

Ce bulletin propose, avant la rédaction du rapport final, une synthèse rapide des mesures surfaciques issues des observations aériennes des proliférations sur les principales baies bretonnes en 2019. Le site internet du CEVA (<http://www.ceva.fr>) présente, outre les informations surfaciques reportées ici, l'ensemble des suivis réalisés (dénombrement des sites, indices d'eutrophisation, suivis de biomasses) et les caractérisations des marées vertes qu'ils permettent. Pour disposer de l'ensemble des informations sur les suivis environnementaux des proliférations macroalgales, se reporter au rapport annuel disponible dans la rubrique « documentation / Etude et suivi des marées vertes en Bretagne ».

Sur les principaux sites bretons sont prévus 7 survols d'inventaires annuels à partir de la mi-avril (1 par mois jusqu'à mi-octobre). Ce bulletin d'information a été établi en utilisant les données des vols d'avril (18), mai (16 et 17), juin (17), juillet (16 et 18), août (15), septembre (14 et 16) et octobre (15), complétés d'observations de terrain. Les digitalisations ont été réalisées et validées sur la plupart des sites (exception faite de quelques sites dont le poids régional, en surface, est limité). Quelques modifications, à la marge, pourraient encore intervenir d'ici la publication du rapport final.

## 1. Bilan des proliférations d'algues vertes sur les principales baies bretonnes en 2019

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

- L'année 2019 apparaît comme précoce au niveau régional (troisième année pour les surfaces d'avril, derrière 2017 et 2009), ce qui est en très grande majorité lié à la baie de Saint Briec, extrêmement précoce en 2019 (95 % de la surface d'avril se trouve sur cette baie). Les surfaces en avril sont près de trois fois supérieures à la moyenne 2002-2018.
- Les surfaces culminent en juin et sont de plus de 30 % au-dessus de la moyenne 2002-2018. A partir de juillet la surface régionale est en légère régression tout en demeurant, chaque mois jusqu'en septembre, au-dessus du niveau moyen 2002-2018. La surface en « août+septembre » s'établit 20 % au-dessus du niveau 2002-2018.
- Il en résulte un cumul annuel sur les 7 inventaires qui est nettement supérieur à la moyenne pluriannuel (+ 30 %) et près du double de l'année 2018 dont la prolifération a été relativement faible.
- Cette situation annuelle résulte du démarrage très précoce de la prolifération sur la baie de Saint Briec lié à la forte reconduction des stocks d'octobre 2018 (stocks élevés, dispersion relativement faible à l'échelle de la baie, température de l'eau restée élevée et luminosité de fin d'hiver très excédentaire) dont la prolifération précoce a ensuite été soutenue par des flux de juin-juillet élevés (reprises de débits du fait de forts orages sur cette baie en juin).

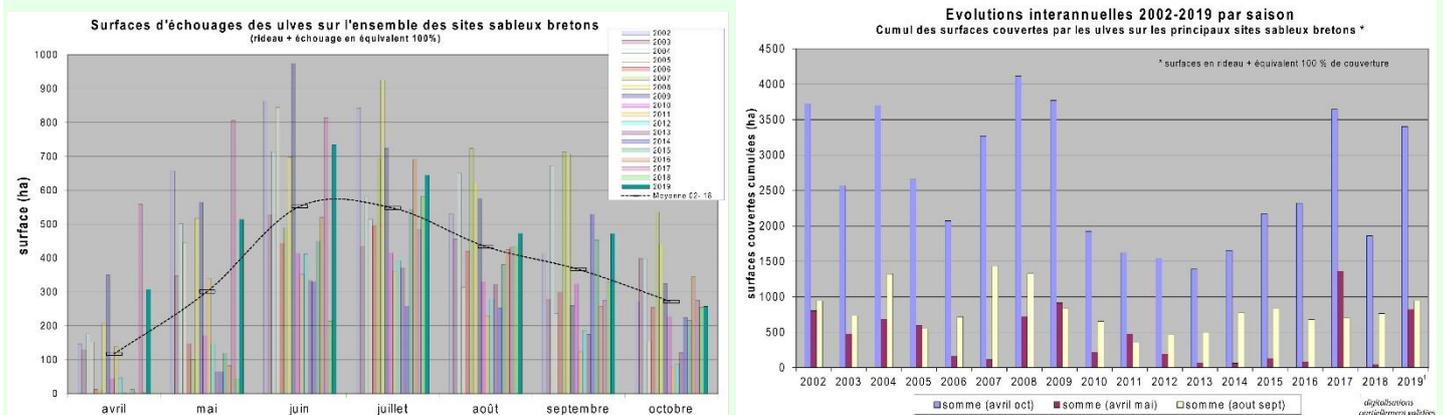
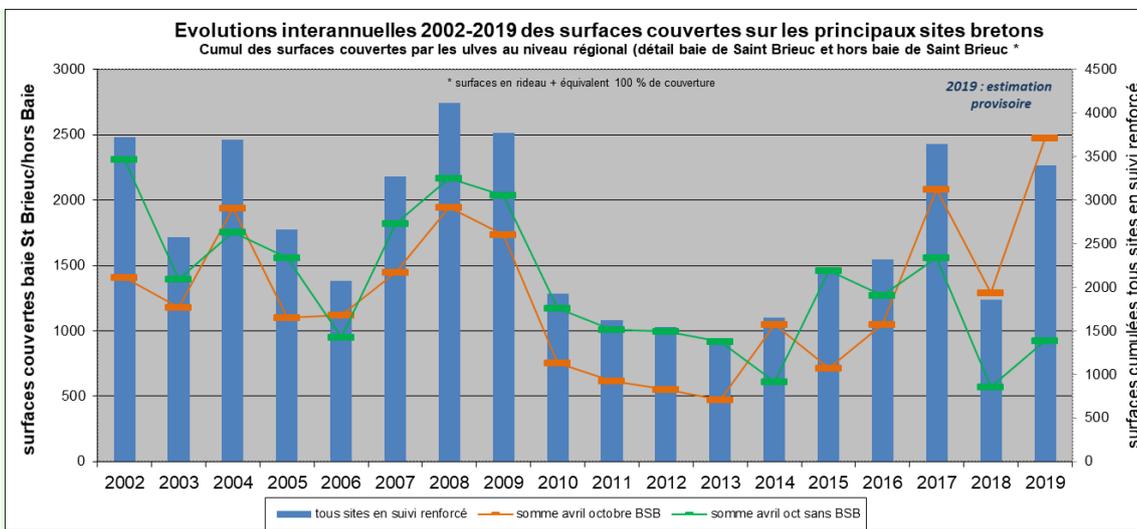


