

CENTRE D'ÉTUDE
& DE VALORISATION
DES ALGUES

ALGAE TECHNOLOGY
& INNOVATION
CENTRE

Consolidation de l'état écologique sur l'EQR
macroalgues opportuniste des vasières à enjeu fort pour
l'EDL 2025

Avenant n°2 du Marché N°20GC042 Lot N° 3&4

Rapport final du 1^{er} volet- 13 février 2024

Justine LOUIS : Chef de Projet Environnement Marin

Sylvain BALLU : Chef de Projet Surveillance Marée Verte

Loïc CELLIER : Technicien Environnement

Clément DANIEL : Ingénieur de Projet Environnement et Géomatique

Sophie RICHIER : Responsable de Pôle EENVI

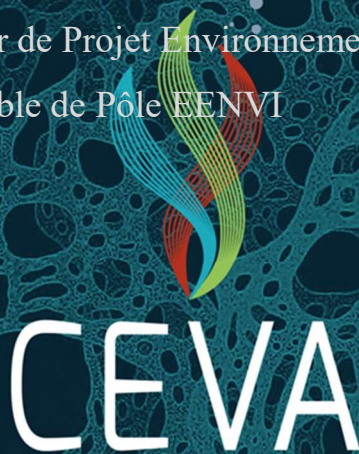




TABLE DES MATIERES

1.	CONTEXTE ET OBJECTIFS	3
2.	METHODES	5
3.	RESULTATS	6
3.1	FRGT10 « Elorn »	6
3.1.1	Acquisition de prises de vues par drone	6
3.1.2	Sélection de l'inventaire présentant le maximum annuel de couverture et traitement des photographies	7
3.1.3	Acquisition et interprétation des données surfaciques d'échouage issues des suivis aériens	7
3.1.4	Evaluation de la qualité écologique des masses d'eau pour le suivi RCS (art. 3.2.3 du CCTP).....	8
3.2	FRGC16 « Rade de Brest »	9
3.2.1	Acquisition de prises de vues drone	9
3.2.2	Sélection de l'inventaire présentant le maximum annuel de couverture et traitement des photographies	10
3.2.3	Acquisition et interprétation des données surfaciques d'échouage issues des suivis aériens	12
3.2.4	Evaluation de la qualité écologique des masses d'eau pour le suivi RCS (art. 3.2.3 du CCTP)	13
3.2.5	Estimation des dépôts sur le site de Roscanvel à partir des suivis sur le terrain	14
3.3	FRGT25 « Rivière de Noyal »	15
3.3.1	Sélection de l'inventaire présentant le maximum annuel de couverture et traitement des photographies	15
3.3.2	Acquisition et interprétation des données surfaciques d'échouage issues des suivis aériens	16
3.3.3	Evaluation de la qualité écologique des masses d'eau pour le RCS (art. 3.2.3 du CCTP)	17
4.	Conclusion	18
	Annexes	19



1. CONTEXTE ET OBJECTIFS

De 2007 à 2016, l'Ifremer, sur financement de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne (AELB) a commandé au CEVA le suivi des proliférations d'ulves sur le littoral Loire Bretagne. Ces suivis annuels concernaient les proliférations d'ulves sur baies sableuses, le plus souvent en « Masse d'eaux Côtières » (MEC) et les proliférations sur vasières, le plus souvent situées dans les « Masses d'eaux de Transition » (MET). Ces suivis, reposent sur des évaluations de surface de dépôts à partir de photos aériennes acquises par le CEVA, à marée basse lors de trois campagnes annuelles de vives eaux (en mai, juillet et septembre).

Ces suivis sont, depuis 2017 portés directement par l'AELB et font l'objet d'un marché public pour lequel le CEVA a été retenu en 2017 puis 2021 pour 4 ans.

Les données surfaciques (ha) obtenues permettent d'évaluer l'état écologique des Masses d'Eau (ME) en utilisant des grilles de classement européennes de la DCE déterminées pour les 3 types de prolifération décrits (type 1, prolifération sur baies sableuses à « ulves dérivantes », type 2, « marées vertes » d'arrachage et type 3, prolifération sur vasières).

Dans le cas des proliférations sur vasière (grille de classement de Type 3), il a été décidé, pour des raisons budgétaires, en 2011 par l'IFREMER et l'AELB de ne maintenir les évaluations surfaciques annuelles que sur **les 10 ME qui avaient été classées hors Bon Etat (BE)** sur les 3 premières années de suivi 2008-2010, le classement final étant prévu sur 6 années.

Pour autant, le CEVA, sur financement AELB, **a poursuivi, tous les ans les acquisitions aériennes** pour pouvoir, le cas échéant revenir sur les évaluations *a posteriori*.

Dans le cadre de la révision de l'élaboration de l'état des lieux 2019, l'AELB a formulé la demande de revenir sur les classements des ME qui ne font plus l'objet de suivi pour voir si le classement proposé en 2012 semblait toujours pertinent ou si celui-ci devait être revu à dire d'expert ou avec un complément de données.

