cartes 7 et 8** présentent le cumul des surfaces en ulves sur les trois inventaires « généraux », concernant l’ensemble du linéaire breton (mai, juillet et septembre). On y distingue les trois sites costarmoricains les plus touchés, « Morieux » et « Yffiniac » en baie de Saint Brieuc et « Saint Michel en Grève », puis dans une moindre mesure les sites de « Horn/Guillec », les cinq sites du fond de baie de Douarnenez, le site de « Guissény ». Les sites morbihannais sableux (vasières non analysées ici) sont moins visibles du fait de leurs surfaces plus modestes (« Pointe du Bile », en premier lieu). A noter que ces surfaces, même peu importantes peuvent néanmoins localement engendrer une perception d’atteinte importante quand elles se localisent sur des plages, elles même de petite taille et de forte affluence touristique. **On peut noter, contrairement à la situation des années 2010-2014, que l’Est des Côtes d’Armor est en 2017 (comme en 2015 et 2016) concerné par des surfaces relativement importantes** (« baie de la Fresnaye » avec une prolifération d’ulvaria et de Pylaiella sur une partie de la saison ; surface maximale en juin non intégrée ici sur la carte qui ne prend en compte que les 3 inventaires « généraux »). Sur ces cartes, l’importance des dépôts d’ulves sur les sites sur vase n’est pas représentée, seule la position de ces sites est reportée. Ces cartes permettent de faire la synthèse entre le nombre de sites touchés et leur importance surfacique.

Le découpage du linéaire côtier en « sites » étant parfois délicat (cf. mises en garde en 3.1.1), la **carte 9** propose une représentation des surfaces d’échouage sur les baies sableuses par **Masse d’Eau** (découpage réalisé dans le cadre de la DCE). Les Masses d’Eau ont été délimitées pour leur homogénéité et permettent alors de regrouper les sites de façon pertinente. Cela permet, par exemple, de regrouper l’ensemble des surfaces de la baie de Douarnenez ou du Léon. Pour cette carte, afin d’être homogène, seuls les données de surface en algue (dépôt + rideau en « équivalent 100% » de couverture) **sur sites sableux et pour les trois inventaires** communs à l’ensemble du linéaires ont été cumulées. Les surfaces de **vasières colonisées par les ulves n’y sont pas incluses**. On y distingue la **prédominance de la ME** du fond de baie de Saint Brieuc puis la ME de l’ouest des Côtes d’Armor (baie de Lannion) et enfin à des niveaux proches les ME de la pointe bretonne (baie de Douarnenez), du Finistère Nord (Léon – Trégor large) et du sud Est Bretagne (baie de Vilaine (côte)). A noter que certaines de ces ME sont concernées aussi par des proliférations d’ulves sur vasières qui ne sont pas comptabilisées ici.

# Surfaces couvertes par les ulves cumulées lors des 3 inventaires de surveillance de la saison 2017

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 sable, 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.



## Surfaces couvertes\* par les ulves en 2017 (cumul sur les 3 inventaires mai juillet septembre)

- <0,5 ha
- 0,5 à 2 ha
- 2 à 20 ha
- 20 à 100 ha
- 100 à 400 ha
- > 400 ha

□ site sur vase (surface non représentée)

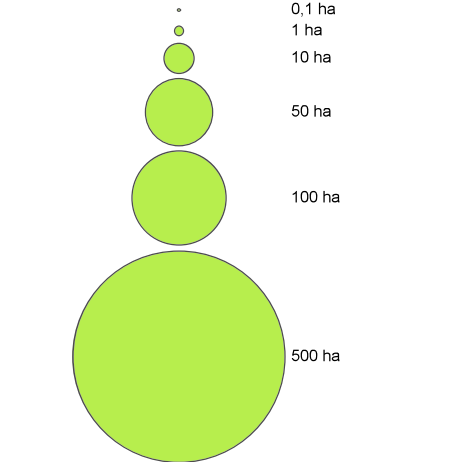
\* Surface totale couverte = surface rideau + dépôt estran en équivalent 100% de couverture  
 \*\* Sites touchés au moins une partie de la saison par des proliférations d'algues brunes ou rouges filamenteuses

Carte 7

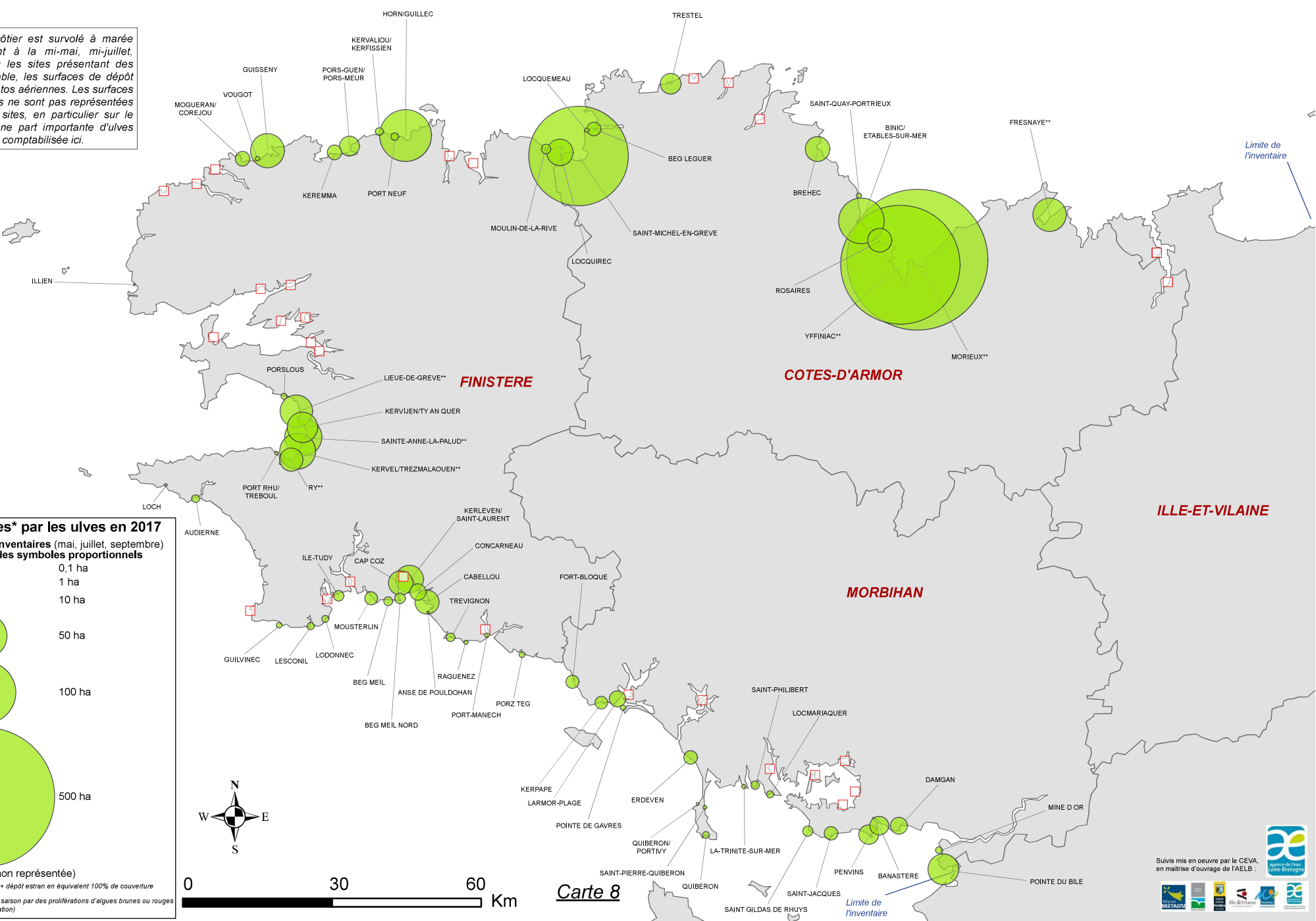
# Surfaces couvertes par les ulves cumulées lors des 3 inventaires de surveillance de la saison 2017

L'ensemble du linéaire côtier est surveillé à marée basse de fort coefficient à la mi-mai, mi-juillet, mi-septembre. Pour tous les sites présentant des échouages d'ulves sur sable, 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.

## Surfaces couvertes\* par les ulves en 2017 Plages : cumul sur les 3 inventaires (mai, juillet, septembre) représentation avec des symboles proportionnels



□ site sur vase (surface non représentée)  
\* Surface totale couverte = surface riveau + dépôt estran en équivalent 100% de couverture  
\*\* Sites touchés au moins une partie de la saison par des proliférations d'algues brunes ou rouges filamenteuses (non intégrées dans l'évaluation)



Carte 8

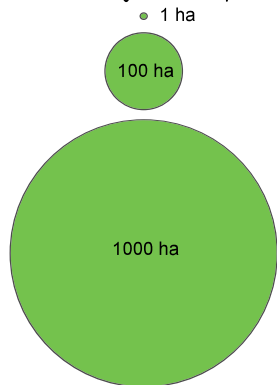


# Surfaces couvertes par les ulves sur les plages Cumul par Masse d'Eau en 2017 (contrôle de surveillance DCE)

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 sable, les surfaces de dépôt sont mesurées sur les photos aériennes. Les surfaces de dépôts sur les vasières ne sont pas représentées. Certains sites, en particulier sur le littoral sud, comportent une part importante d'ulves située plus au large et non comptabilisée ici.

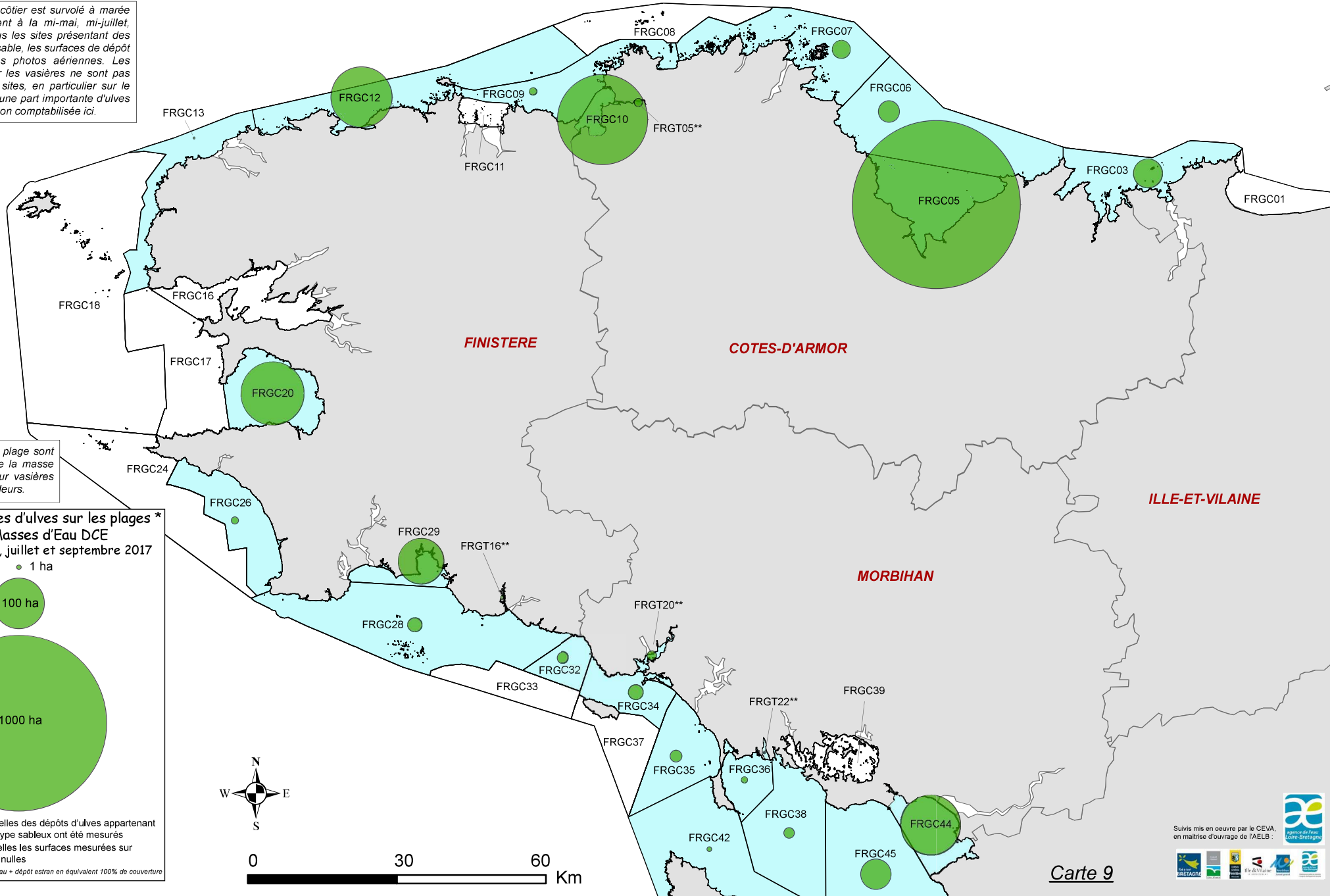
Seuls les échouages sur plage sont reportés ici à l'échelle de la masse d'eau. Les échouages sur vasières sont comptabilisés par ailleurs.

Cumul des surfaces d'ulves sur les plages\*  
sur les Masses d'Eau DCE  
inventaires de mai, juillet et septembre 2017



FRGT\_\*\* ME dans lesquelles des dépôts d'ulves appartenant à des sites de type sableux ont été mesurés  
ME pour lesquelles les surfaces mesurées sur plage sont non nulles

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



### 3.2.2 Evolution annuelle de la marée verte

La cartographie des surfaces couvertes par les ulves à chaque mois d'inventaire (**annexe 5**) permet de percevoir le phénomène à différentes périodes de l'année et d'en saisir l'évolution au cours de la saison sur le plan régional. La représentation proposée des surfaces couvertes (dépôt + rideau en « équivalent 100% ») sur les cartes annuelles 2017 utilise des cercles proportionnels selon une échelle de valeurs fixe permettant de garder pour l'ensemble des cartes, les mêmes tailles de cercles pour des valeurs identiques. Les cartes mensuelles pluriannuelles gardent également des échelles fixes et permettent de positionner, pour chaque site, les surfaces de 2017 par rapport aux années antérieures. On note :

- En avril, les surfaces couvertes sont exceptionnellement élevées sur beaucoup de sites : en particulier sur « Yffiniac », « Morieux », « Saint Michel en Grève » avec des valeurs sur ces baies en avril 2018 qui sont supérieures à leurs maximums annuels moyens. Viennent ensuite les sites de la baie de Douarnenez, puis le site de Bréhec (niveau très élevé relativement à la taille modeste de cette plage, jamais atteint auparavant).
- En mai, les sites très touchés en avril voient leurs surfaces augmenter encore et de nombreux sites supplémentaires présentent des surfaces importantes. On peut noter en particulier le site de « Pointe du Bile » fortement couvert (niveau jamais mesuré depuis le début des suivis), de l' « Horn/Guillec », de la « Fresnaye ».
- En juin, les surfaces progressent fortement sur les sites du Finistère Nord, sur la baie de la « Fresnaye », de « Binic/Etables » de « Trestel », diminuent sensiblement sur les sites de la baie de Douarnenez et « Saint Michel en Grève » et demeurent à un niveau élevé sur la baie de Saint Brieuc, déjà très chargée en mai.
- En juillet, les surfaces diminuent sur la plupart des sites et particulièrement fortement sur les sites d' « Yffiniac », de la baie de la « Fresnaye », de « Saint Michel en Grève », de « Douarnenez ». Les sites du Finistère nord évoluent peu et les sites de la baie de la Forêt augmentent fortement.
- En août la plupart des sites voient leurs surfaces diminuer, mais souvent de manière plus modérée qu'entre juin et juillet. A noter une augmentation modérée des surfaces du site de « Saint Michel en Grève » et plus marquée des surfaces de « Binic/Etables ». Les sites présentant le plus de surfaces sont les sites de la baie de Saint Brieuc, « Saint Michel en Grève », « Binic/Etables » puis « l'anse du Dossen » et « Guisseny ».
- En Septembre les surfaces diminuent encore légèrement, sauf sur « Saint Michel en Grève » et quelques sites de la baie de « Douarnenez » où elles augmentent légèrement.
- En Octobre les surfaces les plus importantes se trouvent sur les baies des côtes d'Armor. On note une légère progression sur la baie de Saint Brieuc, sur l'anse de Guisseny (probablement liée à des conditions d'échouage peu propices lors du vol de septembre), progression très importante sur la baie de La Forêt (quasi triplement des surfaces) alors que la plupart des autres sites régressent.

#### ➤ Des profils de sites différents

Les sites se distinguent par l'évolution, au cours de la saison, des surfaces en algues vertes estimées. Ces profils de sites permettent de mieux comprendre le fonctionnement des sites et leurs réactions aux caractéristiques climatiques. Les fiches de chaque site ayant fait l'objet d'estimations surfaciques mensuelles synthétisent l'évolution des marées vertes observées localement et permettent d'en saisir la typologie (**annexe 6**, présentation faisant ressortir le cumul annuel et par saison plutôt que mensuel, information également disponible mais non présentée dans cette version de fiches, pour percevoir l'évolution annuelle, se reporter à la carte 10).

La **carte 10** présente la synthèse annuelle de l'évolution de la marée verte sur les principaux sites bretons pour l'année 2017 ; cela permet pour ces sites de percevoir le profil de la prolifération et de

comparer les surfaces d'échouages mois par mois. Par ailleurs, les histogrammes parce qu'ils gardent des proportions conformes, permettent d'évaluer visuellement l'importance relative des sites les uns par rapport aux autres. La carte des surfaces mensuelles moyennes inter annuelles présentée en **annexe 5** permet de percevoir le profil « moyen » sur les années 2002-2013 des différents sites suivis mensuellement (les quatre dernières années de prolifération aux profils atypiques n'ont pas été intégrées dans cette représentation).

Cela permet en outre de distinguer :

- **Les sites précoces :**

Les sites costarmoricains sont habituellement plutôt précoces ainsi que la baie de Douarnenez. En 2017, année très exceptionnellement précoce, la plupart des sites sont précoces. Les sites habituellement précoces, le sont particulièrement en 2017, notamment les sites de la Baie de Saint Briec, de « Saint Michel en Grève », de Douarnenez et de « Bréhec ». Les sites du nord Finistère (particulièrement « Horn/Guillec » et dans une moindre mesure « Guissény ») apparaissent plutôt précoces alors qu'ils sont habituellement décrits comme tardifs.

La précocité des sites est très probablement à relier au maintien à proximité de ces sites de **stocks infralittoraux hivernaux importants**. Et la plus ou moins **grande précocité d'une année** est ensuite liée **aux conditions hivernales et à l'importance de la prolifération de l'année précédente** (cf. paragraphe 3.2.3). Ainsi, au printemps lorsque les conditions de lumière et de température deviennent progressivement favorables, l'existence de stocks résiduels importants devant ces sites provoque une explosion des quantités d'ulves en situation environnementale saisonnière de non limitation de la croissance des algues par l'azote. La configuration de ces sites constitués de grandes baies peu profondes induit probablement également un réchauffement de l'eau plus important qu'ailleurs ce qui est favorable à la croissance des ulves en début de saison. Les stocks d'ulves, supérieurs à la situation moyenne en fin 2016 et des conditions très peu dispersives de l'hiver 2016-2017 (le moins dispersif de la série 2002-2017) et lumineuses, expliquent la situation de précocité de la prolifération.

- **Les sites tardifs :**

Les sites du nord Finistère sont dans l'ensemble concernés par des échouages que l'on peut qualifier de tardifs (« Horn/Guillec », « Guissény », « Pors-Guen/Pors-Meur », « Keremma » et « Locquirec », principalement). Les premiers mois du suivi y sont généralement caractérisés par une augmentation lente des surfaces couvertes par les ulves et une augmentation progressive des ulves (part de goémons souvent importante en début de saison). En 2017, une partie de ces sites a connu un démarrage plutôt précoce, du moins plus qu'habituellement. C'est le cas en particulier sur « Horn/Guillec », « Guissény » et « Locquirec ». Cette situation de relative précocité sur ces sites en 2017 pourrait être liée à des conditions de faible dispersion hivernale et des conditions d'éclairement très abondant en hiver/printemps (janvier et avril 2017 présentent des ensoleillements excédentaires, suivant les stations, respectivement de 60 à 80 % et 40 à 60 % ce qui jouerait un rôle important notamment pour les algues ayant une croissance fixée avant leur prolifération libre dans les baies). Contrairement aux sites précoces, la marée verte des sites tardifs se reconstitue très probablement à partir de **stocks hivernaux réduits**, dans certains cas à partir d'algues commençant leur croissance fixée sur platier ; **l'ensoleillement** important en fin d'hiver et au printemps semble pouvoir favoriser ces sites ; la **température de l'eau**, souvent moins réchauffée sur ces sites tardifs semble pouvoir également jouer un rôle important dans ce démarrage retardé.

Une piste complémentaire peut être avancée pour expliquer les marées vertes tardives. Les séquences de démarrage de sites voisins – le fait qu'une marée verte relativement importante apparaisse après une marée verte observée sur un site voisin – peut nous permettre de penser que certains sites

subissent un ensemencement provenant d'un site proche. Certaines observations (masse d'algues dérivantes au gré des courants) lors des survols viennent étayer cette hypothèse. Des sites tels que « Locquirec » ou « Binic/Etables-sur-Mer » ainsi que « Guissény » (qui apparaît après le site de « Muguéran/Coréjou ») sont concernés par cette hypothèse d'ensemencement par un site voisin. Leurs marées vertes seraient donc dépendantes, au moins en début de saison, des proliférations des sites voisins (« Saint-Michel-en-Grève » pour « Locquirec » et « Yffiniac/Morieux » pour « Binic/Etables »). La situation mesurée en 2014 semble encore conforter cette hypothèse avec des proliférations qui ont été presque inexistantes sur Locquirec lors d'une prolifération 2014 extrêmement tardive sur « Saint Michel en Grève » et une prolifération très retardée sur « Binic/Etables » pour des échouages également tardif sur la baie de « Saint Briec ». Les séquences de démarrage de ces sites en 2015 et en 2016 viennent encore conforter cette analyse (démarrage rapide en juillet sur « Locquirec » après l'installation massive sur « Saint Michel en Grève » en juin 2015 et juillet 2016 et idem pour « Binic/Etables » après l'installation importante en juin 2015 et juillet 2016 sur la baie de Saint Briec). L'absence de réelle prolifération sur « Bréhec » en 2015 pourrait s'expliquer par le côté tardif de l'installation des proliférations sur la baie de Saint Briec, attestant d'un faible stock de reconduction. L'approche sous-marine de ces relations entre sites apparaît ainsi une nécessité. En termes de lutte contre les proliférations, tant préventive que curative, de telles hypothèses de lien entre sites voisins ont bien sûr des implications très importantes.

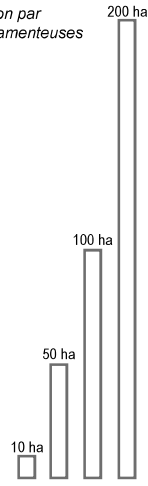
# Surface d'échouages d'ulves en 2017 entre avril et octobre

Les sites principaux sont surveillés à marée basse de fort coefficient mensuellement d'avril à octobre. Pour tous les sites présentant des échouages d'ulves sur sable, les surfaces de dépôt sont mesurées sur les photos aériennes. Les surfaces de dépôts sur les vasières ne sont pas représentées ici. Certains sites, en particulier sur le littoral sud, comportent une part importante d'ulves située plus au large et non comptabilisée ici. Quelques sites ont présenté des proliférations d'algues brunes filamenteuses non comptabilisées.

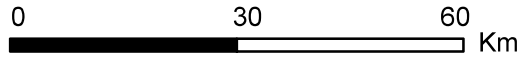
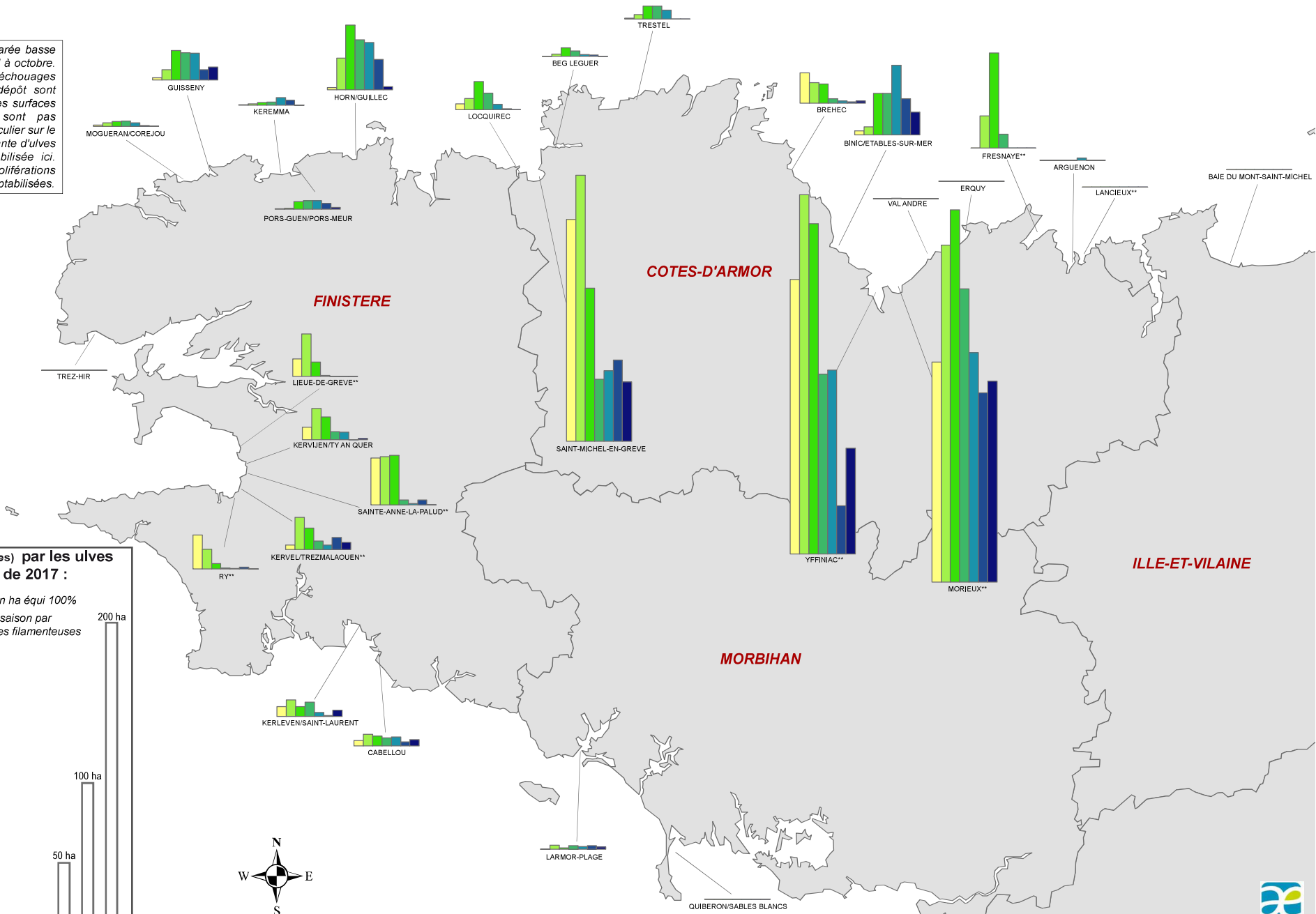
## Surfaces\* couvertes (en hectares) par les ulves pour les 7 inventaires de 2017 :

\* Surface totale = surface riveau + dépôt en ha équi 100%  
 \*\* Sites touchés au moins une partie de la saison par des proliférations d'algues brunes ou rouges filamenteuses

- Avril
- Mai
- Juin
- Juillet
- Août
- Septembre
- Octobre



Seuls les sites de "plage" faisant l'objet d'un suivi mensuel entre avril et octobre sont représentés. Surfaces des sites de vase non représentées.



### 3.2.3 Evolutions de la marée verte sur la période 2002-2017

De 2002 à 2006 les suivis réalisés par le CEVA pour Prolittoral se sont déroulés avec les mêmes outils et méthodes, pour ce qui est des sites « sableux ». De 2007 à 2017, les suivis Cimav (suivis complémentaires du CEVA) et DCE surveillance combinés permettent, sur les principaux sites sableux de Bretagne, une perception identique à celle permise par les suivis 2002-2006 (1 donnée mensuelle d'avril à octobre). Il est donc possible de comparer les surfaces mesurées aux mesures des années antérieures (méthodes et nombre d'observations identiques).

#### Rappels succincts sur les caractéristiques des proliférations depuis 2002 :

Sans que cela puisse être quantifié au niveau régional, faute de mesures antérieures de même nature, **l'année 2002 semblait être une année de relativement faible prolifération** (si on la compare, pour certains sites mieux connus, aux photos des années antérieures de la fin des années 90 début 2000).

**L'année 2003**, année plutôt sèche, nous avait permis de conclure, à une **diminution**, sur l'ensemble de la saison (cumul des dépôts sur les 7 inventaires, pour les sites sableux) **de près de 25 %** des surfaces en algues par rapport à la première « année de référence » 2002.

**L'année 2004**, dont les conditions climatiques étaient plutôt favorables à des proliférations longues (mois d'été arrosés soutenant les étiages et les flux de nutriments à une période favorable à la croissance des algues). Le résultat de l'année 2004 avait été :

- une marée verte assez précoce et qui est restée à un niveau élevé jusqu'en fin de saison,
- des surfaces couvertes en 2004 en augmentation de 44 % par rapport à 2003,
- des surfaces couvertes en 2004 en augmentation de 11 % par rapport à 2002.

**Pour l'année 2005** (été sec voire très sec suivant les secteurs) on notait :

- un **démarrage très précoce** de la saison, un maximum annuel intense (juin) puis une diminution marquée des échouages,
- 28 % de surface en moins qu'en 2004,
- 16 % de moins que la moyenne 2002-2004.

**L'année 2006**, très particulière d'un point de vue climatique (température de l'eau très basse en hiver ; réchauffement printanier de l'eau retardé d'un mois environ), avait permis de mettre en évidence :

- Une marée verte très retardée, puis un certain rattrapage en fin de saison,
- surface cumulée sur l'année minimale depuis 2002, première année de référence,
- 32 % de surface en moins que la moyenne 2002-2005,
- 44 % de moins que l'année 2004 (année maximale de la série 2002-2006).

**L'année 2007** était marquée :

- **par un démarrage encore plus tardif qu'en 2006**, avec très peu d'algue lors des deux premiers inventaires,
- **une prolifération très soutenue en fin de saison** avec, dès juillet, des échouages qui étaient supérieurs à la moyenne des années antérieures ; à partir **d'août et jusqu'en octobre** le niveau des surfaces **est très supérieur à la moyenne interannuelle** et à toute les années précédentes (+ 90 % en septembre et + 80 % en octobre par rapport à 2002-2006).
- un cumul de 15 % supérieur à la moyenne 2002-2006,

- un cumul 10 % inférieur à l'année 2004 (année du cumul maximal depuis 2002)

**Pour l'année 2008** avaient été constatés :

- un **démarrage très précoce** : en avril, les surfaces mesurées sont **le double de la série 2002-2007**, en mai elles sont encore de 50 % supérieure,
- un niveau en juillet maximal et très supérieur aux années antérieures (+60% par rapport à 2002-2007),
- un niveau en septembre puis octobre très supérieur à la moyenne 2002-2007, proche de la situation exceptionnelle de 2007 (respectivement + 60 % et + 30 % par rapport à la série 2002-2007),
- ce démarrage précoce associé à cette fin de saison soutenue conduit à un niveau cumulé pour l'année 2008 exceptionnel avec 40 % de plus que la moyenne 2002-2007 et plus de 100 % de plus que l'année 2006 (année minimale en termes de cumul annuel de la série 2002-2008).

**Pour l'année 2009** avaient été mesurés :

- un **démarrage extrêmement précoce avec** 200 % de plus pour le mois d'avril qu'en moyenne 2002-2008 et 50 % pour le mois de mai,
- un **niveau maximal en juin jamais atteint** depuis le début de la série en 2002 (et de 50 % supérieur à la moyenne 2002-2008),
- un **niveau en fin de saison plus modeste avec 50 % de moins que la moyenne pour septembre et 7 % de moins** sur le mois d'octobre (conditions ayant précédé le survol de septembre particulièrement défavorables aux dépôts expliquant, en partie au moins, ce retrait en fin de saison),
- un **niveau cumulé de 20 % supérieur à la moyenne 2002-2008** et en deuxième position derrière l'année record 2008 (presqu'identique à 2004 classé en rang 3).

**L'année 2010** s'est caractérisée par :

- un **démarrage régional particulièrement tardif** : la surface régionale est en avril et mai de 70 puis 60 % inférieures à la moyenne 2002-2009,
- un maximum annuel en juin – juillet (valeurs identiques) qui est peu intense par rapport aux années antérieures : plus basse valeur de la série et inférieur de 35 à 40 % par rapport à la moyenne interannuelle,
- une **diminution à partir de la valeur de juillet qui est lente** et amène l'année 2010 à un niveau inférieur de 30 % environ au pluri annuel en septembre et octobre.
- un **niveau cumulé sur la saison qui est le plus bas de toute la série et de 40 % inférieur la moyenne 2002-2009**. L'année 2010 arrivant après trois années 2007 à 2009 de forte prolifération, apparaît d'autant plus fortement en retrait.

**L'année 2011** était caractérisée par :

- un démarrage à l'échelle régionale proche de la moyenne interannuelle malgré de fortes disparités locales,
- un **maximum annuel atteint dès mai et se maintenant jusqu'en juillet, peu élevé** (-45 % en juin et - 40 % en juillet par rapport aux moyennes 2002-2010),
- une **diminution marquée à partir de l'inventaire de juillet** (facteur trois entre le niveau de juillet et celui de septembre) et un niveau d'arrière-saison particulièrement bas (respectivement -70 % et - 75 % sur les mois de septembre et octobre)
- un niveau cumulé sur la saison qui est le plus bas de toute la série 2002-2011, plus bas même que 2010 précédent « record ». Sur l'année, le cumul 2011 est de 50 % inférieur à la moyenne 2002-2010. Les deux années 2010 et 2011 apparaissent en très forte rupture par rapport aux trois années antérieures de prolifération très forte. Ces caractéristiques régionales sont en grande partie liées à la situation de la

baie de Saint Brieuc qui a réagi fortement aux deux dernières années climatiques et qui représente environ 50 % de la surface régionale sur sites sableux.

La **saison 2012** se caractérisait par :

- Le **cumul annuel le plus bas dans la série 2002-2012** (très proche de 2011, précédente année la plus basse et 20 % inférieur à 2010) et de près de **50% inférieur à la moyenne 2002-2011**,
- **Un démarrage** qui est, à l'échelle régionale **particulièrement tardif avec 60 % de moins** de surface sur la somme avril + mai. Le démarrage de la prolifération est notamment beaucoup plus tardif que 2011 avec 2.5 fois moins de surface sur avril + mai 2012 qu'en 2011. Ce niveau régional est en grande partie lié à la **situation en baie de Saint Brieuc et sur les baies de l'est des Côtes d'Armor peu ou pas touchées par les ulves, en début de saison au moins** (en lien avec la prolifération de 2011 présentant peu voire pas d'ulves en fin de saison). **D'autres secteurs** (baie de Douarnenez ou de la Forêt) étaient a contrario plutôt **précoces en 2012**,
- **Un niveau maximal atteint en juin, très inférieur aux années antérieures** (proche de la plus basse valeur mesurée en 2011 et niveau inférieur d'un tiers à la moyenne 2002-2011),
- **Un niveau stable en juillet puis une diminution relativement forte à partir d'août**, en grande partie du fait de la baie de Saint Brieuc (laissant la place à l'algue brune *Pylaiella*, majoritaire en fin de saison),
- Un niveau qui est, sur **août septembre, particulièrement bas** (-50 % par rapport à la moyenne interannuelle 2002-2011),
- A noter, malgré ce bilan régional, **des situations locales qui peuvent être très disparates** : certaines baies ou anses ont connu en 2012 **des échouages supérieurs à très supérieurs** aux années « moyennes » (cas de l'anse du Dossen, de Guisseny, de la baie de Douarnenez ou de la Forêt).

La **saison 2013** se caractérisait par :

- Le **cumul annuel** (avril-octobre) **le plus bas dans la série 2002-2013** (quatrième année de suite à un niveau chaque année plus bas que les précédentes) et de **50 % inférieur à la moyenne 2002-2012**,
- Un démarrage, à l'échelle régional, particulièrement tardif, le plus tardif depuis le démarrage des suivis en 2002 (surfaces en avril + mai 7 fois inférieur à la moyenne pluri annuelle),
- Un **niveau maximal atteint en juillet très inférieur aux années moyennes** (plus de 35 % en dessous de la moyenne 2002-2012 pour ce mois),
- Une **diminution régulière à partir de juillet**, en grande partie du fait de la baie de Saint Brieuc dont les couvertures par les ulves diminuent rapidement (l'algue brune *Pylaiella* devient importante)
- Un niveau **d'arrière-saison, particulièrement bas** (somme août + septembre de plus de 40 % inférieur à la moyenne 2002-2012), ce qui est en grande partie lié à la situation en baie de Saint Brieuc (retour massif du *Pylaiella* comme constaté déjà en 2011 et 2012),
- Malgré cette situation régionale, **les disparités sont très fortes** encore en 2013 avec certains secteurs côtiers fortement touchés par les proliférations (secteur du Dossen et le Finistère nord plus largement).

La **saison 2014** était marquée par :

- Un cumul annuel sur les 7 inventaires avril-octobre **inférieur à la moyenne pluriannuelle 2002-2013** (- 38 %) mais supérieur aux deux années antérieures 2013 et 2012 (niveau identique à 2011). Après quatre années de niveau particulièrement bas, 2014 marque donc une légère remontée.
- Un démarrage en 2014 **le plus tardif de la période 2002-2014** (surfaces en avril + mai : 7 fois inférieures à la moyenne 2002-2013)
- une **prolifération "atypique"** : tardive voire **très tardive sur certains secteurs** (« Saint Michel en Grève », en premier lieu mais également baie de « Douarnenez » ou anse de « Binic ») mais présentant



une croissance soutenue en août et septembre se traduisant par une surface en **septembre très élevée** (combinaison de la très forte augmentation de certains sites très tardifs en 2014 et de la croissance restée soutenue sur la baie de Saint Briec),

- des situations très variables selon les secteurs : très peu d'algues jusqu'en août sur certains secteurs, puis de gros échouages en septembre (Baie de « St Michel en Grève », Douarnenez, Dossen, ...), pas de prolifération d'ulves sur les baies de l'est des Côtes d'Armor, alors que d'autres secteurs, comme la baie de Saint Briec, connaissent des échouages 2014 plus importants en été que les 4 années précédentes.

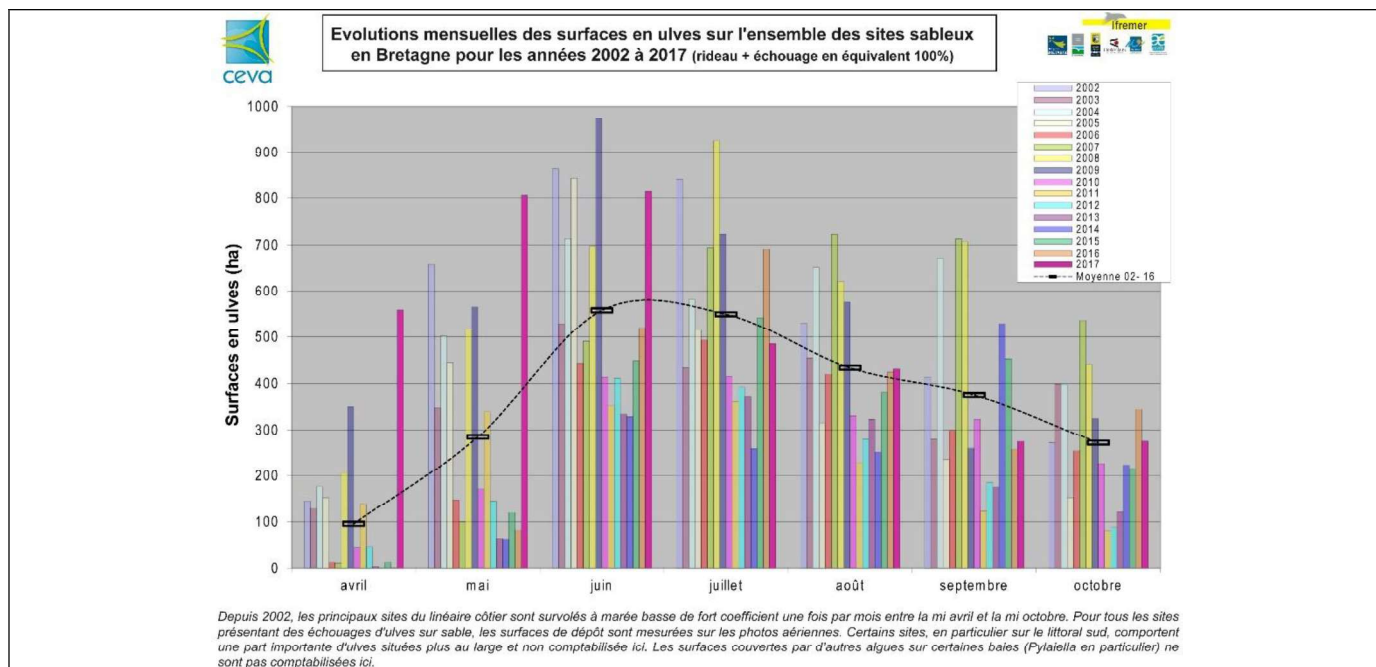
La **saison 2015** se caractérisait par :

- Un **cumul annuel 2015** sur les 7 inventaires avril-octobre qui est supérieur aux 5 dernières années (2010-2014) tout en restant **nettement inférieur à la moyenne pluriannuelle 2002-2014** (- 17 %). Après 4 années de recul, l'année 2014 avait montré une légère remontée qui s'accroît en 2015 du fait de la plus grande précocité du démarrage et d'un niveau resté relativement soutenu jusqu'en octobre,
- Le démarrage 2015 est **plus précoce** que les 2 dernières années, mais ne peut pour autant être qualifié de précoce (surfaces avril + mai inférieures voire très inférieures au niveau de 9 années sur les 14 années de mesure et en moyenne de **70 % inférieur au niveau 2002-2014**).
- Une prolifération **importante à partir de juin** par rapport aux 5 dernières années (sans atteindre les niveaux exceptionnels de certaines années antérieures à 2010) et restant à un niveau relativement élevé jusqu'en fin de saison. Ces caractéristiques peuvent en partie être expliquées par des reprises de flux en juillet puis août du fait d'une pluviosité estivale importante, en particulier sur la côte nord,
- Des situations très variables selon les secteurs : retour marqué des proliférations d'algues vertes sur la **baie de la « Fresnaye »**, après 5 années comportant uniquement des algues brunes filamenteuses, une prolifération **tardive en baie de Saint Briec** (surface devenant significative en juin) mais soutenue par rapport aux dernières années, en particulier sur l'anse d'Yffiniac, des surfaces couvertes importantes en juin sur les baies de « Saint Michel en Grève », de « Guissény », de l'anse du Dossen (« Horn/Guillec »). A noter aussi la baie de la Forêt qui présente un cumul annuel important, comme l'anse de « Binic/Etables-sur-Mer » ou encore l'anse de « Locquirec » et les sites du Sud de la baie de Douarnenez.

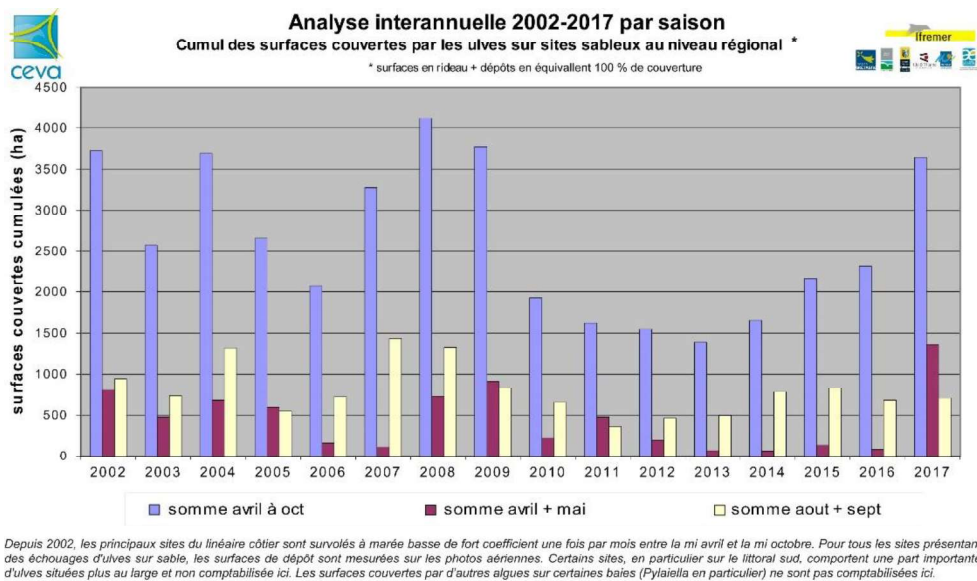
Les suivis sur la **saison 2016** avaient permis de conclure :

- Un **cumul annuel sur les 7 inventaires** qui positionne l'année 2016 **légèrement au-dessus de 2015** (7 % de surface en plus) mais **10 % en-dessous de la moyenne pluriannuelle 2002-2015**.
- Cette situation résulte de caractéristiques annuelles particulières : **démarrage très tardif** (surface avril + mai parmi les plus basses mesurées depuis 2002, juste après 2014 et 2013), suivi d'une prolifération **intense en juin et juillet**, d'un recul sur août-septembre, probablement en lien avec des conditions de dépôt relativement **défavorables sur ces deux mois** puis un **niveau en octobre élevé**.
- Cette situation globale sur la Bretagne résulte de **situations par sites contrastées** : augmentation forte sur la baie de Saint Briec (+ 47 % par rapport 2015 mais inférieur à la moyenne 2002-2015 de 8 %), baisse sur les autres sites des Côtes d'Armor et niveau proche du niveau moyen sur les côtes du Finistère. Ce niveau moyen sur le cumul des sites du Finistère est lié à des surfaces **très faibles sur la baie de Douarnenez** (on note même la présence, massive pour la première fois sur ce site, d'algues brunes filamenteuses) qui ne sont pas totalement contrebalancées par **des surfaces élevées sur les sites du Léon** (« Guissény », « Dossen », « Keremma »).