Figure 1 et 2 : évaluation surfacique sur les principales baies bretonnes. (1) évaluation mensuelle, (2) cumuls annuel et saisonniers

- Cette situation « moyenne » sur la Bretagne résulte de situations, suivant les sites, très contrastées, en particulier en ce qui concerne le démarrage de la prolifération. Contrairement à 2017 qui était très précoce partout, le démarrage 2019 très précoce en baie de Saint Briec est tardif sur la plupart des autres sites. Exception faite de la baie de la Forêt (surfaces en avril et mai de 3 à 4 fois supérieures à 2002-2018) et de l'anse de Locquirec (site habituellement très tardif et dont les surfaces étaient en mai 6 fois supérieures au niveau moyen 2002-2018). La prolifération régionale est donc très anormale en 2019 avec une très large domination des surfaces mesurées en baie de Saint Briec (73 % sur l'année contre 46 % en moyenne sur 2002-2018) qui représentent 95 % de la surface régionale en avril et 60 % au minimum, en septembre. Ainsi l'analyse du niveau régional en distinguant la réaction de la baie de Saint Briec du reste des sites met en évidence une prolifération limitée sur les baies « hors Saint Briec » (- 33 % par rapport à 2002-2018) quand la surface sur la baie de Saint Briec apparaît très supérieure au niveau moyen (année de plus fort cumul et 105 % supérieur à la moyenne 2002-2018).



- La carte suivante permet de visualiser, par site, les niveaux atteints en 2019 sur les 7 inventaires. On perçoit la domination, en surface, de la baie de Saint Brieuc qui présente des excédents forts par rapport à la situation moyenne quand la baie de Douarnenez, de la Fresnaye ou de Saint Michel présentent des surfaces en retrait.