L'état des eaux pour le paramètre macroalgues opportunistes avait ainsi été calculé sur la donnée 2012-2017 pour **34 des 69 ME côtières et de transition**. L'état de 9 ME avait été calculé à partir de surfaces d'échouage relevées entre 2007-2013 (2007-2012, 2008-2012 ou 2008-2013 pour être exact), et 18 ME ont un état établi par dire d'expert.

L'indice de confiance de l'état des eaux était élevé pour toutes les sources de données connues, et moyen pour les évaluations par dire d'expert. Ce dernier avait fait l'objet d'une note du CEVA datée du 26 avril 2018.

En 2022, le dernier état des eaux disponible pour le paramètre macroalgues opportunistes est calculé sur les **données 2015-2020 et comporte 34 ME classées sur cette période**. Les surfaces d'échouage sont calculées tous les ans sur 38 ME depuis 2017 (ré intégration des FRGC48, 50, 51 et intégration de la FRGC52) et **38 ME auront donc des données surfaces sur 6 ans pour l'Etat des Lieux 2025**.

Certaines ME concernées par des proliférations sur vasières (MEC et MET) ne sont donc **plus suivies depuis plus de 10 ans** (2011). Pour certaines, l'utilisation du « dire d'expert » est encore possible en parcourant rapidement les photos acquises (ME dont l'EQR est nettement au-dessus de la limite 0.60 du Bon Etat (BE)). Pour d'autres, il semble délicat de procéder par le simple dire d'expert.

La ME FRGT12 « Aulne Fond de Rade » a été jugée particulièrement problématique car très proche de la limite du BE et sans tendance claire d'évolution sur les dernières années. Cette ME a fait l'objet de



digitalisations des algues vertes sur les campagnes aériennes de 2017 à 2022 **et, en avril 2023, d'une évaluation de son EQR sur les années 2017-2022.**

D'autres ME sont dans une situation proche de la FRGT12 et nécessiteraient des investigations complémentaires pour statuer sur leur état écologique. Suite à l'analyse proposée par l'Agence de l'Eau, 3 masses d'eau apparaissent comme prioritaires avec nécessité de consolider leur EQR sur les dernières années présentant des données disponibles soit 2018-2023 :

- **la FRGT10 « Elorn »** dont le classement sur 2008-2010 était légèrement au-dessus de la limite du Bon Etat (BE) et des surfaces qui, d'après l'analyse rapide des clichés des dernières années, semblent assez proches du niveau de 2009, année du plus faible EQR (0.62).

- **la FRGC16 « Rade de Brest »** : son classement sur 2008-2010 avait été déterminé au-dessus du BE (0.68). Mais l'EQR de l'année 2008, le plus faible (0.57 si dupliqué 6 fois), classerait la ME hors BE. De plus, la reprise des travaux de classement de 2010 montre que la procédure en vigueur en 2008 entraîne une surestimation de l'EQR (qui aurait vraisemblablement été inférieur à 0.50 avec les procédures actuelles).

- **la FRGT25 « Rivière de Noyal »** : son classement sur 2008-2013 (années 2011-2013 digitalisées en « rattrapage » en 2014) était en BE (0.75) mais une année était nettement sous le seuil de BE (2011 ; EQR annuel = 0.43 si l'année était répétée 6 fois). Les années postérieures à 2016 semblent assez proches du niveau estimé en 2011 et pourraient donc conduire à sortir du BE.

Afin de disposer de données récentes pour l'Etat des Lieux des Masses d'eau de 2025, il est proposé d'exploiter les données des années 2018 à 2023. Pour chacune des années et pour chacune des ME à l'étude, le programme défini est le suivant :

- Sélection de l'inventaire présentant le maximum annuel de couverture,
- Pour cet inventaire, sélection des photos à géoréférencer,
- Géoréférencement de ces photos,
- Digitalisation des couvertures par les algues vertes et estimation pour chaque polygone des taux de couvertures par les algues vertes,
- Validation par le chef de projet des digitalisations,
- Intégrations des polygones dans la base pluriannuelle,

A l'issue de ces digitalisations annuelles, toutes les données seront intégrées à la grille de classement (grille de type 3) afin de calculer son EQR et déterminer l'état de la masse d'eau sur les 6 années 2018-2023.

L'ensemble de ces opérations fera l'objet d'un court rapport qui présentera les surfaces obtenues et le classement de la ME sur les 6 ans ainsi que les « notes annuelles officielles » (comme présenté dans le cas de la FRGT12) qui permettent de mieux percevoir la variabilité interannuelle.



2. METHODES

Les méthodes et outils employés ici pour suivre les marées vertes ont été mis au point par le CEVA dans le cadre du programme Prolittoral, programme régional et interdépartemental de lutte contre les marées vertes en Bretagne, ce programme ayant lui-même bénéficié des acquis des études antérieures. Les suivis à réaliser et les méthodes à employer sont décrits dans le CCTP de l'étude publiée par l'Agence de l'Eau Loire Bretagne 520GC042) et sont dans la lignée des suivis antérieurs. Cela les rend comparables avec la série historique remontant pour la Bretagne à 2008 pour les masses d'eau de type « abritées » (vasières), date à laquelle la méthodologie utilisée par le CEVA a changé pour converger vers les méthodologies des grilles de classement européennes de la DCE mises au point par les Anglais et les Irlandais pour ce type de masse d'eau. Les suivis surfaciques des vasières correspondent à la digitalisation des surfaces couvertes par les algues vertes (filamenteuses et/ou en lame) pour l'inventaire présentant le maximum annuel de couverture (et la meilleure couverture de la zone d'étude par les photographies aériennes).