## Évolutions surfaciques relevées en 2017 :



**Figure 14 : évolutions mensuelles des surfaces en ulves sur l'ensemble des sites sableux en Bretagne faisant l'objet de suivis mensuels sur la période 2002-2017.**



**Figure 15 : évolutions annuelle et par saison des surfaces en ulves sur l'ensemble des sites sableux en Bretagne faisant l'objet de suivis mensuels sur la période 2002-2017**

Les suivis surfaciques réalisés sur les **principaux sites sableux bretons** (suivis mensuellement d'avril à octobre) permettent d'établir que :

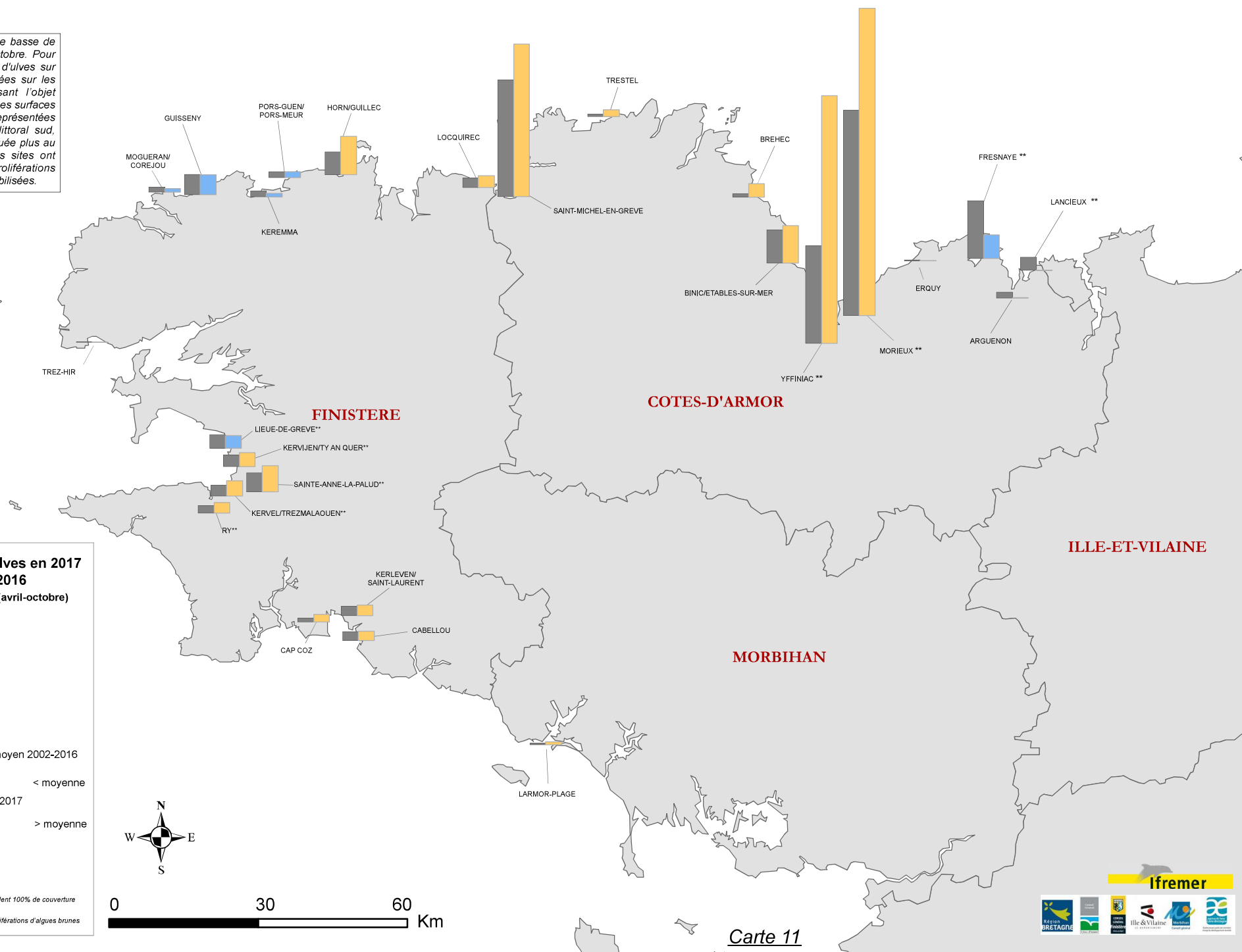
- **L'année 2017 est la plus précoce** de la série : les surfaces couvertes en avril sont **au niveau moyen interannuel de juin**, qui est le mois du **maximum surfacique annuel sur la série 2002-2016**. La surface couverte en **avril 2017 est ainsi 5.9 fois plus importante** que le niveau moyen 2002-2016 d'avril et au niveau le **plus élevé jamais mesuré** pour un mois d'avril depuis 2002. Cette précocité se retrouve en mai avec des surfaces qui augmentent encore plaçant le niveau de **mai 2017 à 2.9 fois le niveau moyen de mai**. La somme **avril + mai**, utilisée comme marée indicatrice de la précocité de l'année est alors **3.6 fois plus élevée** qu'en moyenne 2002-2016 et **50 % supérieure à 2009**, année jusqu'à présent la plus précoce.

- Après ce démarrage très précoce, les surfaces en **juin stagnant** (à un niveau élevé, +46 % par rapport à la moyenne 2002-2016), puis **diminuent fortement à partir de juillet** (- 40 % par rapport à juin) et deviennent **inférieures au niveau moyen**. Le niveau en **août + septembre est de 13 % inférieur** à la moyenne pluriannuelle 2002-2016.
- Le **cumul annuel sur les 7 inventaires augmente sensiblement par rapport à 2016 et est de 42 % supérieur** au niveau moyen pluriannuel 2002-2016.
- Cette situation annuelle résulte en premier lieu de **la très forte précocité de l'année 2017**, elle-même liée à une **reconduction très importante des stocks** d'ulves de l'année précédente. Durant l'été, malgré des flux azotés bas, la prolifération est restée « relativement soutenue » du fait des biomasses très importantes présentes en fin juin.
- **Pour ce qui concerne le démarrage de la prolifération**, la situation **globale sur la Bretagne résulte de situations par sites nuancées**. Les baies les plus **sujettes à la reconduction** (par ex. Saint Briec, Saint Michel en Grèves ou Douarnenez) **ont connu un démarrage extrêmement précoce** ce qui s'est traduit par une **prolifération annuelle importante**. Alors que d'autres baies ont été **moins concernées par cette précocité** car moins sujettes à la reconduction pluriannuelle (par ex. baie de Guissény ou encore baies de l'est du département des Côtes d'Armor, du fait de la quasi absence d'ulves en fin 2016 sur ces baies).
- La prolifération régionale « moyenne » recouvre des situations **différentes selon les secteurs** : prolifération relativement limitée d'algues vertes (ulvaria) en mélange sur la **baie de la « Fresnaye »**, à un niveau **inférieur à 2015 et 2016**, après 5 années (2010-2014) comportant uniquement des algues brunes filamenteuses et quasi **absence d'ulves** sur les deux autres baies de l'est des Côtes d'Armor, une prolifération très **précoce et intense en baie de Saint Briec** engendrant des putréfactions importantes jusqu'en juillet, des surfaces cumulées plus proches des moyennes voire inférieures sur le **nord-ouest du Finistère** (Guissény, Keremma, Mogueran). La situation a encore été très exceptionnelle **en baie de Douarnenez** avec des couvertures par les **ulves importantes en début de saison** (prolifération précoce) puis en très forte régression en juillet laissant apparaître des échouages relativement massifs **d'algues brunes et vertes filamenteuses** (Ectocarpales et Cladophora) puis en octobre des couvertures denses par des **algues rouges filamenteuses** (Falkenbergia, ce qui n'avait jamais été observé sur cette baie).

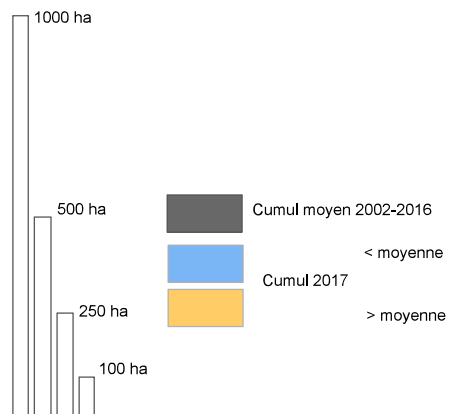
**La carte 11** permet de situer l'importance de la prolifération sur l'ensemble de la saison sur chacun des sites faisant l'objet d'une surveillance mensuelle par rapport à la situation moyenne 2002-2016 et la **carte 10** permet de visualiser le détail des surfaces mensuelles sur ces mêmes sites pour l'année 2017.

# Surfaces couvertes par les ulves sur les principaux sites sableux cumulé des 7 inventaires de la saison 2017 et moyenne 2002-2016

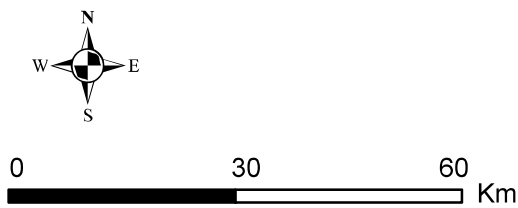
Les sites principaux sont surveillés à marée basse de fort coefficient mensuellement d'avril à octobre. Pour tous les sites présentant des échouages d'ulves sur sable, les surfaces de dépôt sont mesurées sur les photos aériennes. Seuls les sites faisant l'objet d'évaluation mensuelles sont reportés ici. Les surfaces de dépôts sur les vasières ne sont pas représentées ici. Certains sites, en particulier sur le littoral sud, comportent une part importante d'ulves située plus au large et non comptabilisée ici. Quelques sites ont présenté, en 2016 notamment, des proliférations d'algues brunes filamenteuses non comptabilisées.



**Surfaces couvertes\* par les ulves en 2017 et en moyenne 2002-2016**  
Plages : cumul sur les 7 inventaires (avril-octobre)



\* Surface totale couverte = surface rideau + dépôt estran en équivalent 100% de couverture  
\*\* Sites touchés au moins une partie de la saison 2017 par des proliférations d'algues brunes filamenteuses



## Eléments d'explication des caractéristiques régionales de la marée verte observée en 2017 :

Les suivis régionaux mis en place en 2002 mettent en évidence des différences très marquées entre les années de prolifération. Ainsi sur la prolifération totale (cumul des 7 inventaires sur les principaux sites) les surfaces d'échouage **mesurées en 2013 sont trois fois moins importantes** (66 % de moins) que celles mesurées en 2008. L'analyse de la marée verte par saison permet de distinguer des variations encore plus importantes : pour les inventaires de **fin de saison** (août + septembre pris en référence pour indiquer l'importance de la prolifération pendant la période potentiellement la plus limitante) **l'année 2007** pour laquelle les surfaces sur cette période sont les plus fortes est **quatre fois plus chargée que 2011**, année la plus basse. Enfin, pour ce qui est de la **précocité de la marée verte** (estimée en sommant les surfaces couvertes en avril+mai) **l'année 2017, année la plus précoce présente 21 fois plus de surfaces couvertes que l'année 2014**, année la moins précoce.

Ces variations importantes peuvent être mises en lien avec les caractéristiques climatiques des différentes années. Pour cela, il convient de distinguer :

- **les conditions** nécessaires au démarrage de la prolifération **liées aux stocks de début de saison** (« ensemencement ») et à la température de l'eau à la fin de l'hiver.
- **les conditions de développement de la prolifération liées aux apports de nutriments par les cours d'eau** qui ne peuvent être limitants, dans le contexte actuel de niveau trophique, que relativement tard en saison, entre mai et août, et déterminent l'ampleur de la marée verte en période estivale (la précocité de la limitation dépend des sites et des caractéristiques des bassins versants provoquant des étiages plus ou moins précoces).

## Reconduction interannuelle et dispersion hivernale :

Les suivis depuis 2002 permettent de corréler le démarrage de la marée verte d'une année avec le niveau atteint en fin d'année précédente.

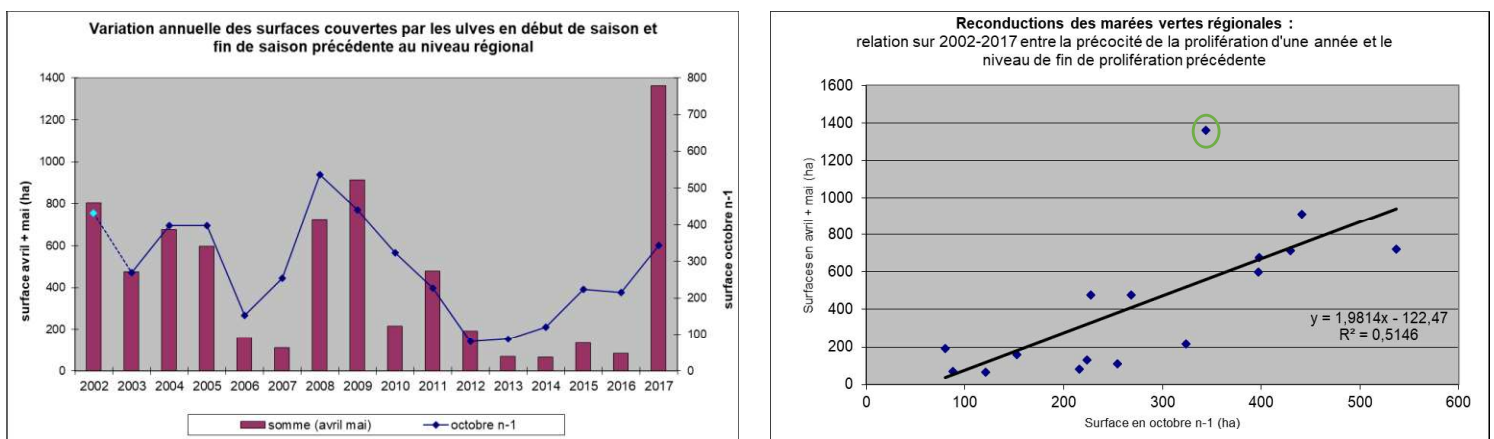


Figure 16 droite et gauche : Surfaces couvertes par les ulves en début de saison (avril+mai) et lien avec le niveau de couverture de la fin de l'année n-1. Les niveaux plus faibles qu'attendus en 2006, 2007, 2010, 2013, 2014, 2015 et 2016 s'expliquent par : pour 2006, 2010 et 2013 des températures de l'eau beaucoup plus froides en hiver que les normales et pour 2007, 2013, 2014, 2015 et 2016 le côté particulièrement dispersif de l'hiver. Le niveau plus élevé en début 2011 et surtout 2017 (point encerclé) qu'attendu est lié aux caractéristiques de la fin de l'hiver / début de printemps (temps calme et lumineux).

Le niveau de la fin 2001 a été estimé en se basant sur les suivis qui ne portaient, à cette époque, que sur le littoral des Côtes d'Armor (suivis réalisés par le CEVA sur financement du Conseil Général des Côtes d'Armor). La méthode d'estimation était différente : pour rendre compatibles les méthodes, c'est le ratio de la mesure de mi-octobre 2001 sur le maximum annuel de 2001 qui a été utilisé.

La précocité de 2017, très exceptionnelle (cf. plus bas, facteurs explicatifs), dégrade fortement la relation brute entre le niveau d'octobre et la précocité de l'année suivante. Pour rappel, l'analyse sur les années 2002-2016 engendrait la relation suivante Figure 17,

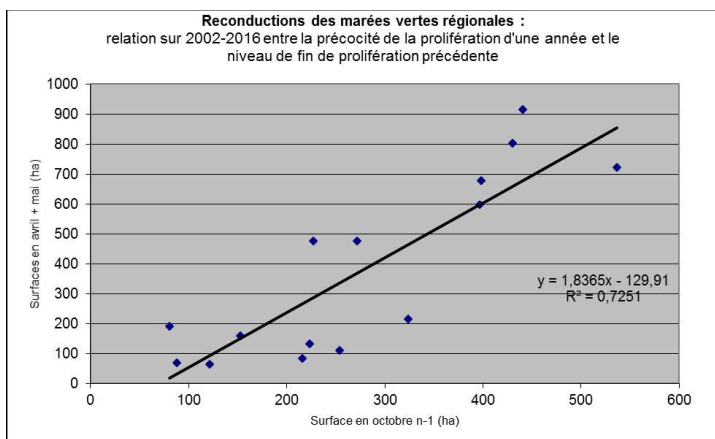


Figure 17 : relation entre les surfaces avril+mai d'une année n avec le niveau d'octobre n-1 sur la période 2002-2016

Sur les Figure 16 droite et gauche, les années 2006, 2010 et 2013 se situent en dessous du « niveau attendu ». En 2006, le niveau de température de début de saison particulièrement bas (Figure 18) avait été mis en avant pour expliquer ce démarrage retardé (le caractère dispersif de l'hiver / début de printemps permettait également d'expliquer une partie de ce retard, notamment la houle en mars). Les températures de l'eau en 2010 et 2013 sont très proches de celles de 2006 et le retard observé comparable.

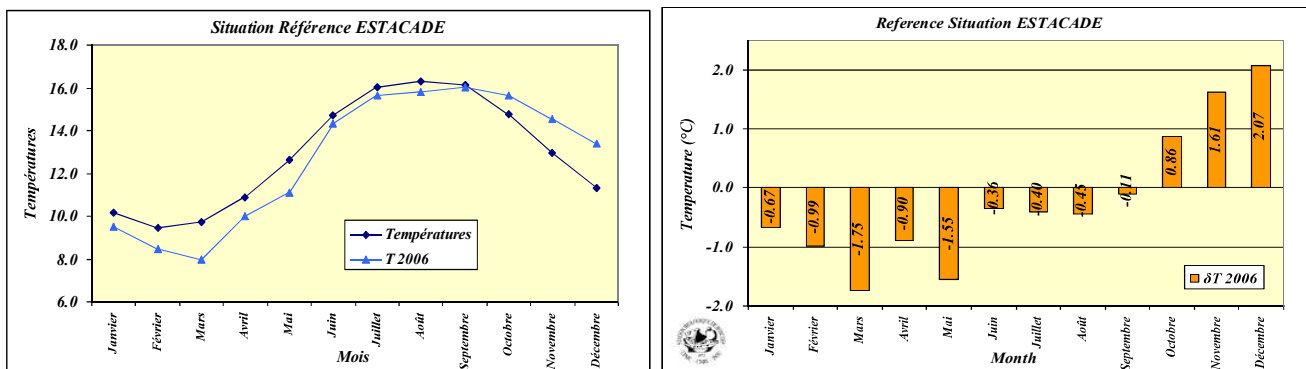


Figure 18 : données de température de l'eau en baie de Morlaix en 2006 par rapport à la moyenne 1985-2006 (données SOMLIT fournies par la Station Biologique de Roscoff)

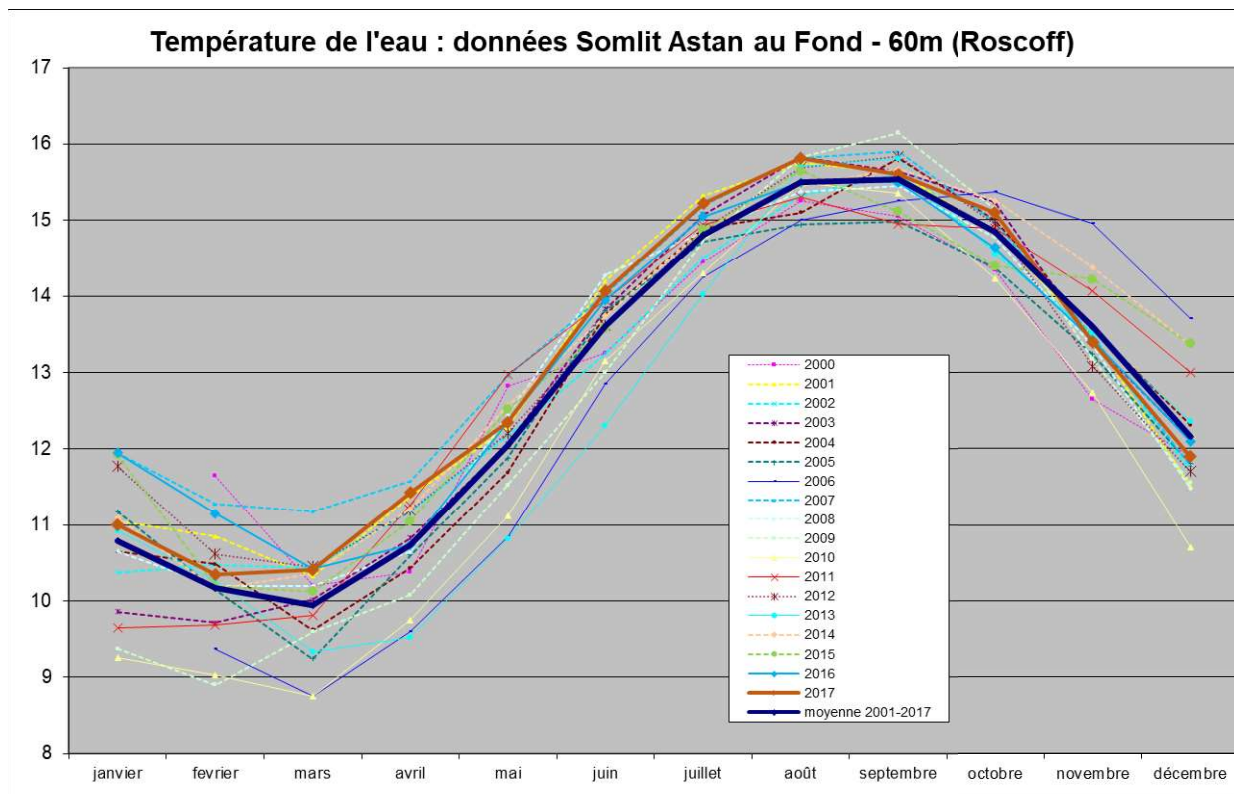


Figure 19 : données de température de l'eau en baie de Morlaix entre 2000 et avril 2017 sur le point Astan au fond -60m (données SOMLIT fournies par la Station Biologique de Roscoff). On distingue l'année 2010 dont le profil est quasiment identique à l'année 2006 et l'année 2013 dont les températures de l'eau sont à partir d'avril et jusqu'en juillet encore inférieures à 2006 et 2010. Les hivers 2006-2007, 2011-2012, 2013-2014, 2014-2015, 2015-2016 et 2016-2017 présentent à l'opposé des températures de l'eau demeurées élevées.

L'hiver 2016-2017 (Figure 19) présente des températures de l'eau élevées, chaque mois supérieures à la moyenne pluri annuelle (de 0.2 °C en janvier et février à 0.7 °C en avril). Cette anomalie positive, se poursuit sur le printemps et l'été jusqu'en octobre. Au printemps les températures moyennes sont élevées (0.5 °C de plus que le niveau moyen sur les mois de mars à juin avec même 0.7 °C en avril. Ce paramètre était donc favorable (ou au minimum « neutre ») à un démarrage précoce des proliférations sur 2017.

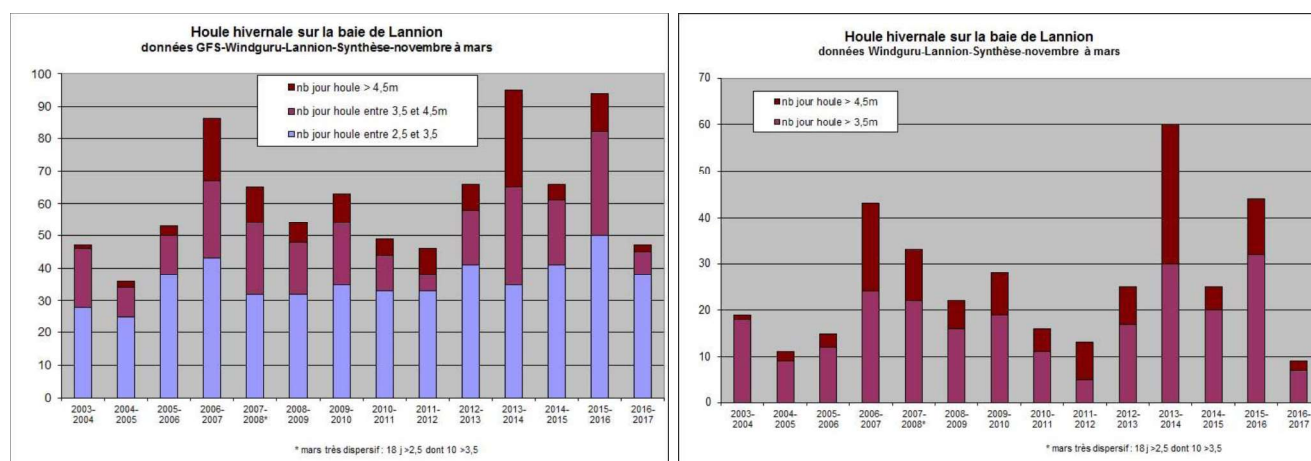


Figure 20 (a) et (b) : statistiques de houle de modèle GFS stockées sur le site Internet Windguru pour le site de Lannion (archivage de la dernière prévision tri-horaire) et compilation par catégorie de hauteur de vague pour la période de novembre à mars. (a), à gauche pour les houles de plus de 2.5 m et (b), à droite pour les houles de plus de 3.5 m. On distingue les hivers 2006-2007 et 2015-2016 particulièrement dispersifs et surtout l'hiver 2013-2014 de loin le plus dispersif de la série analysée (série la plus longue disponible). L'hiver 2016-2017 le moins dispersif de la série fait suite à un hiver 2015-2016 parmi les plus dispersifs.

L'hiver 2016-2017 est le moins dispersif de la série (9 jours de plus de 3.5 m contre 27 en moyenne) proche de l'hiver 2004-2005 également très peu dispersif (11 jours de + de 3.5 m).

Pour ce qui est de la reconduction de la marée verte sur **l'hiver 2016-2017, les caractéristiques peuvent être résumées ainsi :**

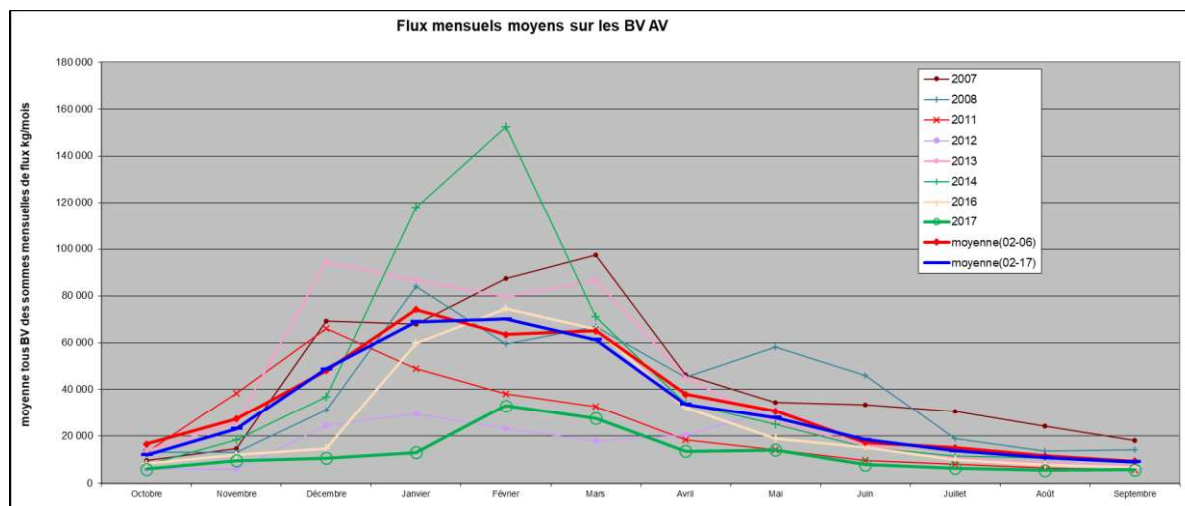
- Les **quantités présentes en fin 2016 sont supérieures aux années antérieures** (depuis octobre 2009) et s'établissent au double de la moyenne de 2009-2015 et même à 30 % au-dessus du niveau moyen 2002-2015,
- La température de l'eau **est, pour l'hiver et le printemps supérieure à la normale** (0.2 °C au-dessus de la moyenne pour janvier-février, 0.5 en mars et 0.7 en avril : réseau SOMLIT à Astan – 60 m de fond),
- **L'hiver est le moins dispersif** de la chronique suivie : indicateur « jour de houle de + de 2.5 m » très nettement inférieur à la moyenne sur novembre à mars (47 jours contre 63 jours sur 2003-2015) et le nombre de **jours est surtout très bas pour les tranches de houle les plus élevées** (9 jours de + de 3.5 m contre 27 en moyenne soit 3 fois moins).

Le démarrage de la **prolifération 2017 était donc attendu très précoce**. C'est ce qui a pu être mesuré sur les deux premiers inventaires de 2017 avec **une somme des surfaces couvertes en avril + mai la plus élevée**

A noter, à l'opposé que le démarrage de la prolifération 2018, est, suivant les mêmes critères, prévu particulièrement tardif (niveau des stocks en fin 2017 plus faible que fin 2016, hiver dispersif, température de l'eau basses et peu d'heures d'ensoleillement ; cf. rapport Cimav P1 2017).

### Les flux de nutriments :

Jusqu'en 2009, seuls les sites du précédent programme de lutte « Prolittoral » faisaient l'objet de suivi de leur qualité de l'eau et flux au littoral. En 2010, en plus de ces bassins versants a été ajoutée la compilation des données des 3 cours d'eau (Gouet, Urne et Gouessant) se jetant en fond de baie de Saint Briec, avec les mêmes méthodes (calcul des débits journaliers, interpolation des concentrations journalières puis calcul des flux journaliers). En 2011, ont été ajoutés l'Horn et le Guillec. De plus, les débits du Frémur ont été recalculés (d'après les débits nouvellement acquis à la station limnigraphique de la DREAL, opérationnelle depuis mars 2010 ce qui permet d'avoir une chronique de près de 2 ans pour établir la corrélation aux valeurs du Frémur de Pleslin Trigavou). En mars 2015, les débits de l'Ic ont été recalculés en exploitant les mesures de la nouvelle station limnigraphique de l'Ic (validée par la DREAL) et les corrélations entre ces débits et les débits du Leff Quemper Guézennec (pour les mois antérieure à novembre 2013). Pour la baie de Douarnenez, depuis novembre 2013 sont disponibles de nouvelles valeurs de débit issues des stations de jaugeage installées sur le Kerharo et le Ris. En 2016, ces valeurs locales mesurées ont été intégrées pour décrire les flux arrivant en baie et les années 2014-2016 pour lesquelles nous disposons d'acquisitions locales ont permis de revenir sur les évaluations des années antérieures (extrapolation à partir du Steir à Guengat).





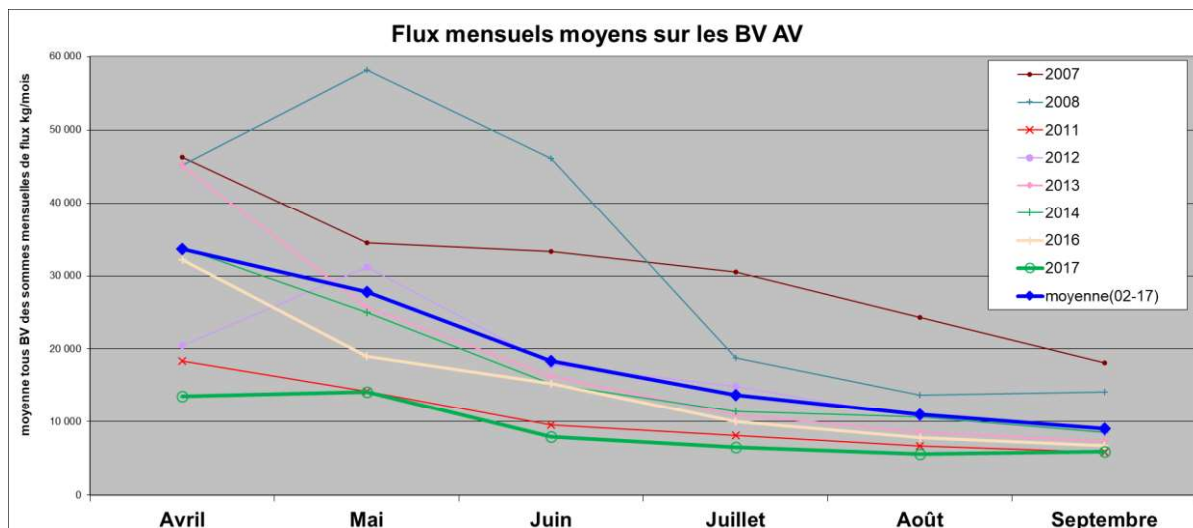


Figure 21 (a) et (b) : Flux moyens mensuels à l'exutoire des bassins versants concernés par les proliférations (moyenne des flux mensuels des 7 cours d'eau alimentant les sites du programme « Prolittoral 2002-2006 » + flux des trois cours d'eau du fond de baie de Saint Briec : Gouessant Urne Gouet + flux de l'Horn + Guillec). Seule une sélection d'années récentes et caractéristiques sont retenues sur les figures ainsi que les moyennes pluriannuelles 2002-2016 et 2002-2006 (série d'années plutôt sèches). La première figure présente les flux sur l'ensemble de l'année, particulièrement bas en hiver 2016-2017 (-50 à -80 % sur octobre à mars). La deuxième figure présente les flux sur la période la plus sensible : les niveaux de flux de 2017 sont sensiblement inférieurs au flux moyen pluriannuel et à toutes les années antérieures y compris à l'année 2011, référence de flux bas.

\* pour les années 2002 et 2003, les flux ont été calculés sans intégrer les données du Quillimadec (débits manquants).

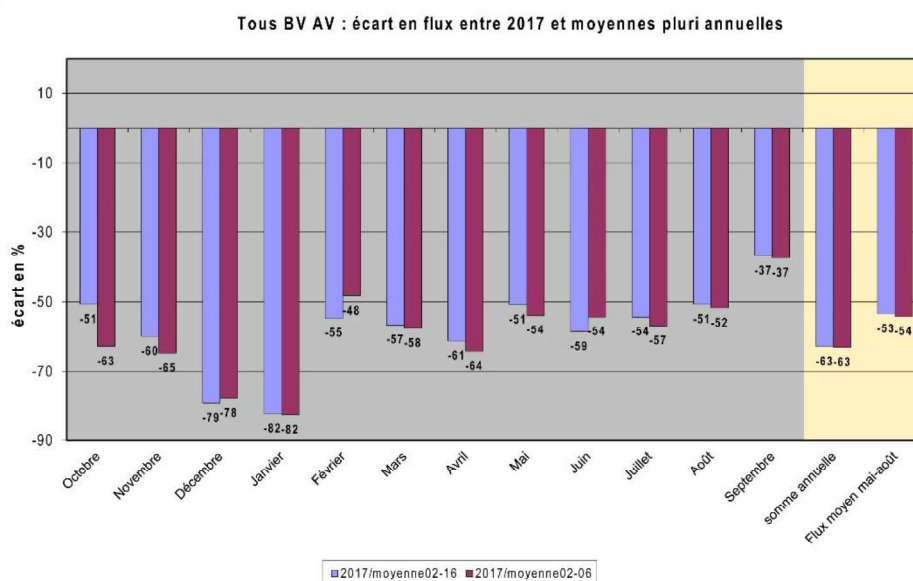


Figure 22 : Ecart de flux mensuel, annuel et saisonnier aux exutoires des BV AV par rapport aux années antérieures (moyenne des sommes mensuelles pour tous les BV). Sur l'ensemble de la période annuelle le flux est de 60 % inférieur à la moyenne des années antérieures (janvier le plus fortement déficitaires, avec 80 % de défaut de flux) ; sur la période sensible « mai-août » le flux est de 55 % inférieur au flux moyen (tous les mois sont à plus de 37 % de moins que la moyenne). Ces valeurs régionales sont cependant assez variables selon les territoires (cf. rapport CIMAV P1)

\* pour les années 2002 et 2003, les flux ont été calculés sans intégrer les données du Quillimadec (débits manquants).

Les caractéristiques pluviométriques et d'éclairements fournis par Météo France (cf. rapport CIMAV P1) permettent de décrire un hiver 2017 est particulièrement peu pluvieux (décembre 2016 : -80 % puis janvier -35 à -70 % de pluie) devenant en février proche de la normale et légèrement déficitaire en mars. Le printemps est plus contrasté avec un mois d'avril, très sec (autour de 20 mn de pluie soit près de 80 % de pluie en moins que la normale sur l'ouest Bretagne) suivi du mois de mai qui reste sec sur l'ouest (léger déficit) mais plus arrosé sur le nord et l'est (jusqu'à 80 % de pluie en plus sur Saint-Brieuc avec près de 120 mn en lien surtout avec trois épisodes orageux intenses en début, mi et fin mai). L'été est proche de

la moyenne en juin (léger déficit) très peu arrosé sur le sud-ouest (Quimper – 40 % de pluie) et en léger excédent sur les autres stations, phénomène qui s'accroît en août (déficit sur Quimper de – 60 % quand les autres stations montrent des excédents de 25 à 50 %). En septembre, toutes les stations analysées présentent des excédents (+ 30 à + 60 %). Logiquement, l'ensoleillement présente des caractéristiques inverses avec des forts excédents en janvier et avril et des déficits plus ou moins marqués en juillet août et surtout septembre.

Les flux annuels et saisonniers sont très liés aux débits eux-mêmes directement influencés par la pluviosité annuelle et le contexte géologique local. A noter que ces caractéristiques régionales en flux sont assez fortement influencées par les plus grands bassins versants (baie de Saint Brieuc notamment mais aussi « Horn/Guillec » surtout pour le flux estival) dont le poids en flux est important. **Les flux d'azote inorganiques dissous ayant fortement diminué ces dernières années sur cette baie** (baisse sensible des concentrations de nitrates et traitement de l'azote sur la step de St Brieuc depuis 2006), cela implique une baisse importante du **flux des dernières années qui se perçoit au niveau régional**. Cependant, la pluviosité et la **réaction des bassins versant en fonction de leur géologie étant fortement hétérogène**, les niveaux de **flux sur la période sensible aux marées vertes sont assez différents par secteur côtier**. On peut mettre en avant **la particularité de la Fresnaye** dont les flux en mai sont autour des moyennes pluriannuelles (remontées de flux également sur la baie de Saint Brieuc avec trois épisodes de crues en début, mi et fin mai probablement profitables pour les ulves), le cas **du Yar avec des débits sur septembre** qui remontent au niveau des moyennes pluriannuelles et la **baie de Douarnenez** (en particulier le nord de la baie dont les étiages sont plus prononcés) qui présentent **des flux sur la période estivale très en dessous** des moyennes pluriannuelles (jusqu'à -80 ou -90 % sur le Laptic ou Kerharo en juillet). Outre le débit des cours d'eau qui conditionne en bonne partie les flux à court terme, on peut noter que la **diminution des concentrations** (cf. rapport P1) joue également, à la baisse, sur le flux pour les dernières années (les concentrations ont été divisées par deux sur certains cours d'eau en une quinzaine d'années). Le cas particulier de la baie de Saint Brieuc **dont les flux domestiques** étaient importants notamment en période sensible de marée vertes, doit être rappelé : la STEP depuis 2006 rejette beaucoup moins d'azote (NH4) ce qui implique des apports d'azote inorganique dissous très inférieurs les années sèches aux années antérieures à 2006 (environ 550 kg N/jour en moins sur la moyenne 2000-2004 sur mai-septembre et 700 kg/jour sur l'année).

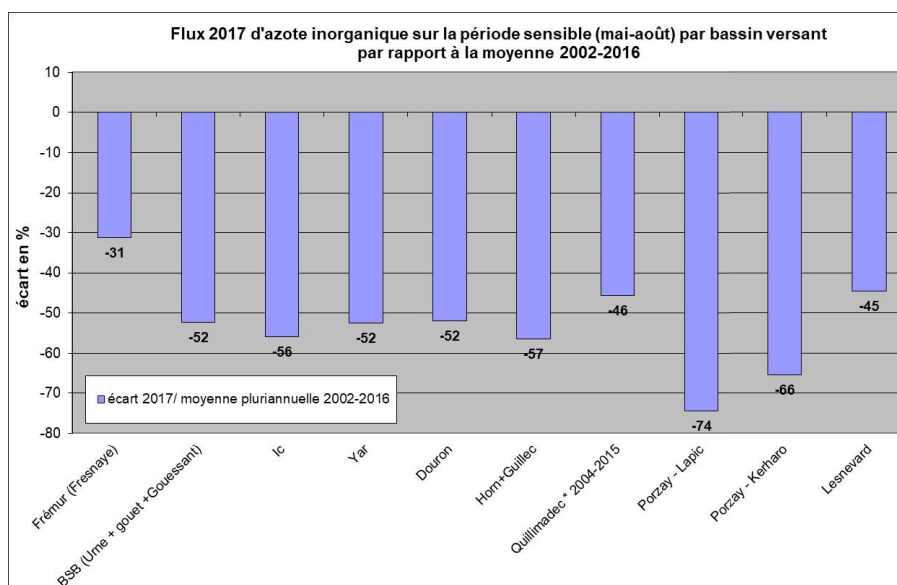
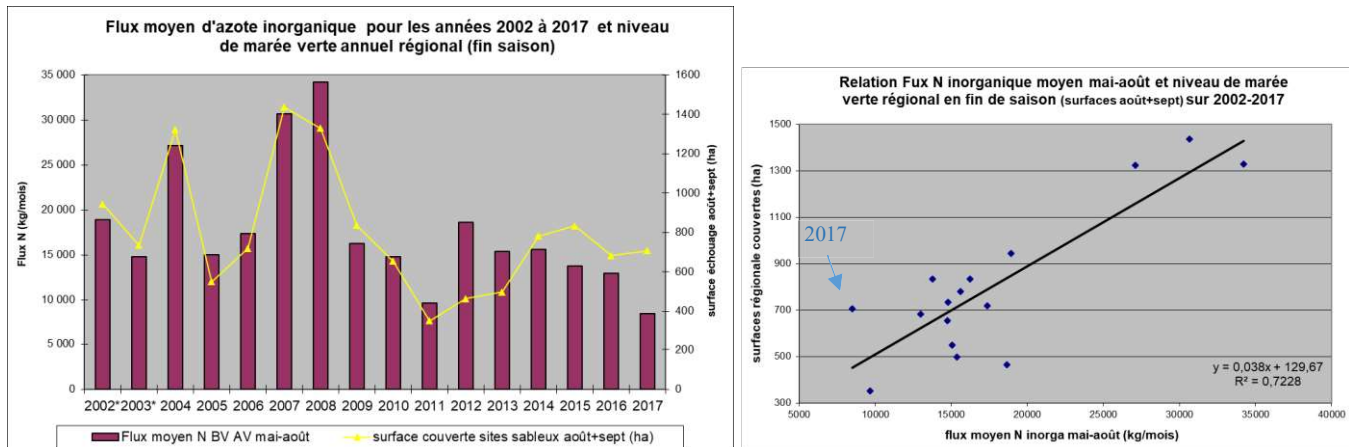


Figure 23 : écarts par BV entre flux d'azote inorganique dissous sur mai-août 2017 et le flux pluriannuel 2002-2016. La pluviosité différente et le contexte géologique local explique en majeure partie des différences de comportement (+ impact du traitement de l'azote inorganique sur la Step de Saint Brieuc depuis 2006).



**Figure 24 (a) et (b) : Flux d'azote sur la période sensible (moyenne des flux de mai à août sur les BV AV) et niveau de marée verte atteint en fin de saison (surface en août+septembre sur les plages bretonnes). Les surfaces couvertes par des algues brunes (ou rouges) filamenteuses notamment en 2011, 2012, 2013, 2015 et 2017 en baie de Saint Brieuc, en 2016 et 2017 sur la baie de Douarnenez et depuis 2006 sur l'est du département des Côtes d'Armor) ne sont pas comptabilisées ici.**

\* pour les années 2002 et 2003, les flux ont été calculés sans intégrer les données du Quillimadec (débits manquants).

**La carte 12** présente, sur les sites de type « plage » faisant l'objet d'un suivi mensuel, le cumul annuel (7 inventaires) par site pour chacune des années de suivi depuis 2002 ce qui permet de comparer rapidement la prolifération 2017 pour chaque site aux années antérieures. La carte 11 permet de comparer l'année 2017 à la moyenne pluriannuelle 2002-2016. Sur ces cartes apparaissent nettement des **réactions différentes de certains sites** :

- la plupart des sites ont montré une prolifération supérieure à très supérieure à la moyenne pluriannuelle : cas de la baie de Saint Brieuc, de « Saint Michel en Grève », de l'anse du Dossen (« Horn/Guillec ») de la baie de la Forêt, de « Bréhec », « Trestel », « Larmor-Plage » et de la plupart des sites de la baie de Douarnenez.
- quelques sites se trouvent proches du niveau moyen pluriannuel : « Guissény », « Keremma », « Pors Guen » « Lieue de Grève ».
- et de rares sites présentent des surfaces nettement en dessous du niveau moyen : cas des sites de l'Est des Côtes d'Armor (pas de prolifération d'ulves sur « Lancieux », peu sur « Arguenon » et prolifération d'ulvaria concentrée sur le début de saison et relativement limitée sur la baie de la « Fresnaye »).

Pour expliquer les différences de réaction des différents secteurs côtiers, il convient d'analyser les flux qui arrivent sur la période sensible (cf. rapport P1 pour le détail par mois des flux des différents cours d'eau) de ces secteurs mais également les caractéristiques intrinsèques de ces baies : plus ou moins bonne conservation des algues en hiver et plus ou moins forte saturation par les flux (liée à l'importance des flux mais aussi au confinement plus ou moins important des baies). Ainsi, les secteurs très fortement saturés par l'azote (ex. Horn/Guillec, cf. analyse des quotas azotés) ne sont pas affectés par une diminution légère des flux une année, voire même verront une prolifération plus importante du fait de conditions climatiques plus favorables quand de telles années de flux plus bas se produisent (moins de précipitation allant a priori de pair avec un temps plus calme donc moins dispersif et plus ensoleillé, conditions favorables à la croissance des algues).

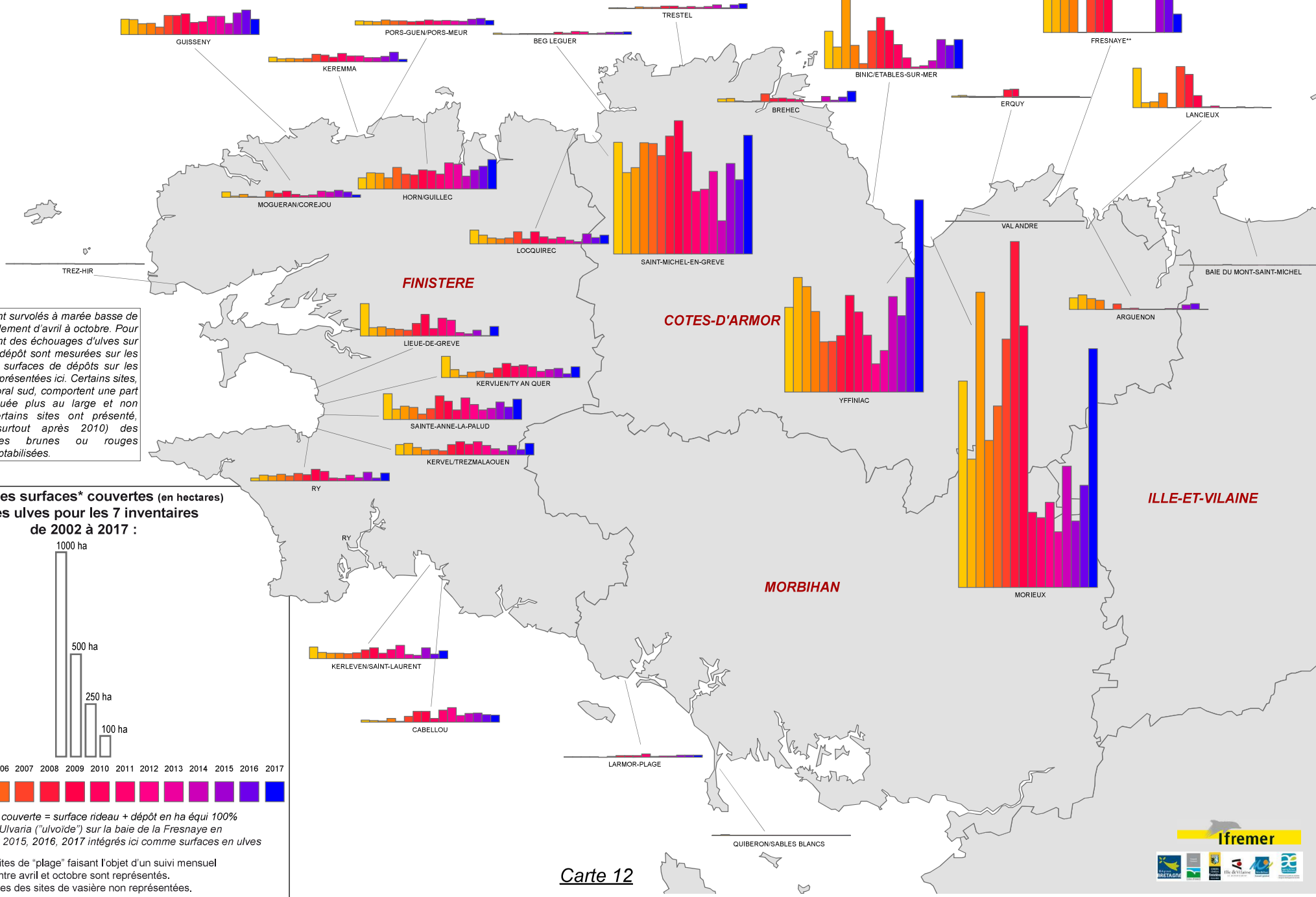
Le cas de la prolifération 2014 très exceptionnelle (pas ou peu d'ulves sur une partie de la saison suite à un hiver particulièrement dispersif) avait permis de mettre en évidence, encore plus fortement, le caractère pluri annuel des proliférations d'ulves. Sauf « accident climatique » comme en 2014, les quantités d'ulves

sont encore très massives en mars ou avril ce qui induit une prolifération très rapide au printemps quand les conditions de température et d'éclairement deviennent bonnes dans un contexte nutritionnel très favorables (les flux de nitrates apportés par les rivières sont encore soutenus au début du printemps du fait des débits demeurant élevés). Ensuite, les concentrations relativement élevés des cours d'eau entretiennent les biomasses d'ulves, malgré des débits qui diminuent. Ces biomasses importantes qui parviennent à passer l'été, retrouvent souvent à l'automne des conditions favorables ce qui génère un stockage important en début d'hiver dont une partie se reconduit sur le printemps suivant.