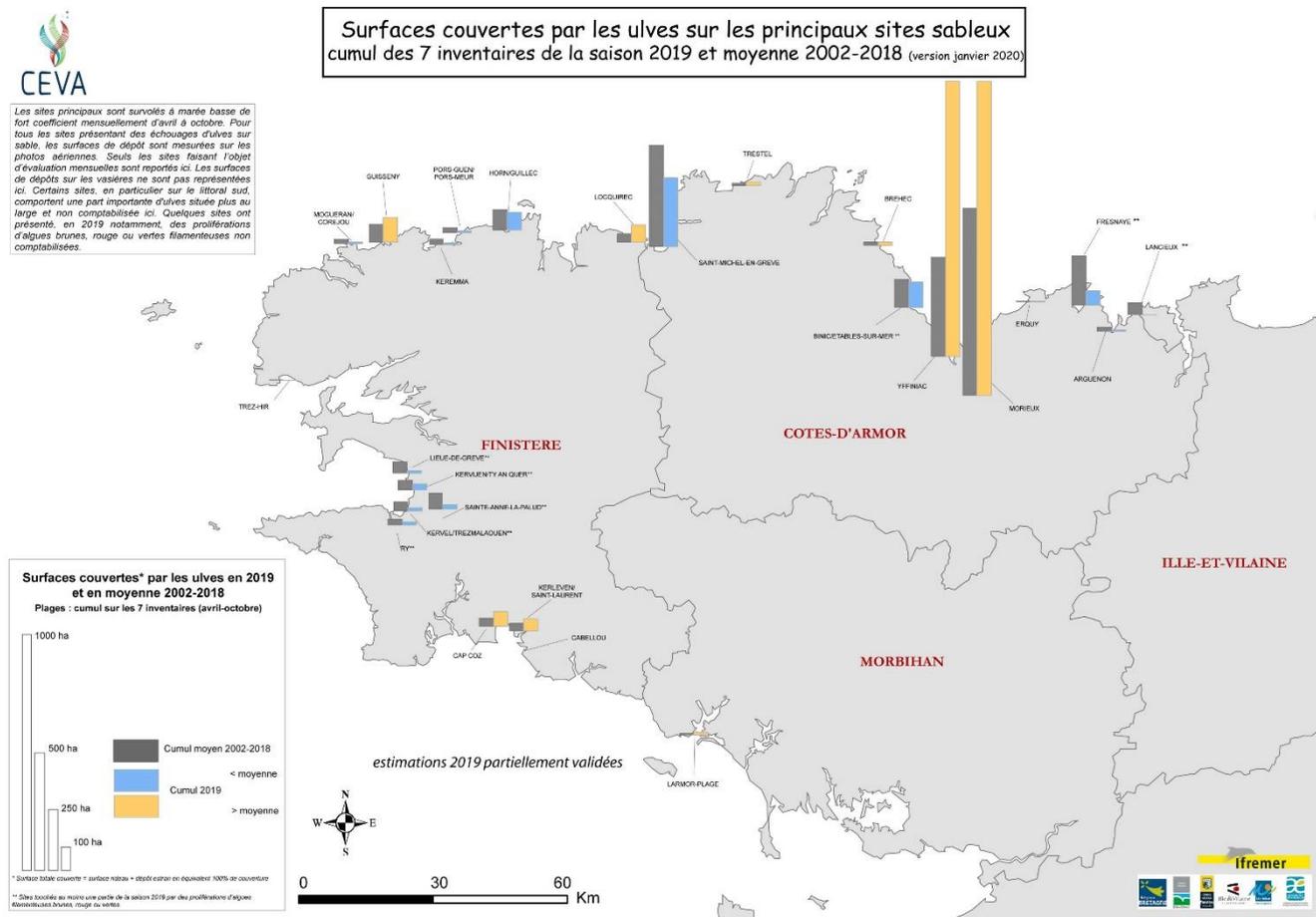


Figure 3 : surface couverte par les ulves cumulée (7 mesures annuelles ; données partiellement validées) sur les principaux sites en 2019 et moyenne 2002-2018

### Eléments d'explication des caractéristiques régionales de la marée verte observée en 2019 :

Les suivis mis en place en 2002 mettent en évidence des proliférations très différentes entre années. 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 suivant les sites, 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 :

Pour rappel, les **éléments explicatifs** de la situation de **démarrage saisonnier 2019** :

- Les **quantités présentes en fin 2018** étaient, « au niveau régional », **légèrement inférieures** au niveau de 2017 et à la moyenne 2002-2017 (-6 %), mais **très différentes selon les sites** (+50 % sur la baie de Saint Briec, mais - 50 % sur Saint Michel en Grève),
- La température de l'eau **était, pour les mois de janvier à mars, sensiblement supérieure aux normales** (réseau SOMLIT à Astan – 60 m de fond : près de 1 °C au-dessus de la moyenne pour mars ; 0,6° pour avril),
- **L'hiver est « moyennement » dispersif** : l'hiver **2018-2019** (novembre à mars) présente, pour les jours de houle de plus de 2.5 m, 10 % de jour en plus que la moyenne 2003-2018. Mais **très peu d'épisodes « très intenses »** (1 jour de + de 5.5 m contre 2.55 en moyenne soit près de 3 fois moins). De plus, les conditions ont été **très irrégulières** (novembre-décembre agités puis, après le 22 décembre, près d'un mois de calme suivi d'un épisode plus agité en fin janvier-mi-février, puis à nouveau une période de calme et un début mars agité pour finir sur une fin mars et un début avril très calme). Il est probable que de telles conditions hivernales suffisent à éloigner les ulves des baies **les plus exposées** (et les plus « petites ») mais ne suffisent pas pour disperser les ulves des baies moins exposées et plus vastes (baie de Saint Briec).
- Un hiver nettement **plus lumineux que la normale** : sur novembre-mars les stations MétéoFrance analysées indiquent un excédent d'ensoleillement, particulièrement marqué dans l'est des Côtes d'Armor (respectivement 32 et 28 % d'heures de soleil en plus que la normale sur Saint Briec et Dinard ; 12 et 13 % sur Quimper et Brest).

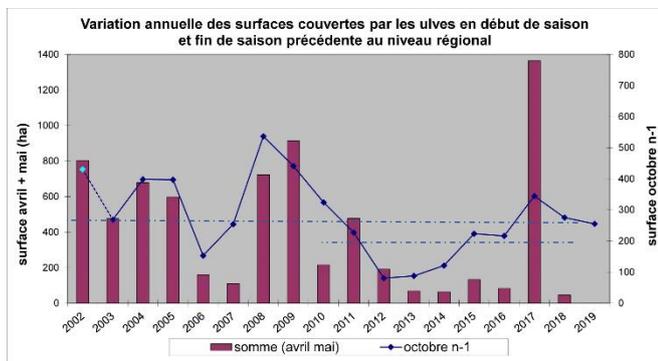


Figure 4 : Surfaces couvertes par les ulves en début de saison (avril+mai) et lien avec le niveau de couverture de la fin de l'année n-1. Les niveaux plus faibles qu'attendus en 2006, 2007, 2010, 2013, 2014, 2015, 2016 et 2018 s'expliquent par : pour 2006, 2010 et 2013 des températures de l'eau beaucoup plus froides en hiver et en début de saison que la moyenne (environ 1 mois de retard sur les températures de l'eau sur avril-mai-juin) et pour 2007, 2013, 2015, 2016 et surtout 2014 et 2018 le côté particulièrement dispersif de l'hiver.