Pour rappel, deux grilles de classement avaient été initialement établies, l'une destinée aux marées vertes se développant dans les baies sableuses et dont les dépôts sont mobiles (marée verte « classique » nommée marée verte de type 1) et l'autre, adaptée aux marées vertes se développant sur substrat majoritairement vaseux avec des dépôts peu mobiles (marée verte dite de type 3). Ces deux grilles répondent aux deux types de marées vertes les plus couramment observés au niveau du bassin Loire-Bretagne. L'évaluation de la qualité écologique des masses d'eau présentant des marées vertes de type 3, se base sur deux métriques issues des données algales surfaciques acquises au moment du maximum du développement algal et moyennées sur le maximum d'années disponibles (période de 6 ans, quand possible) :

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

Pour chaque métrique, des seuils ont été établis sur la base du dire d'expert et des données historiques permettant de définir les différents états écologiques. La combinaison des résultats de chaque métrique aboutit à un ratio de qualité écologique (EQR) qui permet d'attribuer à chaque masse d'eau, une qualité écologique (Tableau 1 : Seuils reflétant les différents états écologiques pour chaque métrique de l'outil destiné aux marées vertes de type 3).

Tableau 1 : Seuils reflétant les différents états écologiques pour chaque métrique de l'outil destiné aux marées vertes de type 3

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

3. RESULTATS

3.1 FRGT10 « Elorn »

3.1.1 Acquisition de prises de vues par drone

Afin de consolider les photo-interprétations faites à partir d'acquisitions d'images aériennes lors des survols réalisés par le CEVA dans le cadre des suivis du RCS et RCO (cf CCTP du marché 20GC042), des prises de vue par drone ont pu être effectuées **le 16 octobre 2023** (dernier jour de survol en 2023 des sites RCO). **Ces acquisitions à haute résolution permettent notamment de conforter le résultat de photo-interprétation des taux de couverture en algues vertes en particulier dans le cas de la présence d'herbier entre l'Anse du Pouldu et l'Anse du Douvez.** Le drone utilisé est le DJI MAVIC 2 PRO dont les caractéristiques sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2 : Caractéristiques du drone DJI MAVIC 2 PRO



Dimensions	322*242*84 mm
Poids	900 g
Capteur	photos RVB 20 MP CMOS stabilisé 3 axes
Autonomie	5 batteries d'environ 20 minutes (environ 1h30 de vol au total)
Résistance au vent :	inférieur à 30 km/h
Accessoires	piste de décollage, chargeur 3 batteries, télécommande Smart Controller, Système coupure moteur indépendant
Règlementation (sans dérogation supplémentaire)	Altitude max : 120 m, Distance max : 1 km

Les acquisitions peuvent confirmer le recouvrement partiel des herbiers de zostères par les algues vertes. Cependant des acquisitions à des dates plus précoces en saison (lors des survols de juillet, août ou septembre) permettraient d'améliorer encore la photo interprétation « en pleine saison de prolifération ». La date tardive, après le survol de septembre, de la commande de ces « compléments drone » n'a pas permis de réaliser ces survols sur la saison 2023.

Des exemples d'images drone acquises le 16 octobre 2023 sont présentés en Annexe 1.

3.1.2 Sélection de l'inventaire présentant le maximum annuel de couverture et traitement des photographies

Sur l'ensemble des acquisitions aériennes faites lors des survols du secteur de la FRGT10 « Elorn », l'inventaire présentant le maximum annuel de surface couverte par les algues vertes (et le plus grand nombre de photographies du secteur) a été sélectionné pour chaque année de 2018 à 2023 (Annexe 2). Cette Masse d'eau n'étant survolée intégralement qu'en mai, juillet septembre, ce sont toujours des inventaires de ces mois qui ont été retenus. Le Tableau 3 récapitule les inventaires sélectionnés pour l'évaluation surfacique du développement d'algues vertes de la FRGT10 « Elorn ».

Tableau 3 : Inventaires sélectionnés pour l'évaluation surfacique du développement d'algues vertes pour la masse d'eau FRGT10 "Elorn"

Année	Inventaire sélectionné
2018	11/07/2018
2019	16/07/2019
2020	21/07/2020
2021	06/09/2021
2022	12/07/2022
2023	18/07/2023

L'intégralité des photographies utiles aux digitalisations pour les dates d'inventaires sélectionnées a fait l'objet de géoréférencement.

3.1.3 Acquisition et interprétation des données surfaciques d'échouage issues des suivis aériens

L'intégralité des surfaces de couverture d'algues vertes ont été digitalisés sur la masse d'eau FRGT10 « Elorn » pour la période de 2018 à 2023.