En 2017, la très forte reconduction des ulves présentes en fin 2016 (pour mémoire, en avril 2017 la surface mesurée était au niveau du maximum annuel moyen 2002-2016) a impliqué une prolifération très soutenue sur la plupart des sites en juin. Ces biomasses importantes ont ensuite, suivant les secteurs, plus ou moins rapidement décru mais il est clair que le contrôle par les nutriments est plus délicat dans les cas tels que 2017 où les biomasses en début d'été sont considérable (besoin de peu de nutriment pour « maintenir » cette biomasse ou empêcher son effondrement trop rapide). Cela explique aussi le fait que les sites habituellement précoces (car reconduisant une partie de leur biomasse) ont été particulièrement précoces en 2017.

Les fiches de **l'annexe 6** permettent pour chaque site de visualiser en quelques photos les caractéristiques de l'année et par les histogrammes des surfaces couvertes par saison et sur l'année de distinguer la part qui revient au démarrage de la saison (précocité) de ce qui est lié à la croissance estivale. Les histogrammes par mois pour chaque site (non présenté ici) permettent de mieux décortiquer par site les évolutions des couvertures.

# Surfaces d'échouages d'ulves sur les principaux sites entre 2002 et 2017 (cumul annuel)



### 3.2.4 Conclusions

Au niveau régional, les suivis surfaciques des sites de plage ont montré pour 2017 :

- un **démarrage annuel exceptionnellement précoce. Les surfaces mesurées en avril sont au niveau moyen interannuel de juin**, mois du maximum surfacique annuel sur la série 2002-2016. En lien avec cette précocité, les surfaces en mai augmentent encore et sont de près de 3 fois plus élevées qu'en moyenne pluriannuelle.
- Après ce démarrage particulièrement précoce, les **surfaces en juin stagnent à un niveau élevé** (46 % de plus qu'en moyenne pluriannuelle) puis **diminuent fortement à partir de juillet** et deviennent dès cette date inférieures à la moyenne pluriannuelle.
- Le niveau en **août + septembre est de 13 % inférieur** à la moyenne pluriannuelle 2002-2016.
- **Le cumul annuel sur les 7 inventaires augmente sensiblement par rapport à 2016** et est de 42 % supérieur au niveau moyen pluriannuel 2002-2016.
- La situation régionale résulte de **situations locales différentes** : prolifération relativement limitée d'algues vertes (ulvaria) en mélange sur la **baie de la « Fresnaye »**, à un niveau inférieur à 2015 et 2016, après 5 années (2010-2014) comportant uniquement des algues brunes filamenteuses et quasi absence d'ulves sur les deux autres baies de l'est des Côtes d'Armor, **une prolifération très précoce et intense en baie de Saint Briec** engendrant des putréfactions importantes jusqu'en juillet, des surfaces cumulées **plus proches des moyennes voire inférieures sur le nord-ouest du Finistère** (Guissény, Keremma, Mogueran). La situation a encore été très exceptionnelle en **baie de Douarnenez** avec des couvertures par les ulves importantes en début de saison (prolifération précoce) puis en très forte **régression en juillet laissant apparaître des échouages relativement massifs d'algues brunes** et vertes filamenteuses (Ectocarpales et Cladophora) puis en octobre des couvertures **denses par des algues rouges filamenteuses** (Falkenbergia, ce qui n'avait jamais été observé sur cette baie).
- Cette **année très exceptionnelle** permet de bien mettre en évidence le rôle joué par la reconduction des stocks de l'année précédente. Cette reconduction est particulièrement importante sur certains des sites régionaux (meilleure conservation, tous les ans, des algues d'une année sur la suivante). Il est impératif de la prendre en compte pour comprendre les réactions des différents sites aux années climatiques, le contrôle par les flux étant plus difficile, au moins en début de saison (débits donc flux encore saturant), en cas de fort report des stocks.
- **Pour les secteurs de vasières**, les mesures réalisées ne concernent qu'un « échantillon » de 10 masses d'eau (ME). Sur ces ME les mesures portent sur le niveau maximal annuel. Les mesures réalisées en 2017 sont légèrement inférieures à la mesure de 2016 (- 3%) mais légèrement supérieures à **la moyenne pluriannuelle** (+ 5 % par rapport à 2008-2016 ; cf. rapport RCS LB 2017). Les évaluations des vasières étant sur le niveau maximum annuel, elles semblent donc moins sensibles aux évolutions interannuelles que les évaluations mensuelles des sites sableux.

### 3.3 Suivi d'indices d'eutrophisation

#### 3.3.1 Résultats de suivi des quotas azotés dans les différents sites

Les profils saisonniers d'évolution des quotas azotés et phosphorés des ulves, tels qu'obtenus pour les 22 stations échantillonnées pour l'azote et le phosphore, constituent par eux-mêmes les valeurs d'indicateur recherchées pour le suivi. Ces profils sont présentés dans les graphiques des figures 1 à 22.

#### 3.3.2 Eléments d'interprétation des profils saisonniers

Pour l'ensemble des sites, on observe un profil type de variation saisonnière des quotas en azote. Ces quotas sont d'abord, d'une manière générale, toujours élevés en tout début de saison de prolifération (plus de 4 % de la Matière Sèche -M.S.- jusqu'aux premiers jours de mai) : cette situation est normale, résultant (1) d'une disponibilité naturellement élevée des sels nutritifs à la sortie de l'hiver en tout point du littoral, (2) d'une demande de la croissance algale encore limitée par la température et la lumière. Les quotas azotés vont ensuite chuter de manière plus ou moins nette et régulière pour atteindre un minimum annuel plus ou moins précoce (de juin à août) et plus ou moins accusé selon le site (entre 3% et 1% de la M.S) : cette diminution généralisée des quotas internes est normale et attendue en période estivale car elle correspond à l'augmentation naturelle des besoins de la croissance des algues (photopériode, température) dans un contexte de raréfaction de la ressource nutritive en mer (consommation par le bloom phytoplanctonique côtier et baisse saisonnière du flux d'azote pénétrant dans les baies). A partir de la fin août, les quotas azotés augmentent rapidement pour atteindre, dès la fin septembre, des valeurs hivernales de plus de 4 % de la matière sèche, en relation essentiellement avec la diminution normale des besoins en sels nutritifs des algues (baisse progressive de la croissance en relation avec celles de la lumière et de la température) ainsi qu'avec le début de reminéralisation en mer de la production phytoplanctonique de l'été puis, plus tard en saison, la reprise des écoulements des cours d'eau.

Ce qui variera d'un site à l'autre, c'est la précocité, l'amplitude et la durée de la baisse estivale des quotas azotés des ulves. En milieu non eutrophisé, ce minimum estival est normalement précoce (début mai) et accusé (proche du quota de subsistance), témoignant de la limitation naturelle sévère par les flux d'azote qui s'applique normalement à la croissance des algues. L'eutrophisation d'un site est liée à un retard et à un affaiblissement de cet effet limitant naturel (par la persistance de flux qui permettent aux algues de poursuivre leur phase de croissance dans des conditions saisonnières de lumière et de température de plus en plus favorables). La nature géologique du sous-sol et le type d'occupation des sols du bassin versant peuvent jouer un rôle aggravant dans les modalités saisonnières de restitution des pluviosités hivernales et de transfert de l'azote vers le site à marées vertes.

Le degré d'eutrophisation d'un site (ainsi matérialisé par un profil saisonnier de quotas azotés de ses ulves) pourra donc être caractérisé par l'importance de ces retards saisonniers et affaiblissements estivaux de l'effet limitant naturel de l'azote sur la croissance des algues (évolution des quotas de  $Q_0$  vers  $Q_1N$ , puis au-delà...). L'état de saturation (et sursaturation) progressive de cette croissance par le flux d'azote sera par ailleurs un élément important de la résistance potentielle d'un site aux mesures préventives.

Les niveaux et tendances saisonnières globales des quotas azotés sont guidés, pour chaque site, par l'évolution, elle aussi saisonnière, des flux d'azote à l'estuaire. Mais il est aussi possible d'observer parfois, dans un site ou dans un autre, des pics dans la composition azotée des ulves prélevées, impossibles à mettre en relation directe avec une baisse momentanée de lumière (contrôlant la croissance et l'utilisation de l'azote interne), comme avec une augmentation ponctuelle de flux d'azote. Comme les années précédentes, il est possible de considérer deux hypothèses principales pour expliquer ces pics de quotas azotés : (1) celle d'une alimentation momentanée en azote de la marée verte par d'autres sources que les rivières débouchant dans la baie (en particulier relargage de nutriments azotés par le sédiment) ; (2) celle, beaucoup plus probable, d'invasion de la plage par des ulves à contenu interne plus élevé car venant de stocks infra littoraux à croissance plus lente sous faible luminosité. Des différences de densité dans le rideau même (source d'auto-ombrage) pourraient aussi participer à ces irrégularités de composition, en

particulier à St Michel en Grève où il a été montré sur plusieurs années qu'un pic d'azote interrompait souvent vers juin la descente saisonnière des quotas, en relation avec l'existence d'un rideau particulièrement épais.

En définitive, l'indicateur nutritionnel de croissance des algues (par leur composition chimique), proposé comme base de suivi pour l'évolution pluriannuelle de l'eutrophisation, doit avoir une signification plus large, intégrant deux aspects du niveau d'eutrophisation du site qui évoluent dans le même sens :

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

Un troisième facteur contrôlant la lumière pourrait être intervenu sur le long terme : la turbidité des eaux côtières, mais nous n'avons actuellement pas de suivi de ce paramètre.

Quoiqu'il en soit, ces « algues d'ombre » à quotas azotés élevés sont en position de consommer rapidement ces quotas internes en croissance si elles accèdent au cours de la saison à de meilleures conditions de lumière (remontée des algues, dispersion du rideau, diminution de turbidité). Ainsi, ce sont des évolutions à court terme de ces conditions de lumière pour la croissance des algues qui sont probablement à l'origine principale des irrégularités enregistrées dans l'ensemble des profils saisonniers de quotas azotés des sites suivis.

Les évolutions de quotas phosphorés obéissent en partie aux règles environnementales générales qui gouvernent les profils de quotas azotés, expliquant notamment un passage plus ou moins marqué par un minimum de teneur interne en saison de croissance. Les deux paramètres QN et QP pourront aussi présenter des oscillations parallèles au gré de variations court terme de la disponibilité de lumière pour la croissance des algues : les quotas phosphorés vont comme les quotas azotés intégrer les variations récentes de luminosité extérieure, les facteurs profondeur et densité de la biomasse.... Les différences de comportement saisonnier de QN et QP seront plutôt à mettre en relation avec la nature des sources pour les deux éléments. Le phosphore utilisé par les ulves en période potentielle de limitation est, en effet, largement d'origine sédimentaire et la progression des températures estivales va d'une manière générale favoriser son flux de relargage. Il peut en résulter des remontées très fortes de quotas phosphorés des ulves en fin de saison estivale, et des minima précoces, au mois de mai, en situation de flux terrigènes déclinant fortement et de températures encore proches des températures hivernales. D'autre part, les quotas phosphorés, plus que les quotas azotés, pourront être sensibles aux épisodes pluviométriques intenses, lesquels sont capables d'entraîner vers la mer des quantités de phosphore biodisponible lié au particulaire, et d'engendrer des pics de phosphore dans les tissus des ulves.



### 3.3.3 Résultats :

Les profils saisonniers de composition interne des ulves prélevées dans les différents sites sont présentés Figures 25 à 46 pour l'azote et le phosphore.

#### *Caractéristiques de l'année 2017 :*

**L'année 2017 a été, au niveau régional, une année de flux particulièrement bas. Le flux moyen sur la période mai-août** (période « sensible » de référence) à l'exutoire des cours d'eau suivis est **le plus bas de la période 2002-2017**, encore plus bas que 2011 la plus faible année de flux répertorié (- 11 % sur mai-août 2017 par rapport à 2011). On peut noter, en outre, que le flux sur la période sensible est bas **sur tous les mois de cette période** (entre -59 % en juin et - 37 % en septembre). Cela est d'ailleurs également le cas sur les mois précédents (autour de - 60 % en mars et avril) et même sur l'ensemble de l'année hydrologique (- 63 % sur l'année hydrologique octobre 2016-septembre 2017 par rapport à 2002-2016). **L'annexe 8** présente le flux régional, par mois et sur la période sensible ainsi que le détail par site. On peut y noter que, **tous les cours d'eau présentent la même tendance avec toutefois des différences marquées sur le flux total mai-août**. On peut constater des flux très inférieurs aux moyennes pluriannuelles sur le Nord de la baie de Douarnenez (- 66 et - 75 %) alors qu'ils sont plus proches de la moyenne sur la Fresnaye (- 30 %). **La distribution de ces flux au cours de la saison est elle aussi variables selon les bassins versants** comme le présente l'annexe 8 en lien pluviométriques et contextes pédogéologiques différents (soutiens d'étiage plus ou moins prononcés). On peut y distinguer la particularité de la Fresnaye dont les flux en mai sont autour des moyennes pluriannuelles (remontées également sur la baie de Saint Briec), le cas du Yar avec des débits sur septembre qui remontent au niveau des moyennes pluriannuelles et la baie de Douarnenez (en particulier le nord de la baie dont les étiages sont plus prononcés) qui présentent des flux sur la période estivale très en dessous des moyennes pluriannuelles (jusqu'à -80 ou - 90 % sur le Laptic ou Kerharo en juillet).

**La situation détaillée par cours d'eau est présentée en annexe 8.** Les éléments suivants peuvent en être tirés.

**En baie de la Fresnaye**, les flux d'avril 2017 sont bas, remontent très sensiblement en mai (doublement amenant le flux de mai au-dessus de la moyenne 2002-2006) du fait de pluies abondantes (75 % de plus que la normale sur la station de Dinard). A partir de juin les flux diminuent (niveau de juin proche de la moyenne 2002-2006) pour s'établir en juillet et août à près de 60 % de moins qu'en moyenne pluriannuelle. La forte remontée sur septembre (+ 50 % par rapport à août) conduit à un niveau entre - 20 et - 30 % des moyennes pluriannuelles.

Pour les cours d'eau de la **baie de Saint-Briec**, l'évolution est assez proche de celle décrite sur la baie de la Fresnaye mais avec des **défauts de flux supérieurs** (autour de - 50 % pour mai et septembre par rapport aux moyennes). L'analyse des flux journaliers de mai montre, malgré un niveau mensuel bas trois épisodes de reprises de flux importants en début mai, mi-mai et fin mai. Ces épisodes de reprises de flux sur 3 ou 4 jours consécutifs, dans un contexte de flux moyen bas sur le mois est probablement profitables aux ulves qui ont la capacité d'absorber rapidement l'azote et de le stocker. On peut ajouter que le niveau de flux particulièrement bas sur la baie est probablement lié à la gestion du barrage de Saint Barthélémy (peu de soutien d'étiage au printemps 2017 du fait de conditions de sécheresse) et au fait que depuis 2006 la Step de Saint Briec ne génère plus de flux d'azote importants contrairement aux années antérieures (ce qui joue sur la moyenne 2002-2006 et 2002-2016). **L'ic** présent un profil très proche avec des défauts de flux chaque mois de 50 % à 75 % par rapport aux moyennes pluriannuelles (le mois de mai avec « seulement » 50 % de moins que la moyenne est celui présentant le flux le moins abattu).

En **baie de Saint-Michel-en-Grève**, les flux du Yar ont été sur avril à août fortement inférieurs aux moyennes pluriannuelles (de - 50 % à - 65 % sur la moyenne 93-2016). Les flux diminuent faiblement sur juillet et août (notamment du fait de reprises de débits très importantes en fin juin/début juillet puis mi-août) et remontent fortement sur septembre (+ 40 % par rapport à août) pour s'établir au-dessus de la moyenne 2002-2006 (+ 20 %) tout en restant inférieur à la moyenne 93-2016.

**L'anse de Locquirec**, alimentée par le Douron, présente un profil proche du Yar, avec des défauts de flux sur avril-août autour de 60 %. Les flux y remontent également en septembre mais restent inférieures aux moyennes (- 40 % par rapport à 1993-2016 et - 25 % par rapport à 2002-2006).

**L'Horn et le Guillec** présentent sur toute la saison 2017 des niveaux de flux fortement inférieurs à la moyenne. Les mois d'avril à juin présentent des défauts de flux de plus de 60 % (par rapport à 93-2016) et les mois suivants voient des écarts un peu moins importants (de -60 % en juillet à - 40 % en septembre).

**En baie de Guissény**, les flux du Quillimadec présentent une évolution proche de l'Horn/Guillec avec toutefois un défaut de flux moins marqué (entre - 37 et - 47 % de moins qu'en moyenne 1993-2016). On note une très légère remontée des flux en août par rapport à juillet (+ 5%).

**En baie de Douarnenez**, l'analyse des 4 cours d'eau du fond de baie (Kerharo + Lopic + Ris + Stalas) indique des flux tous les mois inférieurs aux normales (entre -40% en avril de flux par rapport à 2000-2016 et - 70 % en juillet). Sur les cours d'eau du Nord de la baie (Lopic et Kerharo, cours d'eau présentant des soutiens d'étiages beaucoup plus bas que ceux du sud de la baie) les défauts de flux sont nettement plus importants (- 60 à - 90 % sur le Lopic et - 50 à - 80 % pour le Kerharo). Ces niveaux sont assez proches de ceux mesurés en 2011.

**En baie de Concarneau**, les flux du Lesnevard, ont tous les mois été inférieurs à la moyenne pluriannuelle 1999-2016 (de -35 % à - 55 %).

Concernant les **conditions climatiques**, le rayonnement global enregistré à Saint Cast (indicateur du niveau « moyen régional ») est très proche des valeurs moyennes sur l'année (1200 J/cm<sup>2</sup> contre 1185 sur 2002-2016) comme sur avril-septembre (1878 contre 1838 sur 2002-2016). Plus en détail, on note sur avril un excédent de rayonnement important (1960 contre 1660 J/cm<sup>2</sup> soit + 20%), mai (+ 5%) et sur juin (+ 12 %) et des niveaux inférieurs sur les autres mois (septembre -19 % quand juillet et août sont plus proches des normales avec - 6 et -2 %).

Pour ce qui est de la force du vent, la saison sur avril –septembre est proche des niveaux moyens avec cependant des vents moyens (moyenne mensuelle des vents maximum journaliers) inférieurs en avril (- 13 %) et nettement supérieurs en septembre (+16 %).

### *Analyse de l'évolution des quotas :*

Depuis 2008 s'est ajouté au suivi des quotas azotés, le suivi des quotas phosphorés permettant d'avoir une vue complète de l'évolution saisonnière de l'environnement nutritionnel des ulves sur chacun des sites bretons suivis. En 2012 a également été initié le suivi des quotas azotés et phosphorés pour *Pylaiella littoralis* présent en baie de la Fresnaye depuis 2006 et qui est, depuis 2011, récurrent en baie de Saint-Brieuc avec une présence plus ou moins importante selon les années.

#### ➤ Sites de vasières

D'après les mesures des années précédentes, les algues se développant sur les sites de vasières sont généralement limitées par le phosphore en début de saison. Pour rappel, le relargage du phosphore provenant du sédiment augmenterait avec l'élévation de la température. En début de saison, la température n'étant pas optimale, les apports phosphorés sédimentaires ne parviendraient pas à satisfaire les besoins nutritionnels des ulves. Une limitation par l'azote peut ensuite intervenir durant la saison estivale selon les sites. Outre la disponibilité des nutriments, la turbidité est un des facteurs pouvant limiter la croissance

des algues, notamment sur les sites de vasière. La présence d'autres algues telles que les algues vertes filamenteuses (très présentes en vasières) peut également induire une compétition pour les nutriments et gêner la croissance des ulves.

Concernant **l'estuaire de la Rance – Saint-Jouan** (Figure 25), la présence marginale des ulves en 2017 sur ce site (et sur la Rance en général) n'a pas permis de mesurer cet indice sur la saison. Un seul prélèvement a été réalisé et a fait l'objet d'analyse, le 13 juin. Pour les autres dates, les ulves étaient absentes ou en trop faible quantité pour faire un prélèvement (cependant, tapis d'algues vertes filamenteuses présents). Sur l'unique prélèvement réalisé, les teneurs en azote sont nettement limitantes et les teneurs en phosphore sont basses mais légèrement supérieures aux seuils de limitation. On peut donc en déduire que l'absence d'ulves est très probablement lié à un niveau d'azote trop faible pour leur développement sur le printemps 2017.

Sur le secteur de Keridaouen (Figure 36)  **dans l'Aber Wrac'h**, l'azote et le phosphore se trouvent en situation de co-limitation sur une partie importante de la saison. On note pour l'azote quelques épisodes de remontée des quotas azotés (fin juin, fin août) qui ne semblent a priori pas liés à des remontés de flux du cours d'eau (en se basant sur le suivi des flux du Quillimadec voisin).

Concernant les algues de la **vasière du Quélisoy** (Figure 42), en rade de Lorient, les teneurs en phosphore sont basses en début de saison (mais au-dessus des quotas de limitation) puis augmentent nettement en fin mai. Les teneurs en azote sont également élevées (> 3 % d'avril à fin juillet) puis diminuent ponctuellement en début août sous les valeurs de limitation avant de s'élever à nouveau en septembre. Cette limitation ponctuelle correspond à une période durant laquelle les algues étaient en mauvais état physiologique (algues claires, avec nombreuses traces de broutage par les hydrobies).

Bien que les vasières d'**Arcal** et de **Séné** (Figure 43 et Figure 44) soient géographiquement proches, les évolutions des contenus internes en azote et en phosphore sont différentes. Les algues du site d'Arcal ont montré une limitation franche en azote en fin juin – début juillet, puis des teneurs qui montent au-dessus des limitations à partir d'août (le site comportait très peu d'ulves en fin juillet ; il est possible d'envisager un arrivage d'algues de secteurs voisins expliquant cette remontée de quotas). Pour ce qui est des teneurs en phosphore, le site, après quelques semaines de fin mai à début juin à des niveaux relativement bas (et même ponctuellement sous le quota critique), présente des teneurs bien au-dessus des limitations sur le reste de la saison (entre 0.19 et 0.27 %).

Les algues prélevées sur la vasière de Séné n'ont à aucun moment de la saison été limitées par l'azote ou le phosphore. Ces deux éléments apparaissent comme saturant la croissance algale.

Il convient d'ajouter qu'en 2017 les tapis d'ulves étaient beaucoup plus présents sur Séné que sur Arcal, ce qui est concordant avec les niveaux de quotas mesurés dans les ulves.

### ➤ Sites de plage

Les résultats obtenus d'après les années précédentes montrent que les profils nutritionnels obtenus sont très variables en fonction des sites et que différents cas de figures peuvent se présenter en termes d'évolution de quotas en relation avec l'intensité de prolifération algale.

En **baie de la Fresnaye**, la saison 2017 a été marquée par une prolifération d'algues vertes (*Ulvaria obscura*) plutôt modérée (par rapport à 2016 ou 2015, par exemple) et en mélange avec des algues rouges (Polysiphonia) et brunes (Ectocarpales). Le maximum d'algues vertes mesuré se situe en juin, ces algues déclinant assez rapidement après cette date. Pour l'*Ulvaria*, les teneurs en azote (Figure 26) apparaissent

très rapidement limitantes (fin mai) alors que les teneurs en phosphore sont très supérieures aux seuils de limitation (pour rappel, les valeurs de quotas critique et de subsistance ont été établies pour l'Ulve et appliqués ici aux ulvales en général). Le contenu en azote semble donc clairement expliquer la diminution de la présence de cette algue à partir de la fin juin. Les flux, relativement importants en mai et devenant bas en juin et surtout juillet semblent donc directement en lien avec la diminution des algues vertes observée. En plus de l'ulvaria, d'autres algues brunes et rouges filamenteuses se sont développées sur la baie, développement généralement observé lorsque le degré d'eutrophisation du milieu est faible. Les teneurs en N des ectocarpales sont faibles comparées au niveau de P dans les tissus des algues (évolution parallèle mais à un niveau relatif inférieur) ; ces algues seraient donc probablement également limitées par l'azote plutôt que par le phosphore. Les quelques dates pour lesquelles du Polysiphonia a pu être prélevé montre des niveaux assez cohérents avec ceux mesurés dans les ulvaria et les ectocarpales avec cependant une richesse relative plus élevée en azote qu'en phosphore.

En **baie de Saint-Brieuc**, la prolifération algale de 2017 a été très intense et surtout très précoce. Les ulves ont nettement dominé les premiers mois d'inventaire pour se trouver en septembre et octobre en proportion presque égale avec les ectocarpales. L'analyse des contenus internes en azote et en phosphore des ulves (Figure 27) montre des niveaux peu élevés en azote et phosphore en avril et début mai (mais pas de réelle limitation de la croissance). A partir de la fin mai, l'azote devient nettement limitant et même proche du niveau de subsistance dès juin. Le quota de subsistance est atteint en début juillet pour l'azote alors que les teneurs en phosphore deviennent très importantes dès la mi-juin (proche de 0.2 % et même 0.25 en juillet). L'azote apparaît donc très clairement comme un facteur limitant la croissance des algues sur cette baie dès la fin mai. Cela est cohérent avec l'évolution à la baisse des surfaces mesurée (plafonnement en juin puis net recul en juillet). Les ectocarpales qui deviennent nettement présentes en septembre, ont pu être prélevées régulièrement dès juillet. Elles montrent des évolutions de leurs teneurs parallèles aux ulves. Les teneurs en phosphore y sont relativement plus élevées que celles en azote. Le fait que les teneurs en azote de ces algues soient plus élevées que les teneurs des ulves est probablement lié à des besoins de croissance inférieurs. Cela semble donc confirmer le fait que ces algues parviennent à exploiter des milieux plus pauvres en azote que les ulves.

Sur le site de **Binic**, la prolifération d'algues vertes a relativement soutenue en 2017, les surfaces les plus importantes ayant été mesurées en août. L'analyse des quotas azotés et phosphorés (Figure 28) montre une co-limitation prononcée de début mai à la mi-juin, les contenus internes en azote et en phosphore étant inférieurs aux quotas critiques sur toute cette période. En fin juin les quotas azotés et phosphorés repassent au-dessus des limitations, remonté qui n'est que ponctuelle pour l'azote qui ensuite reste sous le quota critique jusqu'en septembre alors que les niveaux de phosphore sont clairement au-dessus des limitations.

**L'anse de Bréhec** a connu en 2017 une prolifération **très précoce et massive** (niveau en avril et mai les plus élevés jamais relevés pour ces mois et niveau d'avril même plus important de toutes les mesures mensuelles depuis 2002). Sur avril et mai, les teneurs internes des ulves en N et P (Figure 29) sont légèrement supérieures aux limitations. A partir de juin les quotas azotés deviennent limitant conjointement aux teneurs en P. Mais à partir de juillet les teneurs en phosphore dans les ulves remontent et ne sont plus limitantes en août alors que les teneurs en azotes s'abaissent encore et sont nettement limitantes.

**L'anse de Trestel** a vu en 2017 la prolifération d'ulves la plus précoce et la plus intense sur la période d'avril à août. L'analyse des teneurs en azote et phosphore montre que ces deux nutriments ont été légèrement co-limitants en fin avril et début mai ainsi que plus ponctuellement en juin (Figure 30). A partir de début juillet, probablement du fait du relargage facilité avec les températures de l'eau qui montent, le

phosphore est abondant dans le tissu des ulves et nettement au-dessus des limitations. L'azote est également au-dessus du quota critique mais relativement plus bas que le phosphore. Ces niveaux relativement élevés peuvent aussi probablement s'expliquer en partie par la saturation des sites par les ulves (effet d'auto ombrage).

A **Saint-Michel-en-Grève**, la prolifération a été la plus précoce de la série débutée en 2002. Les surfaces d'avril à mai sont très élevées, diminuent en juin (identique à la moyenne pluriannuelle) pour devenir, à partir de juillet, nettement inférieures aux moyennes pluriannuelles. Les teneurs internes en nutriments des ulves (Figure 31) montrent des niveaux bas (mais légèrement supérieurs au quota critique) pour le phosphore et l'azote en avril et mai. A partir du début juin les teneurs en phosphore montent sensiblement (0.23 en fin juillet) alors que les quotas azotés sont ponctuellement inférieurs au quota critique. L'azote semble donc avoir bridé la croissance des ulves alors que le phosphore est en situation de saturation. Le prélèvement du 9 août présente une valeur en azote très élevée semblant aberrante. Cette valeur a fait l'objet d'un second dosage qui confirme ce niveau élevé (> 4 % de N sur la MS). Il se peut que les algues prélevées proviennent d'algues ayant séjourné en infralittoral et qui auraient de ce fait des quotas azotés élevés (algues collectées en dépôt sur l'estran et non en rideau, non formé le jour du prélèvement). Des prélèvements additionnels réalisés à la mi-juillet aux deux extrémités de la baie (en plus du point habituel dans l'axe du Yar), montrent, pour l'ouest de la baie (Beg Douar) des teneurs en azote nettement plus faibles, alors que les teneurs en phosphore sont plus élevées. Cela s'explique probablement par le fait que ce point est plus éloigné des exutoires des cours d'eau, mettant en évidence un gradient de teneurs azoté lié à la proximité des sources d'eau douce. Gradient que l'on ne retrouve pas pour le phosphore, probablement du fait de son origine sédimentaire ou marine (colonne d'eau). Le point Toul ar Vilin, à l'est de la baie ne propose pas le même schéma. Les teneurs azotées et phosphorées y sont élevées. Cela peut s'expliquer probablement par des sources d'eau douce qui sont plus confinées dans cet angle de la baie et des relargages sédimentaires probablement plus intenses (plus de particules fines qu'au centre de la baie). Le fait que les prélèvements sur l'ouest de la baie (qui peut concentrer une partie importante de la biomasse) présente des quotas azotés plus bas que le point de quota « historique » laisse entrevoir, pour cette baie un indicateur qui surévaluerait en partie les teneurs azotés du fait que le point de quotas est sous l'influence du panache du Yar et du Roscoat. La limitation par l'azote pourrait donc être plus importante que ne le laisse percevoir l'indicateur, ce qui expliquerait alors les diminutions importantes de surface d'échouage à partir de juillet. Des prélèvements en plusieurs points seraient souhaitables sur la baie pour confirmer ou infirmer cette hypothèse.

L'**Anse de Locquirec**, a également connu une prolifération particulièrement précoce et intense (la plus intense pour le début de saison). Les surfaces sont importantes pour ce site habituellement tardif, dès avril et jusqu'en juillet. Elles deviennent ensuite inférieures à très inférieures aux moyennes pluriannuelles. Les teneurs azotées et phosphorées (Figure 32) sont sur une bonne partie de la saison restées au-dessus des limitations pour les deux nutriments (niveau relatifs proches). En début de saison (ami) l'azote et le phosphore semble en situation de co-limitation. Cette situation se retrouve en fin août et début septembre, périodes moins significatives du fait de la faible présence des ulves.

L'**anse du Dossen** a elle aussi présenté une prolifération 2017 précoce et intense. Cependant, la prolifération, contrairement aux sites de Saint Michel ou Locquirec est restée intense jusqu'à l'automne. Les teneurs internes des ulves (Figure 33) n'ont montré aucune limitation franche de la croissance des ulves sur la saison, comme cela était déjà mesuré ces dernières années. On peut noter que les quotas phosphorés étaient bas en début de saison (avril, mai) ce qui est classiquement lié à des relargages de début de saison moins élevés. Les niveaux relatifs de l'azote semblent plus élevés que ceux en phosphore et sont en tout état de cause loin des limitations de la croissance (souvent au-dessus de 3.5 % d'azote dans la

matière sèche) des ulves. Ce qui correspond bien avec le constat d'une prolifération intense sur l'ensemble de la saison. Comme les années précédentes, ce site apparaît donc comme étant le plus saturé par les flux de nutriment des sites bretons.

Sur la **baie de Guissény** les échouages ont été proches de la situation moyenne pluriannuelle, avec toutefois des surfaces plus élevées sur le début de saison et plus particulièrement sur les inventaires de mai et juin. Pour ce qui est des teneurs internes en nutriments (Figure 34) les teneurs en phosphore restent sur une grande partie de la saison sous le quota critique avec quelques pics au-dessus de ce seuil. Sur le point « historique » du Club nautique, les quotas azotés apparaissent comme limitants à la mi-juillet (probablement épisode de croissance importante alors que les flux sont faibles à cette période) et à la fin avril (peu d'algues et croissance intense dans un contexte de flux relativement bas). On peut donc sur ce point percevoir une co limitation par les deux éléments avec cependant le phosphore qui apparaît sur des périodes plus longues sous le quota critique.

Les prélèvements d'algues effectués au centre de la baie permettent d'aboutir aux mêmes conclusions que l'année dernière à savoir que :

- La proximité des apports azotés du Quillimadec (point situé dans le panache du cours d'eau) a induit un contenu en azote plus important dans les algues prélevées au centre de la baie. Excepté en fin avril et fin août les teneurs en azote se trouvent bien au-dessus des limitations.
- Les contenus en phosphore des algues du centre de la baie et des algues du centre nautique ont présenté des profils et des niveaux proches. Cela semble confirmer que l'origine du phosphore contenu dans les algues n'est pas majoritairement liée directement au cours d'eau (probablement origine sédimentaire durant la période estivale).

La prolifération d'ulves **sur Moguéran/Coréjou** a été précoce en 2017 mais peu intense, avec à partir de juin des valeurs inférieures aux moyennes pluriannuelles. Les courbes (Figure 35) montrent une co limitation par N et P durant une partie importante de la saison avec quelques épisodes de remontée des quotas azotés (fin mai) ou des deux éléments (fin juillet puis en fin de saison). Ces limitations relativement franches dès la mi-juin, dans un contexte d'une année de faibles apports de nutriments, pourrait expliquer le niveau de la prolifération à partir de juin inférieur à la situation moyenne pluriannuelle.

A **Douarnenez**, la prolifération 2017 a été très exceptionnelle : prolifération précoce d'ulves (avril-juin avec des surfaces très supérieures aux moyennes pluriannuelles : 2.5 fois plus sur le cumul de ces trois inventaires). A partir de juillet les ulves déclinent et se trouvent en mélange avec des algues brunes filamenteuses (ectocarpales), vertes filamenteuses (*Cladophora*) puis, en septembre et octobre rouges filamenteuses (*Falkenbergia*).

Les teneurs mesurées dans les ulves de la **plage de Sainte-Anne** (Figure 37) montrent un début de saison (avril et mai) sans réelle limitation (limitation ponctuelle par le phosphore, comme classiquement en avril) puis, à partir de fin mai l'azote devient nettement limitant alors que les teneurs en phosphore passent nettement au-dessus des seuils de limitation (0.25 en juillet). La dernière valeur mesurée (27 juillet) a fait l'objet de dosage de confirmation car elle semble aberrante (très basse pour le P, en rupture avec les valeurs antérieures). Ces algues ont été prélevées en dépôts (« dépôt minuscule dans la filière, fragments d'ulves fragiles ») de fait de conditions de vent le jour de l'échantillonnage contrariant la formation de rideau. L'effondrement des ulves à partir de juin semble donc clairement relié avec des manques d'azote dans le milieu, qui semblent bien corrélés avec des flux 2017 particulièrement faibles (-80 % en juin et - 90 % en juillet par rapport à 2002-2016 sur le Lapic).

Concernant les algues prélevées dans l'**anse du Ry**, l'évolution des quotas a été moins nette que sur la plage de Sainte Anne (Figure 38). Les niveaux de phosphore, bas en début de saison s'élève à partir de fin mai (valeur très basse en fin juin, ayant fait l'objet d'un dosage de contrôle qui est difficile à expliquer).

Les teneurs en azote, quoique relativement peu élevées se situent au-dessus du seuil critique, excepté en fin août (date à partir de laquelle les ectocarpales s'imposent). Après cette date les ulves moins présentes voire absentes lors des jours d'échantillonnage n'ont pu être prélevées pour confirmer le rôle de la limitation par l'azote dans le recul des ulves. Comme en 2015 et 2016, la comparaison des deux sites vis-à-vis des contenus internes en azote mesurés dans les algues tend à montrer que ce nutriment est davantage présent dans l'anse du Ry (confinement probablement plus important des masses d'eau du sud de la baie et apports en étiages des cours d'eau débouchant au sud de la baie supérieurs).

A **Concarneau**, la prolifération algale a été précoce et intense jusqu'en juillet 2017. En août puis septembre les échouages ont par contre été plus faibles que les années moyennes (-50 %). Les teneurs internes en phosphores (Figure 39), très basses dès le premier prélèvement sont progressivement remontées à partir de la fin juin tout en restant en dessous du quota critique. Le profil pour l'azote est presque inversé avec des teneurs d'abord élevées, devenant limitante en fin mai pour passer sous le quota de subsistance en fin juin et le rester jusqu'en septembre. Sur ce site, l'azote semble donc avoir permis une limitation franche et durable sur la période estivale et les deux nutriments ont été globalement co-limitants. Il est important de rappeler que ce site a la particularité de concentrer la plus grande partie de la biomasse algale dans le domaine infralittoral. Les quotas sont quant à eux mesurés sur des algues prélevées dans le domaine intertidal. Du fait de leur situation sur l'estran, ces dernières ont davantage accès à la lumière et sont donc susceptibles d'avoir une croissance plus importante que celles évoluant dans le domaine infralittoral. Cette croissance induit un épuisement des quotas nutritionnels probablement plus important que pour les algues évoluant dans le domaine infralittoral.

Sur le site de **Fort Bloqué**, l'azote et le phosphore sont en situation de co-limitation (Figure 40) avec toutefois le phosphore qui semble plus fortement limitant en particulier sur le début de saison. La provenance d'arrachage probable sur ce site peut expliquer en partie au moins cette limitation plus importante par le phosphore, les ulves effectuant leur croissance sur roche étant alors moins proches de sources sédimentaires. Les épisodes de remonté des quotas phosphorés (en particulier début août) pourraient être liés à des relargages sédimentaires plus importants (cas possiblement lié à des épisodes de putréfaction générant des anoxies dans le milieu).

Sur **Larmor Plage** la prolifération des ulves a été précoce et supérieure à la moyenne pluriannuelle sur la saison. La Figure 41 nous montre que le phosphore était en situation de limitation en mai à mi-juillet puis à nouveau sur août (une valeur en fin juillet se trouve au-dessus du quota critique). Pour ce qui est de l'azote, on enregistre des valeurs élevées en début de saison, un minimum en fin juin et début juillet (au niveau du quota critique) puis une remontée à partir de cette date. Cet élément n'a donc jamais limité la croissance des algues sur la saison 2017. La situation du site proche de l'estuaire du Blavet (nutriments et panache turbide) explique probablement le statut des nutriments de ce site.

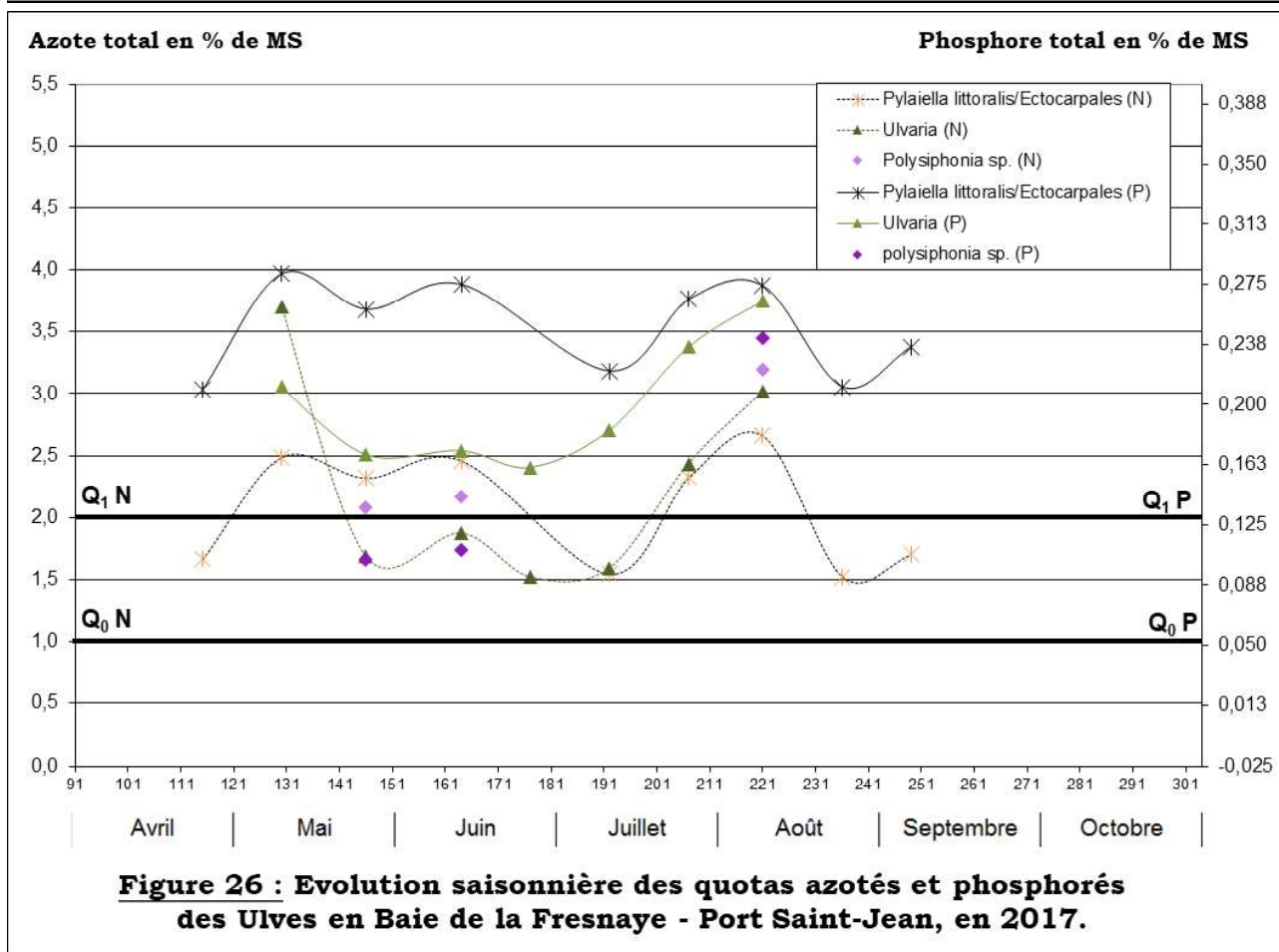
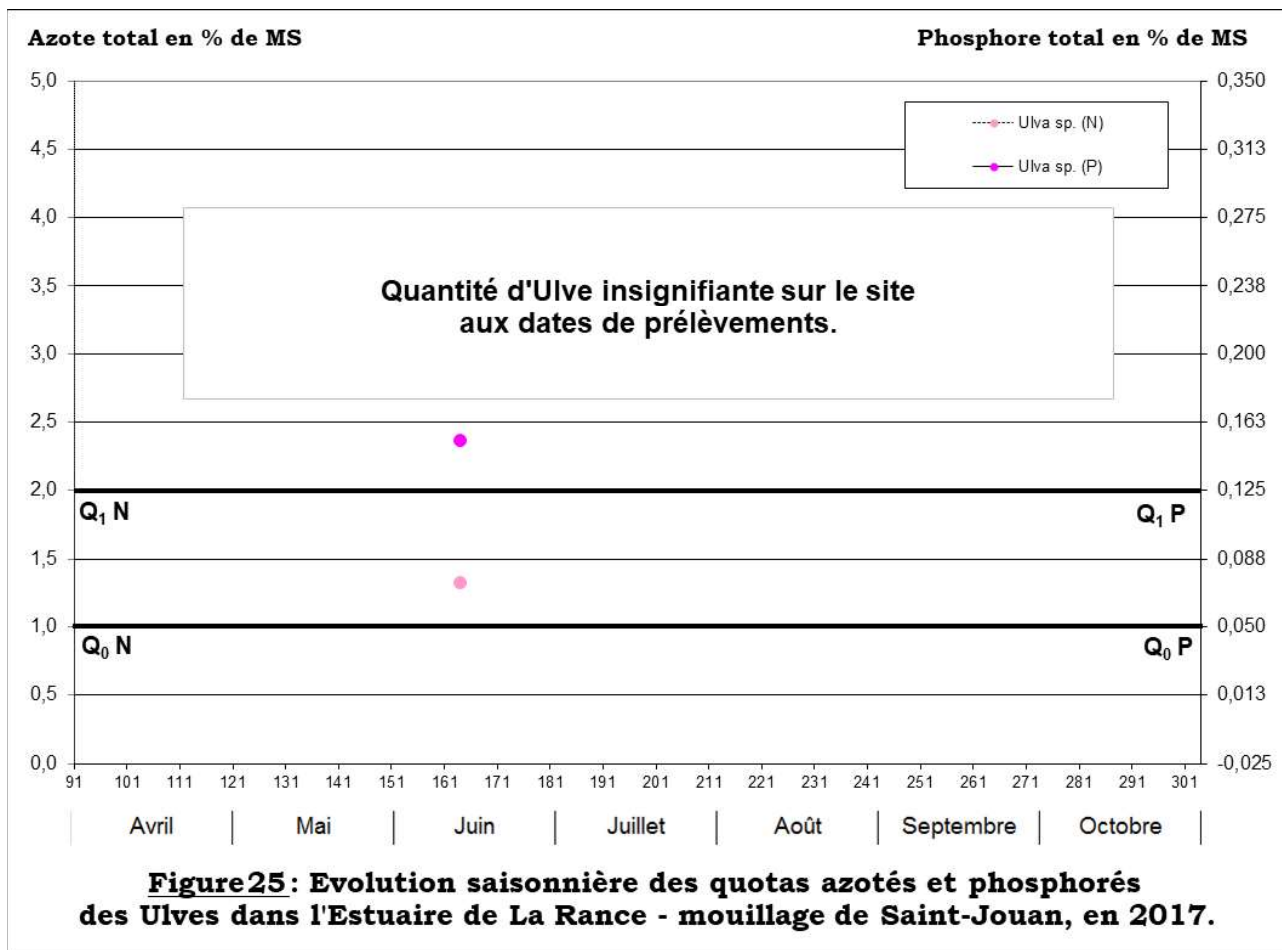
Sur le site de **Penvins**, les quotas phosphorés (Figure 45) sont nettement sous le seuil critique jusqu'en juillet puis remontent au-dessus de ce seuil en fin juillet. Les teneurs en azote montrent une évolution inverse avec des valeurs fortes en début de saison devenant limitantes en fin juin jusqu'en fin de saison (avec remontée ponctuelle en mi-août). On peut donc parler d'une co-limitation à l'échelle de l'année avec d'abord le phosphore puis l'azote qui limitent la croissance des algues.