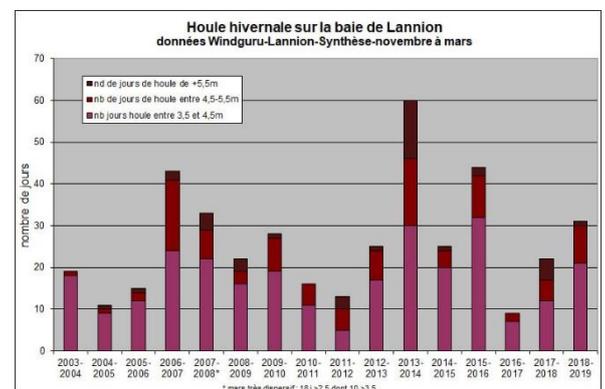


Figure 5 : caractéristiques des hivers : boule du modèle GFS / Windguru pour le site de Lannion par catégorie de hauteur de vague sur novembre à mars (seuillage + 3.5m)

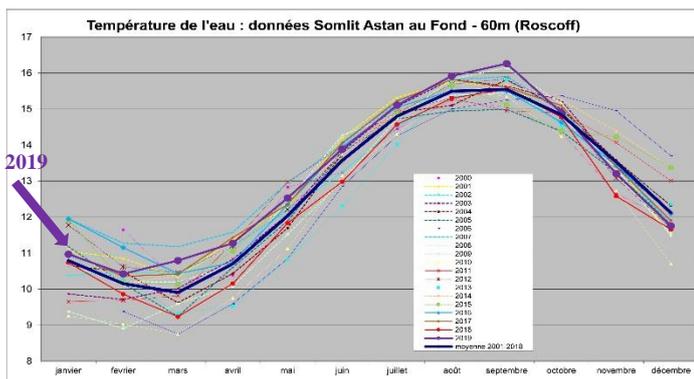


Figure 6 : données de température de l'eau en baie de Morlaix entre 2000 et avril 2019 sur le point Astan au fond -60m (données SOMLIT fournies par la Station Biologique de Roscoff)

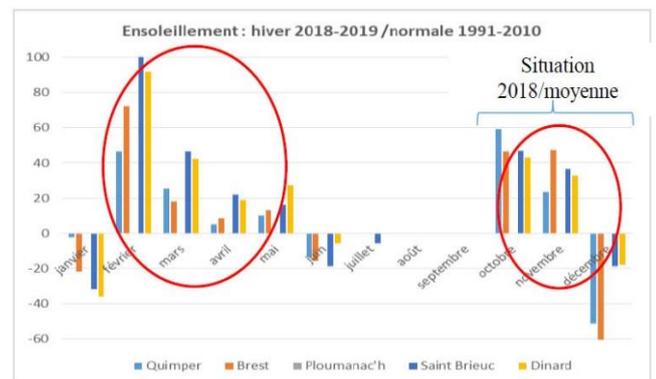


Figure 7 : écart en pourcentage entre les heures d'ensoleillement sur les stations MétéoFrance littorales suivies et les normales pour ces stations.

Les paramètres environnementaux étaient donc plutôt favorables à une reconduction des stocks. Surtout pour les sites de grande taille, relativement abrités et présentant des stocks importants en fin 2018. C'est en particulier le cas de la **baie de Saint Briec** dont les stocks en octobre 2018 étaient très élevés (+ 50 % en octobre par rapport à 2002-2017 et + 130 % par rapport à 2010-2017). Ce qui n'était pas le cas de la baie de **Saint Michel en Grève** (50 % de surface en moins sur octobre qu'en moyenne 2002-2017) ou **baie de Douarnenez** (pour la première fois, 0 ha ulves en octobre).

○ Niveau de la prolifération annuelle et flux d'azote :