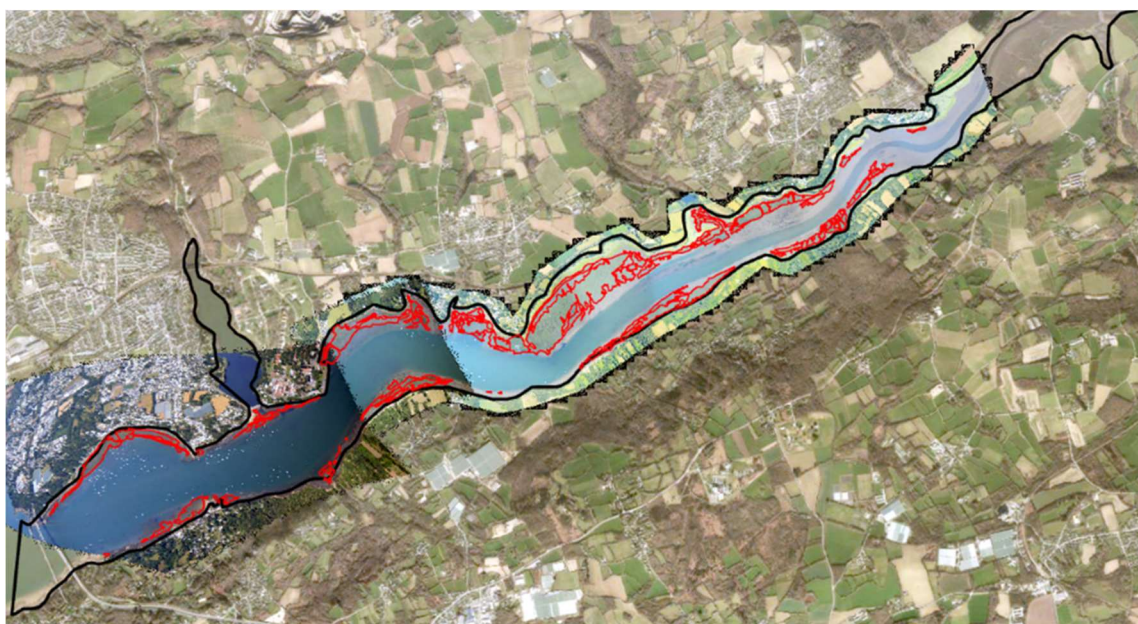


Figure 1 : Exemple de traitement par digitalisation des dépôts algaux de la masse d'eau FRGT10 "Elorn" pour l'année 2019

Les surfaces de couverture d'algues vertes (en ha équivalent 100%) mesurées de 2018 à 2023 peuvent être comparées à celles issues des suivis antérieurs pour les années 2008, 2009 et 2010 (Figure 2). Sur les six



dernières années (de 2018 à 2023), la moyenne surfacique est de 46,3 ha. Les années 2018 et 2019 présentent des dépôts maximaux avec des surfaces de couvertures de 66,3 et 70,7 ha respectivement. De 2020 à 2023, les surfaces de dépôts sont du même ordre de grandeur que celles mesurées lors des suivis antérieurs de 2008 à 2010, avec une moyenne de 35,2 ha.

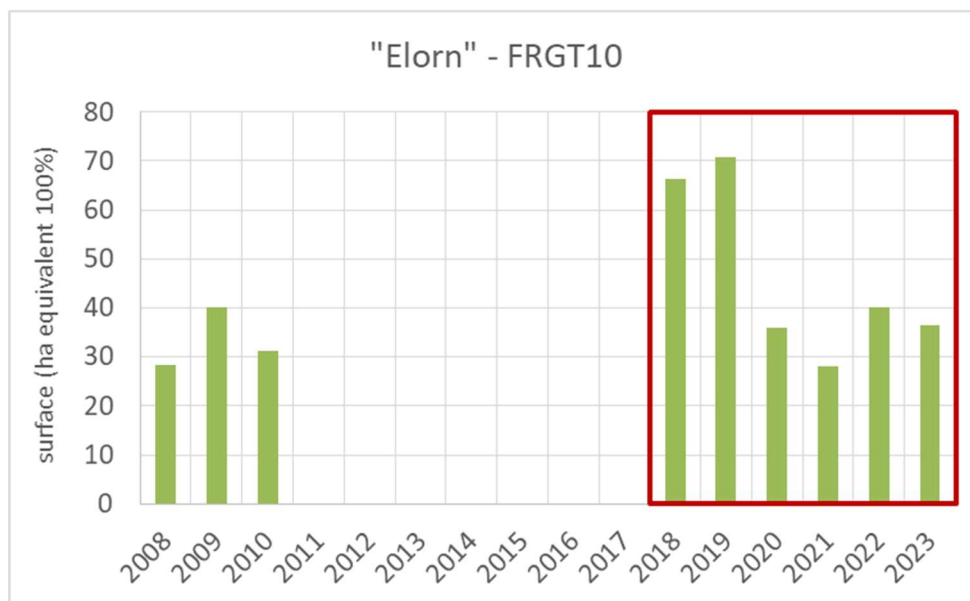


Figure 2 : évolution pluriannuelle des surfaces de couvertures d'algues vertes maximales pour la FRGT10

3.1.4 Evaluation de la qualité écologique des masses d'eau pour le suivi RCS (art. 3.2.3 du CCTP)

Alors que la masse d'eau FRGT10 avait été classée légèrement au-dessus de la limite du Bon Etat (BE) sur les années de 2008 à 2010, les digitalisations faites sur les années 2018-2023 engendrent un déclassement de cette masse d'eau avec un EQR de 0,58 calculé sur les six dernières années (Figure 3). Cette nouvelle évaluation classe la FRGT10 en état moyen pour l'indicateur macroalgues opportunistes, ce qui est principalement dû aux années 2018 et 2019 qui présentent un EQR annuel de 0,47 et 0,44 respectivement (si ces années étaient répliquées 6 fois).