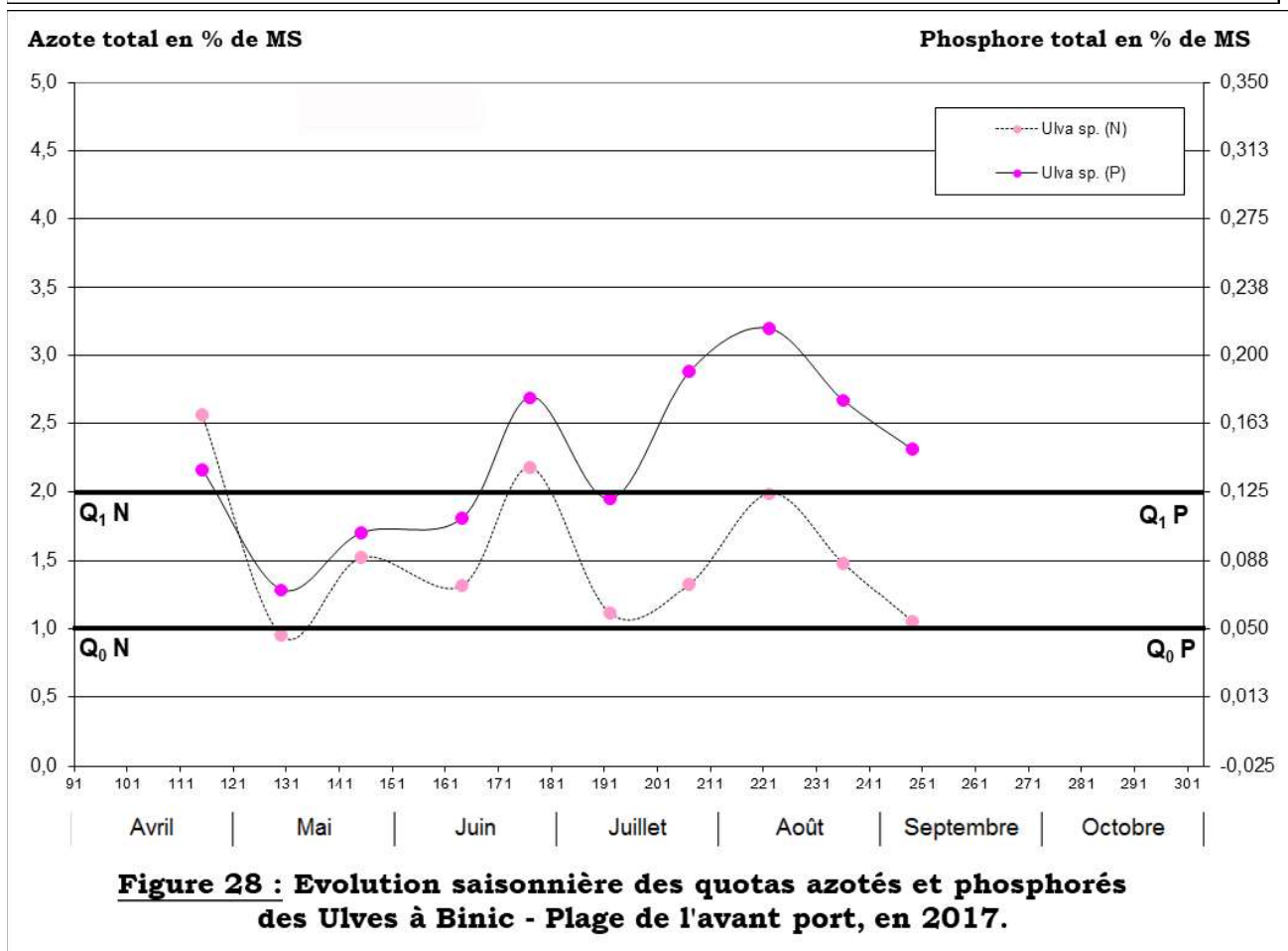
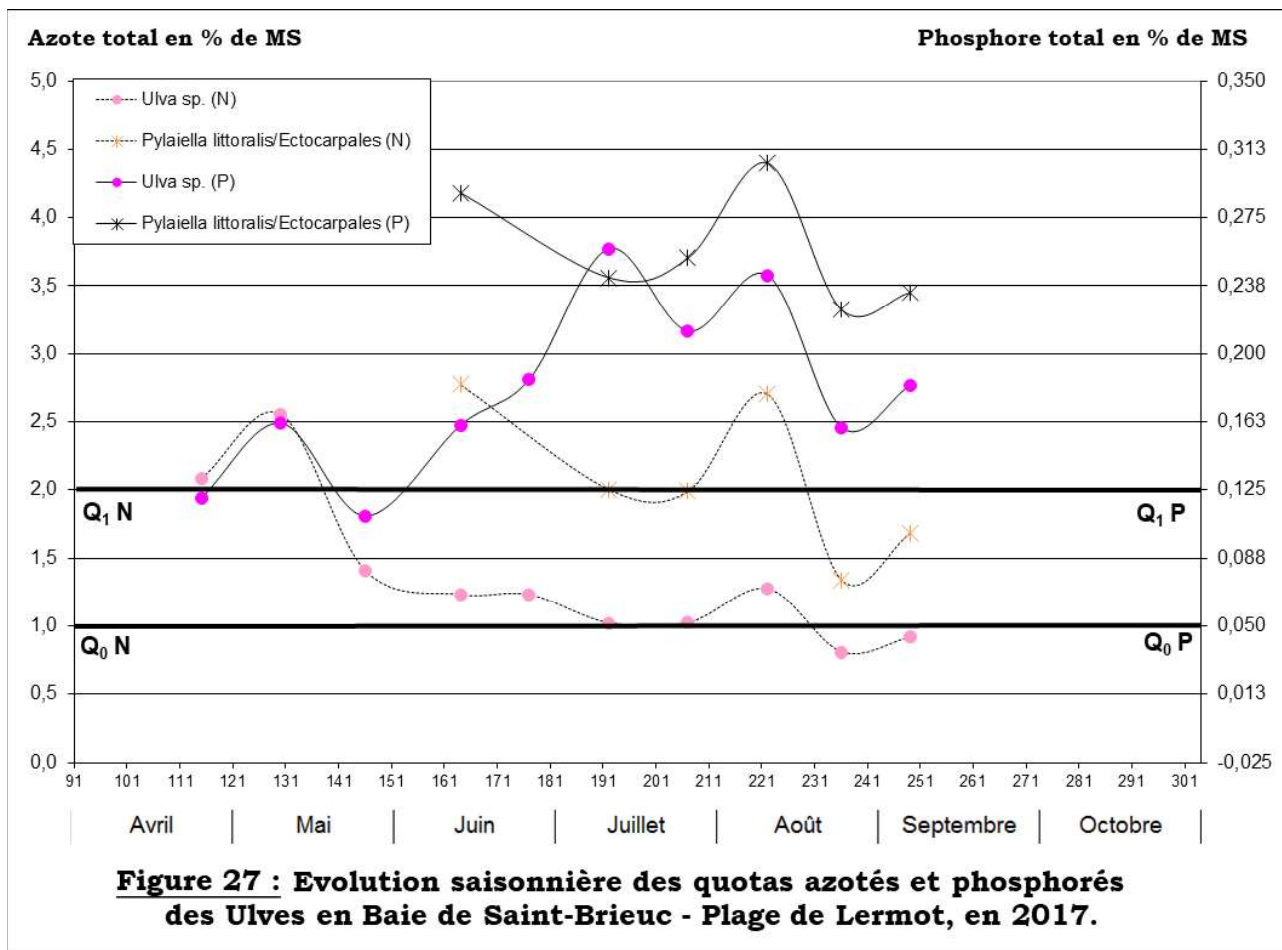
Sur le site de la **Mine d'Or**, les ulves n'ont pu être échantillonnées que jusqu'au 28 mai. Après cette date, aucune ulve n'a pu faire l'objet d'analyse. Le début de saison montre une limitation par le phosphore et des teneurs en azote plus élevées en azote (Figure 46). Le dernier point (28 mai) est en diminution

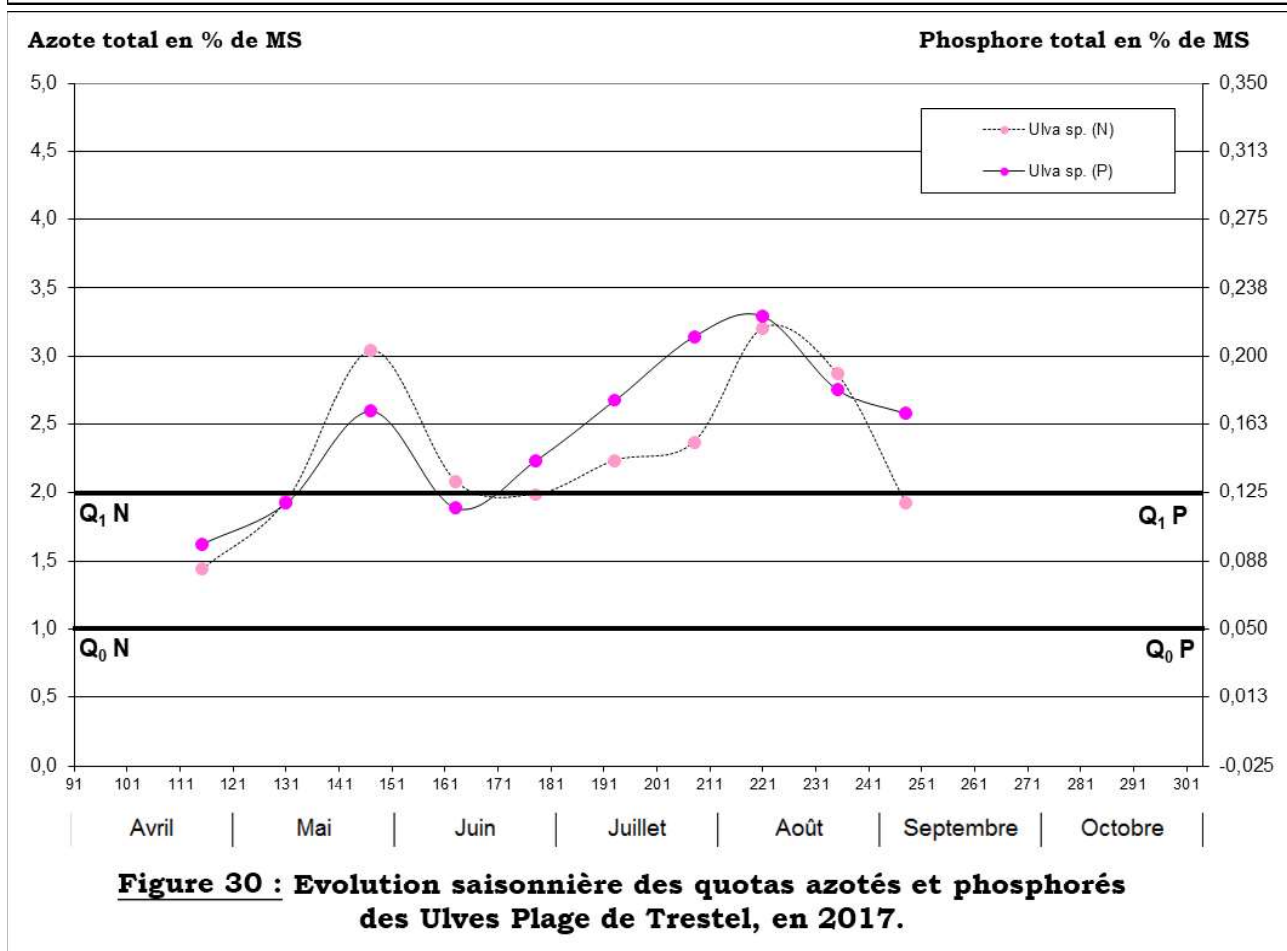
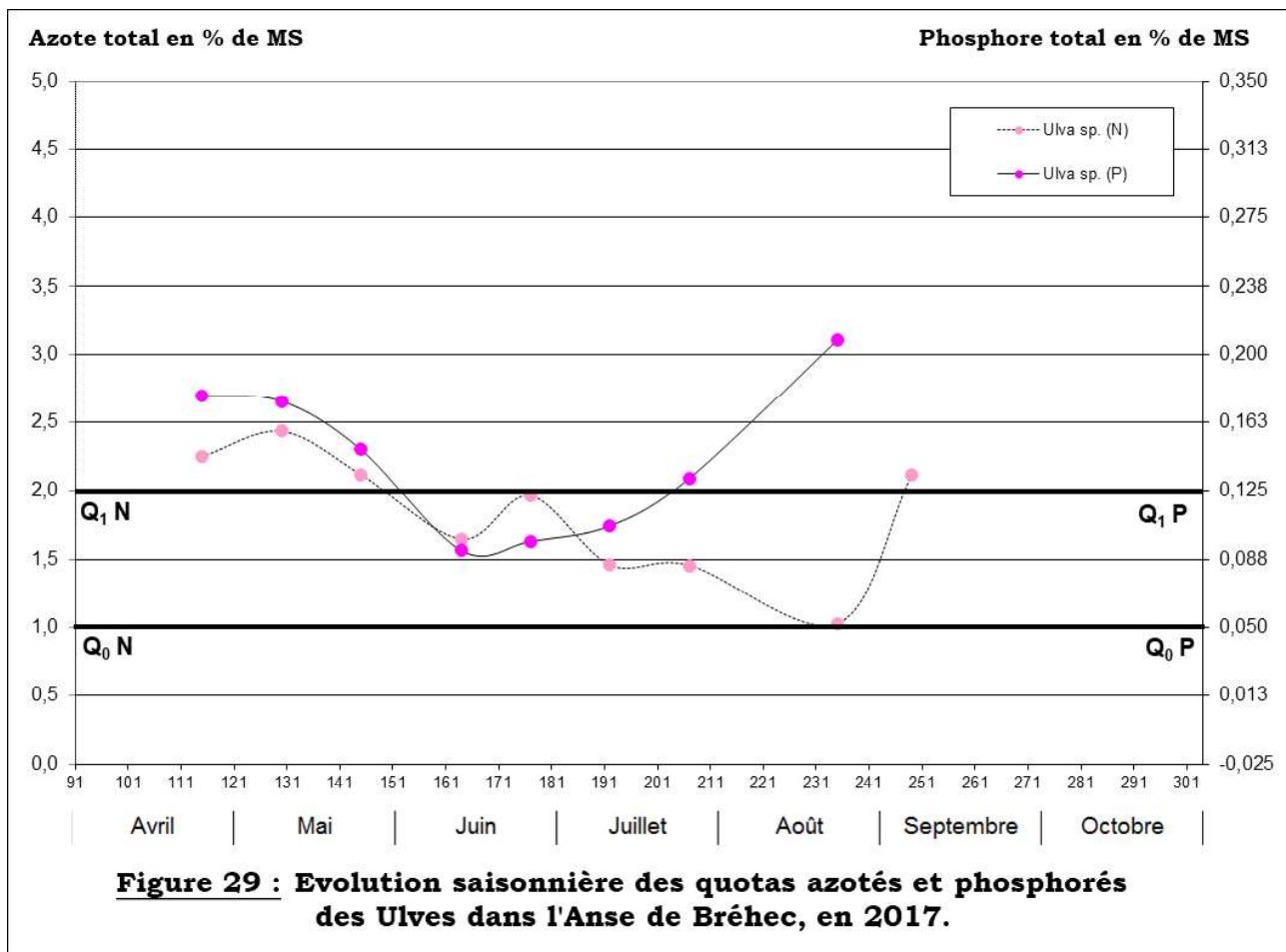
importante sur ce paramètre comme c'est souvent noté à cette saison. L'absence de réelle prolifération rend l'utilisation des indices nutritionnels peu pertinents.

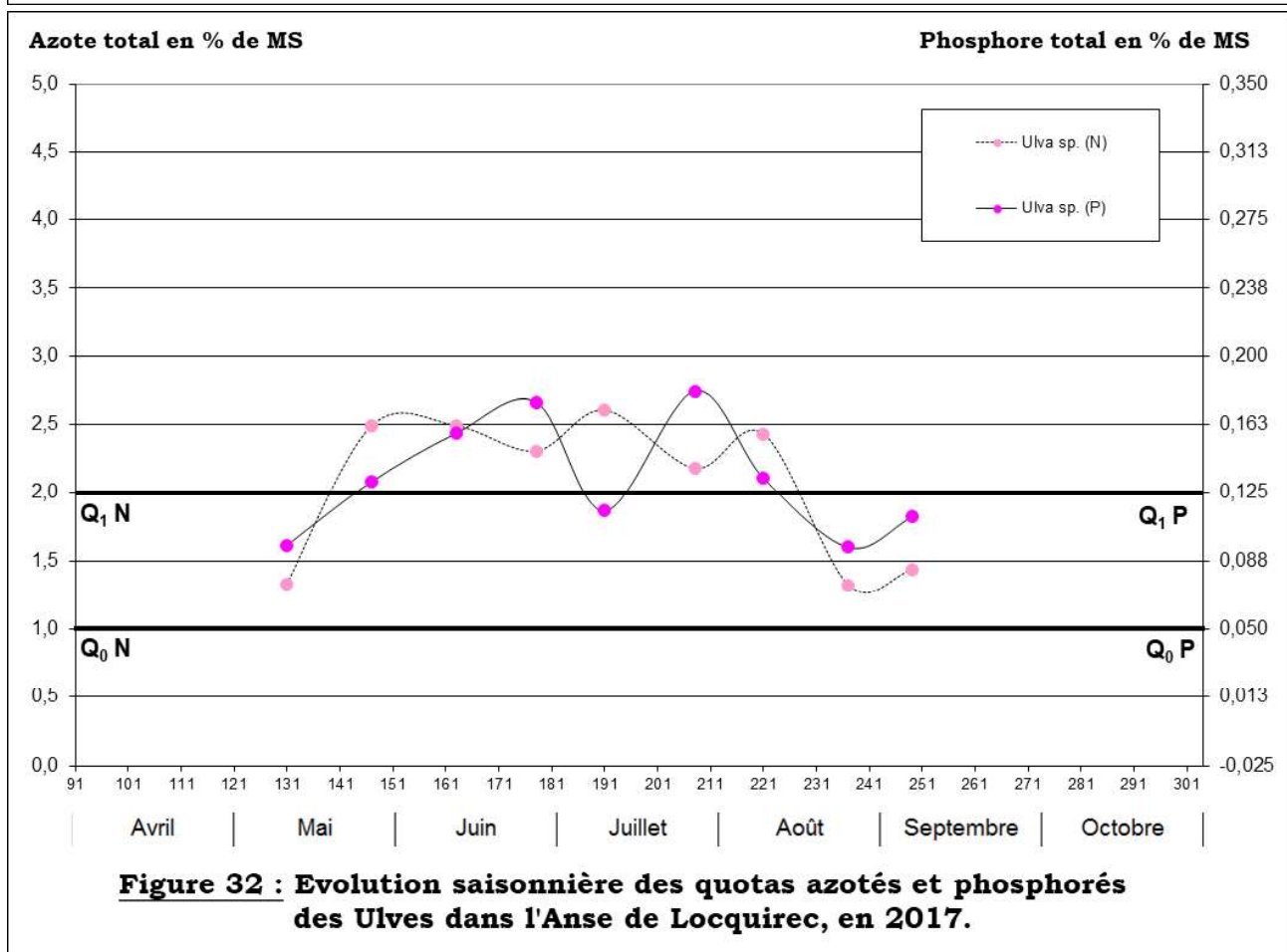
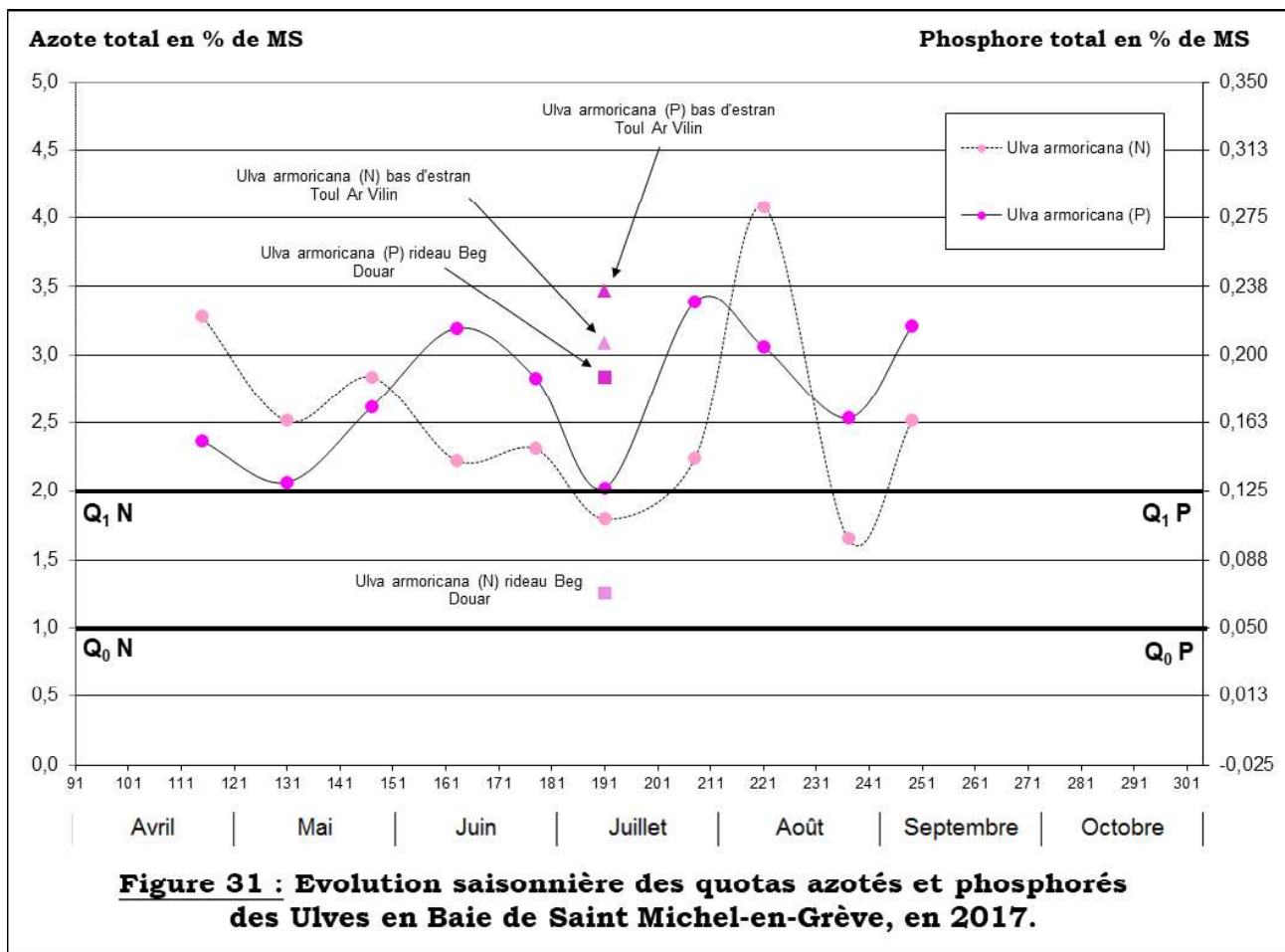
La présentation ci-dessus des facteurs limitant des proliférations des algues en 2017 doit être distinguée du statut de ces nutriments en termes de facteur de contrôle de l'eutrophisation. Les comportements différents de ces deux nutriments et notamment le stockage / relargage important du phosphore dans le sédiment proche littoral conduit à estimer que malgré des limitations ponctuelles éventuellement observées sur certains sites, ce facteur ne pourra être, à court ou moyen terme, utilisé comme facteur de contrôle des proliférations (cf. site internet CEVA <http://www.ceva.fr/fre/MAREES-VERTES/Connaissances-Scientifiques/Mecanismes-et-causes/Roles-respectifs-de-l-azote-et-du-phosphore>)

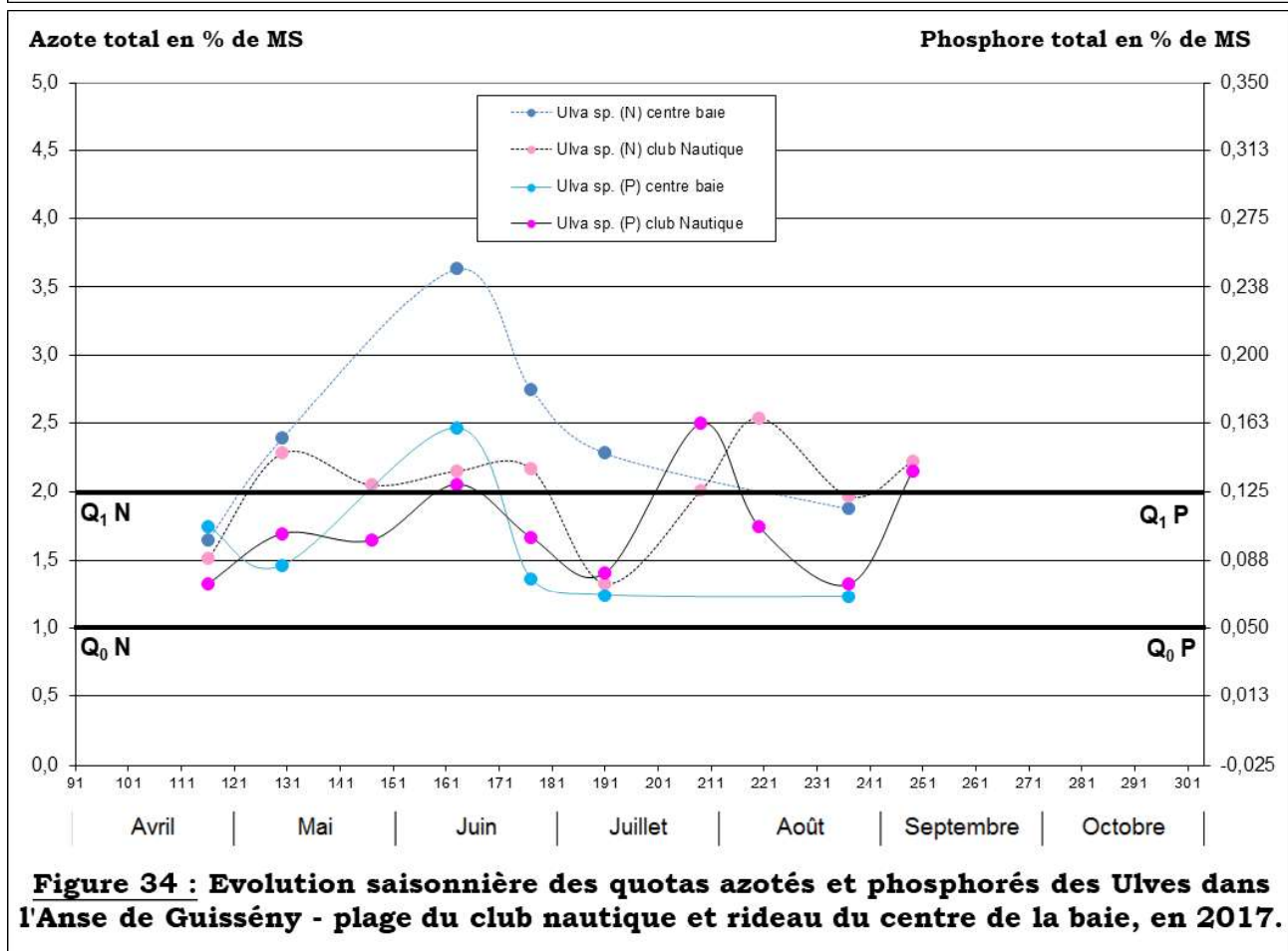
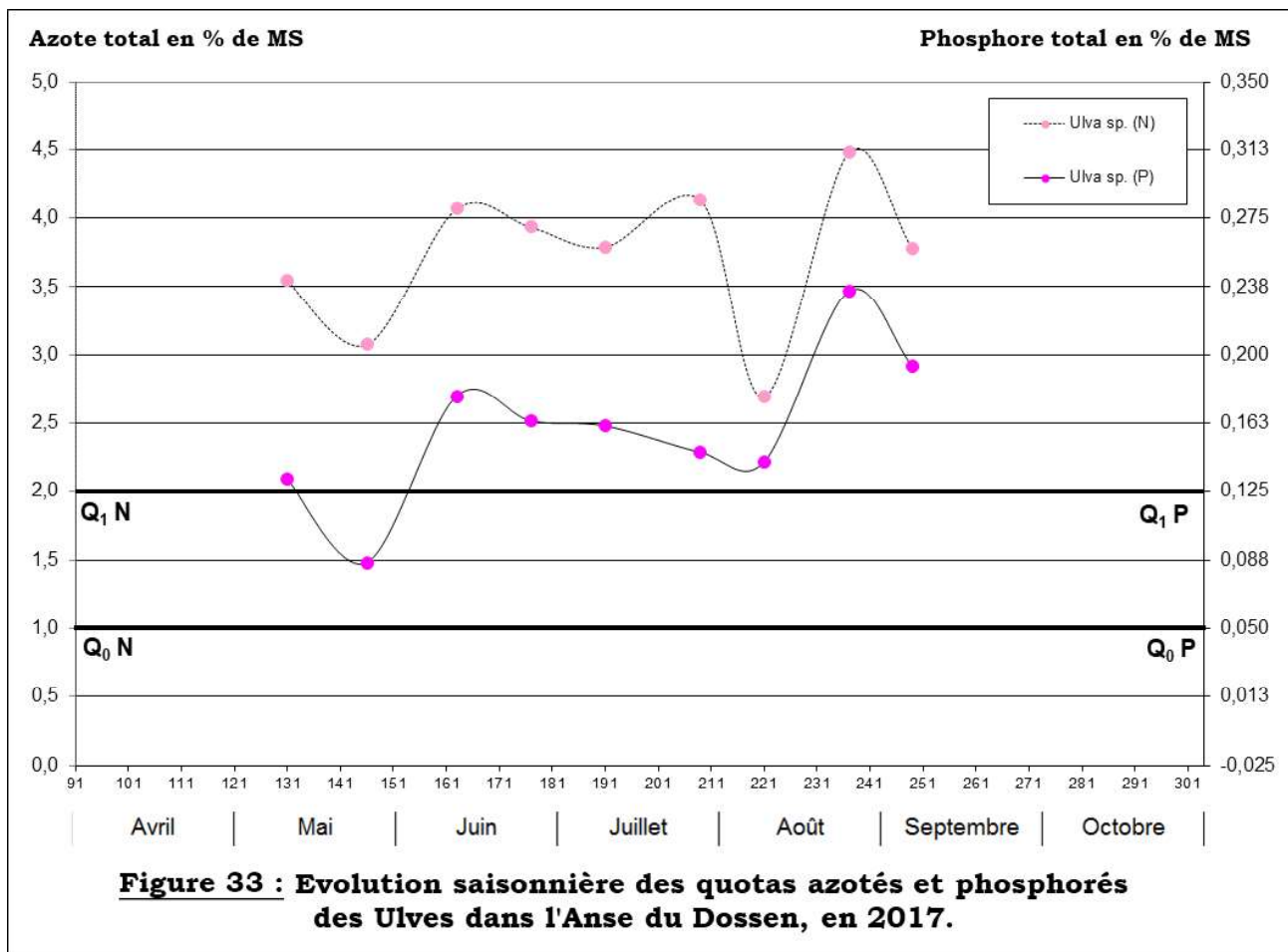


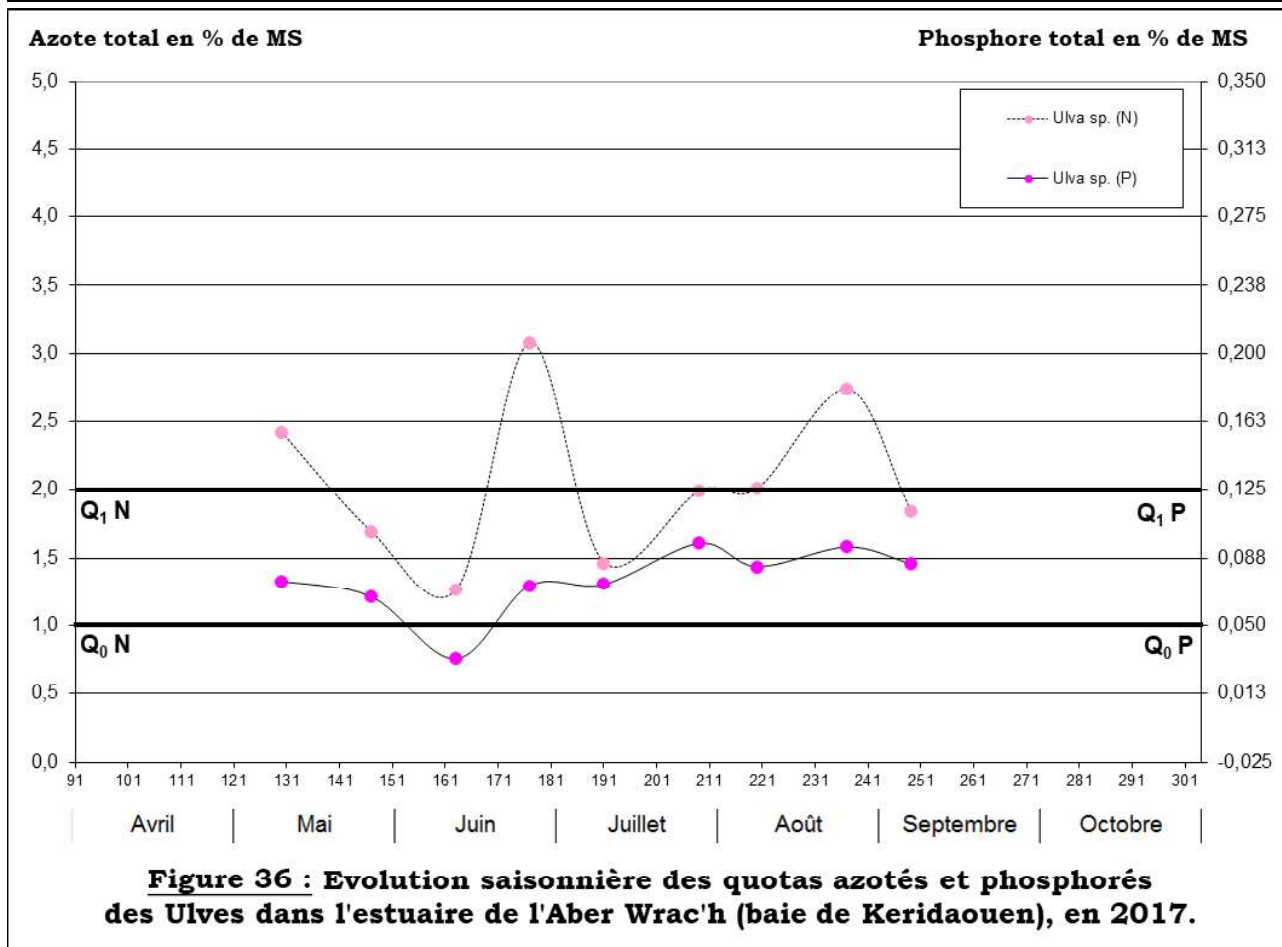
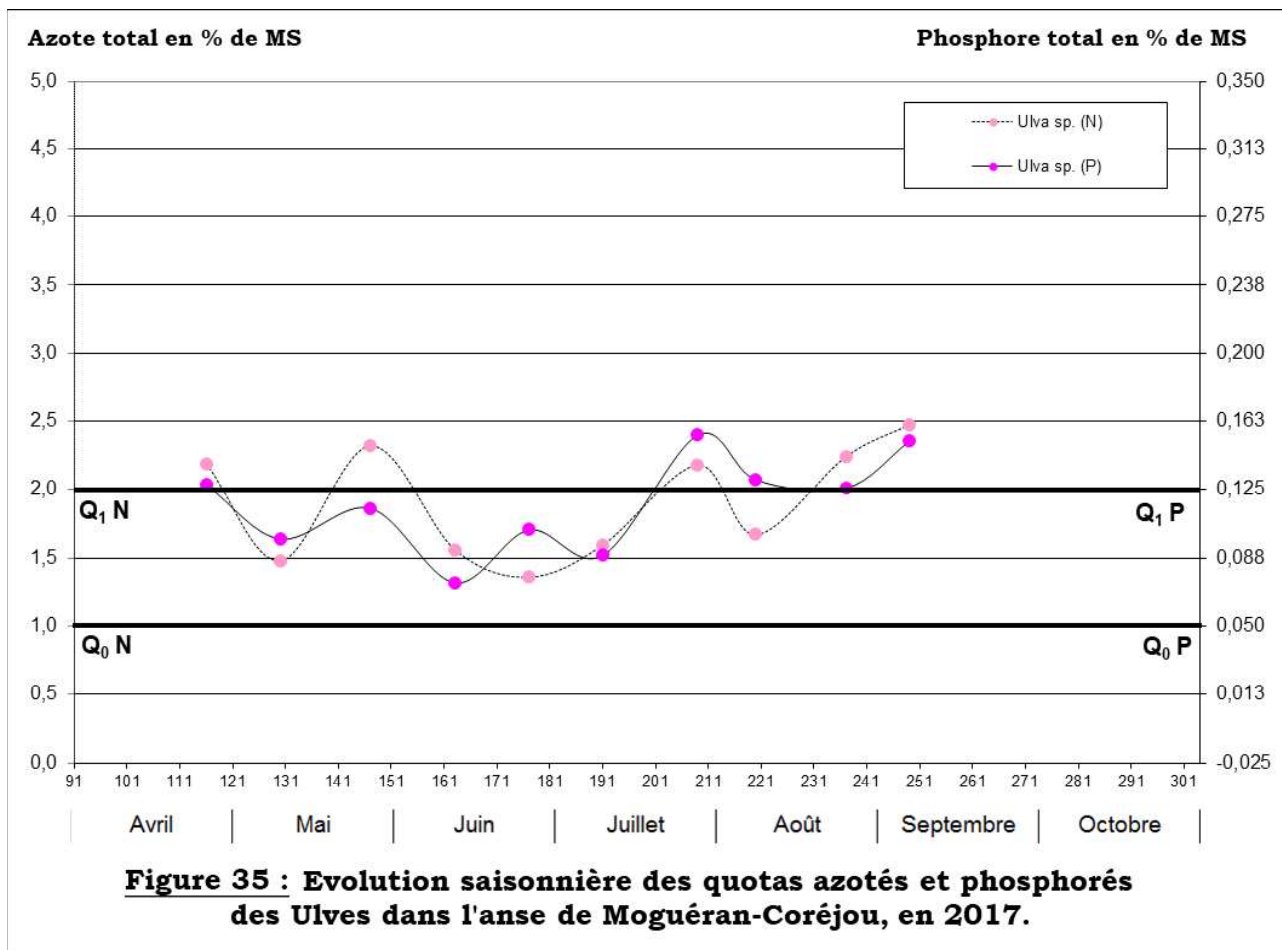


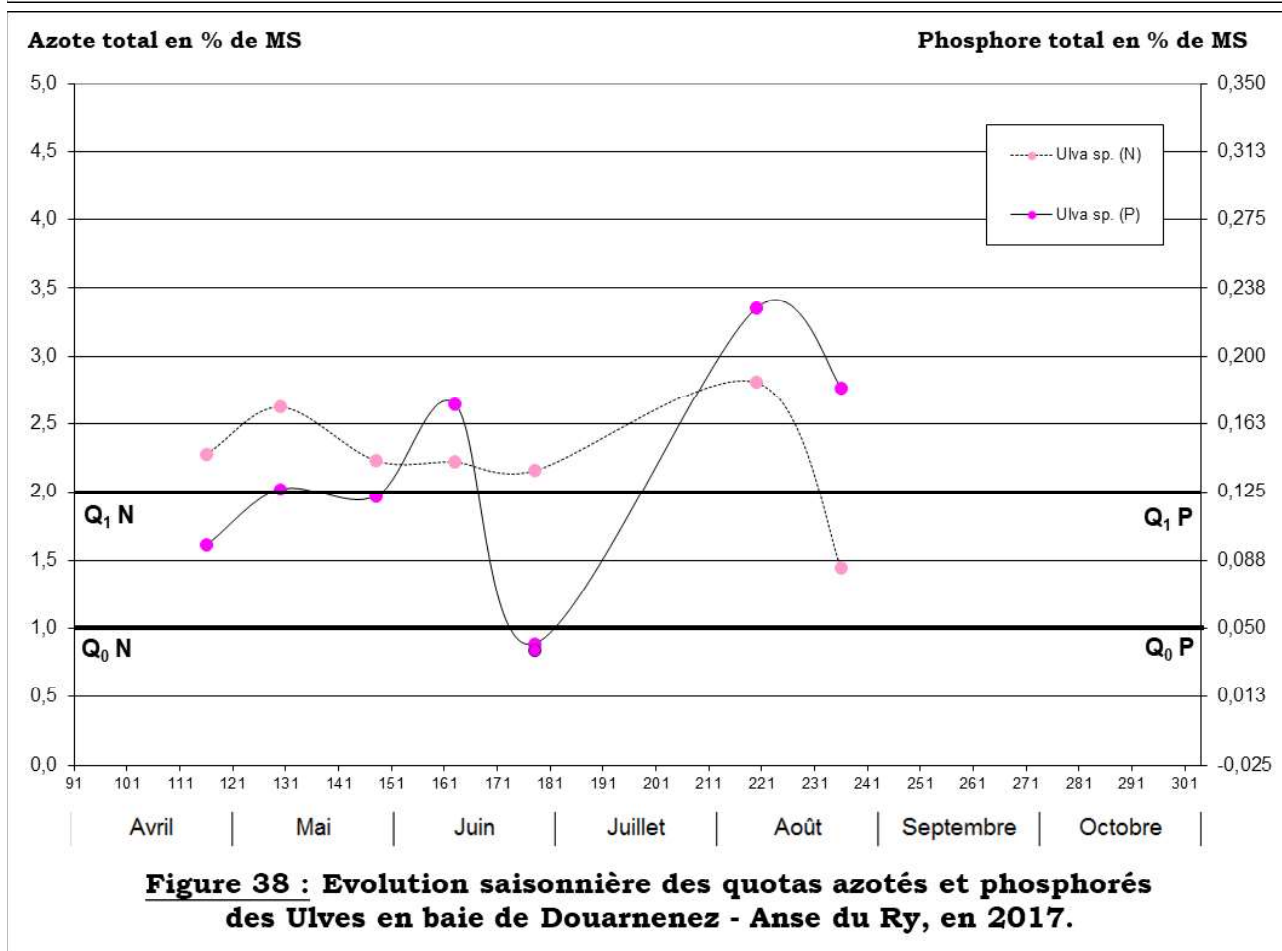
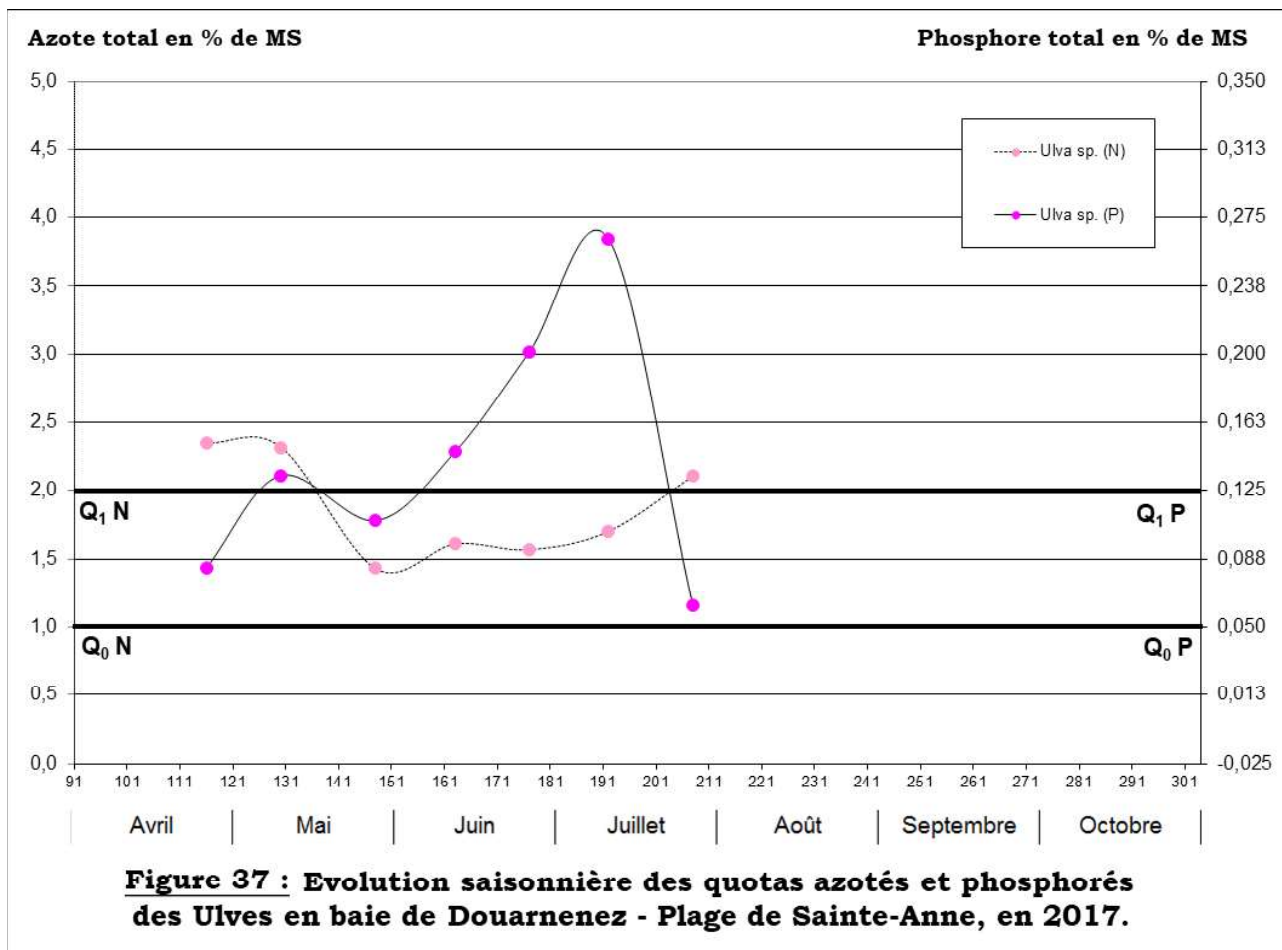