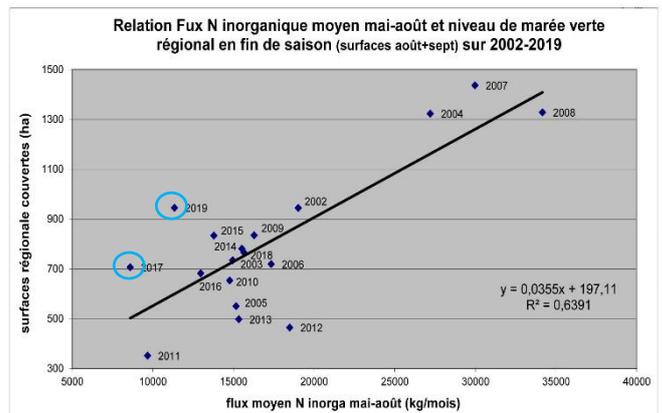
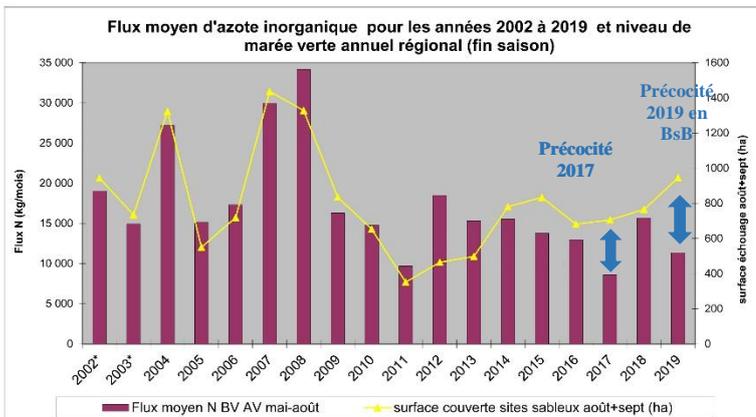
L'augmentation saisonnière des surfaces couvertes entre mai et juin est liée **aux conditions de température et lumière devenant optimales** à cette période de l'année, dans un **contexte nutritionnel demeurant favorable**. Il convient tout de même de rappeler qu'en l'absence de reconduction (phénomène particulièrement bien observé en 2014 et 2018) la prolifération sur un site donné sera minime voire nulle quelles que soient les conditions de lumière ou nutrition, la condition pour que les ulves se développent étant, bien évidemment, la présence d'un « noyau d'amorçage » suffisant. L'analyse de la **prolifération** impose donc, outre les « tendances » régionales, de bien analyser, par site le niveau de **présence d'ulves en début de saison et le niveau des flux azotés**.

Pour ce qui est du niveau « régional » de flux (moyenne des flux aux exutoires des sites principaux), **la saison 2019 présente un niveau légèrement inférieur au niveau moyen pluriannuel** (-18 % sur mai-août 2019 par rapport à mai-août 2010-2018). Le flux moyen était déficitaire en avril et mai (-30 % pour les 2 mois) mais devient légèrement excédentaire en juin (+5 %) puis à nouveau **déficitaire en juillet, août et septembre** (-18 à -20%). Cette situation « régionale » recouvre **des réalités contrastées** avec des flux qui, sur la **baie de Saint Briec sont au niveau de la moyenne 2010-2018** (mai août) alors qu'ils sont **inférieurs de 40 %** à cette moyenne sur le **Frémur, l'Ic, le Kerharo** et entre **-20 et -30 %** sur les autres cours d'eau. Comme en 2018, on relève des **flux élevés en baie de Saint Briec en juin et début juillet, en lien avec des pluies orageuses** (105 mn du 5 au 25 juin soit 125 % de plus que la normale de juin). L'augmentation des débits a engendré des apports en **flux d'azote de 70 % supérieur à la moyenne 2010-2018 en juin** et conformes à la moyenne sur l'ensemble de juillet alors qu'en mai les flux étaient de 40 % inférieur à la moyenne 2010-2018. Sur la baie de Saint Briec, **déjà très chargée** en mai, ces flux importants ont généré une **poursuite de la croissance des algues sur les mois de juin et juillet** engendrant une surface totale très élevée en 2019 sur l'ensemble de la saison. Ces flux importants, à partir de juin, ne se retrouvent pas sur les cours d'eau plus à l'ouest qui ont, dans l'ensemble, connu des flux modérés au printemps / été 2019.

**La poursuite ou le maintien de la prolifération plus tard en saison** (juin-septembre) est en lien avec les apports azotés qui, en système « modérément eutrophisé », **limitent les croissances algales**. Des épisodes de vent/houle peuvent également, sur certains sites exposés, contribuer à limiter les stocks d'ulves en saison de croissance. En 2019, les conditions de lumière et de dispersion ont été **favorables aux proliférations à partir de la mi-juin et sur le mois de juillet**. En août un petit **coup de vent** a, sur certains sites, éloigné les algues des baies (quelques jours avant le survol, le 9 et 10 août) ce qui explique en partie la diminution des surfaces mesurées sur certains secteurs.

Les différents éléments ci-dessus (présence d'ulves ou non dans les différentes baies en début de saison, flux printaniers/estivaux plus ou moins élevés) ont impliqué pour 2019 **des réactions très différentes selon les sites**. La **baie de Saint Briec** qui présentait déjà des surfaces importantes en mai et a connu des flux soutenus en juin et juillet a vu les surfaces couvertes atteindre **des niveaux très élevés**. Alors que les surfaces étaient très faibles en mai sur les baies de **Saint Michel en Grève ou Douarnenez** par exemple et les flux modérés ce qui a provoqué une **prolifération annuelle faible**.