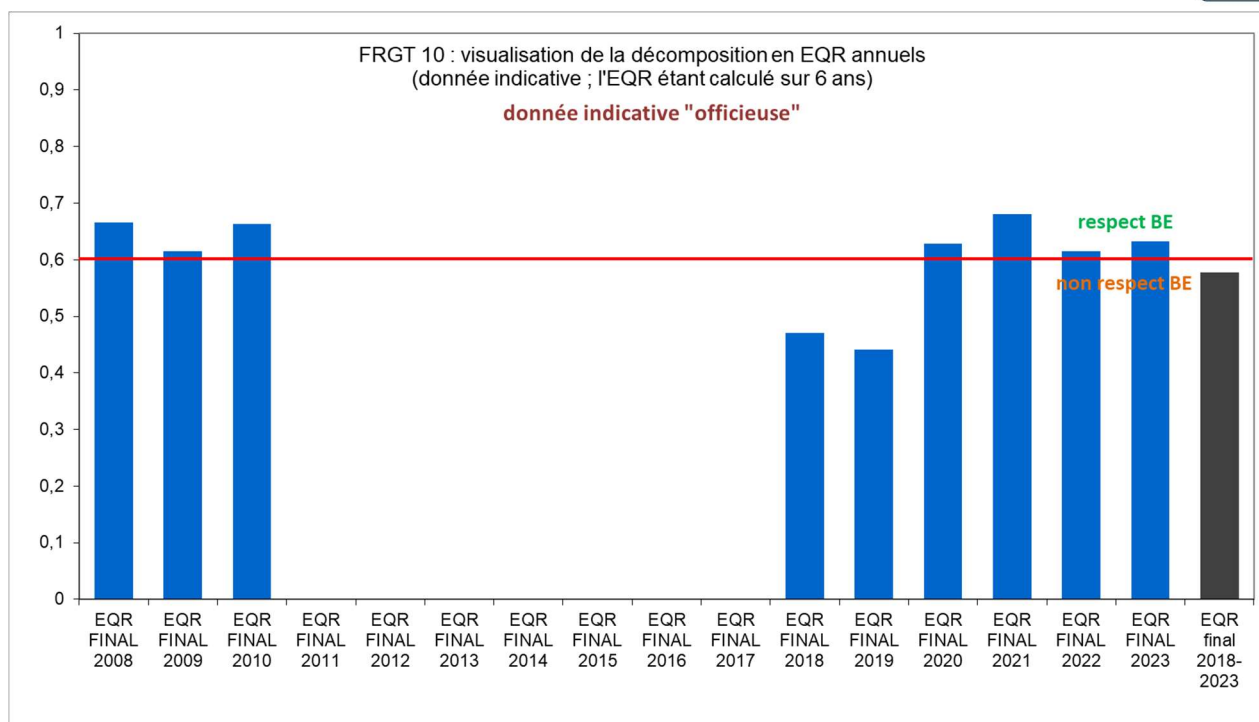


Figure 3 : évolution de l'EQR, décomposition annuelle pour la FRGT10

3.2 FRGC16 « Rade de Brest »

3.2.1 Acquisition de prises de vues drone

Afin de consolider les photo-interprétations faites à partir des acquisitions aériennes lors des survols réalisés par le CEVA dans le cadre des suivis RCS et RCO, des prises de vues drone ont pu être effectuées **le 16 octobre 2023** (dernier jour de survol en 2023 des sites RCO). La présence de tapis épais d'ulves en « zone estran » (zone découverte par marée théorique de 120, donc intégrée dans la « surface colonisable » de la DCE, mais souvent en eau lors des survols) avait été attestée dans l'Anse du Moulin Blanc dans les années 2000-2010 lors d'évaluation en plongée. L'aspect des masses immergées perceptibles en aérien est cependant assez différent de ce qui était relevé dans les années antérieures à 2010. Afin de tenter de consolider au mieux la photo interprétation des tapis d'algues immergés et en particulier de mieux voir s'il s'agit d'algues vertes et le cas échéant d'en préciser le taux de couverture, des acquisitions en drone ont été proposées. Le drone utilisé est le DJI MAVIC 2 PRO dont les caractéristiques sont présentées dans le Tableau 2.

Des exemples d'images drone acquises le 16 octobre 2023 sont présentés en Annexe 1. Ces acquisitions à haute résolution permettent une meilleure visibilité de la présence d'algues vertes immergées, mais uniquement sur les zones relativement proches du haut d'estran. Malgré qu'elles aient été prises à basse mer, le coefficient de marée de 89 le jour du survol ne permettait pas de découvrir l'estran de manière optimale. A cela s'ajoute les restrictions de vol qui autorisent une zone très restreinte de l'Anse de Moulin Blanc au survol par des drones (Figure 4).