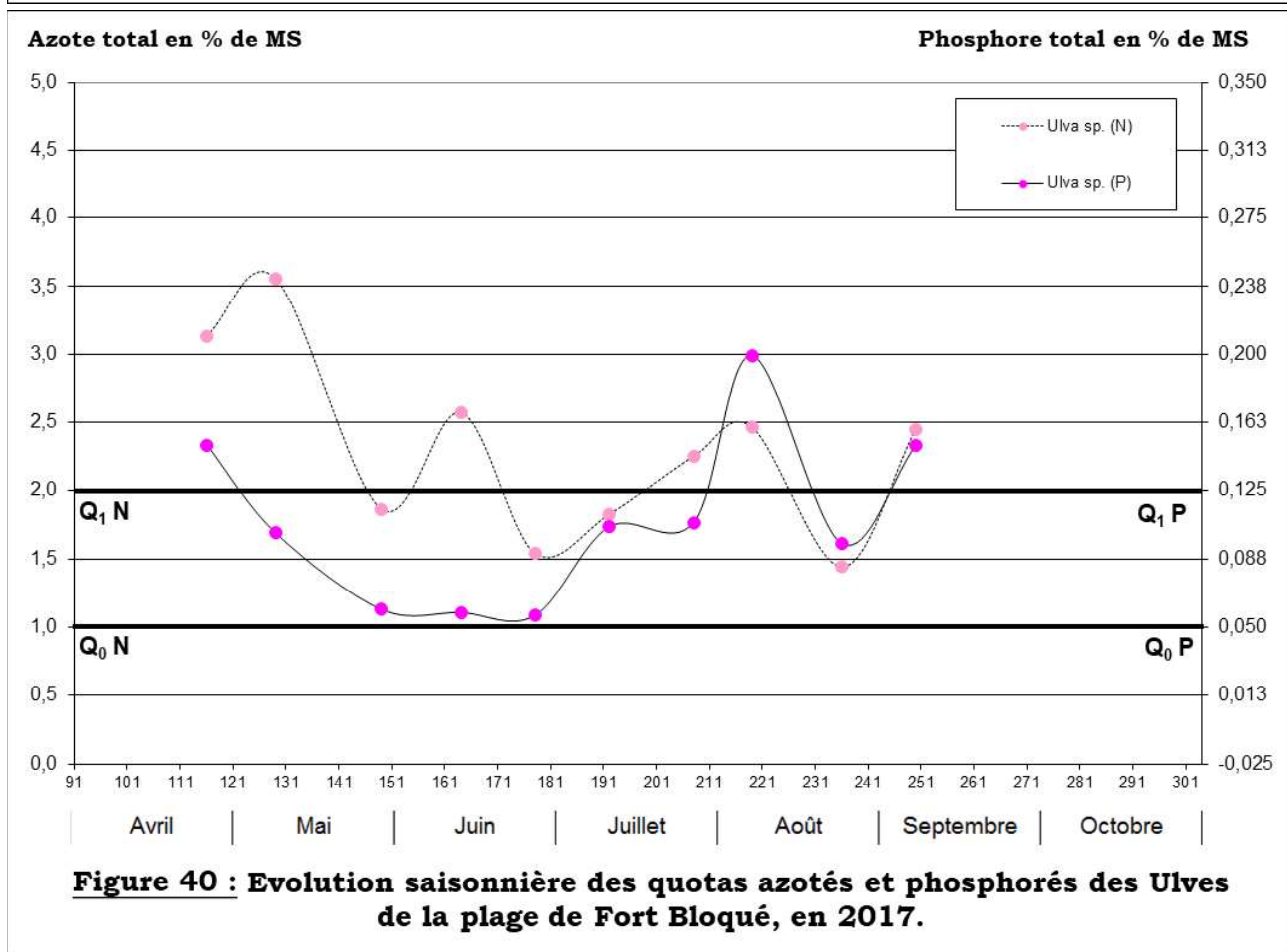
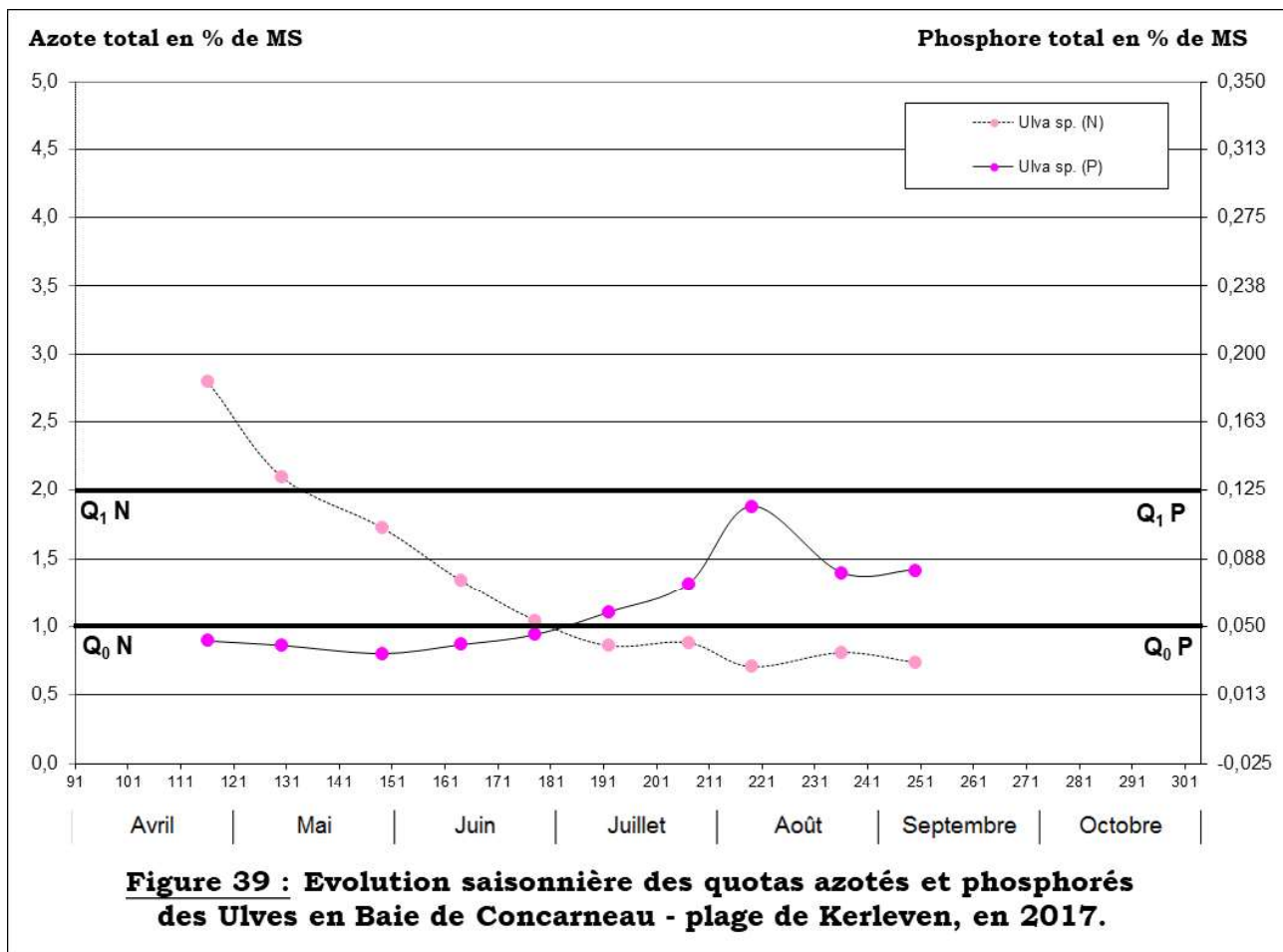




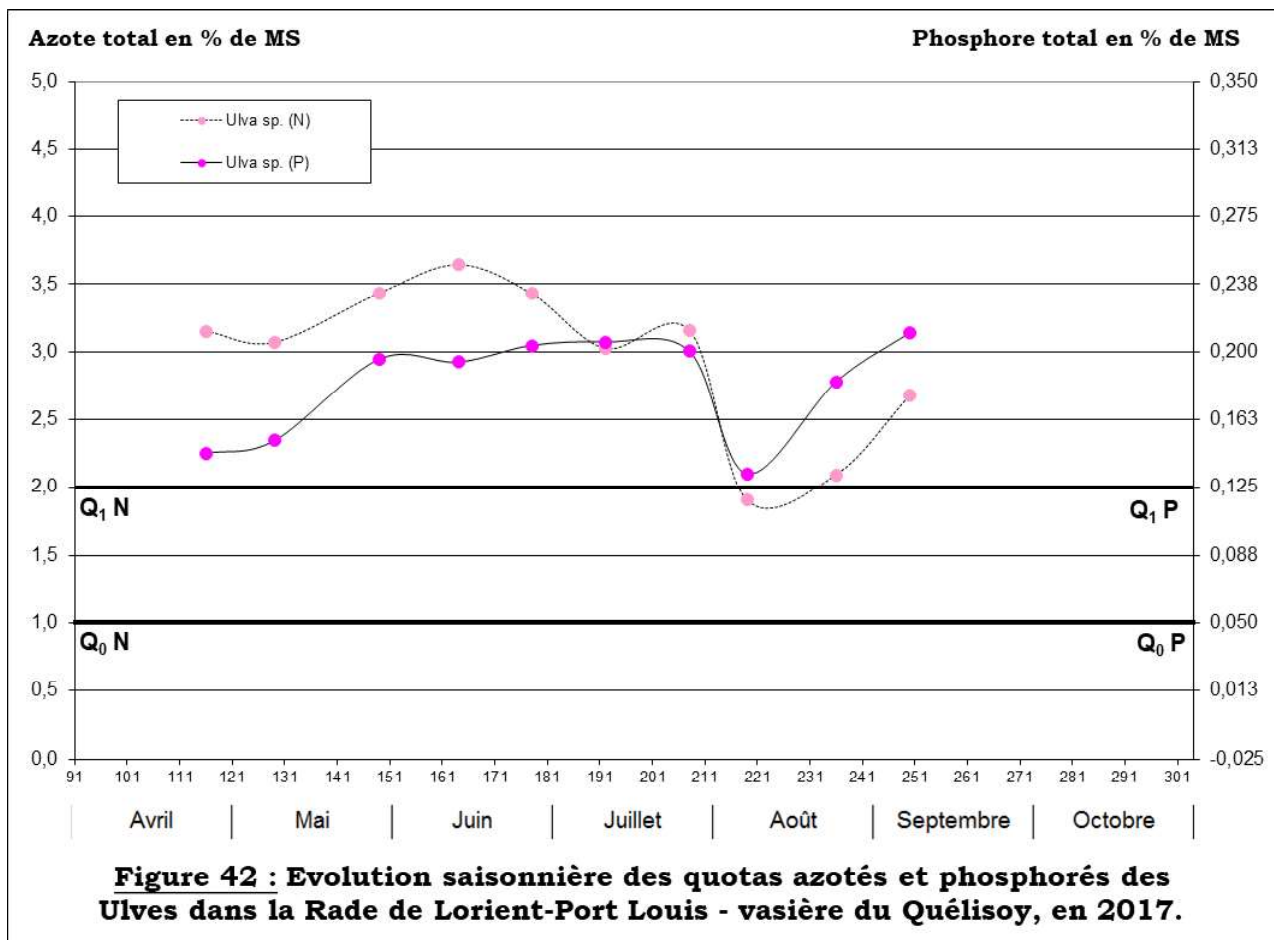
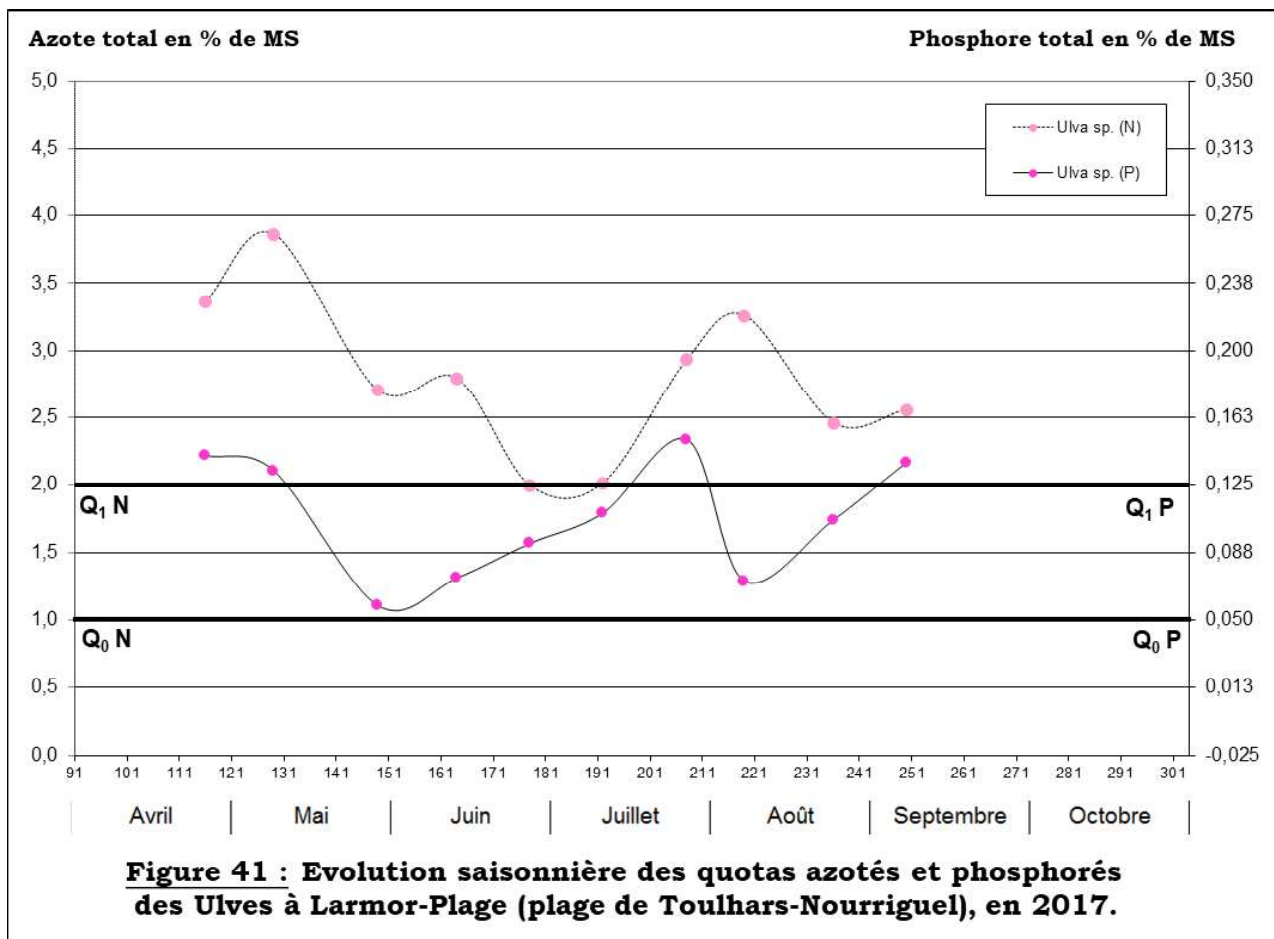


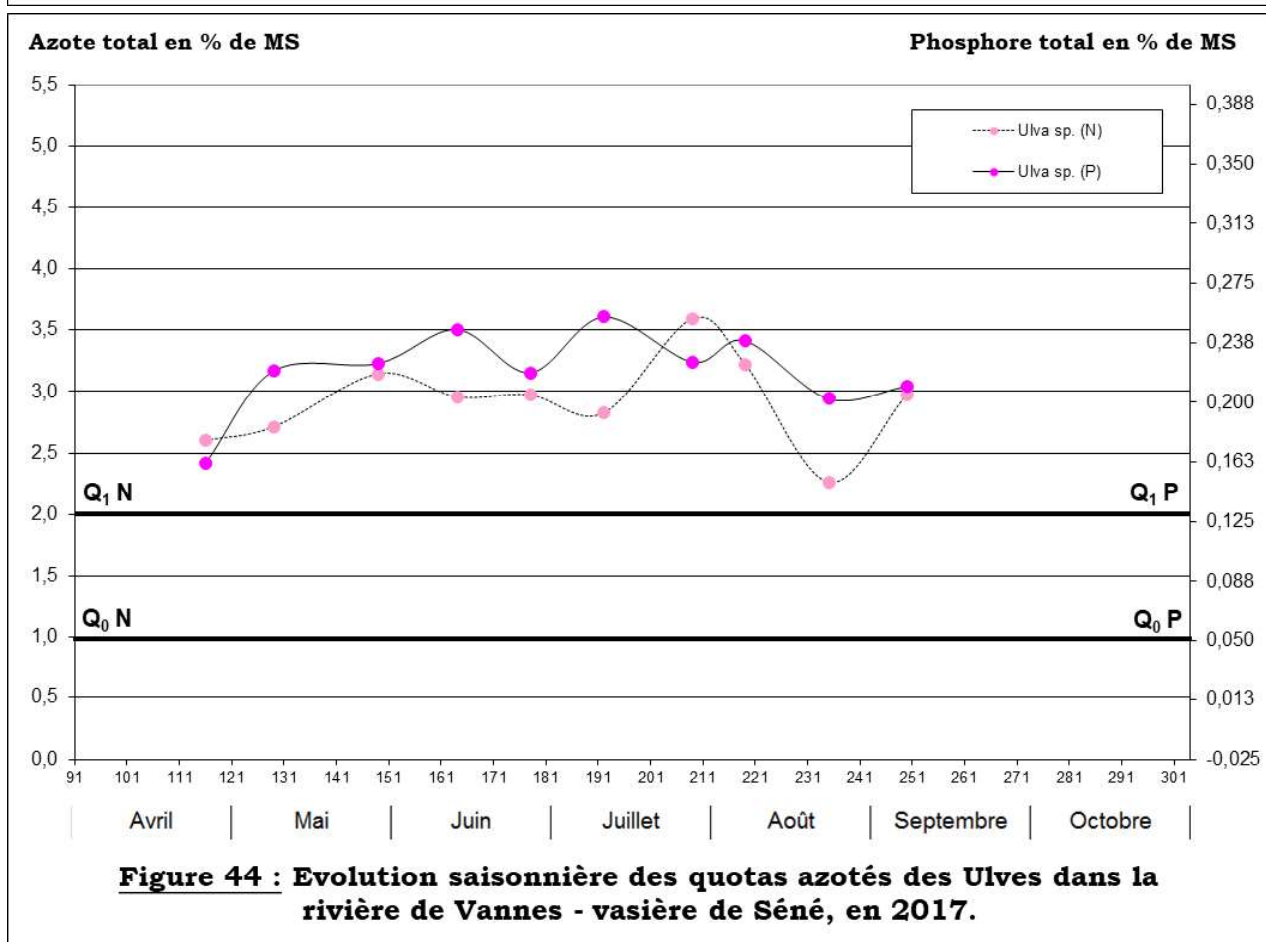
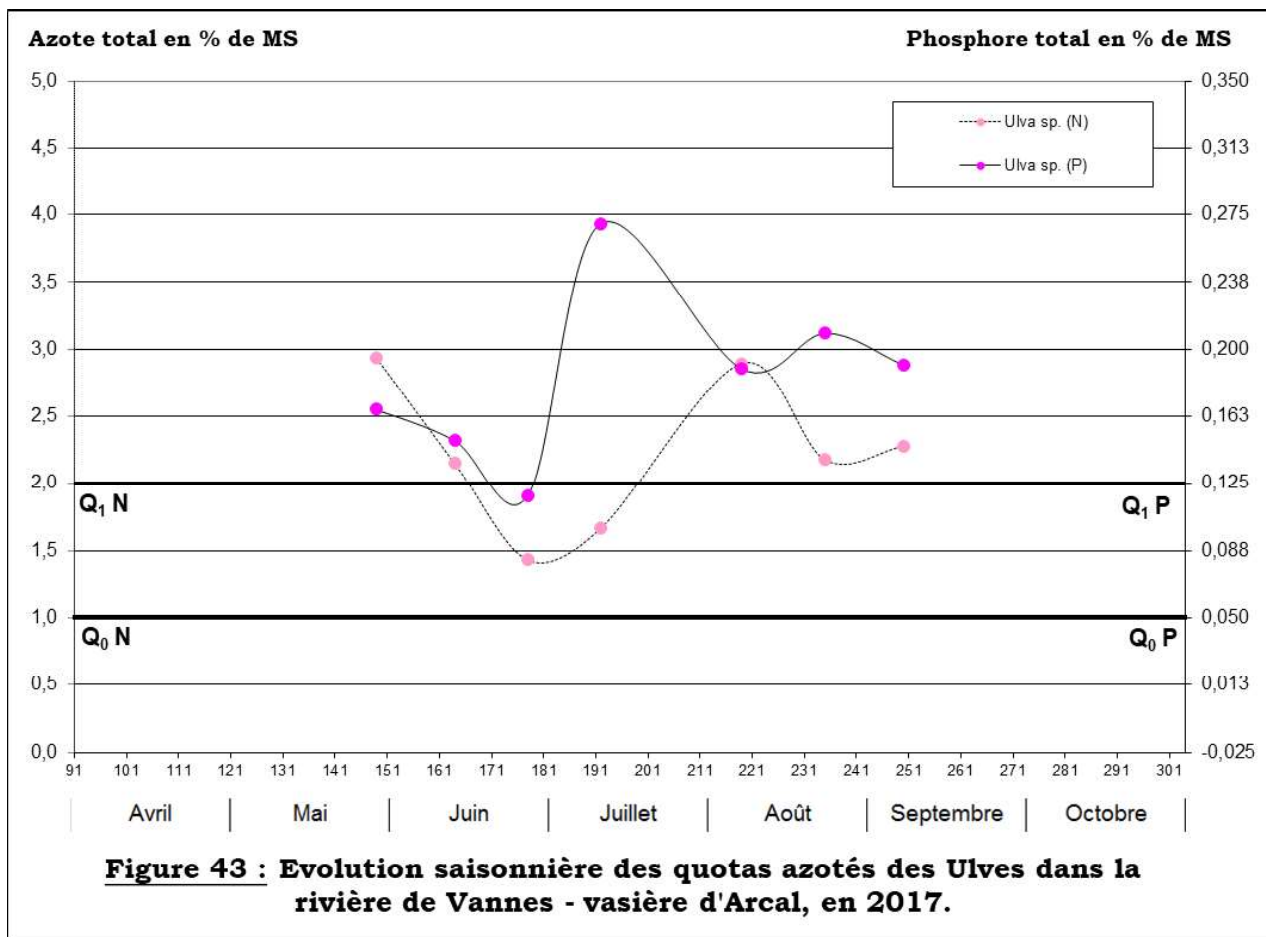


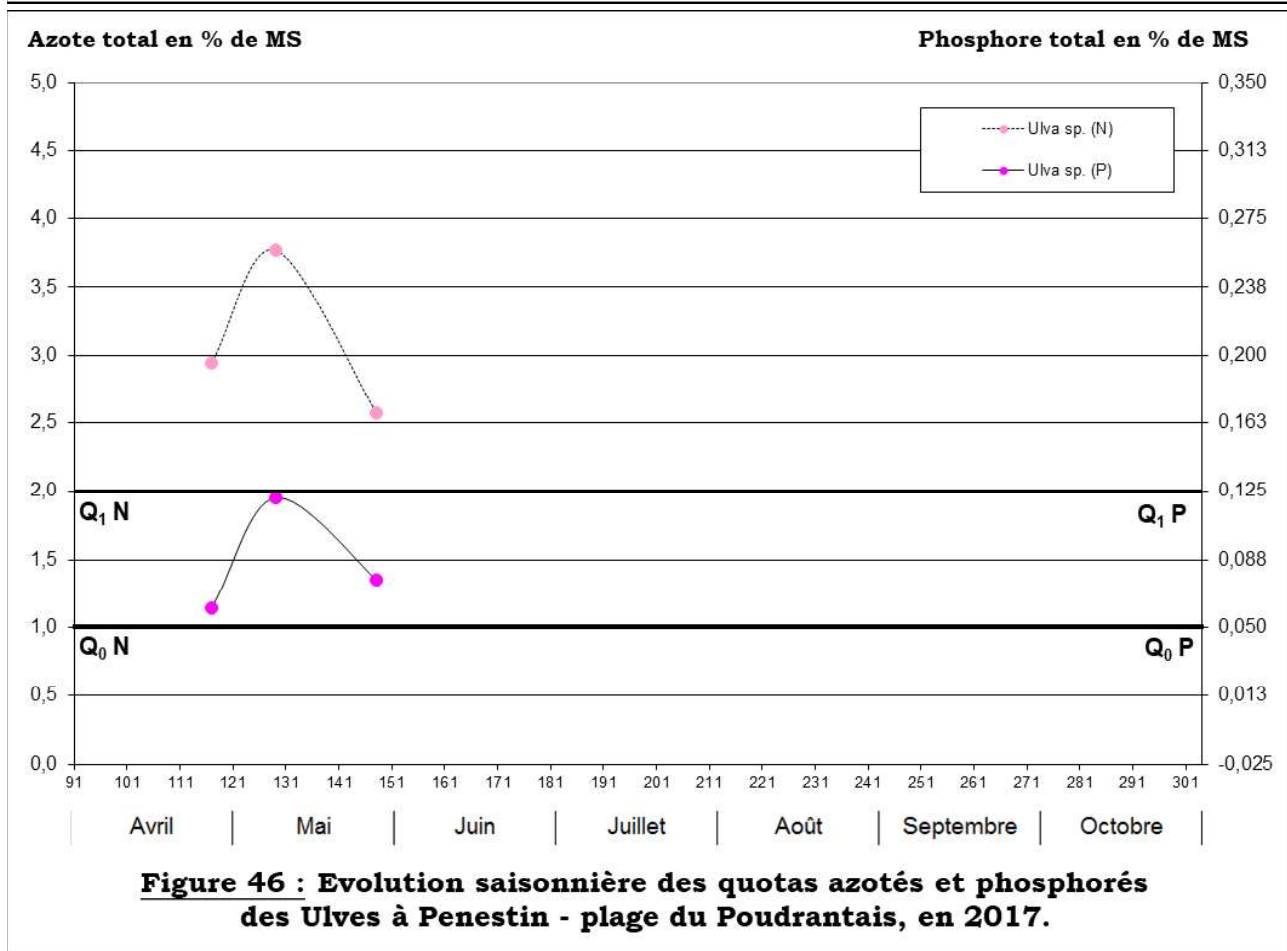
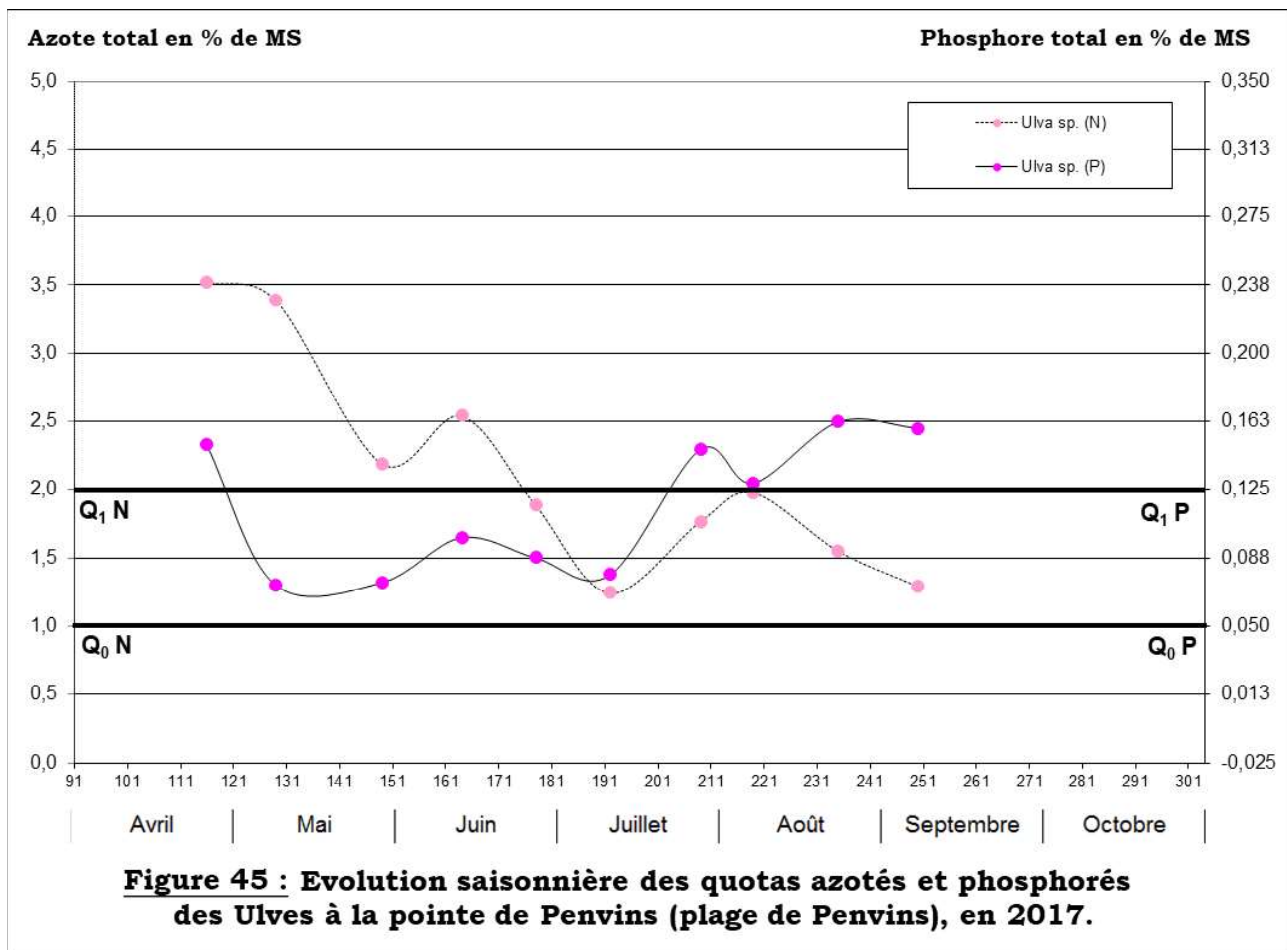












### 3.4 Evaluation des stocks totaux

Malgré l'intérêt que représente cette évaluation en biomasse afin d'alléger les suivis et en partant du principe que les évaluations ont été relativement nombreuses ces dernières années sur les sites de Douarnenez et de la baie de la Forêt (les plus pertinents pour ces évaluations), **aucune mesure de biomasse estivale n'est prévue dans ce programme.** De telles mesures pourront être reprogrammées sous quelques années en particulier si la situation sur les estrans évoluait de façon importante.

## 4. CONCLUSION

Les différents suivis réalisés sur le littoral breton, dans le cadre du contrôle de surveillance RCS de la DCE complété par le présent réseau de contrôle opérationnel (RCO), permettent de caractériser la prolifération d'ulves de l'année 2017.

- L'indicateur **dénombrement des sites touchés par des échouages d'ulves**, avec 94 sites classés en 2017, est en **repli par rapport à l'année 2016 et légèrement inférieur au niveau moyen 2007-2016**. Le nombre de site est **particulièrement élevé en mai** (79 sites, niveau jamais atteint pour un mois de mai), désignant la prolifération 2017 comme particulièrement **précoce**. Les dénombrements de juillet puis septembre indiquent une prolifération moins soutenue sur le reste de la saison. Les suivis des sites touchés par les ulves ont permis de noter la prolifération, massive sur certains secteurs, **d'autres espèces**. Prolifération **d'algues brunes filamenteuses** (*Pylaiella littoralis* ou autres ectocarpales) sur les baies de Lancieux, Fresnaye et dans une moindre mesure Binic/Etables et Saint Briec et quelque sites finistériens de moindre ampleur, **d'algues rouges filamenteuses** (*Falkenbergia rufolanosa*) pour la première fois sur la baie de Douarnenez. Le sud Bretagne est également concernée par des échouages massifs d'algues rouges du genre **Soliéria**.
- Les suivis surfaciques sur les sites sableux **permettent d'affiner la perception de l'année** et de caractériser la prolifération régionale 2017. La prolifération sur l'ensemble de la saison (7 inventaires) **est supérieure de 42 % à la moyenne pluriannuelle 2002-2016 et aux sept dernières années** (2010-2016). La caractéristique principale de la prolifération 2017 **est sa précocité** : les surfaces mesurées en avril sont au niveau moyen pluriannuel de juin (mois du maximum pluriannuel) ce qui représente donc, pour 2017, **deux mois d'avance** sur le niveau moyen. Les conditions particulièrement favorable du début de saison ont induit une augmentation encore importante en mai, portant le **cumul avril+mai 2017 à 3.6 fois le niveau moyen interannuel**. A partir de juin les surfaces (très élevées) stagnent puis décroissent. Le niveau en **août+septembre est alors en 2017 de 13 % inférieur** à la moyenne pluriannuelle. Cette prolifération 2017, très particulière, peut être mise en relation avec les caractéristiques de l'hiver 2016-2017, particulièrement **favorables au report** pluriannuel des stocks d'ulves. Les flux azotés, faibles sur la période estivale, expliquent quant à eux correctement la **forte diminution des surfaces d'ulves** sur les sites les moins saturés par l'azote. Le niveau moyen régional est pour autant dû à des **situations locales contrastées**, certaines baies ayant connu des proliférations extrêmement précoces quand d'autres, moins sujettes aux reports pluriannuels, étaient plus proches des situations moyennes.
- Les **quotas azotés et phosphorés des ulves** permettent d'établir le **statut nutritionnel** des algues sur les principaux sites. Cela est particulièrement intéressant dans le cas d'année de flux particulièrement bas comme ce fût le cas sur la plupart des sites en 2017 (-50 % de flux sur mai-août en moyenne). Ces quotas permettent de montrer sur certains sites et malgré des surfaces couvertes importantes, **que c'est bien le manque d'azote qui explique le déclin des surfaces couvertes** par les ulves. C'est notamment le cas sur la baie de la Fresnaye (avec apparition d'algues filamenteuses en cours d'été), de la baie de Saint Briec, de Douarnenez (nord baie surtout avec apparition massive d'algues brunes et rouges filamenteuse), de la Forêt et de façon moindre de la baie de Saint Michel en Grève. D'autres baies, malgré des flux 2017 bas, ne montrent pas de limitation de la croissance des ulves par les nutriments. Cela indique des **niveaux d'effort sur ce paramètre à poursuivre pour obtenir une limitation des proliférations**, même si le caractère de précocité particulière de 2017 peut moduler quelque peu les niveaux d'objectifs de flux à atteindre. Enfin, sur certains sites, les niveaux de **phosphore sont en position de limitation ou co**

**limitation** avec l'azote. Cela ne signifie pas pour autant qu'ils peuvent être utilisés comme **facteur de maîtrise**, les sources sédimentaires en phosphore n'étant pas contrôlables.

- Les **apports de ces suivis complémentaires sont donc riches**. Ces suivis permettent une meilleure perception de l'importance de la prolifération annuelle par les vols complémentaires (4 dates supplémentaires) sans lesquels il serait **très difficile de caractériser la prolifération annuelle et de décrire les facteurs l'influençant**. Les mesures des quotas azotés et phosphorés donnent quant à eux **des éléments d'interprétation des évolutions** surfaciques observées. Ils permettent de mettre en évidence les paramètres nutritionnels qui expliquent la prolifération ou sa limitation et de préciser les niveaux d'abattement des flux qu'il faudra encore envisager pour une limitation accrue des proliférations. La prolifération 2017 a été de ce point de vue particulièrement riche : suite à un **hiver particulièrement peu dispersif** et dans un **contexte nutritionnel estival bas**, la prolifération y a été la plus **précoce de la série, puis les surfaces ont fortement diminué** laissant sur certains sites la place à d'autres espèces. Cette année particulière **renforce encore le caractère pluriannuel** des proliférations déjà mis en évidence pour les plus grandes baies « algues vertes ». Ces suivis sont donc particulièrement importants à **poursuivre dans le cadre des reculs des proliférations** déjà opérés et qui devraient se prolonger dans les années à venir avec la baisse importante des flux azotés en lien avec les concentrations dans les cours d'eau.

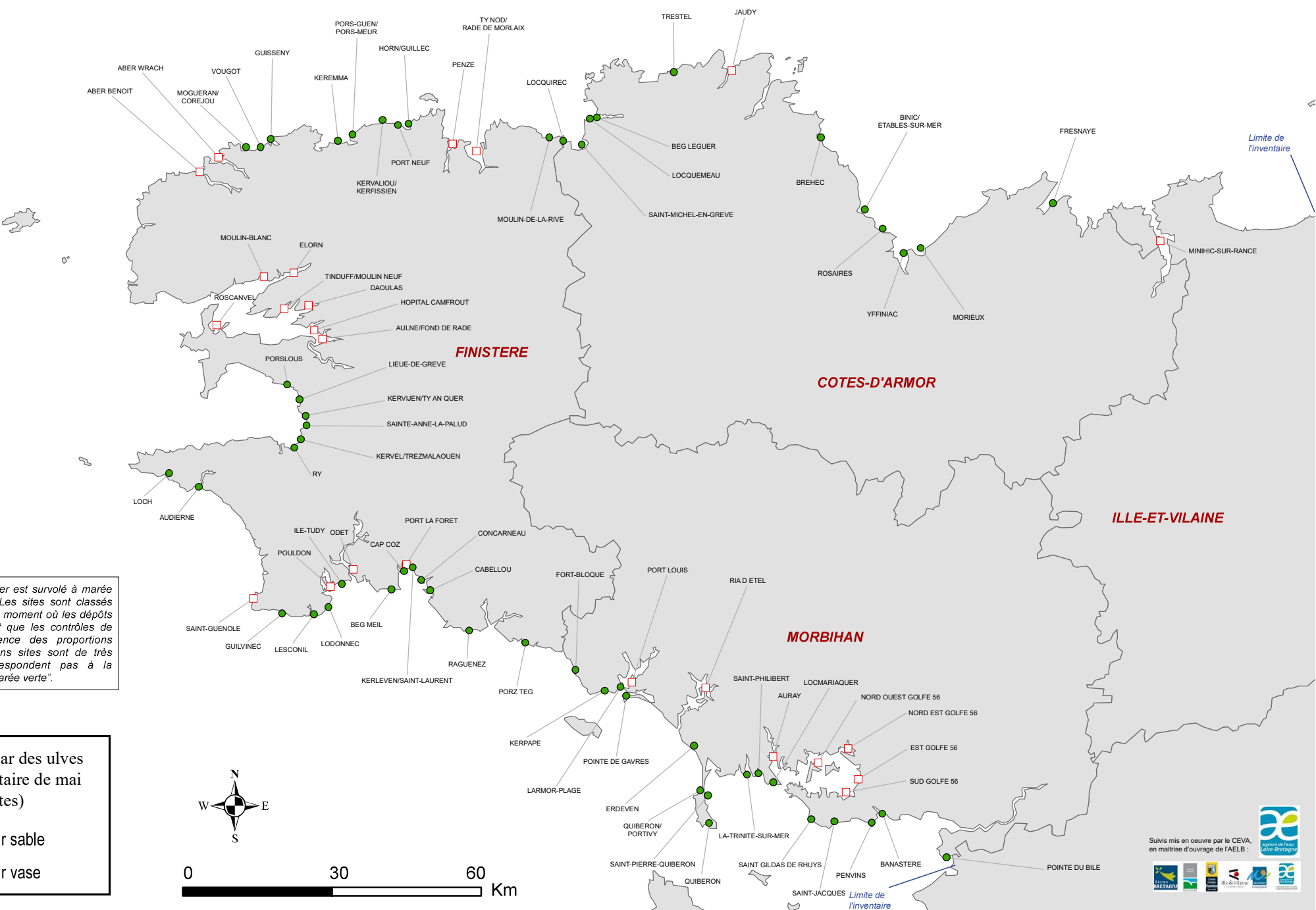
## ANNEXES

**ANNEXE 1**

SITES TOUCHES PAR DES ECHOUAGES D'ULVES EN MAI, JUILLET, SEPTEMBRE 2017



# Sites touchés par des échouages d'ulves mai 2017



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".

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

- site sur sable
- site sur vase

# Sites touchés par des échouages d'ulves juillet 2017

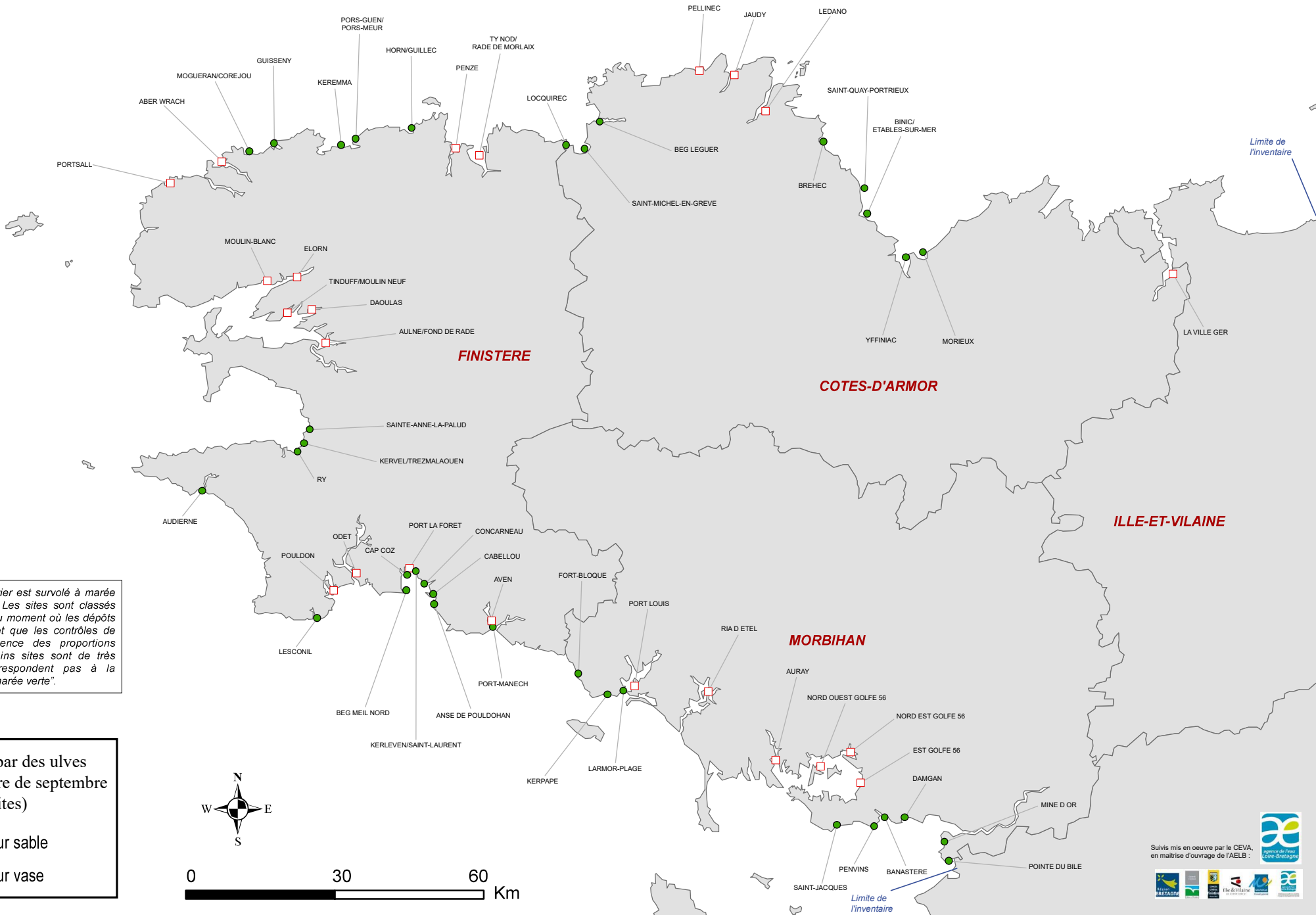


L'ensemble du linéaire côtier est survolé à marée basse de fort coefficient. Les sites sont classés comme touchés à partir du moment où les dépôts sont décelables d'avion et que les contrôles de terrain mettent en évidence des proportions anormales d'ulves. Certains sites sont de très petite taille et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

Sites touchés par des ulves lors de l'inventaire de juillet (69 sites)

- site sur sable
- site sur vase

# Sites touchés par des échouages d'ulves septembre 2017



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".

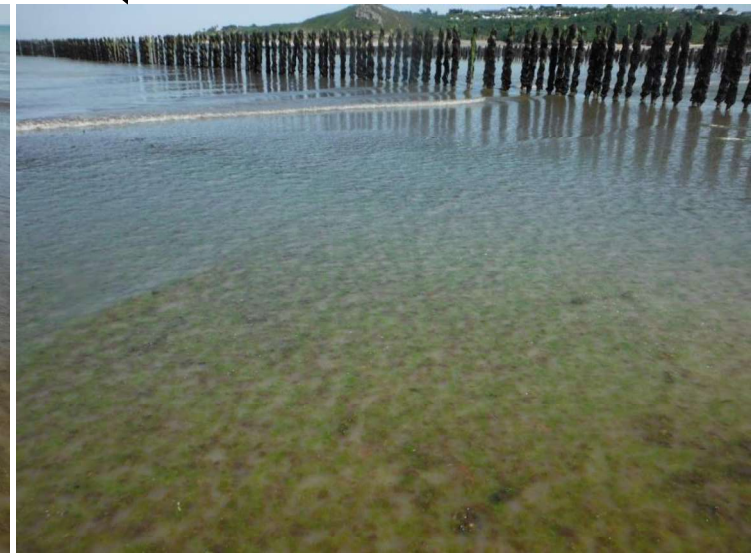
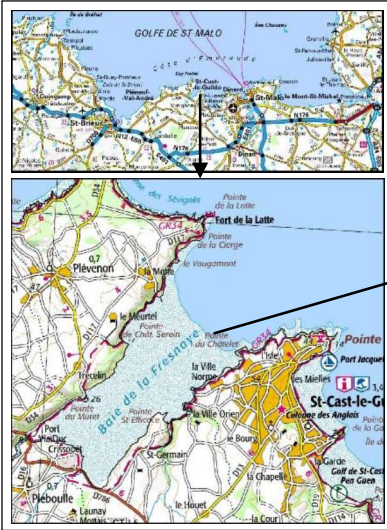
Sites touchés par des ulves  
lors de l'inventaire de septembre  
(57 sites)

- site sur sable
- site sur vase

**ANNEXE 2**

EXEMPLE DE FICHE DE CONTRÔLE TERRAIN POUR UN SITE

## FRESNAYE - Rideau (22)



Zones /gradient	Type d'algues échouées				Types d'algues vertes échouées		Type d'ulves		Taux recouvrement dépôt ulves	Identifications
	% AB	% Pyla	% AR	% AV	% ulves	% entéros	% libres	% arrachages		
1	0	25	55	30-50%	100		100		100	<i>Ulvaria obscura</i> <i>Polysiphonia</i> sp. <i>Ectocarpales</i> .