Les suivis des années antérieures mettent en évidence **une forte corrélation, au niveau régional, entre le flux d'une année** (sur la période sensible aux proliférations) et **le niveau de la prolifération atteint en arrière-saison** (indicateur : surface août + septembre). Le niveau de surfaces en août + septembre 2017, plus important que le niveau de flux ne le laissait prévoir était à mettre en relation avec le **démarrage particulièrement précoce et intense de la saison 2017**. En 2019, le niveau élevé en août + septembre est en très grande partie lié à la **situation de la baie de Saint Briec** (74 et 60 % de la surface régionale en août et septembre) très précoce (même niveau que 2017 en avril et mai sur cette baie) et aux flux qui sur cette baie ont été importants, en particulier sur juin-juillet (et au niveau moyen 2010-2018 sur l'ensemble de la période mai-août).



Figures 8 a et b : flux moyen d'azote apportés par les cours d'eau des 8 baies du PLAV sur la période sensible (mai – août) et niveau de surfaces couvertes par les ulves en août+septembre.

## 2. Analyse prévisionnelle de la précocité attendue pour la saison 2020 (actualisation le 4 mars)

Les suivis des années antérieures montrent pour le début de saison la forte **variabilité des surfaces en fonction des années** (démarrage plus ou moins précoce en fonction du report des stocks résiduels et des caractéristiques hivernales).

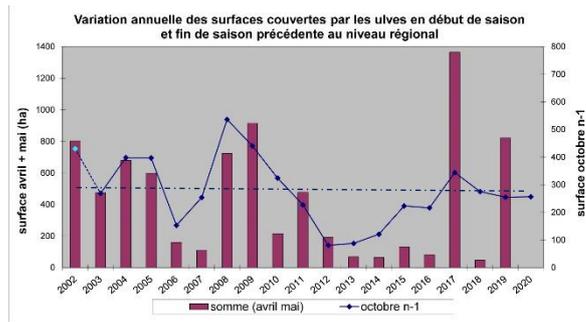


Figure 9 : Surfaces couvertes par les ulves en début de saison (avril+mai) et lien avec le niveau de couverture de la fin de l'année n-1.

Pour ce qui est de la prévision du démarrage de la prolifération 2020, le mois de mars peut encore jouer sur la dispersion ou le redémarrage de la croissance des algues ; les grandes lignes de l'hiver sont cependant tracées (statistiquement nov-février représente 85 % des jours de houle de plus de 2.5m et 92 % des jours de plus de 4.5m). **On peut donc mettre en avant :**

- Les quantités présentes en fin 2019 sont identiques à celles de 2018 et proches de la moyenne 2002-2017 (-5%) mais sensiblement supérieures au niveau moyen des dernières années 2010-2018 (+ 30%). Les surfaces sont surtout importantes en baie de Saint Brieuc (85 % de la surface totale régionale)
- La température de l'eau serait plutôt inférieure à la moyenne (en moyenne de décembre du réseau SOMLIT à Astan - 60 m de fond : - 0.3 °C ; pas de valeur disponible depuis mi-janvier et jusqu'à début mars, mais les valeurs actuelles semblent d'après les analyses satellitaires proches de la moyenne pluriannuelle, plutôt inférieures),
- L'hiver (novembre à février, pour l'instant) est nettement dispersif : + 40% de jour de houle au-dessus de 2.5m et même + 100 % pour ce qui est des épisodes les plus intenses (houle de +4.5m). Sur novembre à février, l'hiver 2019-2020 est donc parmi les plus dispersifs. Probablement au deuxième ou troisième rang, nettement derrière 2013-2014 et proche de 2015-2016 et 2006-2007 (réévaluation des données d'archive de houle qui ont été modifiées pour les années antérieures).
- L'ensoleillement a été déficitaire sur octobre, novembre, décembre sur la Bretagne (sauf Dinard et Saint Brieuc excédentaire en décembre) et devient légèrement excédentaire sur janvier (du fait de l'ensoleillement de la semaine du 19 au 25) et à nouveau déficitaire sur l'ouest Bretagne en février mais très légèrement excédentaire sur l'est.

Les conditions de l'hiver semblent donc (manque la mesure de la température de l'eau sur janvier et février ; a priori disponible sous 1 semaine) **conduire à un retard dans le démarrage** de la prolifération, plus particulièrement du fait de l'agitation (vent et houle très au-dessus des moyennes). Cependant, en termes de dispersion, le mois de mars est important à considérer, les tempêtes pouvant poursuivre la dispersion des algues comme l'ensoleillement peut permettre un redémarrage précoce de la croissance des algues. En ce début mars, la prolifération est donc attendue nettement plus tardive qu'en 2019 mais il convient de rester prudent et de surveiller les conditions du mois de mars (prévisions météo au début mars a priori favorables au renforcement du caractère tardif de la prolifération).