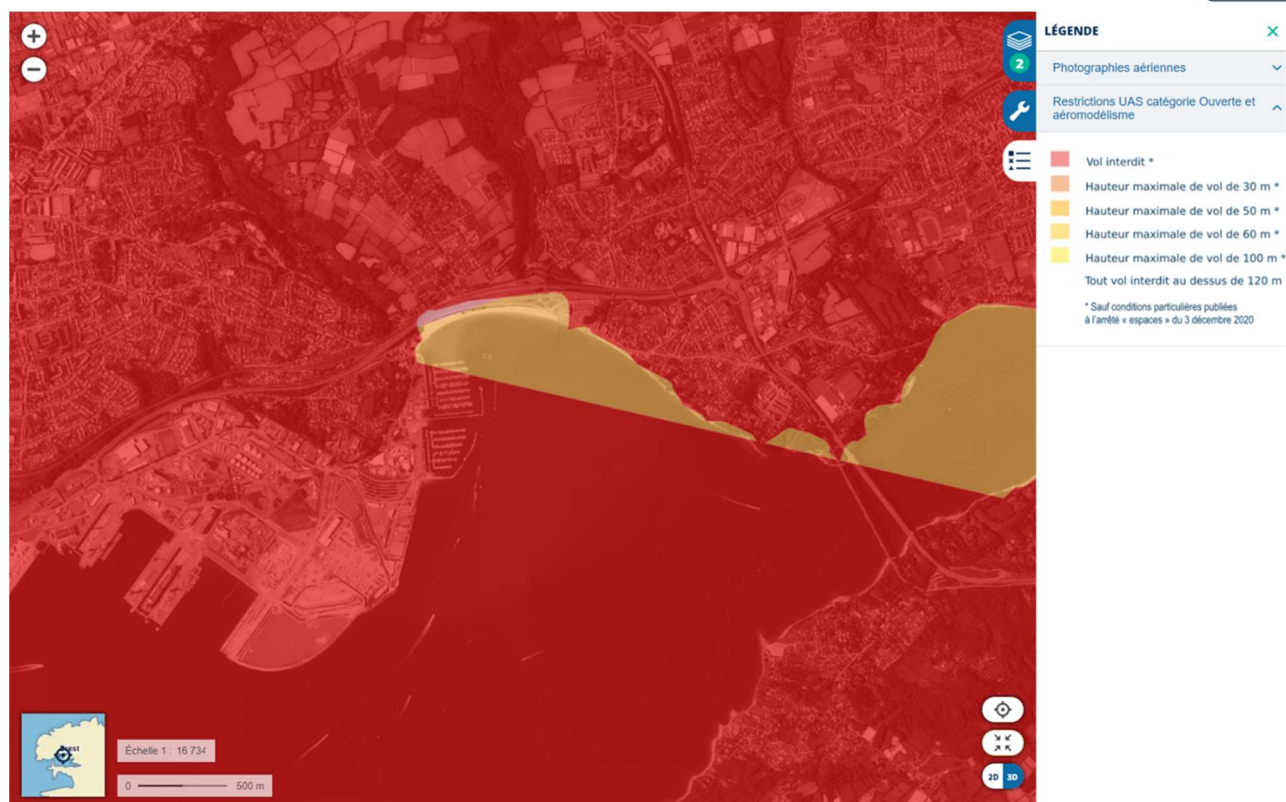


Figure 4 : cartographie des restrictions de vol UAS catégorie ouverte et aéromodélisme - zone de l'anse de Moulin Blanc - source : Géoportail (capture d'écran)

3.2.2 Sélection de l'inventaire présentant le maximum annuel de couverture et traitement des photographies

Sur l'ensemble des acquisitions aériennes faites lors des survols du secteur de la FRGC16 « Rade de Brest », l'inventaire présentant le maximum annuel de surface couverte par les algues vertes (et avec le plus grand nombre de photographies du secteur) a été sélectionné pour chaque année de 2018 à 2023 (Annexe 3). Bien que l'anse du Moulin Blanc soit survolée lors de chaque inventaire d'avril à octobre, la majeure partie des sites (ceux qui sont hors P112) étant survolée uniquement en mai, juillet et septembre, les dates de maximum de couverture sont donc toutes parmi ces trois dernières périodes. Le Tableau 4 récapitule les inventaires sélectionnés pour l'évaluation surfacique du développement d'algues vertes de la FRGC16 « Rade de Brest ».

Tableau 4 : Inventaires sélectionnés pour l'évaluation surfacique du développement d'algues vertes pour la masse d'eau FRGC16 "Rade de Brest"

Année	Inventaire sélectionné
2018	11/07/2018
2019	16/07/2019
2020	21/07/2020
2021	06/09/2021
2022	12/07/2022
2023	18/07/2023

L'intégralité des photographies utiles aux digitalisations pour les dates d'inventaires sélectionnées a fait l'objet de géoréférencement.