Forte proportion d'Ulvaria dans le rideau (jusqu'à 50% au maximum)

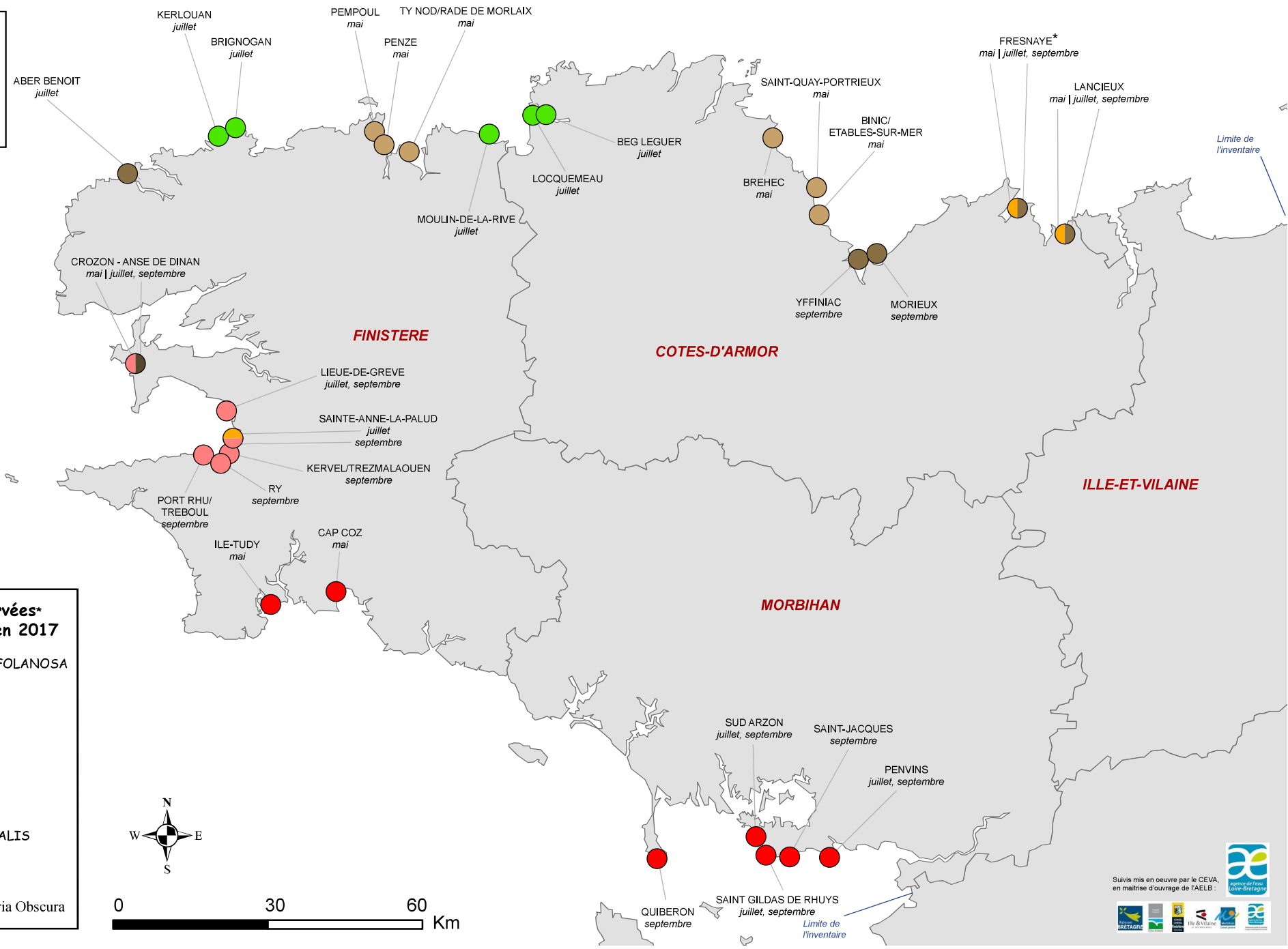
## **ANNEXE 3**

SITES TOUCHES PAR DES PROLIFERATIONS D'AUTRES ALGUES EN 2017



# Sites touchés par des proliférations d'algues en 2017 autres que les ulves (3 inventaires de contrôle de surveillance DCE)

\* L'ensemble du linéaire côtier est survolé 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.



**Proliférations observées\* autres que les ulves en 2017**

- FALKENBERGIA RUFOLANOSA
- SOLIERIA
- ENTEROMORPHES
- POLYSIPHONIA
- ECTOCARPALES
- PYLAIELLA LITTORALIS
- ECTOCARPUS

\* Site touché par de l'Ulvaria Obscura

**ANNEXE 4**

TAILLE MAXIMUM DES SITES A ULVES SUR PLAGE EN 2017



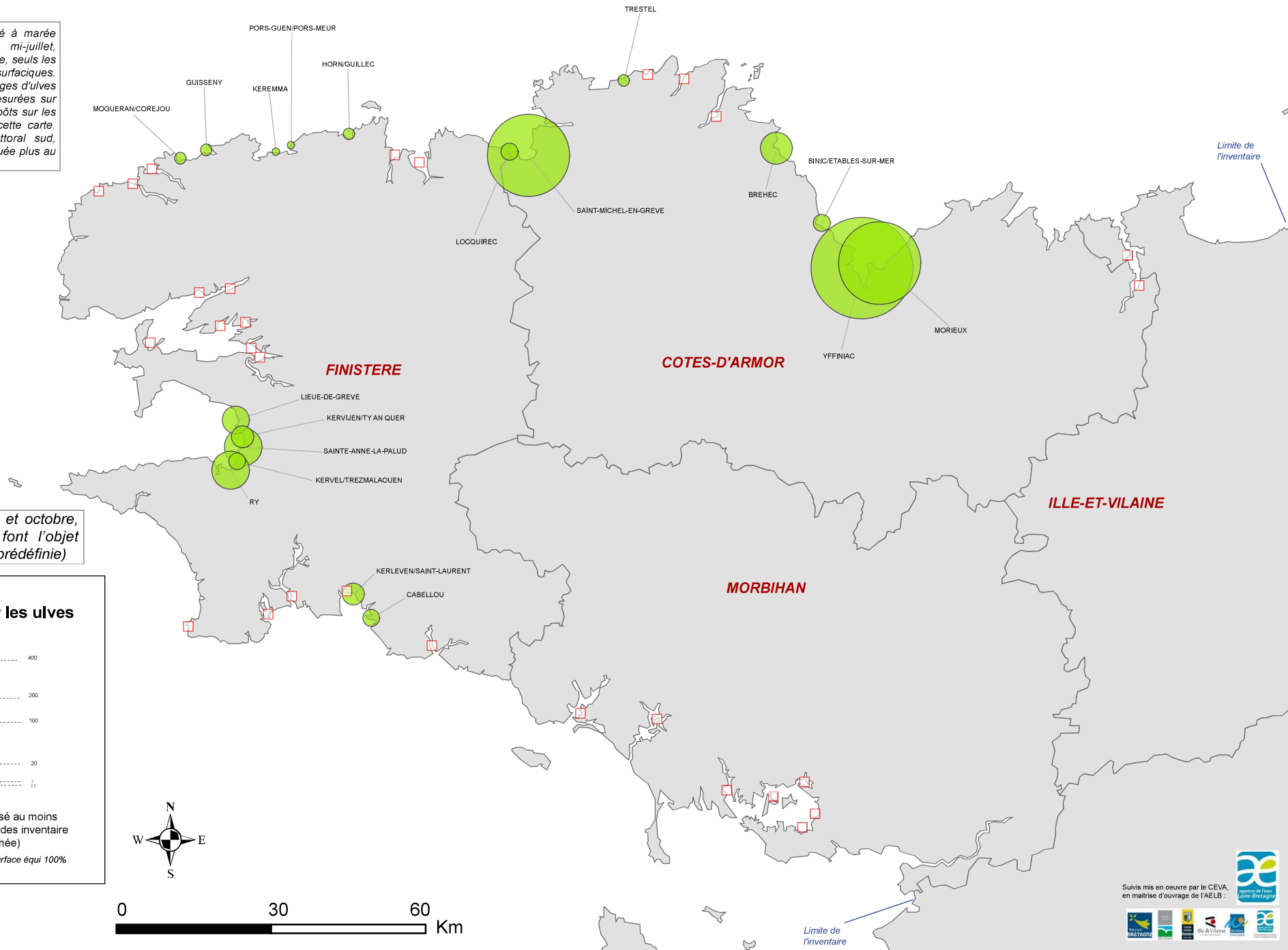


## ANNEXE 5

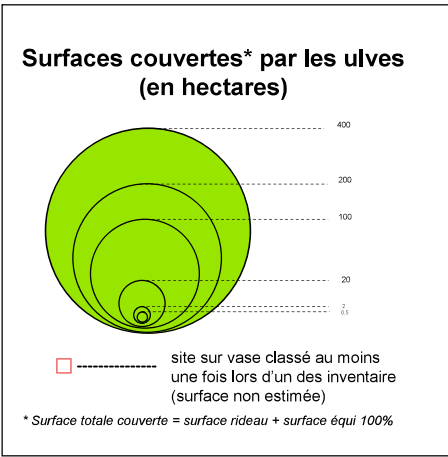
- SURFACES COUVERTES PAR SITE POUR LES MISSIONS D'AVRIL A OCTOBRE 2017
- SURFACES COUVERTES PAR SITE POUR LES MISSIONS D'AVRIL A OCTOBRE DES ANNEES 2002 à 2017
- SURFACES COUVERTES PAR SITE D'AVRIL A OCTOBRE EN MOYENNE SUR 2002-2013

# Surfaces couvertes par les ulves avril 2017

L'ensemble du linéaire côtier est survolé à marée basse de fort coefficient à la mi-mai, mi-juillet, mi-septembre. En avril, juin, août et octobre, seuls les sites principaux font l'objet d'estimations surfaciques. Pour tous les sites présentant des échouages d'ulves sur sable, 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.

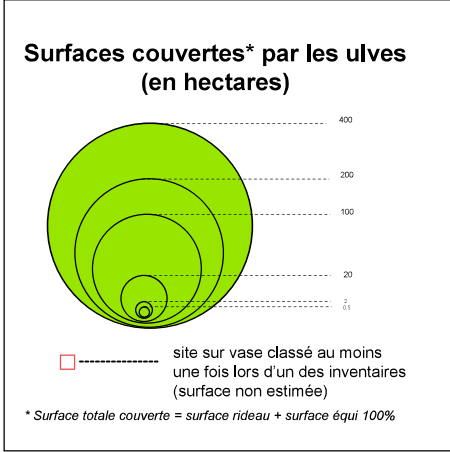
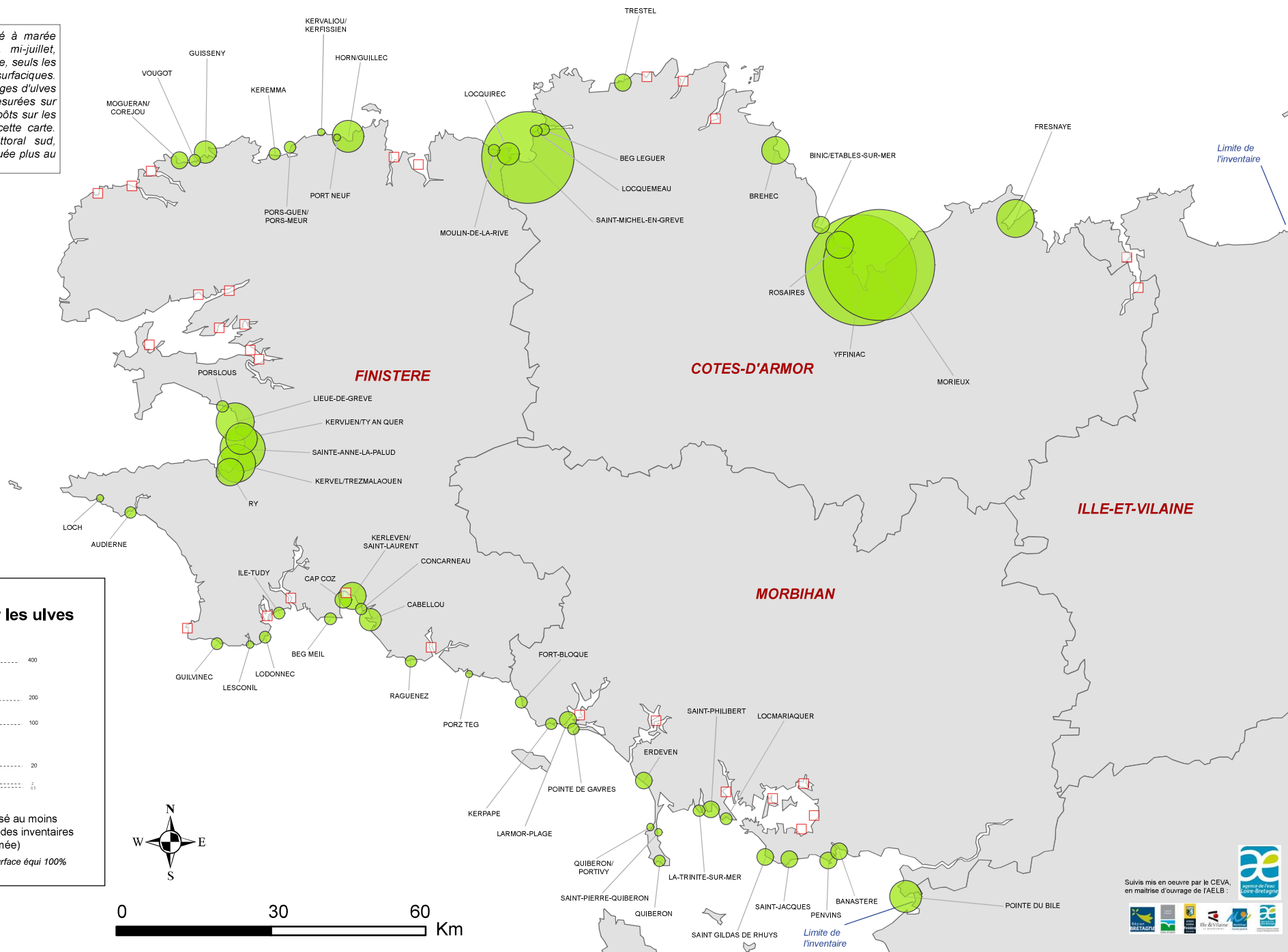


**A noter :** en avril, juin, août et octobre, seuls les sites principaux font l'objet d'évaluation surfacique (liste prédéfinie)



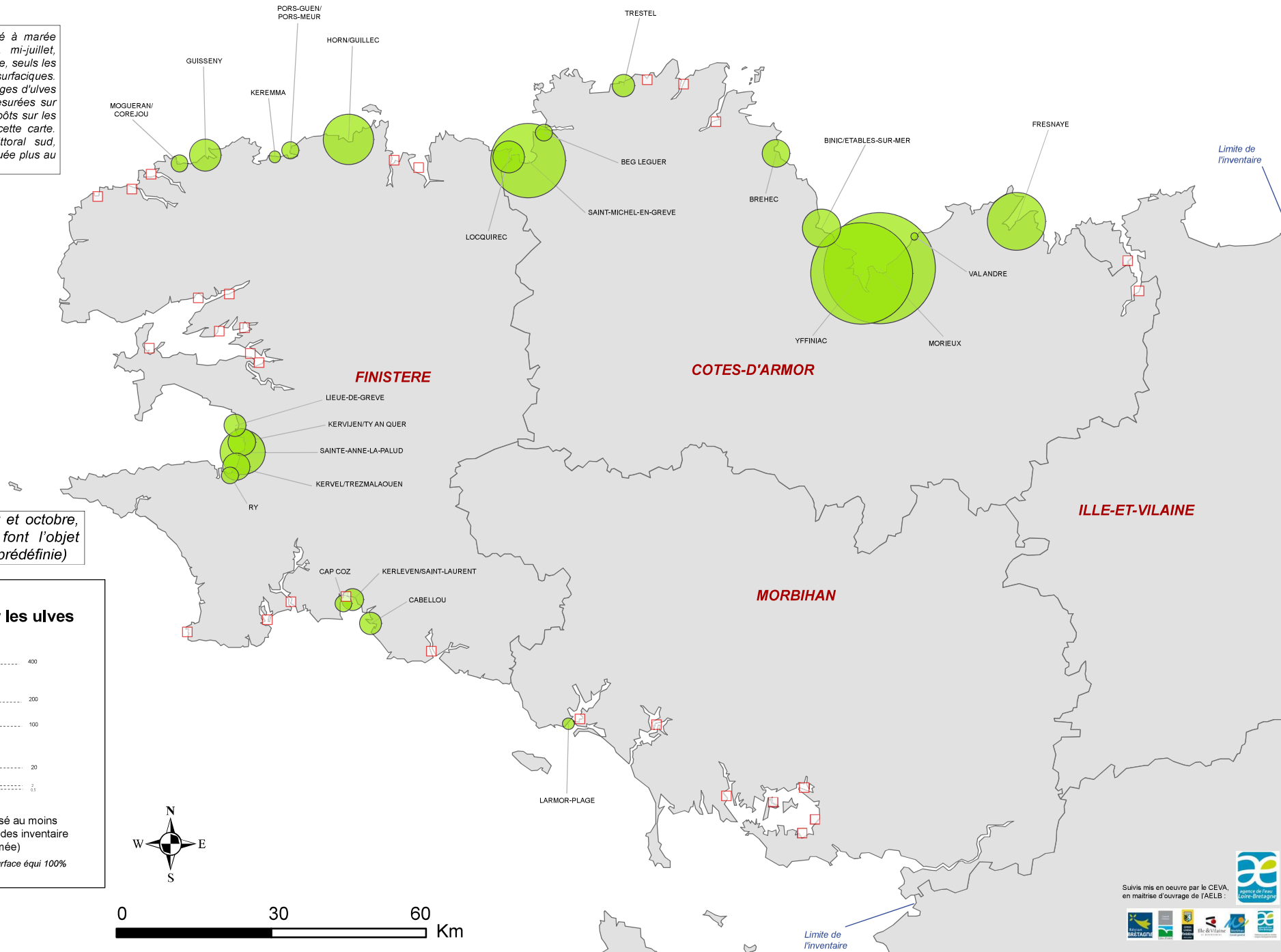
# Surfaces couvertes par les ulves mai 2017

L'ensemble du linéaire côtier est survolé à marée basse de fort coefficient à la mi-mai, mi-juillet, mi-septembre. En avril, juin, août et octobre, seuls les sites principaux font l'objet d'estimations surfaciques. Pour tous les sites présentant des échouages d'ulves sur sable, 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.



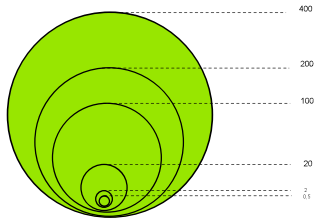
# Surfaces couvertes par les ulves juin 2017

L'ensemble du linéaire côtier est survolé à marée basse de fort coefficient à la mi-mai, mi-juillet, mi-septembre. En avril, juin, août et octobre, seuls les sites principaux font l'objet d'estimations surfaciques. Pour tous les sites présentant des échouages d'ulves sur sable, 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.



**A noter :** en avril, juin, août et octobre, seuls les sites principaux font l'objet d'évaluation surfacique (liste prédéfinie)

## Surfaces couvertes\* par les ulves (en hectares)



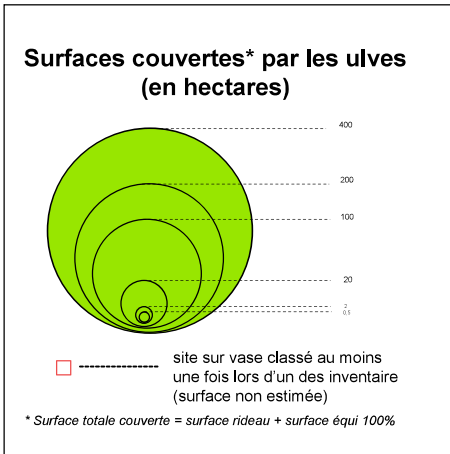
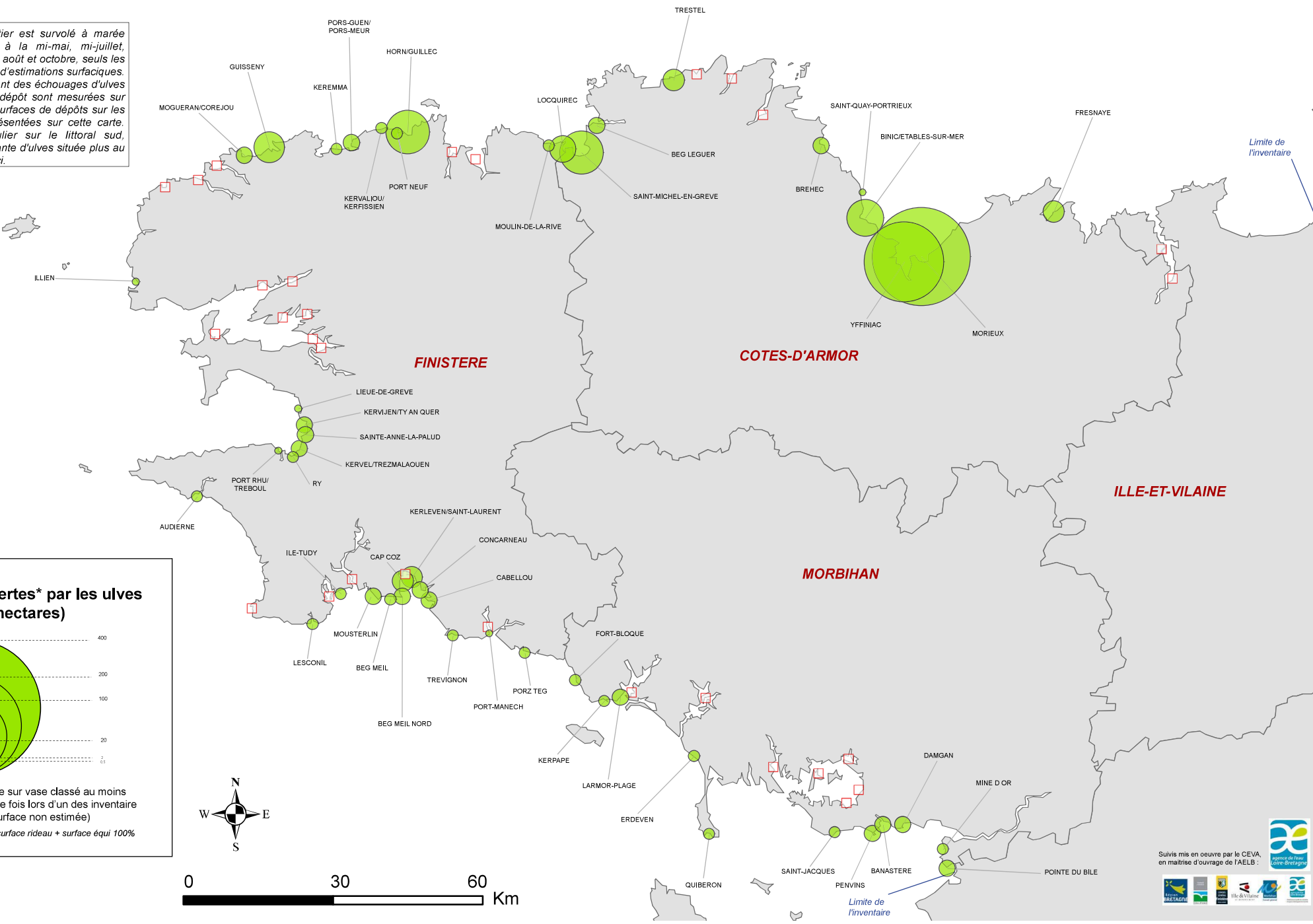
□ site sur vase classé au moins une fois lors d'un des inventaire (surface non estimée)

\* Surface totale couverte = surface rideau + surface équie 100%

0 30 60 Km

# Surfaces couvertes par les ulves juillet 2017

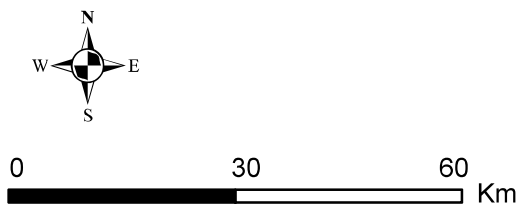
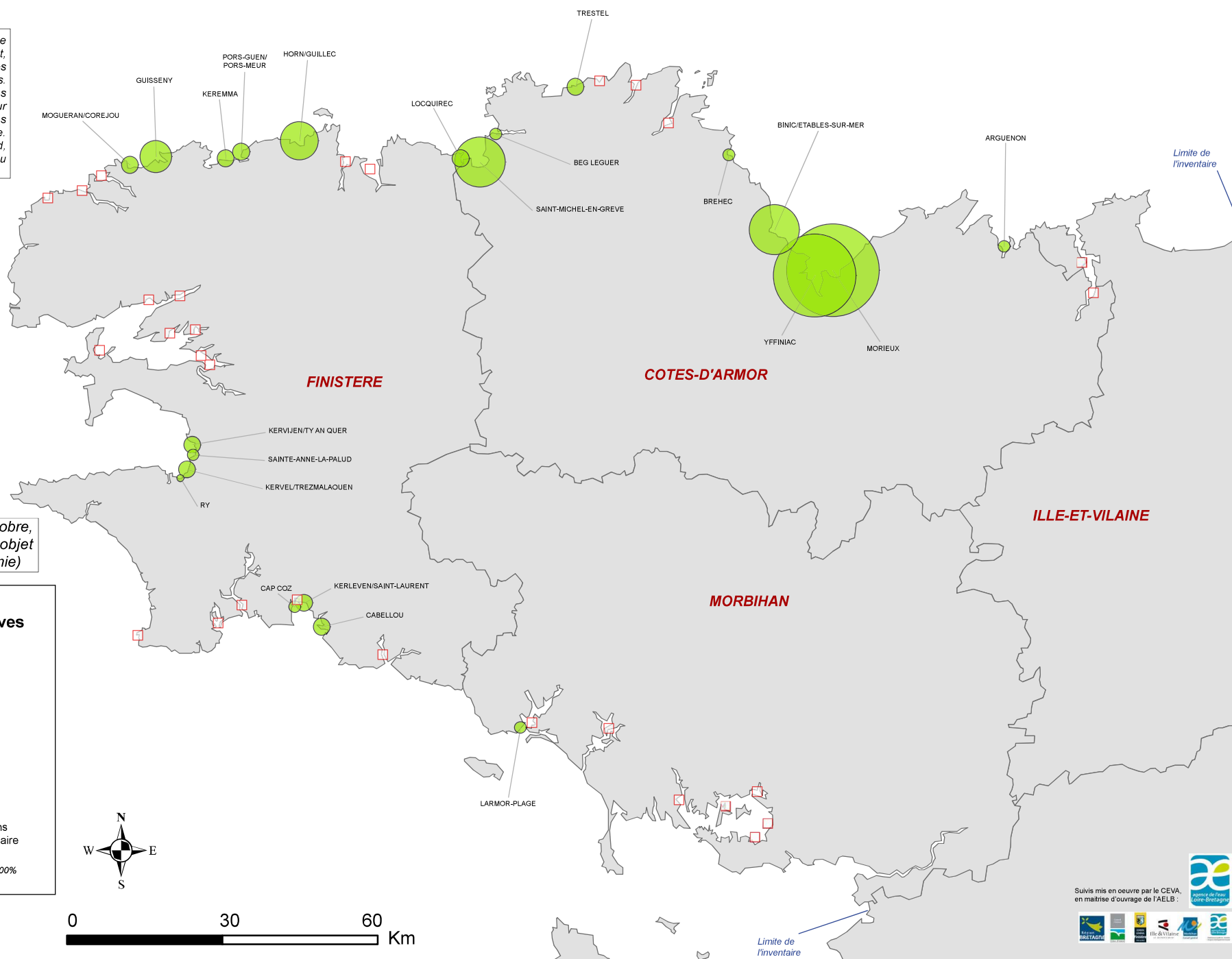
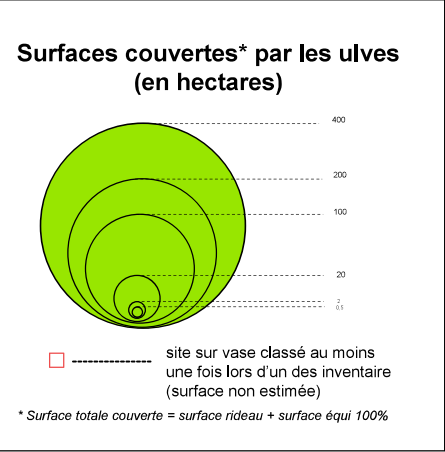
L'ensemble du linéaire côtier est survolé à marée basse de fort coefficient à la mi-mai, mi-juillet, mi-septembre. En avril, juin, août et octobre, seuls les sites principaux font l'objet d'estimations surfaciques. Pour tous les sites présentant des échouages d'ulves sur sable, les surfaces de dépôt 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.



# Surfaces couvertes par les ulves août 2017

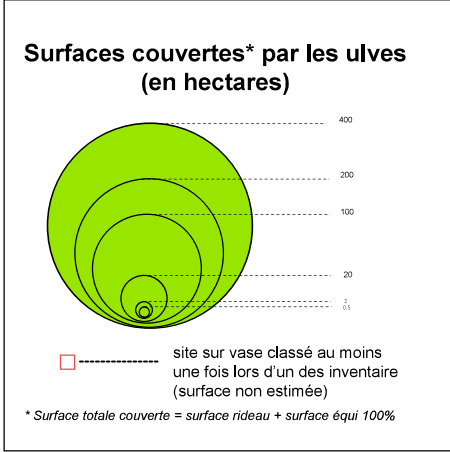
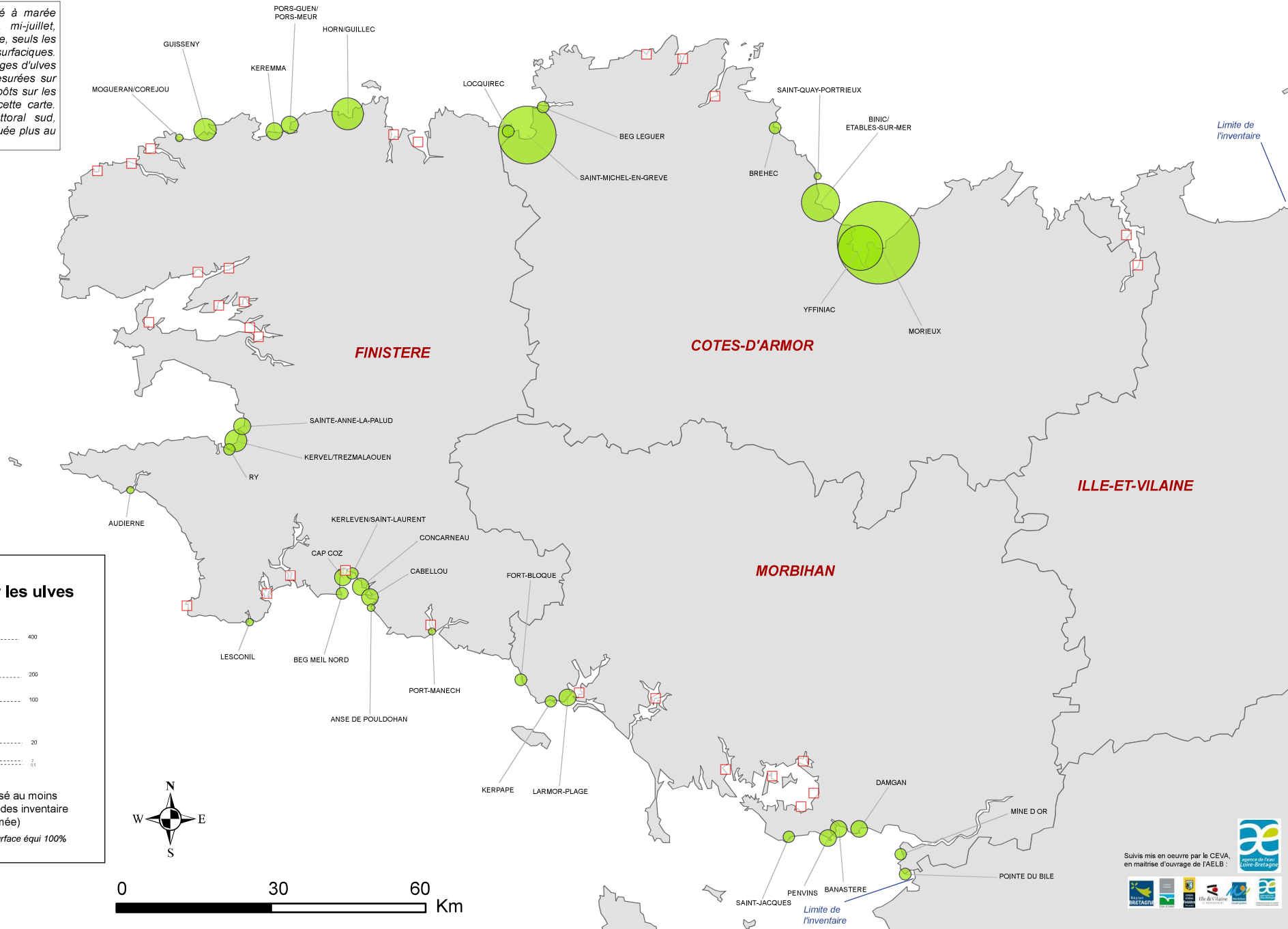
L'ensemble du linéaire côtier est survolé à marée basse de fort coefficient à la mi-mai, mi-juillet, mi-septembre. En avril, juin, août et octobre, seuls les sites principaux font l'objet d'estimations surfaciques. Pour tous les sites présentant des échouages d'ulves sur sable, les surfaces de dépôt 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.

**A noter :** en avril, juin, août et octobre, seuls les sites principaux font l'objet d'évaluation surfacique (liste prédéfinie)



# Surfaces couvertes par les ulves septembre 2017

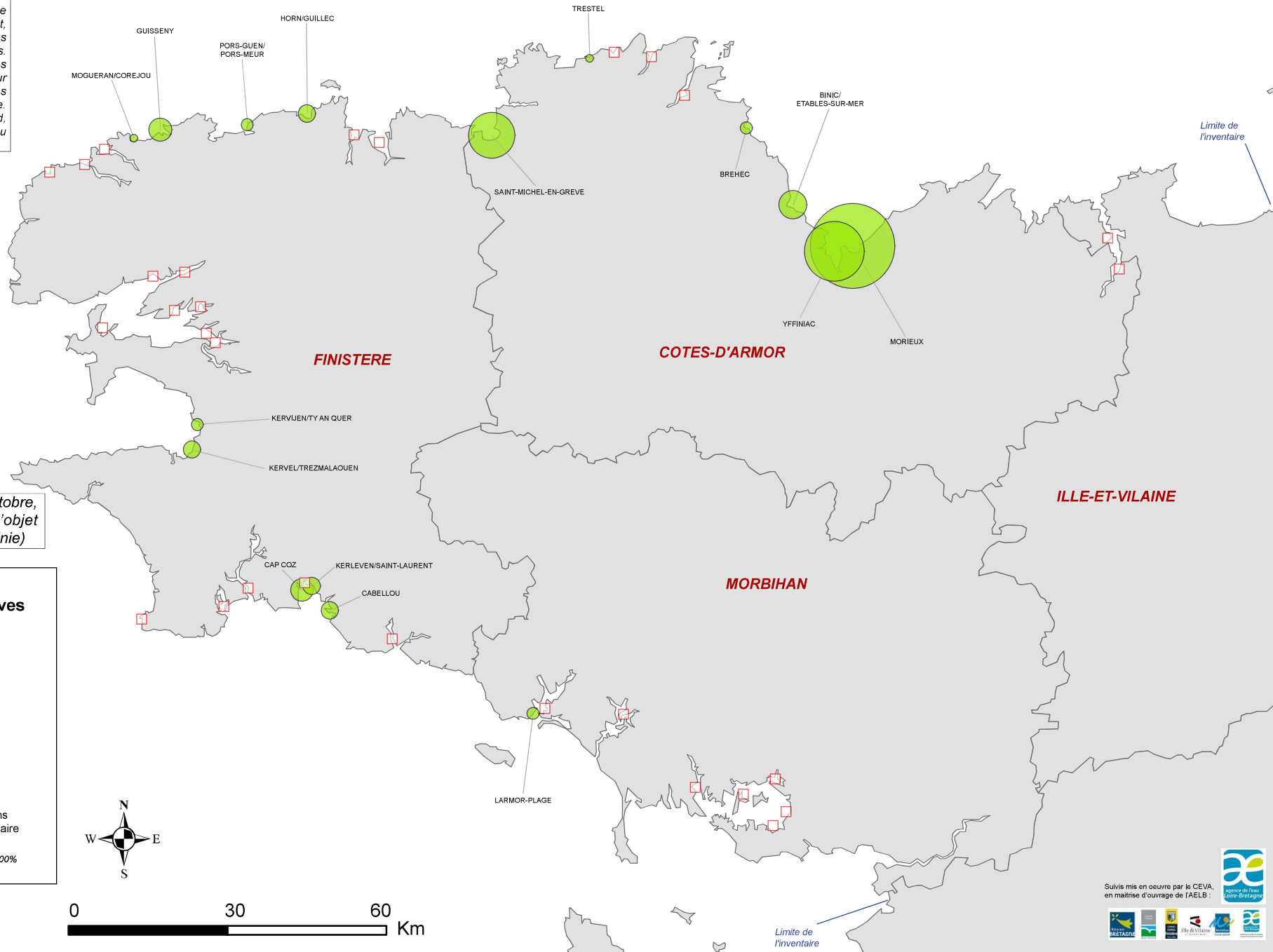
L'ensemble du linéaire côtier est survolé à marée basse de fort coefficient à la mi-mai, mi-juillet, mi-septembre. En avril, juin, août et octobre, seuls les sites principaux font l'objet d'estimations surfaciques. Pour tous les sites présentant des échouages d'ulves sur sable, les surfaces de dépôt 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.



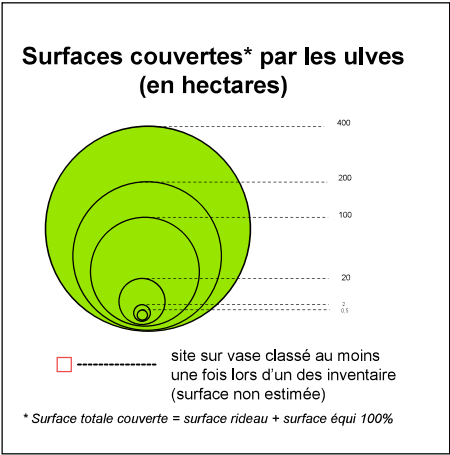


# Surfaces couvertes par les ulves octobre 2017

L'ensemble du linéaire côtier est survolé à marée basse de fort coefficient à la mi-mai, mi-juillet, mi-septembre. En avril, juin, août et octobre, seuls les sites principaux font l'objet d'estimations surfaciques. Pour tous les sites présentant des échouages d'ulves sur sable, 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.

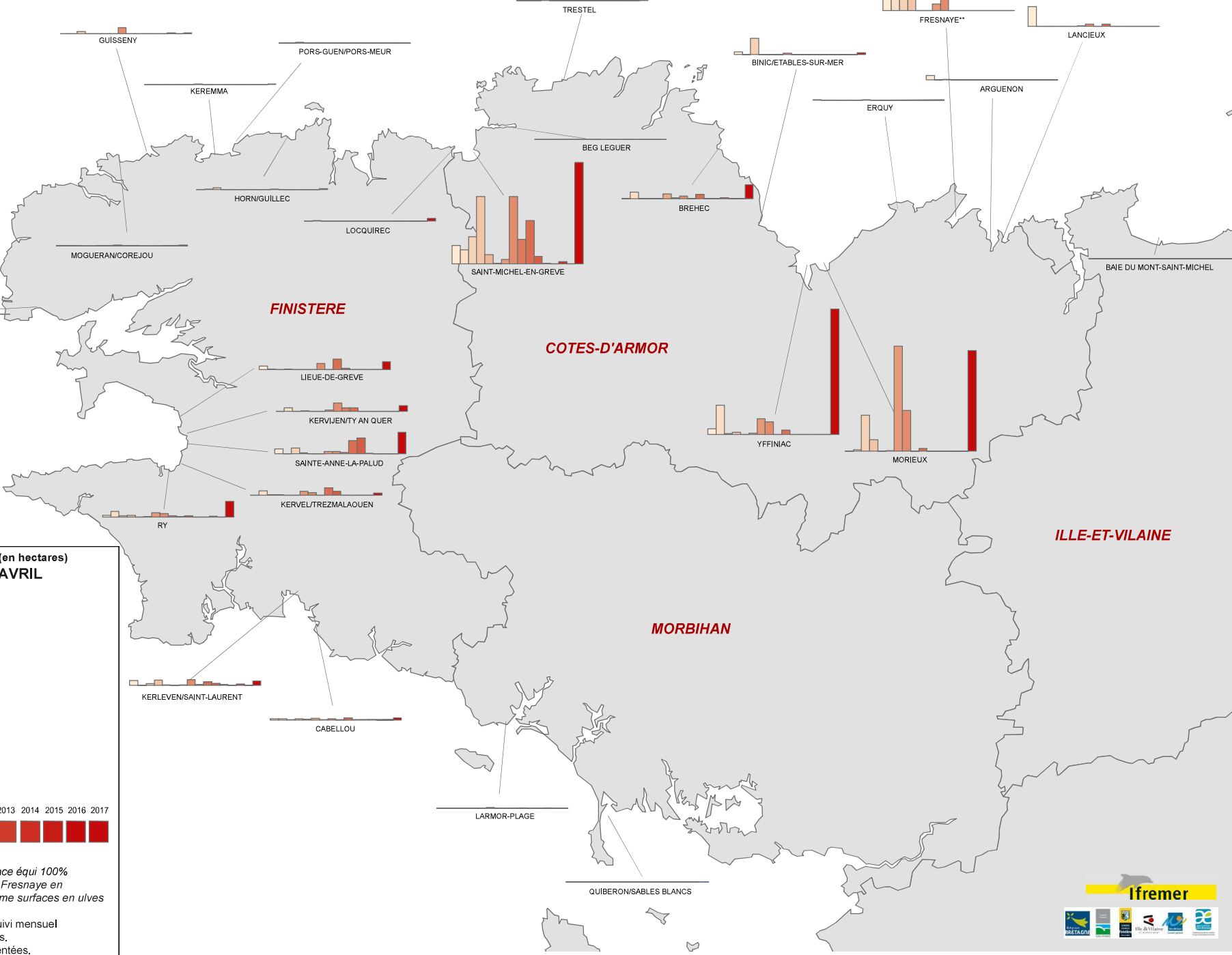


**A noter :** en avril, juin, août et octobre, seuls les sites principaux font l'objet d'évaluation surfacique (liste prédéfinie)

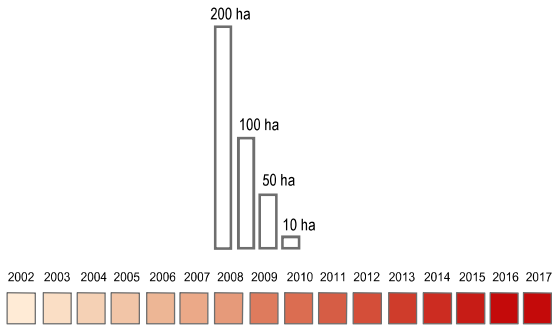


# Variation des échouages d'ulves sur les principaux sites entre 2002 et 2017 (situation d'avril)

Les sites principaux sont survolés à marée basse de fort coefficient mensuellement d'avril à octobre. Pour tous les sites présentant des échouages d'ulves sur sable, les surfaces de dépôt sont mesurées sur les photos aériennes. Les surfaces de dépôts sur les vasières ne sont pas représentées ici. Certains sites, en particulier sur le littoral sud, comportent une part importante d'ulves située plus au large et non comptabilisée ici. Quelques sites ont présenté, certaines années des proliférations d'algues brunes filamenteuses non comptabilisées.



## Somme des surfaces\* couvertes (en hectares) par les ulves pour le mois d'AVRIL de 2002 à 2017:



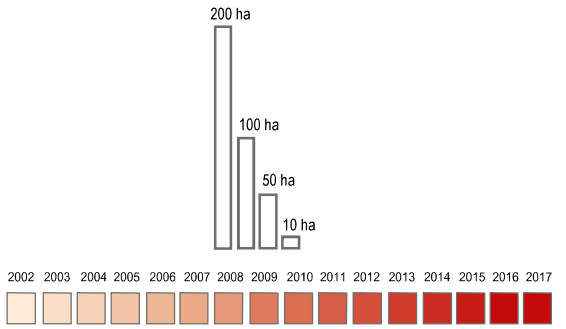
\* surface totale couverte = surface riveau + surface équi 100%  
 \*\* dépôts d'Ulvaria ("ulvoïde") sur la baie de la Fresnaye en 2007, 2008, 2009, 2015, 2016 et 2017 intégrés ici comme surfaces en ulves

Seuls les sites de "plage" faisant l'objet d'un suivi mensuel entre avril et octobre sont représentés. Surfaces des sites de vase à non représentées.

# Variation des échouages d'ulves sur les principaux sites entre 2002 et 2017 (situation de mai)

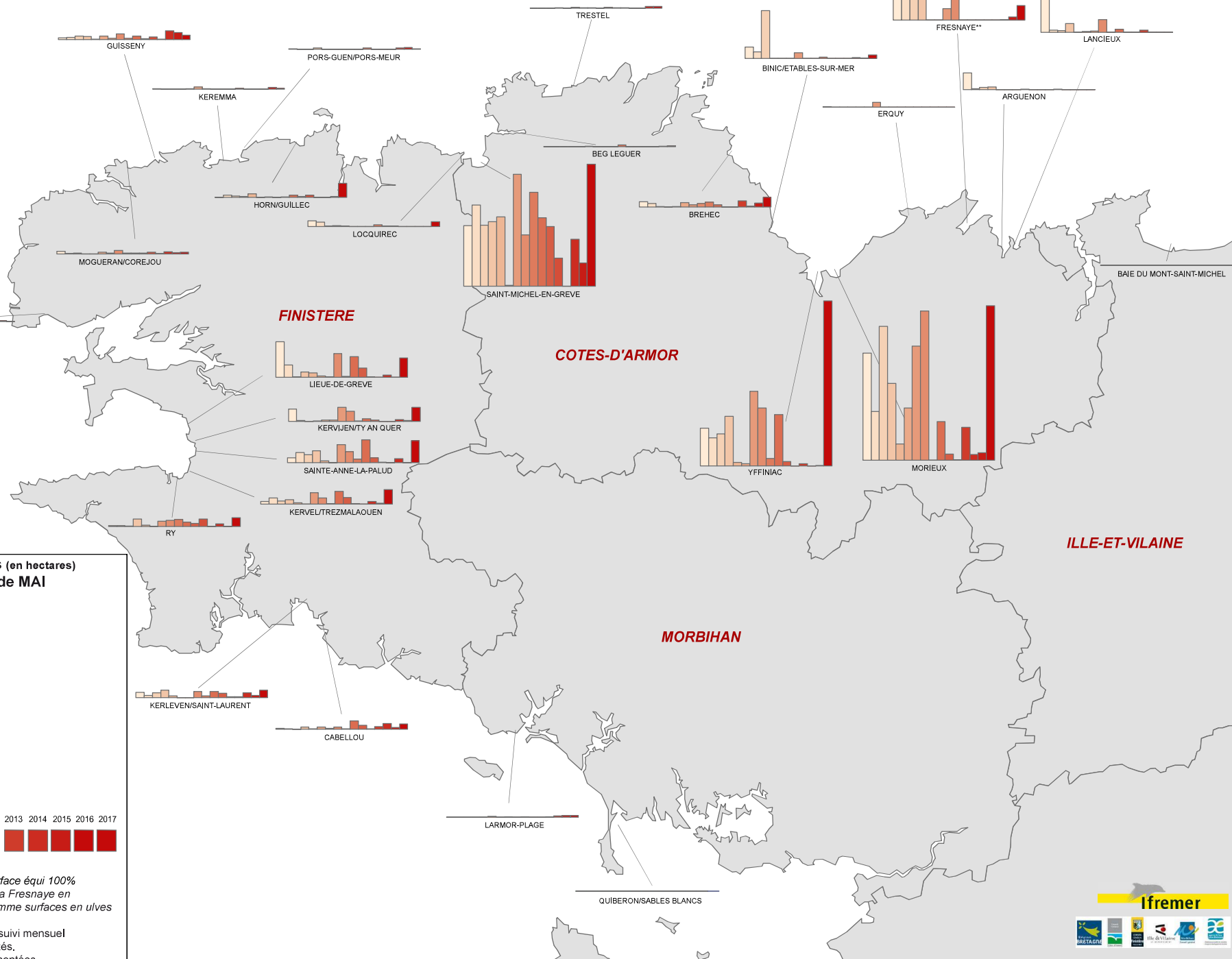
Les sites principaux sont survolés à marée basse de fort coefficient mensuellement d'avril à octobre. Pour tous les sites présentant des échouages d'ulves sur sable, les surfaces de dépôt sont mesurées sur les photos aériennes. Les surfaces de dépôts sur les vasières ne sont pas représentées ici. Certains sites, en particulier sur le littoral sud, comportent une part importante d'ulves située plus au large et non comptabilisée ici. Quelques sites ont présenté, certaines années des proliférations d'algues brunes filamenteuses non comptabilisées.