Il est cependant probable, comme cela avait été prévu en 2019, que le **démarrage soit différent selon les secteurs côtiers**. En effet, la baie de Saint Brieuc présentait en **octobre 2019 des surfaces 60 % supérieures au niveau moyen 2002-2018** quand la baie de **Saint Michel en Grève présentait un déficit de plus de 70 %** et la **baie de Douarnenez aucune ulve en octobre**. De plus la baie de Saint-Brieuc, plus vaste et moins exposée à la houle pourrait mieux conserver ses algues que les baies orientées vers l'ouest, comme cela avait été le cas en 2019. Les conditions très dispersives de l'hiver actuel laissent cependant espérer un destockage nettement plus efficace cette année pour la baie de Saint Brieuc et donc un redémarrage tardif également pour cette baie. Il est d'ores et déjà possible d'envisager des flux de printemps qui risquent d'être soutenus, les excédents pluviométriques de l'hiver étant élevés sur toutes les stations (de 30 à 50 % de plus que la normale sur octobre à février pour les stations analysées). Donc le maintien de conditions pluvieuses sur mars et avril impliquerait des flux élevés sur la période de début de prolifération et donc potentiellement un développement rapide une fois la prolifération amorcée.

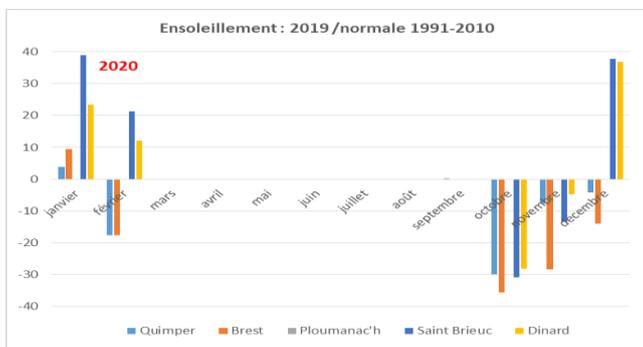
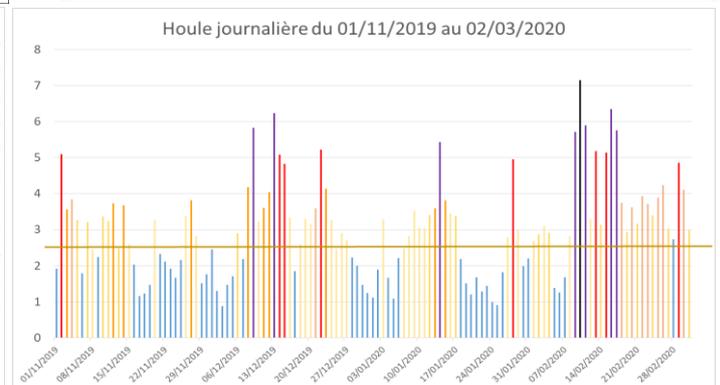
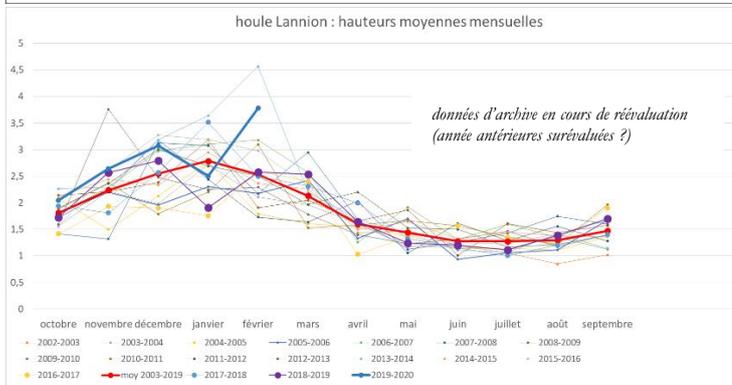
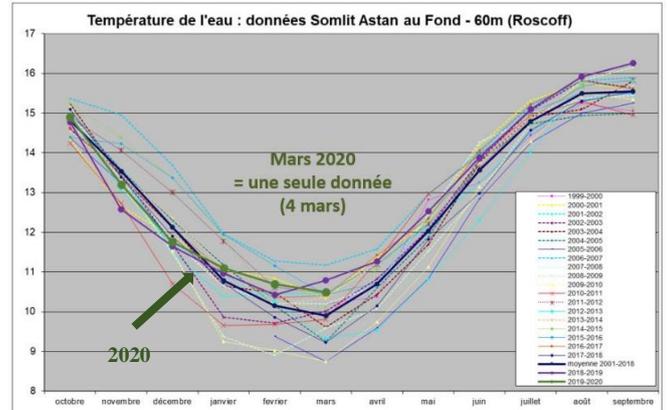
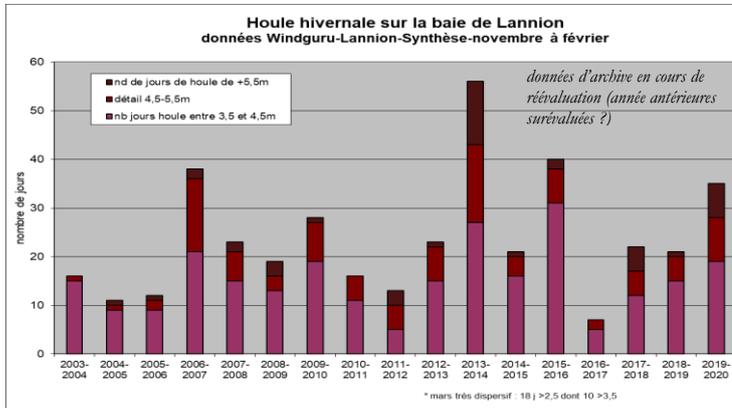


Figure 10 : ensoleillement sur l'hiver 2019-2020 au 29 février 2020 sur les stations Météo-France.