Les sites « Moulin-Blanc », « Tinduff/Moulin Neuf », « Daoulas » et « Hôpital Camfrout » de la FRGC16 ont fait l'objet d'une digitalisation des couvertures d'algues vertes de 2018 à 2023 grâce à des acquisitions de photos aériennes (Figure 5). En revanche aucune digitalisation n'a été effectuée sur le site « Roscanvel » du fait de

l'absence de photographies aériennes pour ce site qui se situe dans la zone aérienne LF-P112 (vol interdit) (Figure 6). En effet, depuis 2009 le CEVA ne dispose plus d'autorisation pour survoler cette zone militaire (autorisation exceptionnelles de survol avec présence d'observateur militaire à bord avant 2009).

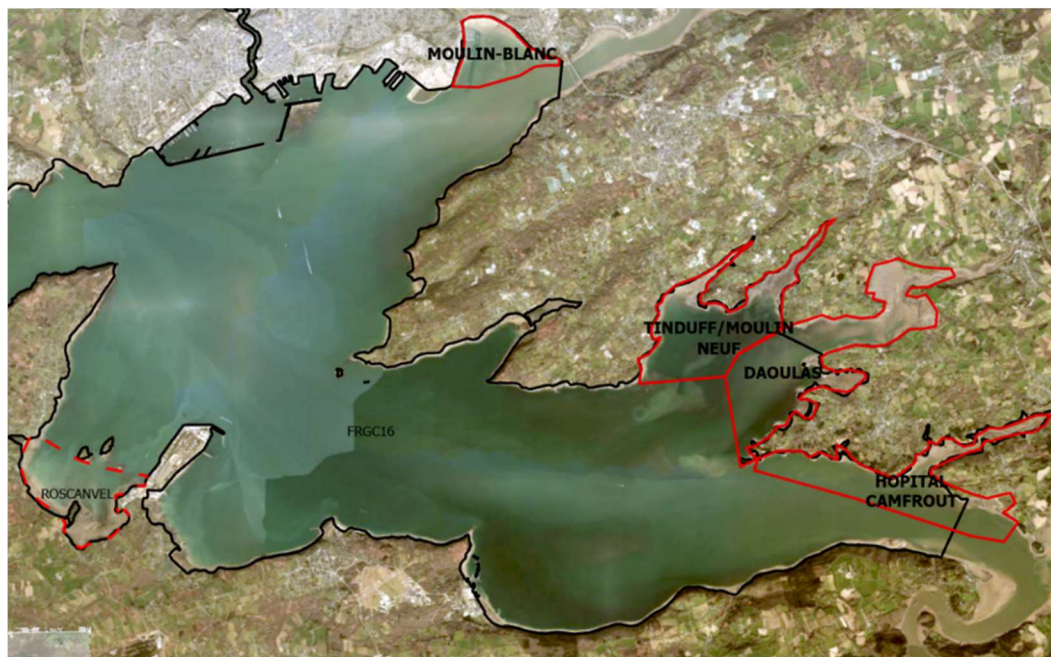


Figure 5 : Sites de la FRGC16 soumis à une digitalisation des surfaces de couvertures d'algues vertes sur vasière de 2018 à 2023. Le site de Roscanvel ne comporte aucune acquisition photoaérienne du fait de sa localisation dans la zone militaire P112.



Figure 6 : Délimitation de la zone LF-P112

La masse FRGC16 comprend également le site sableux « Trez-Hir » dont les surfaces d'échouages d'algues vertes ont été digitalisées dans le cadre du programme RCS lorsque le site était classé comme « site à marée verte ». Seules les acquisitions aériennes faites lors des inventaires de mai 2018, mai 2019 et mai 2021 ont fait l'objet d'un traitement de digitalisation, et présentaient des couvertures algales relativement faibles (0,39 ha, 0,25 ha et 0,31 ha pour 2018, 2019 et 2021 respectivement).

3.2.3 Acquisition et interprétation des données surfaciques d'échouage issues des suivis aériens

L'anse du Moulin Blanc présente comme spécificité, une zone estran « potentiellement colonisable » selon la définition de la DCE, avec des tapis d'algues qui sont le plus souvent immergés et dont les prospections sous-marines faites par le CEVA dans les années 2000-2010 avaient permis d'attester la présence de tapis d'ulves sur ce secteur (Figure 7).