## Somme des surfaces\* couvertes (en hectares) par les ulves pour le mois de MAI de 2002 à 2017:



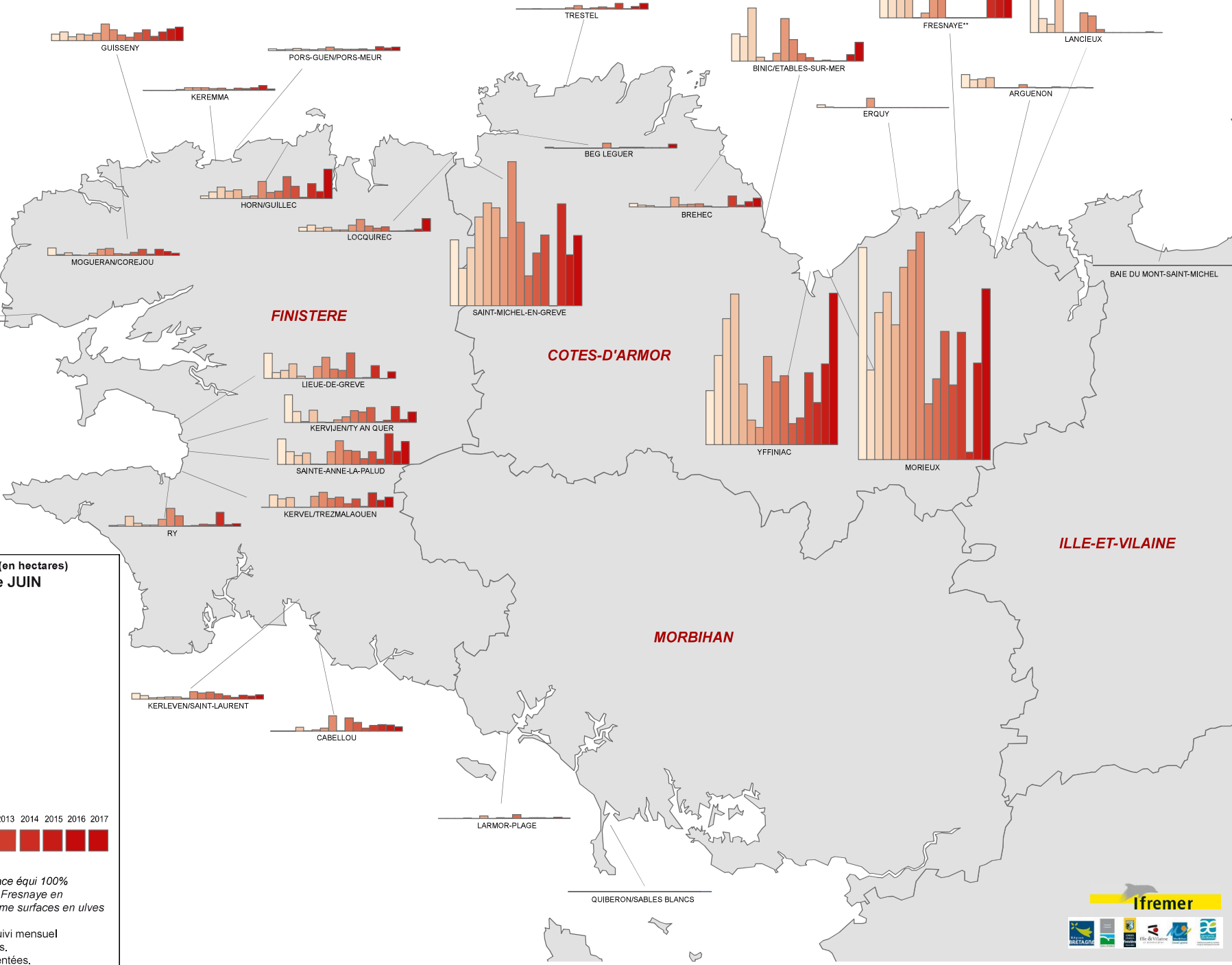
\* surface totale couverte = surface riveau + surface équi 100%  
 \*\* dépôts d'Ulvaria ("ulvoïde") sur la baie de la Fresnaye en 2007, 2008, 2009, 2015, 2016 et 2017 intégrés ici comme surfaces en ulves

Seuls les sites de "plage" faisant l'objet d'un suivi mensuel entre avril et octobre sont représentés. Surfaces des sites de vase à non représentées.

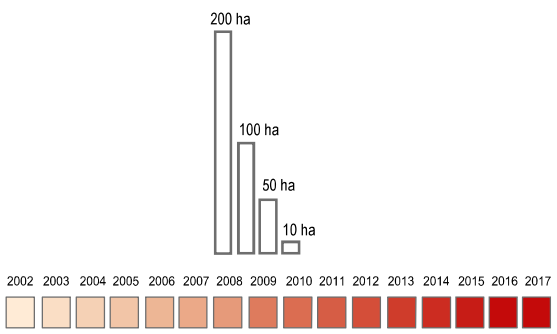


# Variation des échouages d'ulves sur les principaux sites entre 2002 et 2017 (situation de juin)

Les sites principaux sont survolés à marée basse de fort coefficient mensuellement d'avril à octobre. Pour tous les sites présentant des échouages d'ulves sur sable, les surfaces de dépôt sont mesurées sur les photos aériennes. Les surfaces de dépôts sur les vasières ne sont pas représentées ici. Certains sites, en particulier sur le littoral sud, comportent une part importante d'ulves située plus au large et non comptabilisée ici. Quelques sites ont présenté, certaines années des proliférations d'algues brunes filamenteuses non comptabilisées.



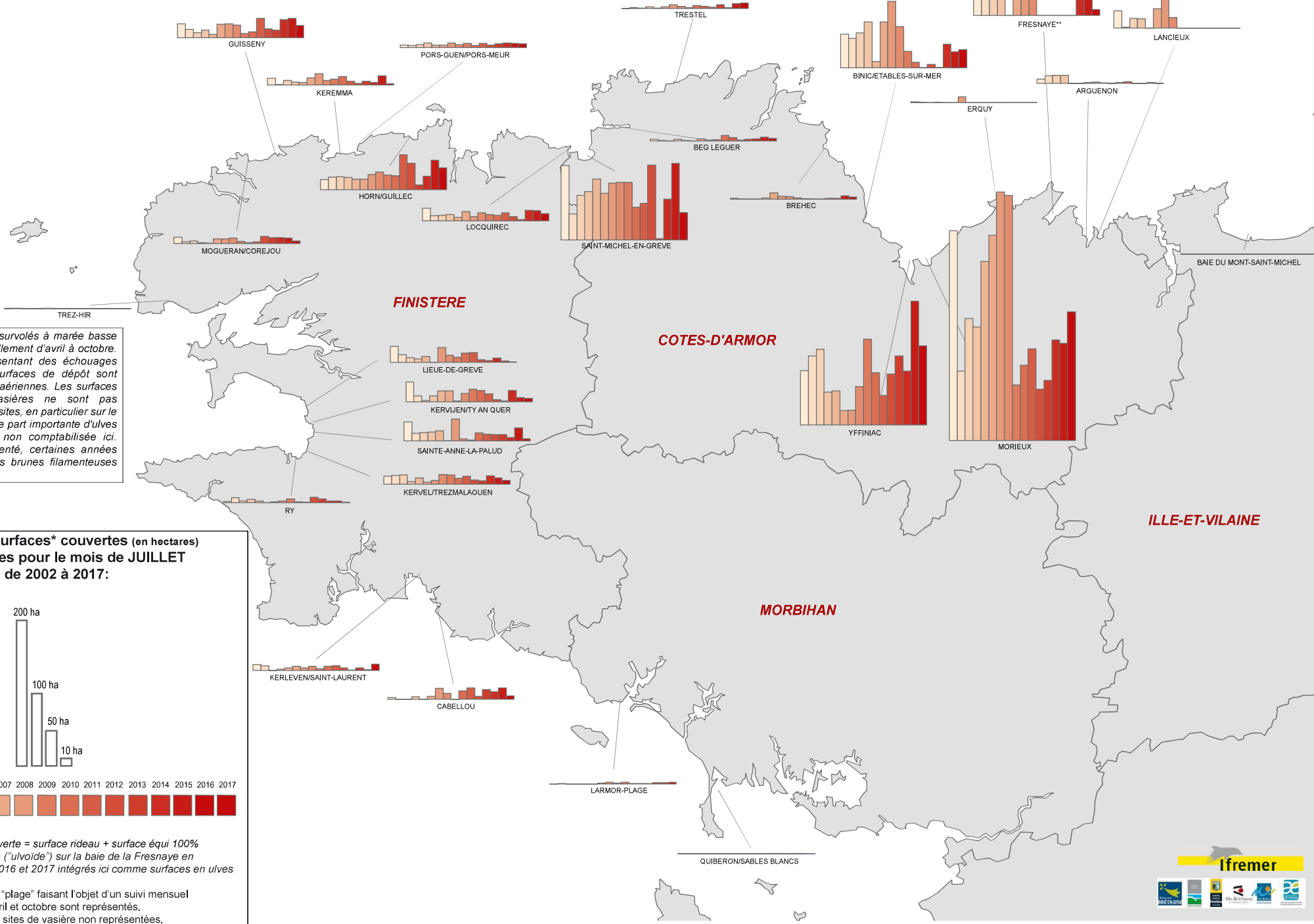
## Somme des surfaces\* couvertes (en hectares) par les ulves pour le mois de JUNE de 2002 à 2017:



\* surface totale couverte = surface rideau + surface équi 100%  
 \*\* dépôts d'Ulvaria ("ulvoïde") sur la baie de la Fresnaye en 2007, 2008, 2009, 2015, 2016 et 2017 intégrés ici comme surfaces en ulves

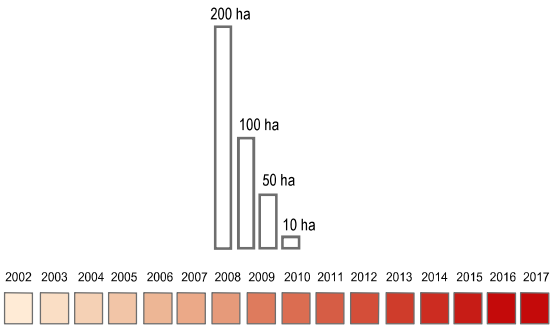
Seuls les sites de "plage" faisant l'objet d'un suivi mensuel entre avril et octobre sont représentés. Surfaces des sites de vase à non représentées.

# Variation des échouages d'ulves sur les principaux sites entre 2002 et 2017 (situation de juillet)



Les sites principaux sont survolés à marée basse de fort coefficient mensuellement d'avril à octobre. Pour tous les sites présentant des échouages d'ulves sur sable, les surfaces de dépôt sont mesurées sur les photos aériennes. Les surfaces de dépôts sur les vasières ne sont pas représentées ici. Certains sites, en particulier sur le littoral sud, comportent une part importante d'ulves située plus au large et non comptabilisée ici. Quelques sites ont présenté, certaines années des proliférations d'algues brunes filamenteuses non comptabilisées.

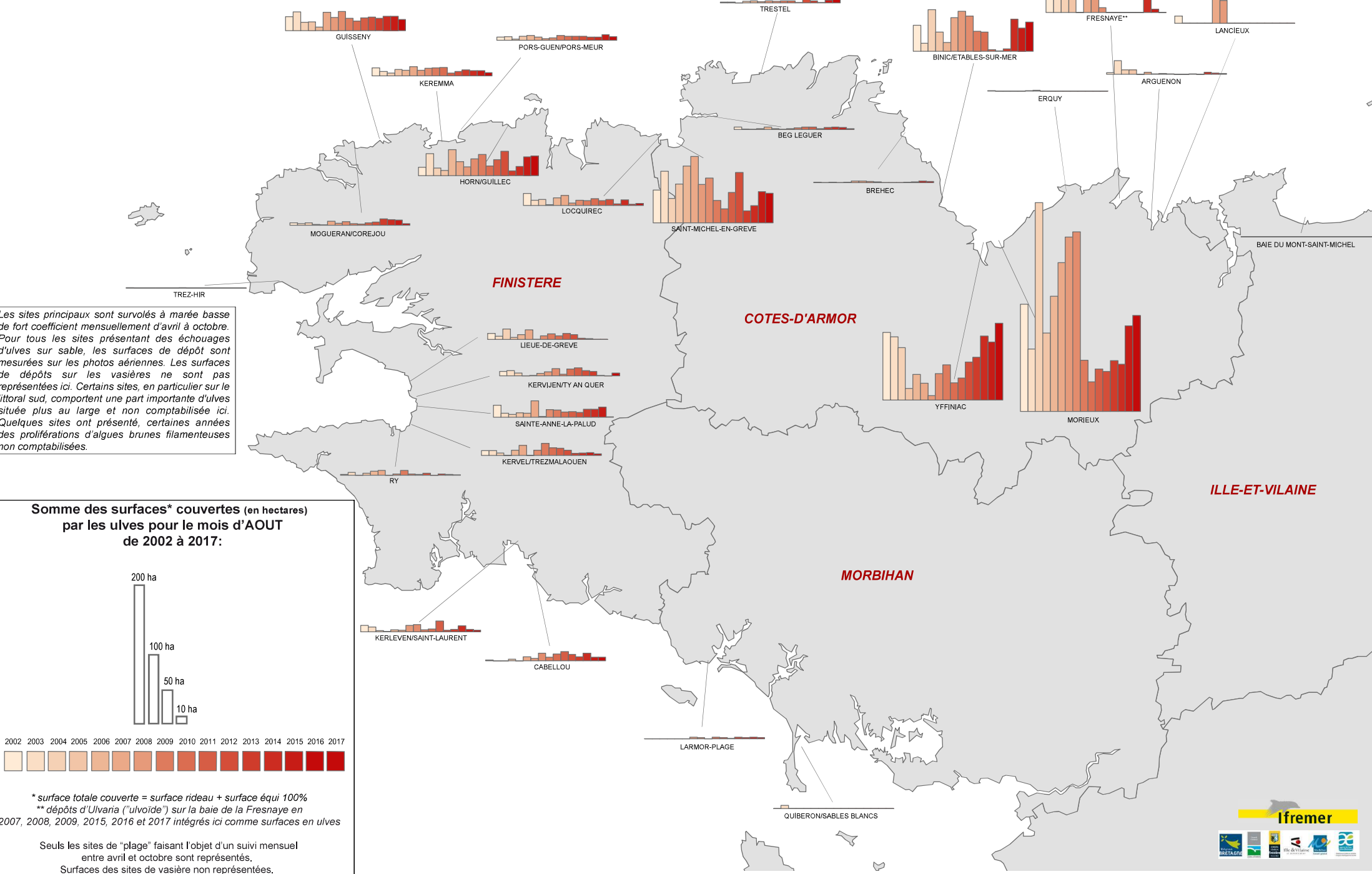
## Somme des surfaces\* couvertes (en hectares) par les ulves pour le mois de JUILLET de 2002 à 2017:



\* surface totale couverte = surface rideau + surface équi 100%  
 \*\* dépôts d'Ulvaria ("ulvoïde") sur la baie de la Fresnaye en 2007, 2008, 2009, 2015, 2016 et 2017 intégrés ici comme surfaces en ulves

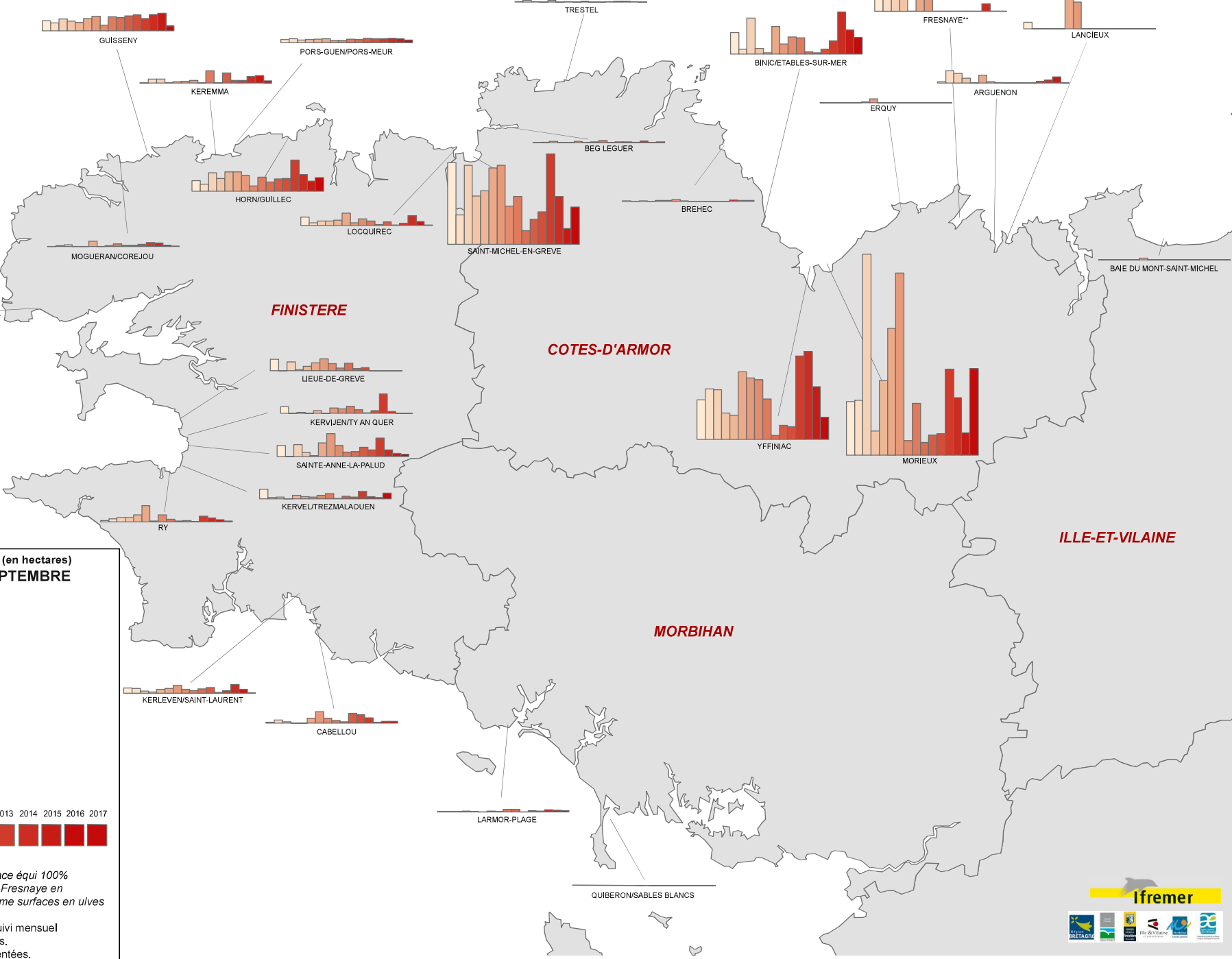
Seuls les sites de "plage" faisant l'objet d'un suivi mensuel entre avril et octobre sont représentés. Surfaces des sites de vaseière non représentées.

# Variation des échouages d'ulves sur les principaux sites entre 2002 et 2017 (situation d'août)

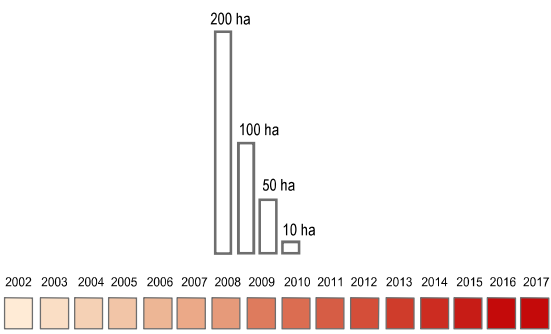


# Variation des échouages d'ulves sur les principaux sites entre 2002 et 2017 (situation de septembre)

Les sites principaux sont survolés à marée basse de fort coefficient mensuellement d'avril à octobre. Pour tous les sites présentant des échouages d'ulves sur sable, les surfaces de dépôt sont mesurées sur les photos aériennes. Les surfaces de dépôts sur les vasières ne sont pas représentées ici. Certains sites, en particulier sur le littoral sud, comportent une part importante d'ulves située plus au large et non comptabilisée ici. Quelques sites ont présenté, certaines années des proliférations d'algues brunes filamenteuses non comptabilisées.



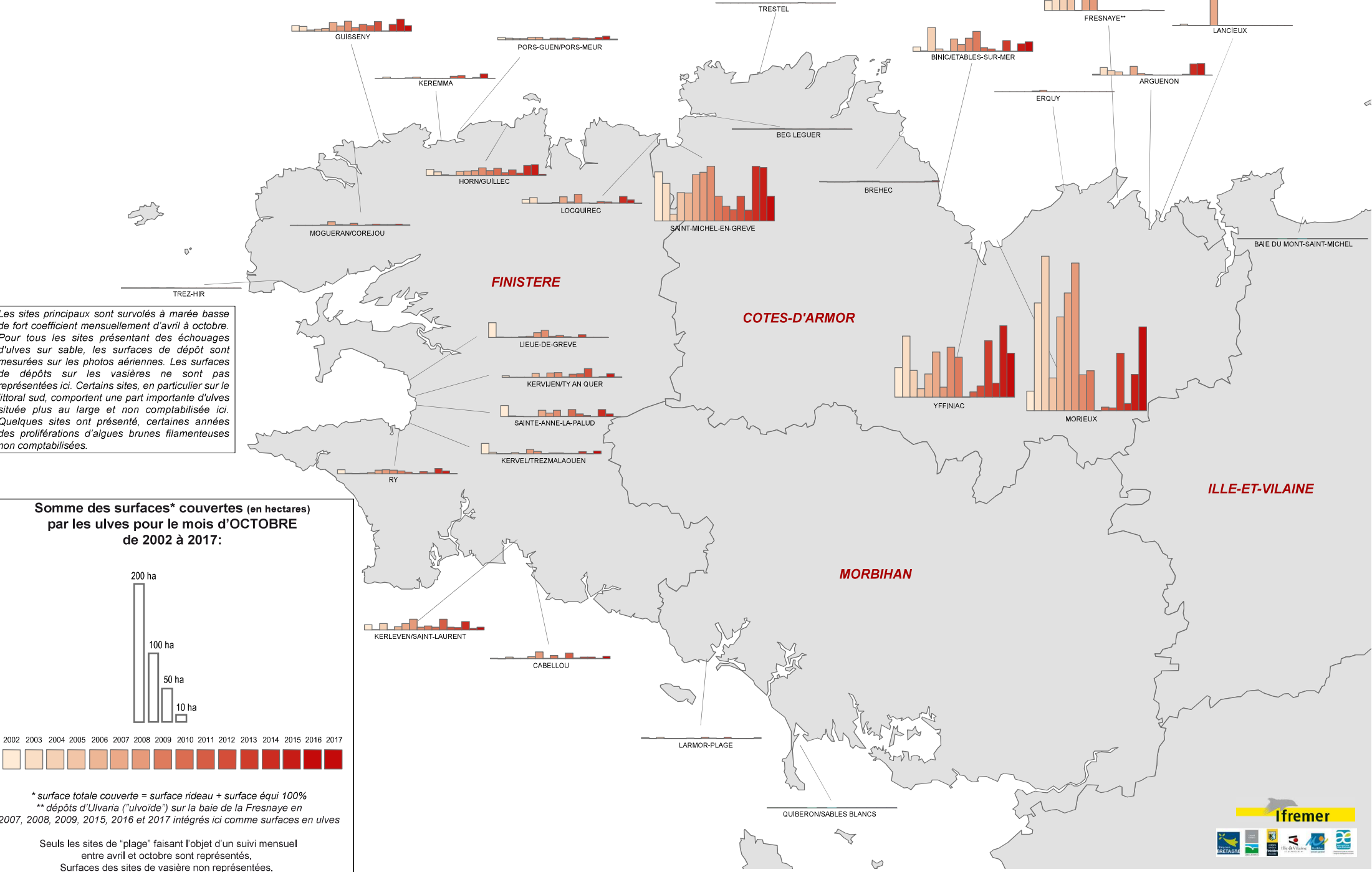
## Somme des surfaces\* couvertes (en hectares) par les ulves pour le mois de SEPTEMBRE de 2002 à 2017:



\* surface totale couverte = surface rideau + surface équi 100%  
 \*\* dépôts d'Ulvaria ("ulvoïde") sur la baie de la Fresnaye en 2007, 2008, 2009, 2015, 2016 et 2017 intégrés ici comme surfaces en ulves

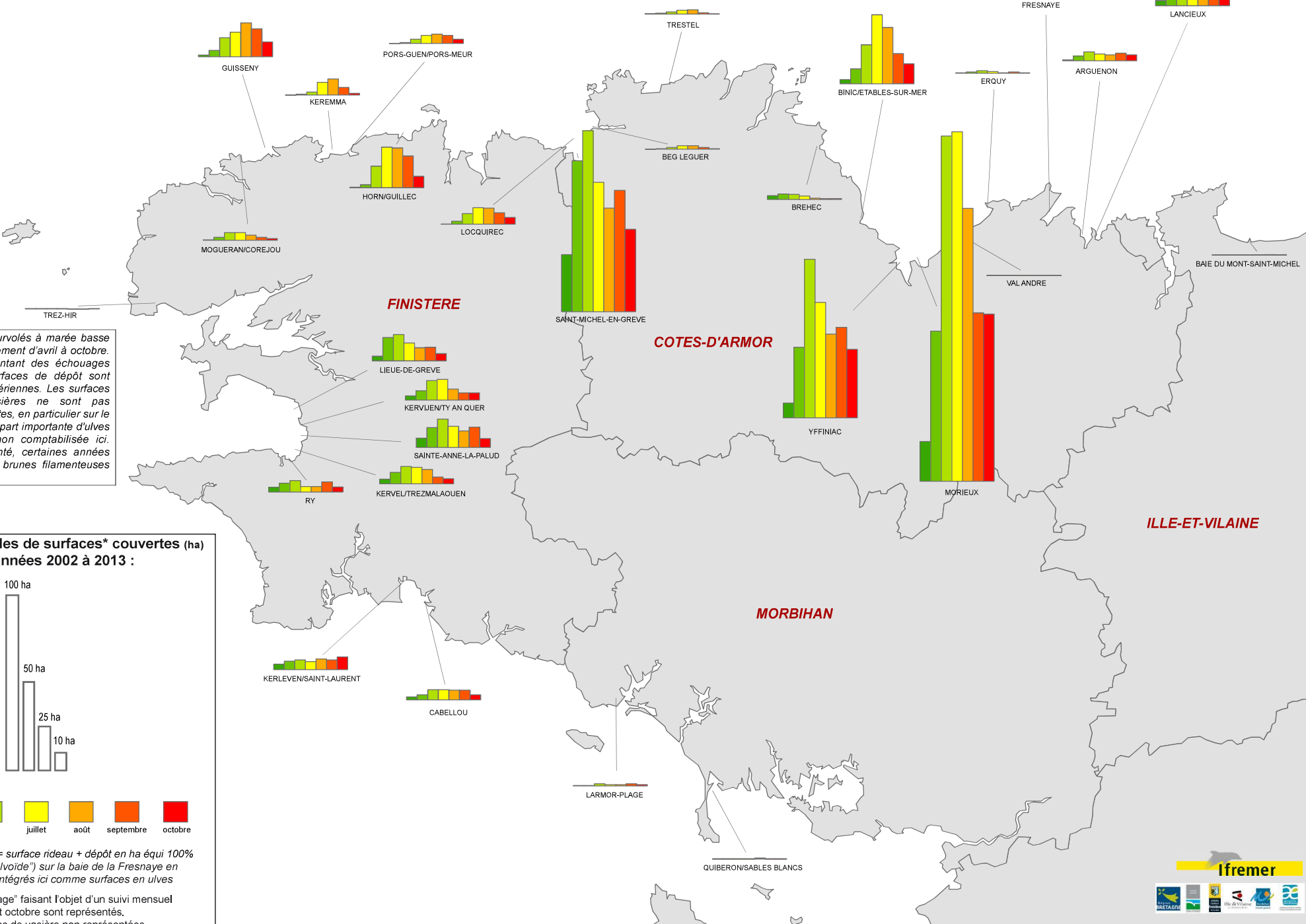
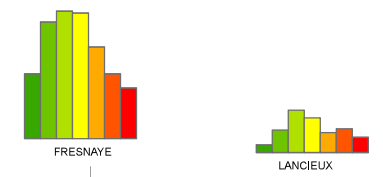
Seuls les sites de "plage" faisant l'objet d'un suivi mensuel entre avril et octobre sont représentés. Surfaces des sites de vaseière non représentées.

# Variation des échouages d'ulves sur les principaux sites entre 2002 et 2017 (situation d'octobre)



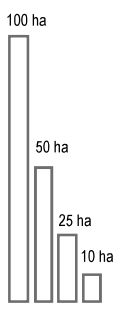


# Evolutions mensuelles des échouages d'ulves sur les principaux sites d'avril à octobre (moyenne des mesures de 2002 à 2013)



Les sites principaux sont survolés à marée basse de fort coefficient mensuellement d'avril à octobre. Pour tous les sites présentant des échouages d'ulves sur sable, les surfaces de dépôt sont mesurées sur les photos aériennes. Les surfaces de dépôts sur les vasières ne sont pas représentées ici. Certains sites, en particulier sur le littoral sud, comportent une part importante d'ulves située plus au large et non comptabilisée ici. Quelques sites ont présenté, certaines années des proliférations d'algues brunes filamenteuses non comptabilisées.

## Moyennes mensuelles de surfaces\* couvertes (ha) sur les années 2002 à 2013 :



\* surface totale couverte = surface rideau + dépôt en ha équi 100%  
 \*\* dépôts d'Ulvaria ("ulvoïde") sur la baie de la Fresnaye en 2007, 2008 et 2009 intégrés ici comme surfaces en ulves  
 Seuls les sites de "plage" faisant l'objet d'un suivi mensuel entre avril et octobre sont représentés.  
 Surfaces des sites de vasière non représentées.

ILLE-ET-VILAINE

MORBIHAN

COTES-D'ARMOR

FINISTERE

**ANNEXE 6**

FICHES DE SYNTHÈSE POUR LES PRINCIPAUX SITES POUR 2017

Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site  
**BAIE DU MONT SAINT MICHEL**

24/04/2017



25/05/2017



22/06/2017



25/07/2017



22/08/2017



18/09/2017



18/10/2017 : pas de photo aérienne (brume)

Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site  
**TROCTIN**

24/04/2017



25/05/2017



22/06/2017



25/07/2017



22/08/2017



18/09/2017



18/10/2017 : pas de photo aérienne (brume)



Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site  
**SAINT JOUAN DES GUERETS**

24/04/2017



25/05/2017



22/06/2017



25/07/2017



22/08/2017



18/09/2017



18/10/2017 : pas de photo aérienne (brume)



## Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site LANCIEUX

24/04/2017



25/05/2017 : 85% *Polysiphonia*, 13% *Ectocarpales*, 2% *Cladophora*



22/06/2017 : 99% *Ectocarpales*, 1% *Ulves*



25/07/2017 : 98% *Ectocarpales*, 1% d'Ab, 1% d'Ar



22/08/2017 : 95% *Pylaiella*, 5% d'Ab



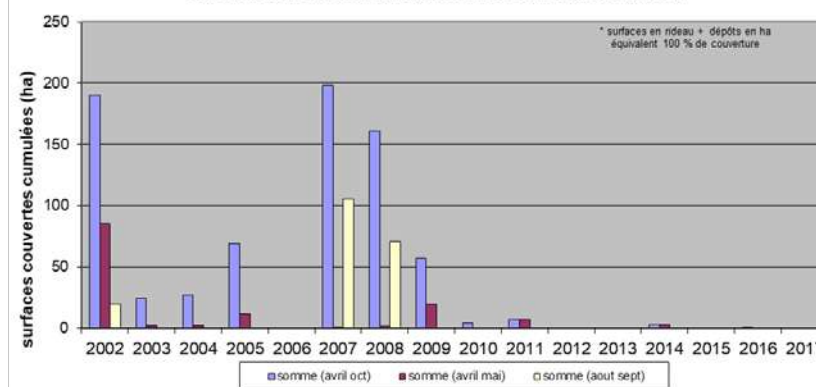
18/09/2017 : 70% *Pylaiella littoralis*, 20% d'Ar, 10% d'Ab



19/10/2017 : 99% *Pylaiella littoralis*



**Evolutions interannuelles 2002-2017 par saison**  
Cumul des surfaces couvertes par les ulves sur la baie de Lancieux



# Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site ARGUENON

24/04/2017



25/05/2017 : 30% Ulves, 20% Ectocarpales



22/06/2017 : 20% Ulves, 30% Entéromorphes



25/07/2017 : 15% Ulves, 60% Entéromorphes, 5% Ectocarpales



22/08/2017 : 50% Ulves, 30% Ectocarpales, 20% d'Ab



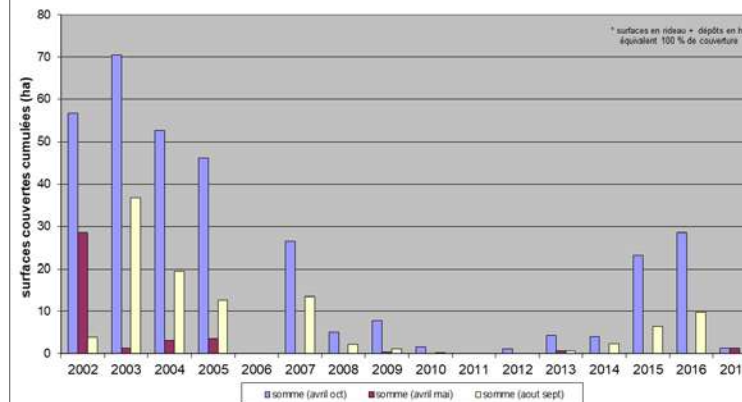
18/09/2017 : 10/30% Ulves, 0/30% Ectocarpales, 40/90% d'Ab



19/10/2017 : 95/98% d'Ab, 1/3% d'Ar, 1/2% ulves



**Evolutions interannuelles 2002-2017 par saison**  
Cumul des surfaces couvertes par les ulves sur la baie de l'Arguenon



## Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site FRESNAYE

24/04/2017 : majorité de *Polysiphonia/Ectocarpales*, peu d'*Ulvaria* 25/05/2017 : 30/50% *Ulvaria*, 55% *Polysiphonia*, 25% *Ectocarpales* 22/06/2017 : 35/40% *Ulvaria*, 65/40% *Ectocarpales*, 20% *Polysiphonia*



25/07/2017 : 50% *Ulvaria*, 20% *Ectocarpales*, 20% *Polysiphonia*



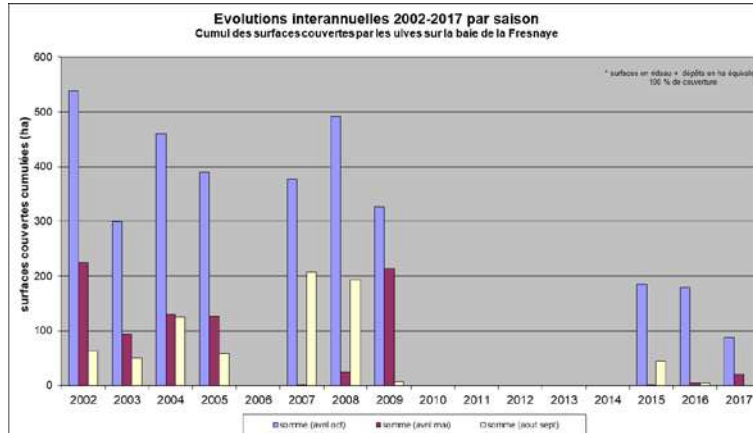
22/08/2017 : 80% *Polysiphonia sp.*, 20% *Ectocarpales*



18/09/2017 : 100% *Pylaiella littoralis*



18/10/2017 : 80/95 *Pylaiella littoralis*, 5/20% *Polysiphonia*





# Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site ERQUY

24/04/2017



25/05/2017



22/06/2017



25/07/2017



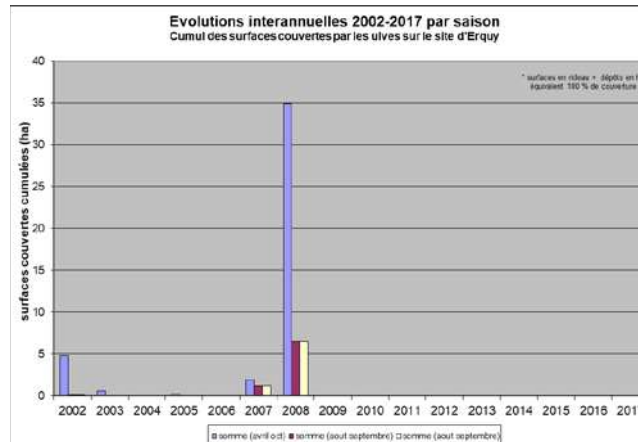
22/08/2017



18/09/2017



18/10/2017



Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site  
**VAL ANDRE**

24/04/2017



25/05/2017



22/06/2017



25/07/2017



22/08/2017



18/09/2017



18/10/2017



## Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site MORIEUX

24/04/2017 : 98% Ulves, 2% Ectocarpales



25/05/2017 : 99/100% Ulves, 1% Ectocarpales



22/06/2017 : 100% Ulves (traces Pylaiella littoralis)



25/07/2017 : 60/85% Ulves, 10/15% Ectocarpales, 5/25% d'Ar



22/08/2017 : 85% Ulves, 15% Ectocarpales



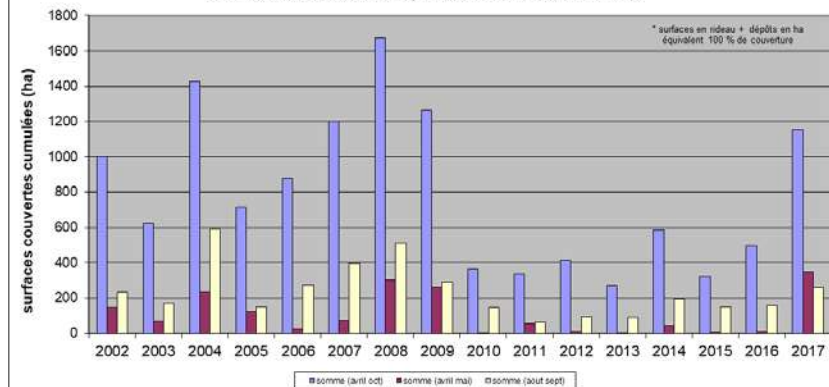
18/09/2017 : 2/80% Ulves, 20/98% Ectocarpales (rideau)



18/10/2017 : 30/70% Ectocarpales, 30/70% Ulves



**Evolutions interannuelles 2002-2017 par saison**  
Cumul des surfaces couvertes par les ulves sur la baie de Morieux



# Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site YFFINIAC

24/04/2017 : 98% d'ulves, 2% de pylaiella



25/05/2017 : 100% *Ulva armoricana*



22/06/2017



25/07/2017 : 100% *Ulva* sp.



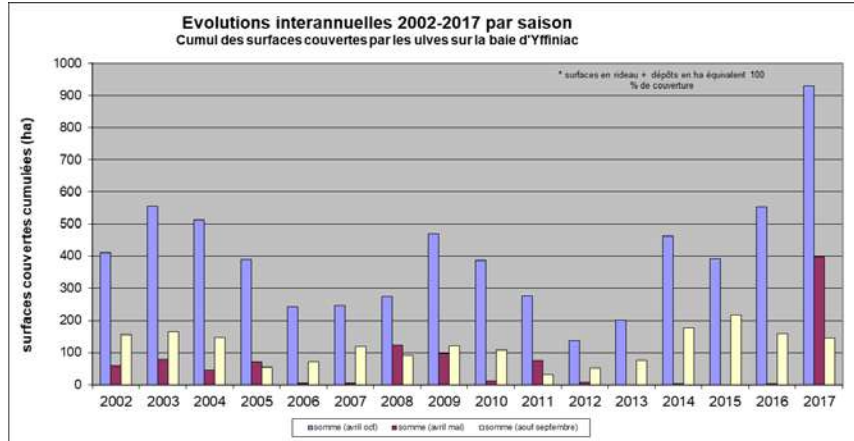
22/08/2017



18/09/2017 : 45/98% *Ulves*, 2/55% *Ectocarpales*



18/10/2017 : 60% *Ulves*, 40% *Ectocarpales*



# Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site BINIC

24/04/2017



25/05/2017



22/06/2017



25/07/2017 : 90% *Ulves*



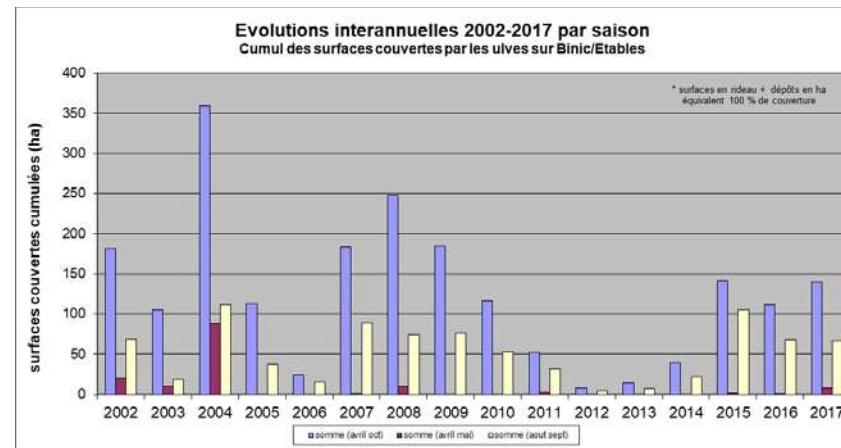
22/08/2017 : 100% *Ulves*.