Figures 8 : caractéristiques des hivers. (a) boule du modèle GFS / Windguru pour le site de Lannion par catégorie de hauteur de vague pour les hauteurs de plus de 3.5m sur novembre à février (les valeurs présentées ici pour les années antérieures à 2019 seraient surévaluées par rapport à celles de l'hiver 2019-2020 d'après les nouvelles interrogations d'archives en 2020); (b) données de température de l'eau en baie de Morlaix entre 2000 et le 4 mars 2020 sur le point Astan au fond -60m (données SOMLIT fournies par la Station Biologique de Roscoff); (c) boule moyenne par mois du modèle GFS / Windguru pour le site de Lannion (d) données journalières.

### 3. Premiers éléments de perception de la reconduction 2019 - 2020

Aucune estimation surfacique n'est prévue durant l'hiver (novembre-avril). Un survol des principales baies est cependant envisagé en fin d'hiver, uniquement en cas de période de calme, sur des coefficients importants (un survol dans des conditions perturbées ne montrerait rien). Il était prévu de réaliser ce survol autour du 10-15 février ou du 25 au 28 février.

Avant ce survol, des prospections terrain ont été effectuées par le CEVA le 27 janvier sur la baie de Saint Brieuc, baie la plus susceptible de présenter des algues à cette date. Même si les prospections de terrain seules (5-6 km « seulement » parcourus sur 3 000 ha potentiels) ne permettent pas de garantir l'absence de dépôt à l'échelle de la baie, il semble que les stocks en baies **sont fortement diminués**. Les ulves perçus (en mélange avec du Pylaiella) étaient en très faibles densité (1 à 2 fragments par m<sup>2</sup>), régulièrement réparties et en fragments de très petites tailles. Les quantités perçues étaient très largement inférieures à ce qui avait été vu le 6 février 2019 et encore plus par rapport au 19 février 2019 (de l'ordre de 100 fois moins ?). Cette rapide perception semble donc attester d'une **plus grande dispersion des stocks**; cette année du fait des conditions plus agitées et moins lumineuses. Il convient de rester prudent dans la mesure où des stocks peuvent avoir échappé aux observations (lieu non prospecté, voire algues dans le proche infralittoral).

Le survol prévu en février n'a pu être réalisé du fait de conditions trop agitées pour le survol et pour la perception des algues (pas d'intérêt à faire un survol juste quelques heures/jours après un temps dispersif car les algues ne seront pas ou pas obligatoirement revenues en dépôt dans les baies). Ce simple fait atteste bien des conditions très dispersives de cet hiver.... Il est envisagé de réaliser le survol, si les conditions s'avéraient acceptables à partir du 10 mars. Il est à noter qu'aucun report de quantité significative d'ulves ne nous est parvenu, ce qui semble consolider la bonne dispersion des stocks.

Il a finalement été possible de survoler les sites principaux le 13 mars 2020. Les conditions, plus calmes depuis une dizaine d'heures étaient relativement propices pour ce sol ; mais celui-ci intervient néanmoins dans une période assez perturbée (vent en rafales jusqu'à 65 km la veille). Le survol et quelques opérations de terrain ciblées sur Saint Michel en Grève (le 10/03) et sur Saint Brienc (le 9/03 et 13/03 en même temps que le survol) **permettent de valider la très faible présence d'algues vertes en ce mois de mars**. En baie de la Forêt (Cabellou et anse du St Laurent et Saint Jean) les faibles dépôts semblent constitués de débris végétaux ou algues brunes (pas de terrain), pas d'échouage sur la baie de Douarnenez, très peu (brun) sur le Moulin Blanc et Guissény. La baie de Saint Michel présentait de très faibles dépôts d'algues en bas de plage sur l'est de la baie. Ces dépôts sont très largement constitués d'algues brunes (laminaires fucales) et de débris végétaux. Parmi ces algues on trouve de très rares fragments d'ulves d'arrachage (très nettement moins de 1 % voire 0.1 %). **Les quantités sont donc minimales sur cette baie, utilisée depuis des années comme indicatrice du report régional**. La baie de Saint Brienc était elle aussi quasiment exempte de tout dépôt. De très faibles traces d'échouage étaient perçues en bas d'estran. Ces échouages ont pu être trouvés sur le terrain (au moment du vol) ce qui a permis de confirmer qu'outre une quasi absence d'échouage, les ulves étaient très peu présentes dans les dépôts (quelques fragments perçus lors des contrôles de terrain). La situation 2020 semble donc **infiniment plus favorable que les années précédentes** et surtout que les années 2019 et 2017 très précoces. Cela semble donc bien confirmer que les conditions dispersives de cet hiver ont permis de « nettoyer » cette baie, pourtant particulièrement difficile à « déstocker ».

La baie de la Fresnaye présentait des échouages relativement étendus pour la saison, de couleur brune très probablement constitués d'algues de type ectocarpales/Pylaiella.