18/09/2017 : 80% *Ulves*, 10% *Ectocarpales*



18/10/2017 : 65/70% *Ulves*, 5% *Chaetomorpha*, 15/25 *Pylaiella littoralis*



# Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site BREHEC

24/04/2017



25/05/2017



22/06/2017



25/07/2017



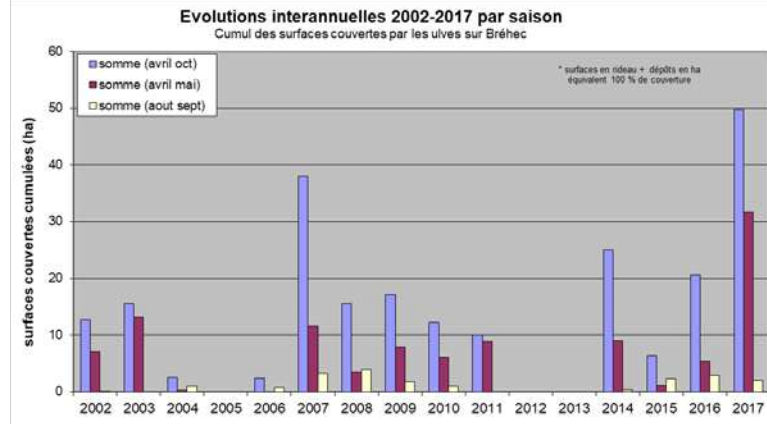
22/08/2017



18/09/2017



18/10/2017



Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site  
**LEDANO**

24/04/2017



25/05/2017



22/06/2017



25/07/2017



22/08/2017



18/09/2017



18/10/2017



# Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site TRESTEL

24/04/2017



25/05/2017



22/06/2017



25/07/2017



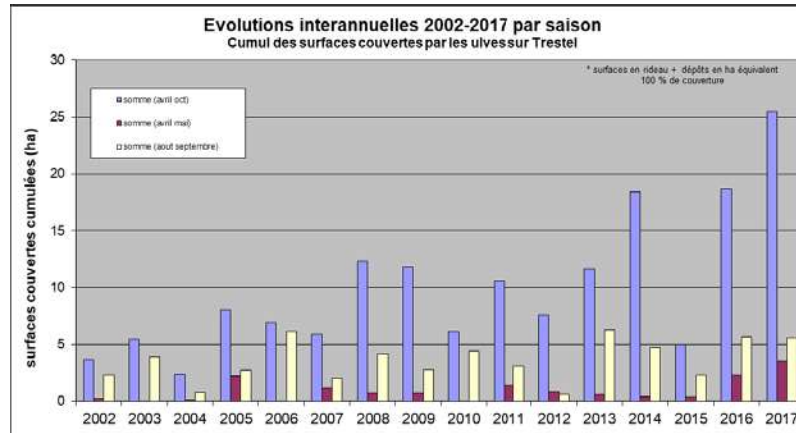
22/08/2017



18/09/2017



18/10/2017





# Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site BEG LEGUER

24/04/2017



25/05/2017



22/06/2017



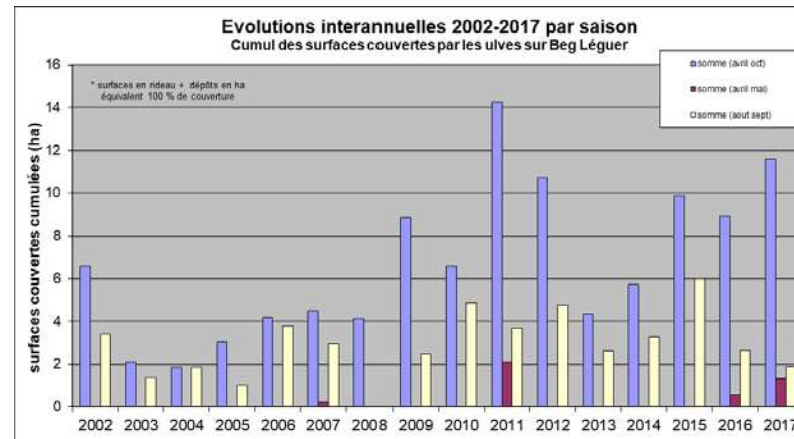
25/07/2017



22/08/2017



18/09/2017



Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site SAINT MICHEL EN GREVE

24/04/2017



25/05/2017



22/06/2017



25/07/2017



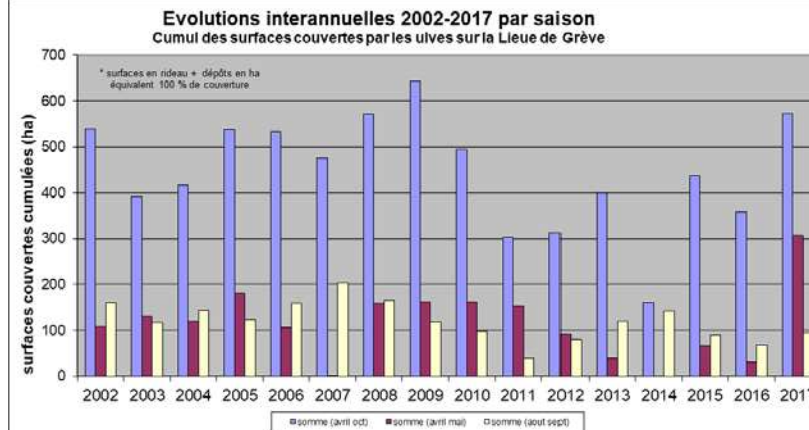
22/08/2017



18/09/2017



18/10/2017



# Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site LOCQUIREC

24/04/2017



25/05/2017



22/06/2017



25/07/2017



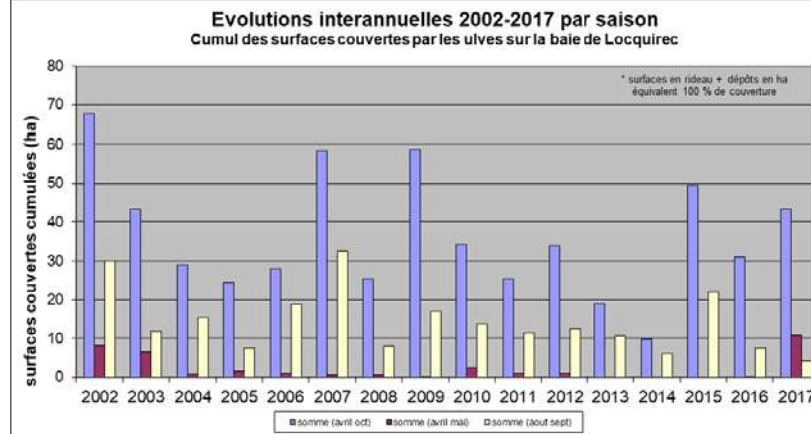
22/08/2017



18/09/2017



18/10/2017



# Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site HORN GUILLEC

24/04/2017



25/05/2017



22/06/2017



25/07/2017



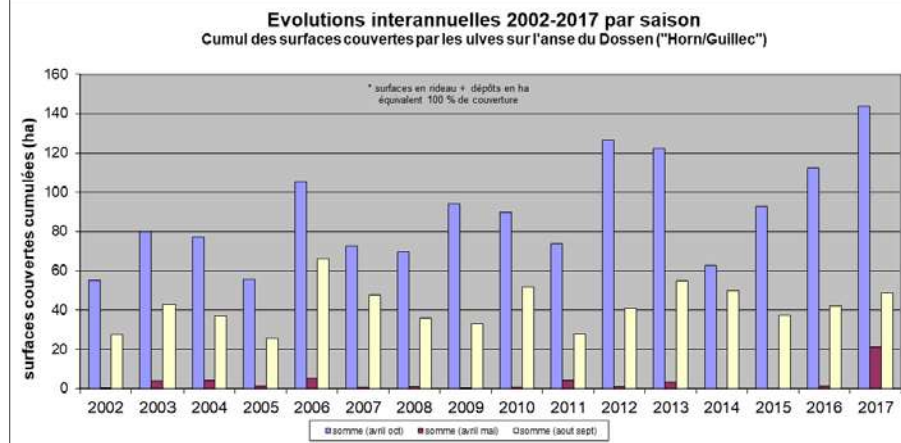
22/08/2017



18/09/2017



18/10/2017



# Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site PORS GUEN

24/04/2017



25/05/2017



22/06/2017



25/07/2017



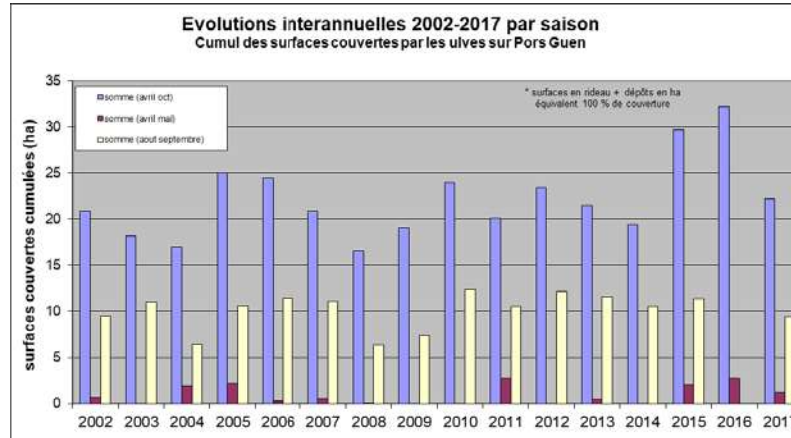
22/08/2017



18/09/2017



18/10/2017



Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site  
**KEREMMA**

24/04/2017



25/05/2017



22/06/2017



25/07/2017



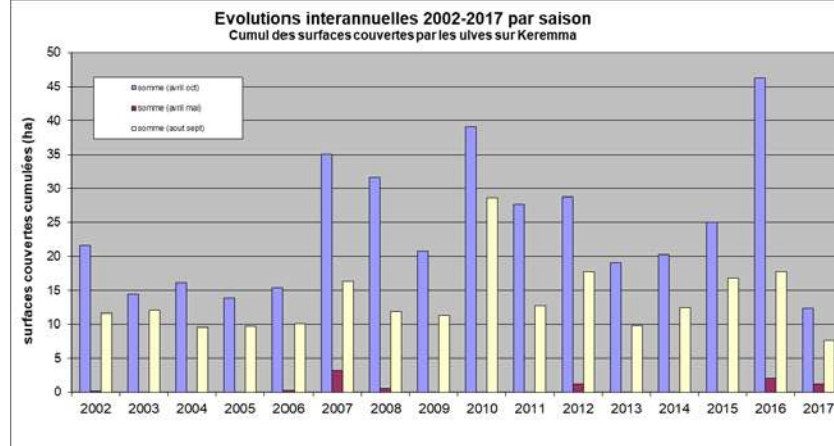
22/08/2017



18/09/2017



18/10/2017



# Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site GUISSENY

24/04/2017



25/05/2017



22/06/2017



25/07/2017



22/08/2017



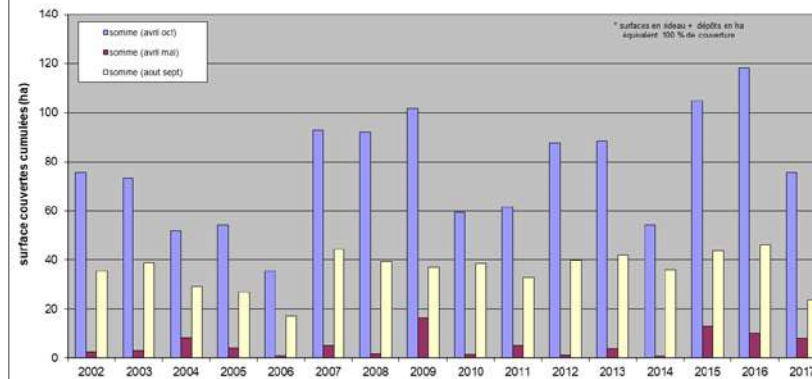
18/09/2017



18/10/2017



**Evolutions interannuelles 2002-2017 par saison**  
Cumul des surfaces couvertes par les ulves sur la baie de Guisseny \*



Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site  
**MOGUERAN COREJOU**

24/04/2017



25/05/2017



22/06/2017



25/07/2017



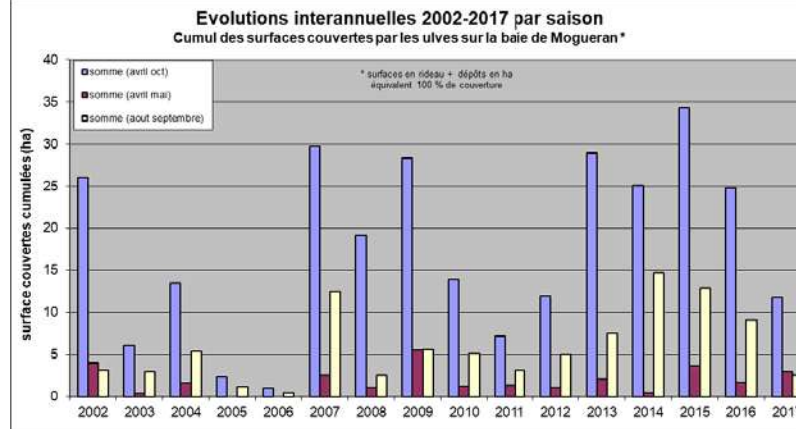
22/08/2017



18/09/2017



18/10/2017





Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site  
**PORTSALL**

24/04/2017



25/05/2017



22/06/2017



25/07/2017



22/08/2017



19/09/2017



18/10/2017



Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site  
**TREZ HIR**

24/04/2017



25/05/2017



22/06/2017



25/07/2017



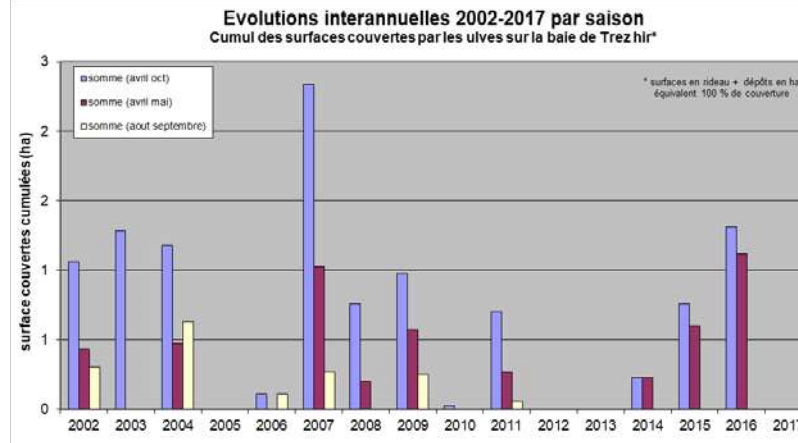
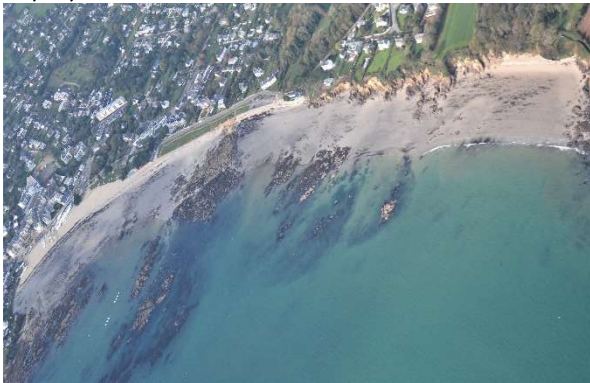
22/08/2017



19/09/2017



18/10/2017



Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site  
**MOULIN BLANC**

24/04/2017



25/05/2017



22/06/2017



25/07/2017



22/08/2017



19/09/2017



18/10/2017



# Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site LIEUE DE GREVE

24/04/2017 : 100% ulves



25/05/2017



22/06/2017



24/07/2017 : 100% d'Ar en pompons



22/08/2017 : 100% Cladophora sp.



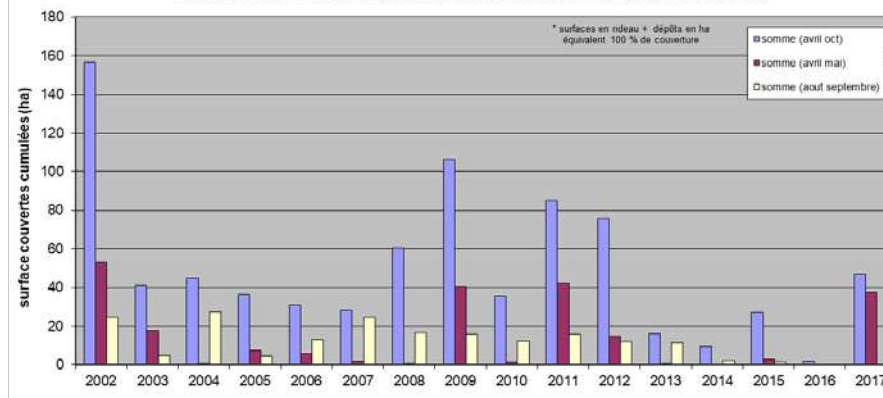
19/09/2017 : majorité *Falkenbergia rufolanosa* (50/99%), 1% Ulves



18/10/2017 : 100% *Falkenbergia rufolanosa*



**Evolutions interannuelles 2002-2017 par saison**  
Cumul des surfaces couvertes par les ulves sur La Lieue de Grève (baie de Douarnenez)\*



# Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site KERVIJEN - TY AN QUER

24/04/2017



25/05/2017 : 100% *Ulves*



22/06/2017



24/07/2017 : 80% *Ulva sp.*, 15% *Polysiphonia*, 5% d'*Ab*



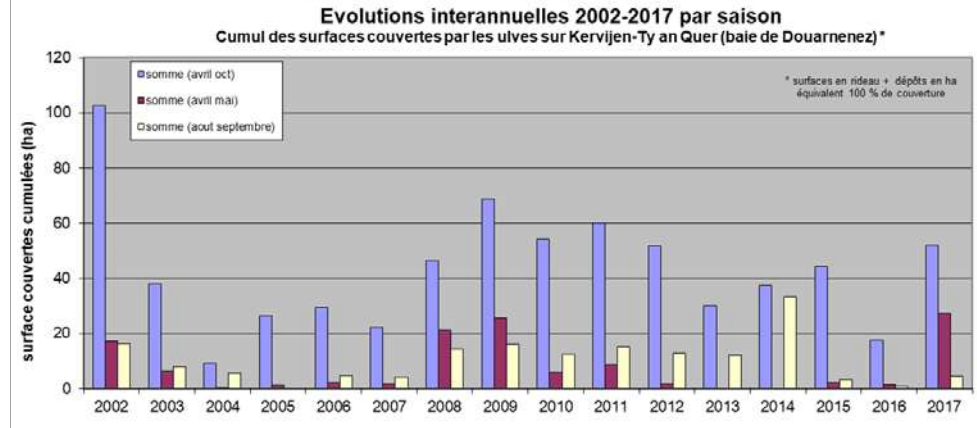
22/08/2017 : 16/70% *Ulves*, 0/64% *Cladophora*, 20/25% *Ectocarpales*



19/09/2017



18/10/2017 : 65/100% *Falkenbergia rufolanosa*, 0/30% *Ulves*



## Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site SAINTE ANNE LA PALUD

24/04/2017 : 99% ulves, 1% *Falkenbergia rufolanosa*



25/05/2017 : 99% Ulves



22/06/2017 : 80% Ulves, 18% d'Ar dans le rideau



25/07/2017 : 25/90% Ulves, 10/75% d'Ar (dont *Polysiphonia*)



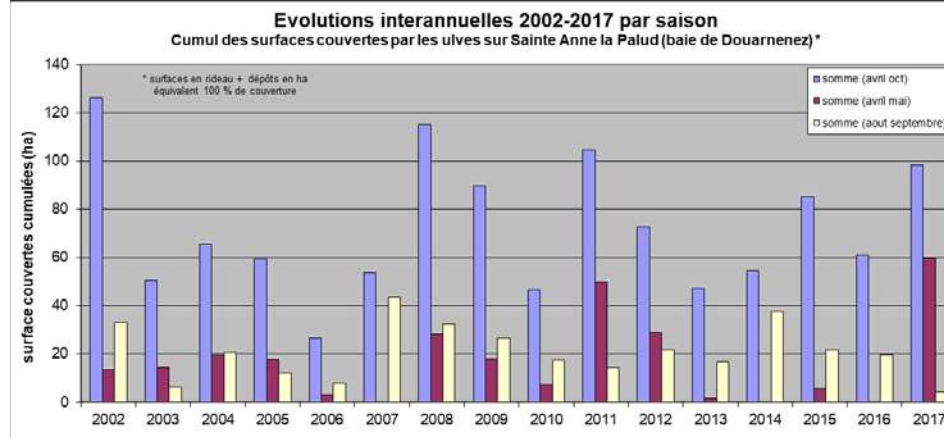
22/08/2017 : 60% *Ectocarpales*, 28% Ulves, 12% *Cladophora*



19/09/2017 : majorité *Falkenbergia* (10/75%), 25/90% Ulves



18/10/2017 : *Falkenbergia rufolanosa*



# Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site KERVEL-TREZMALAOUEN

24/04/2017



25/05/2017 : 100% *Ulves*



22/06/2017 : 97% *Ulves*.



25/07/2017 : 95% *Ulves*, 5% d'*Ar*



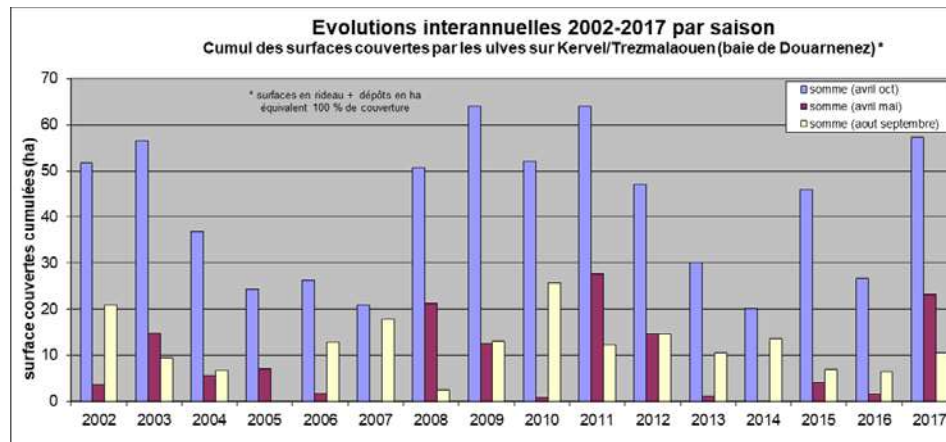
22/08/2017 : 85% *Ectocarpales*, 14% *Cladophora*, 1% *Ulves*



19/09/2017 : 50/100% *Ulves*, 0/50% *Falkenbergia rufolanosa*



18/10/2017 : 90% *Ulves*, 10% *Falkenbergia rufolanosa*



# Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site RY

24/04/2017 : 100% *Ulves*



25/05/2017 : 95% *Ulves*, 5% *Ab*



22/06/2017 : 75% *Ulves*, 15% d'*Ab*, 10% d'*Ar*



25/07/2017



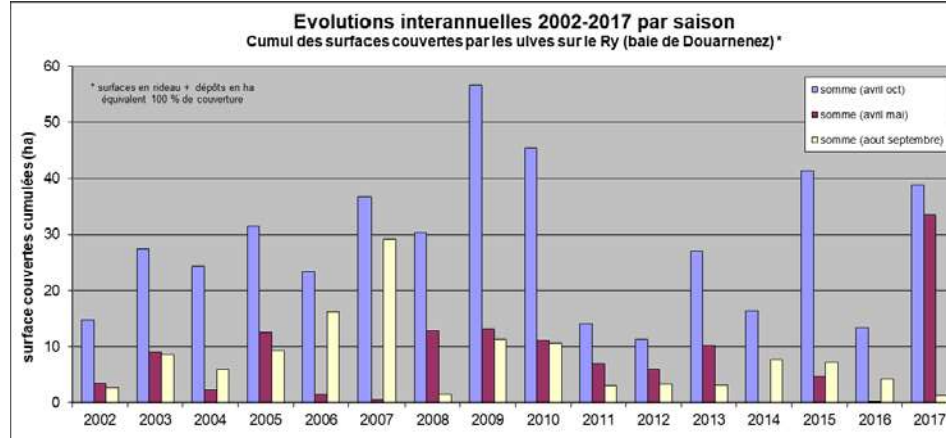
22/08/2017 : 45% *Ulves*, 45% *Ectocarpales*, 10% d'*Ar*



19/09/2017 : 50% *Ulves*, 25% *Falkenbergia rufolanosa*, 25% d'*Ab*



18/10/2017 : 95% *Falkenbergia rufolanosa*, 5% *Ulves*





# Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site CAP COZ

24/04/2017



30/05/2017



22/06/2017



24/07/2017



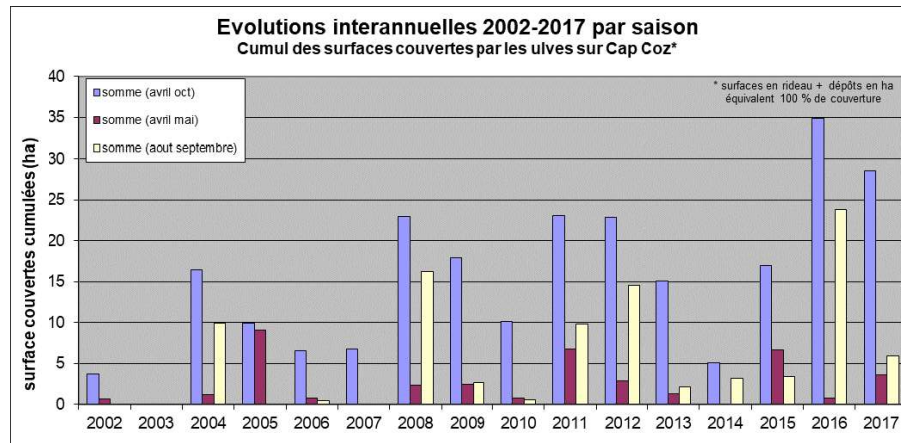
22/08/2017



19/09/2017



18/10/2017



Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site  
**KERLEVEN SAINT LAURENT**

24/04/2017



30/05/2017



22/06/2017



24/07/2017



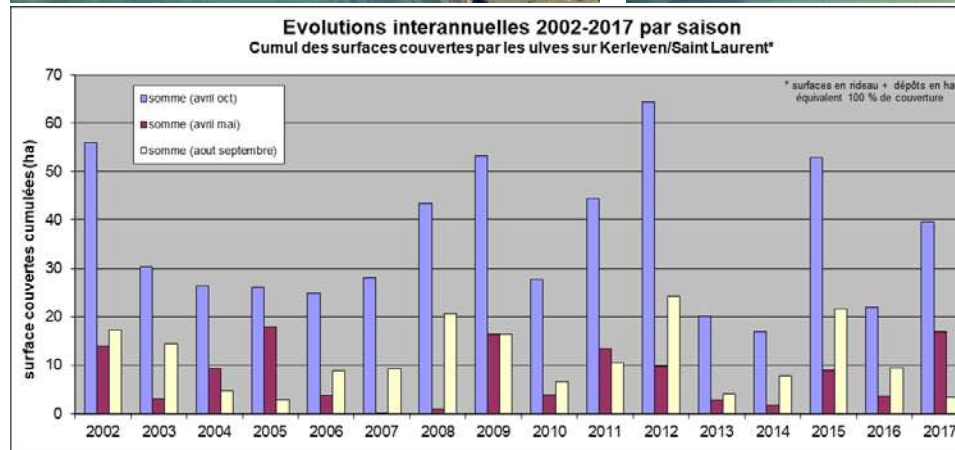
22/08/2017



19/09/2017



18/10/2017



Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site  
**CABELLOU**

24/04/2017



30/05/2017



22/06/2017



24/07/2017



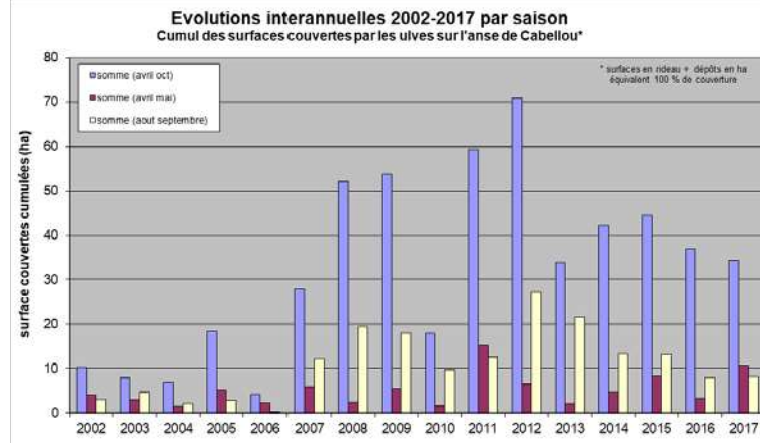
22/08/2017 : 95% Ulves, 5% d'Ab



19/09/2017



18/10/2017



# Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site LARMOR PLAGE

24/04/2017



30/05/2017



22/06/2017



24/07/2017



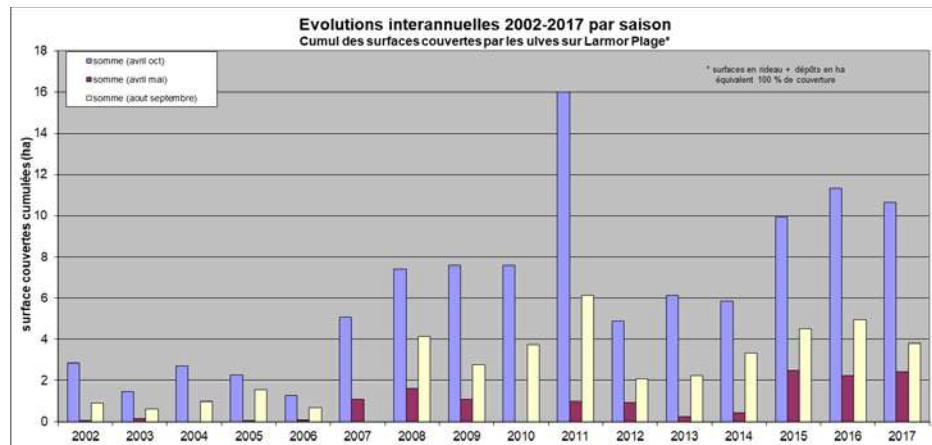
22/08/2017



19/09/2017



18/10/2017



Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site  
**PORT LOUIS**

24/04/2017



30/05/2017



22/06/2017



24/07/2017



22/08/2017



19/09/2017



18/10/2017



Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site  
RIA D ETEL

24/04/2017



30/05/2017



23/06/2017



24/07/2017



22/08/2017



19/09/2017



18/10/2017



Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site  
**QUIBERON SABLES BLANCS**

24/04/2017



30/05/2017



23/06/2017



24/07/2017



22/08/2017



19/09/2017



18/10/2017



Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site  
**AURAY**

24/04/2017



30/05/2017



23/06/2017



24/07/2017



22/08/2017



19/09/2017



18/10/2017





Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2017 sur le site  
**ARCAL**

24/04/2017



30/05/2017



23/06/2017



24/07/2017



22/08/2017



19/09/2017

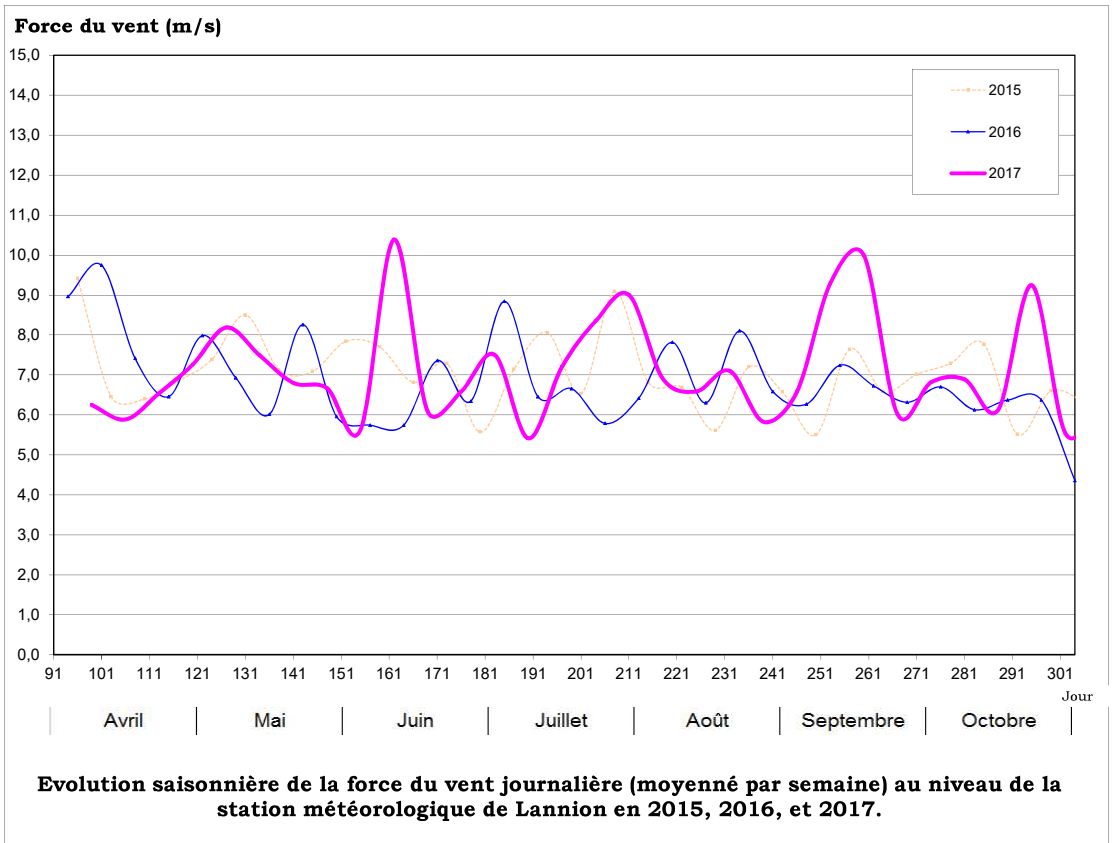
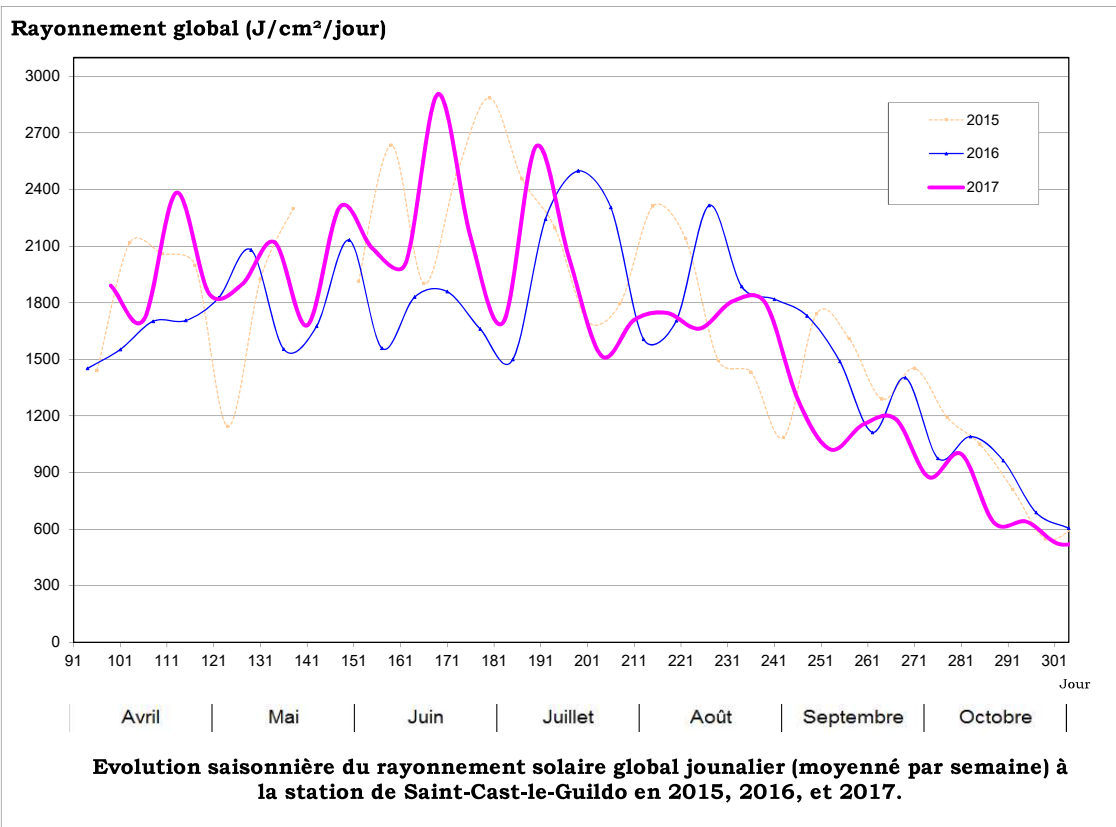


18/10/2017

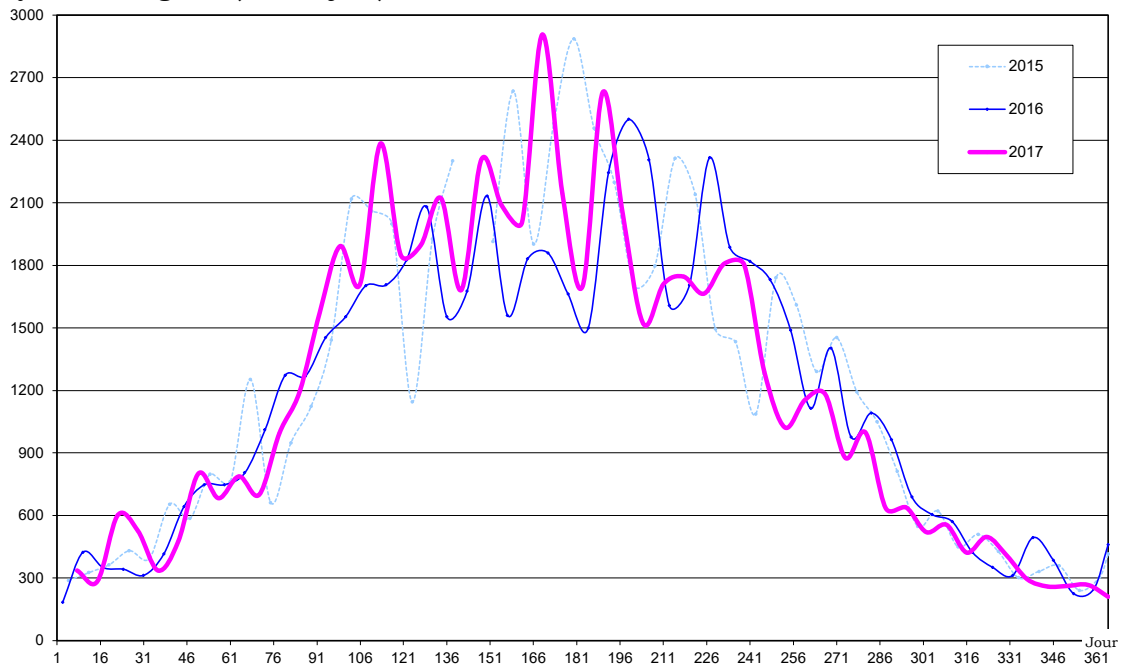


**ANNEXE 7**

**DONNEES METEO**

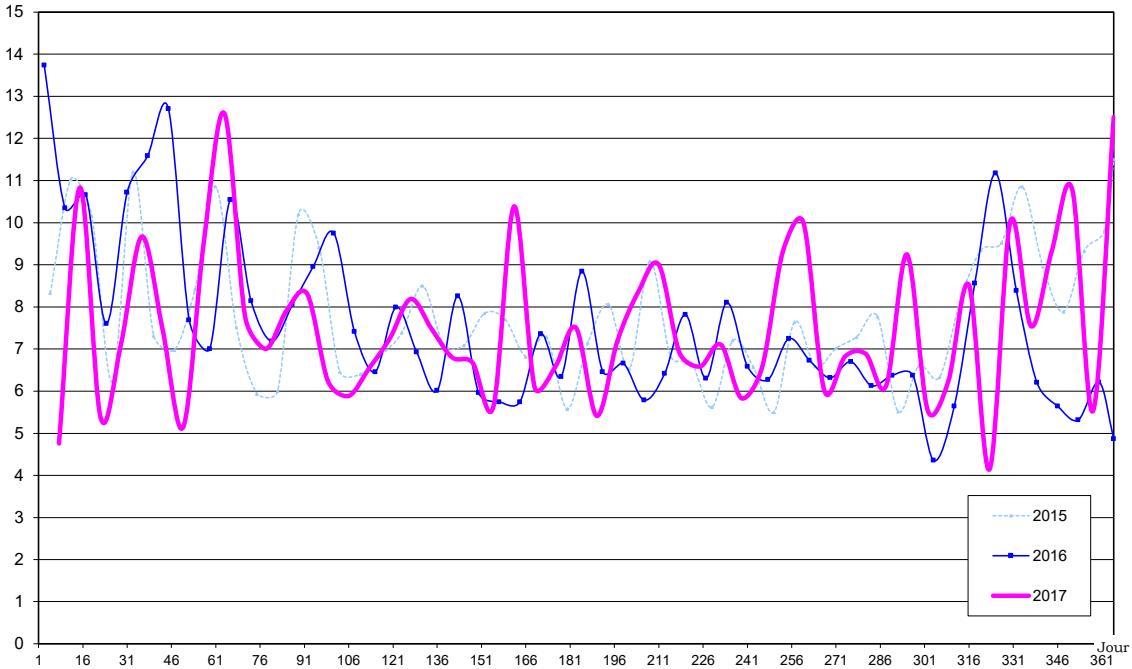


### Rayonnement global (J/cm<sup>2</sup>/jour)



**Evolution annuelle du rayonnement solaire global journalier (moyenné par semaine) à la station de Saint-Cast-le-Guido pour les années 2015, 2016, et 2017.**

### Force du vent (m/s)

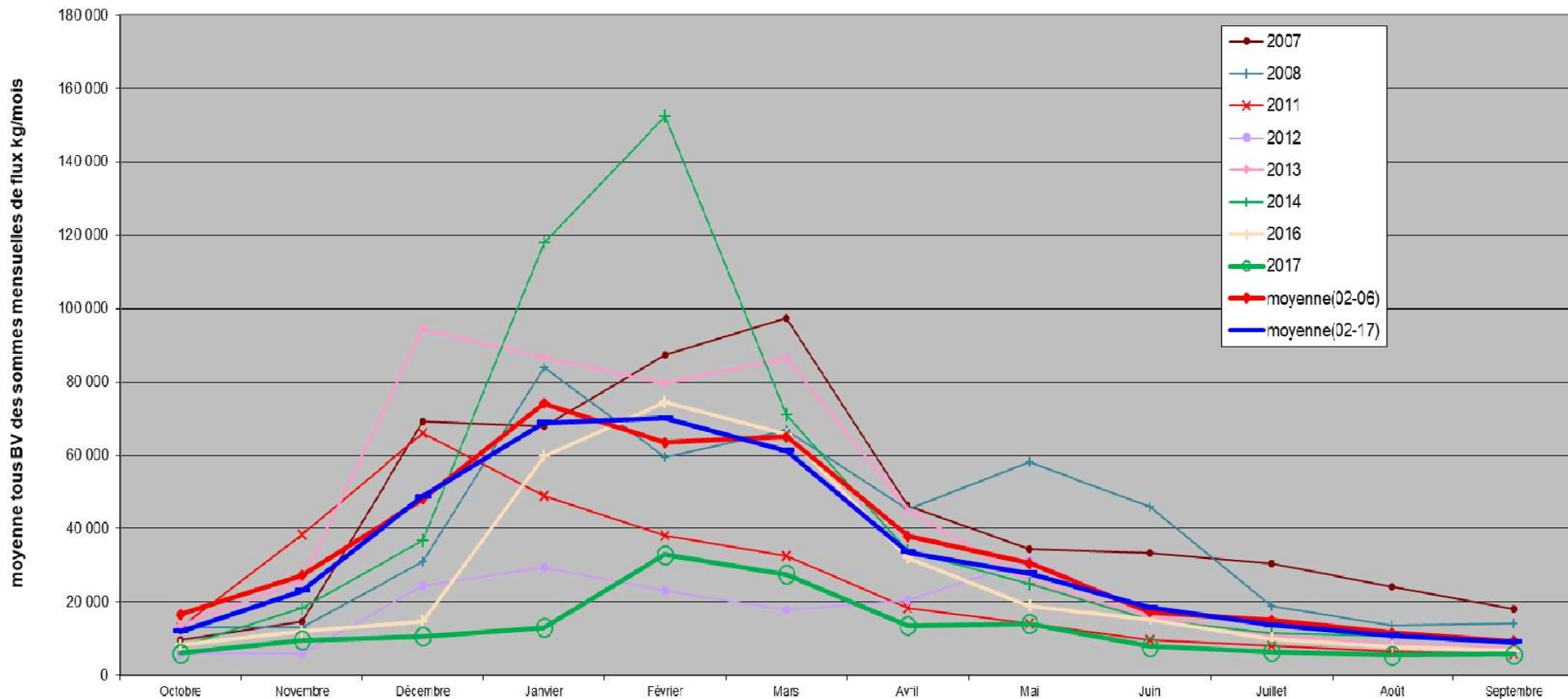


**Evolution annuelle de la force du vent journalière (moyenné par semaine) au niveau de la station météorologique de Lannion pour les années 2015, 2016, et 2017.**

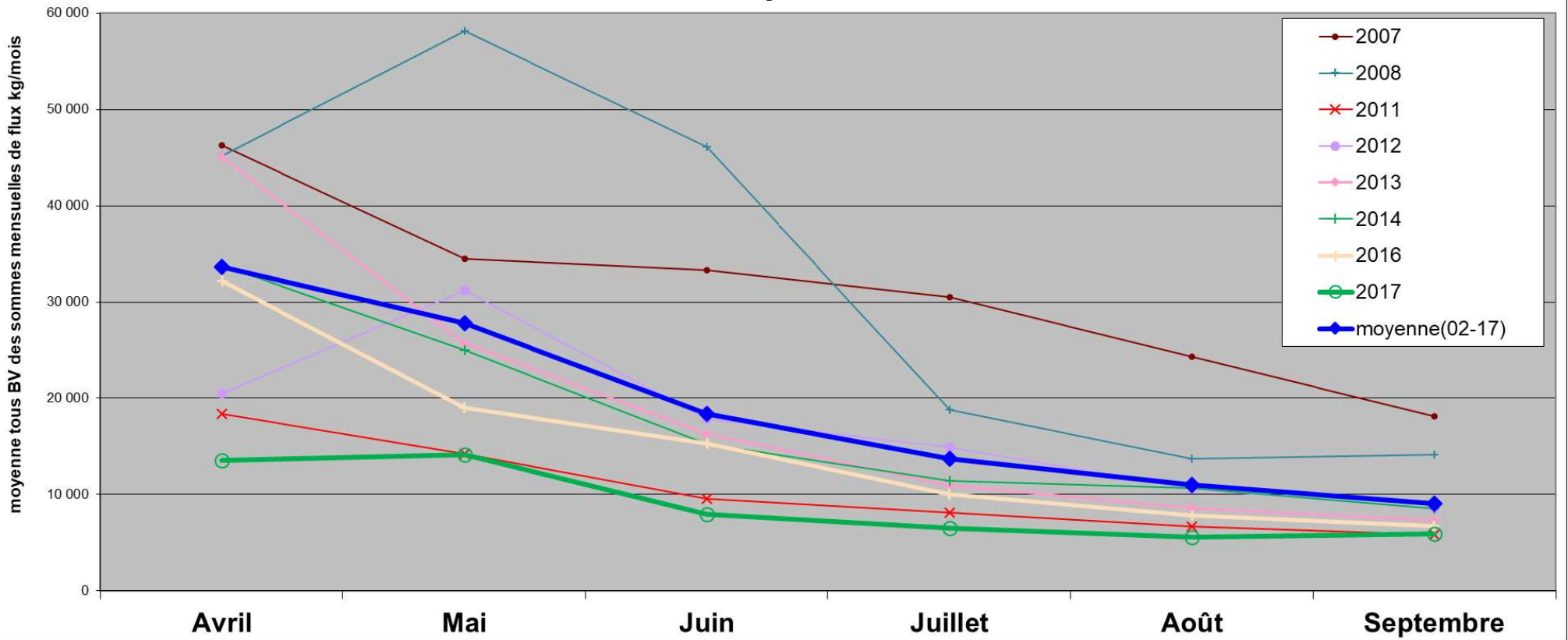
**ANNEXE 8**

**FLUX D'AZOTE**

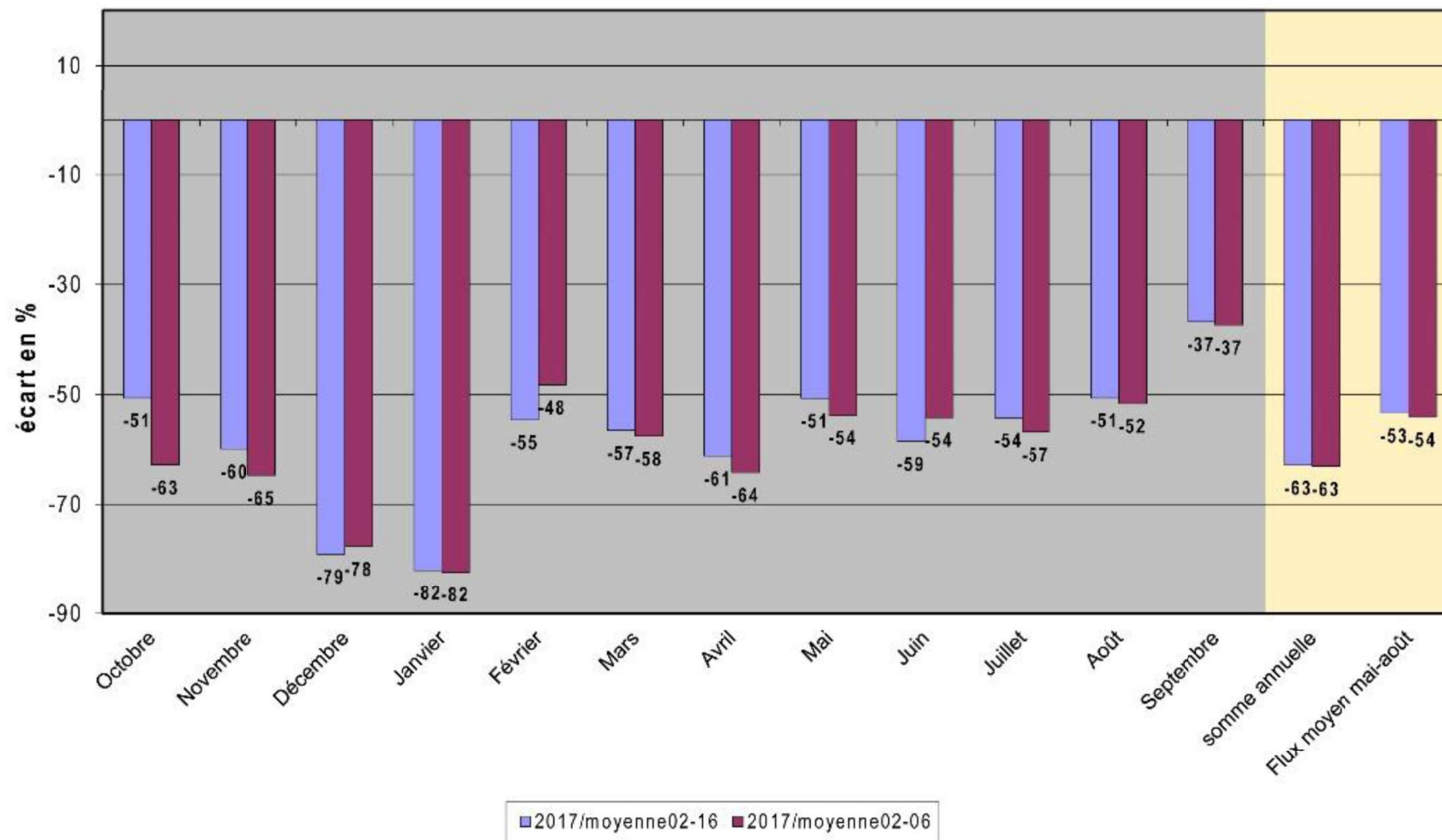
Flux mensuels moyens sur les BV AV



### Flux mensuels moyens sur les BV AV



Tous BV AV : écart en flux entre 2017 et moyennes pluri annuelles





Flux 2017 d'azote inorganique sur la période sensible (mai-août) par bassin versant par rapport à la moyenne 2002-2016