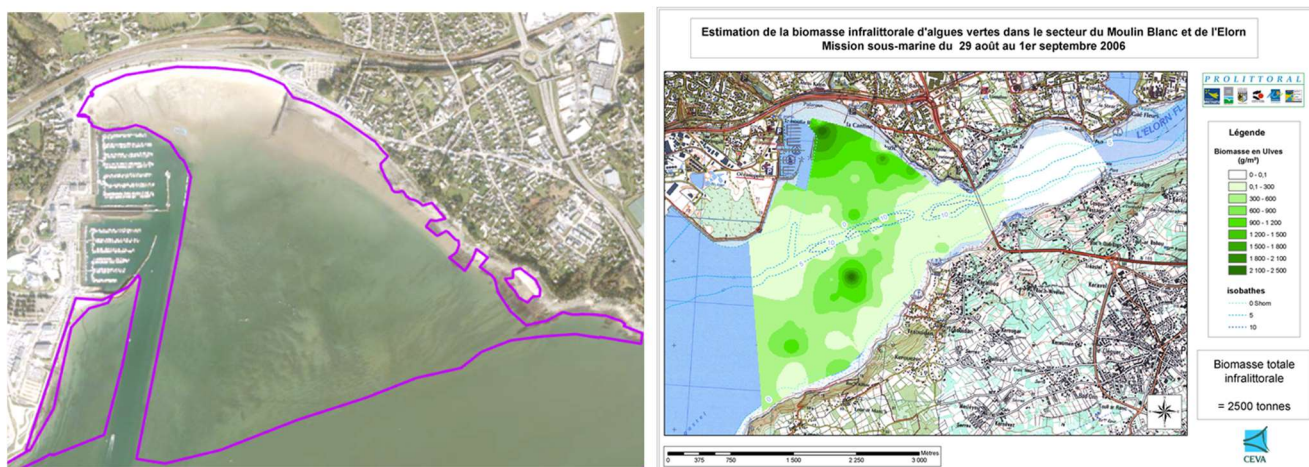


Figure 7 : A gauche, délimitation de la zone potentiellement colonisable selon la définition de la DCE dans l'anse du Moulin Blanc ; A droite, exemple de l'estimation de la biomasse infralittorale d'ulves dans l'anse du Moulin Blanc issue de mission de prospection sous-marine en août 2006.

Sans contrôle sur le terrain, la photo-interprétation des acquisitions aériennes peut présenter des incertitudes concernant l'identification des tapis d'algues visibles sur l'estran mais immergés lors du survol. Afin de prendre en considération cette difficulté, l'anse du Moulin Blanc a été digitalisée selon deux versions : une première version dite « minimisée » pour laquelle les tapis d'algues visibles dont la composition en algues vertes n'est pas certaine, n'ont pas été digitalisés ; une seconde version dite « maximisée » pour laquelle la surface de ces mêmes tapis d'algues a été prise en compte en émettant l'hypothèse d'un mélange de composition algale (taux de recouvrement d'algues vertes entre 10-40%) (Figure 8).

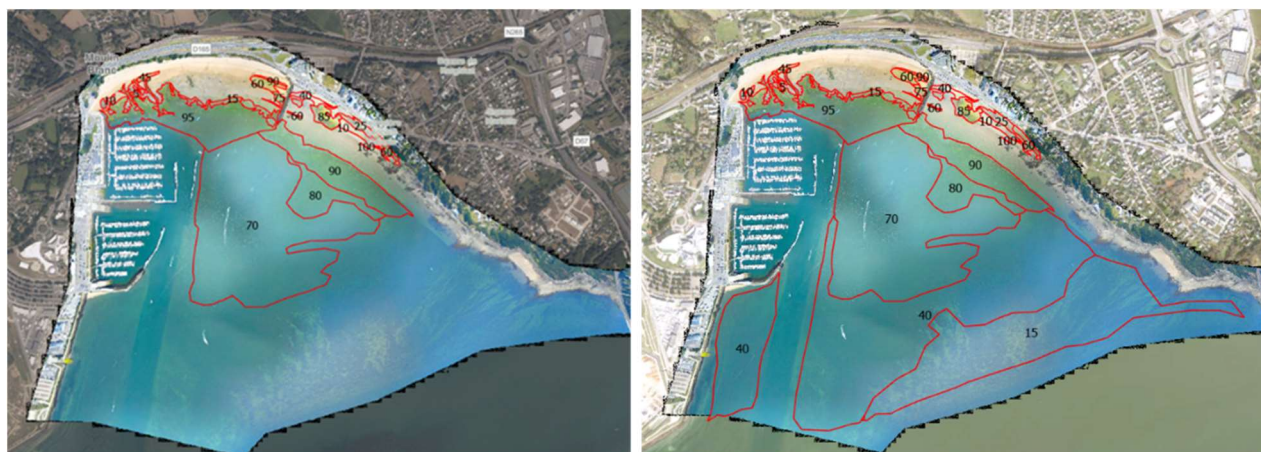




Figure 8 : exemple de la digitalisation des surfaces des tapis d'algues vertes dans l'anse du Moulin Blanc pour l'année 2023 ; version "minimisée" à gauche, version "maximisée" à droite"

Sur l'ensemble de la FRGC16, la version « maximisée » a augmenté en moyenne de 40 % la surface annuelle maximale des couvertures d'algues vertes. Afin de lever ces incertitudes sur l'interprétation de ces dépôts immergés lors du vol, des prospections complémentaires devront être conduites (en drones lors de très grands coefficients, plongées ponctuelles, ROV, « visionneuse » embarquée,...). Avant ces perceptions complémentaires, ces deux options de digitalisation permettent probablement de borner les EQR.

Les surfaces de couverture d'algues vertes (en ha équivalent 100%) mesurées de 2018 à 2023 peuvent être comparées à celles issues des suivis antérieurs pour les années 2008 à 2012 (Figure 9). En moyenne, les surfaces de couvertures d'algues vertes estimées sur ses six dernières années sont 39 à 70 % supérieures à celles estimées lors des suivis antérieurs de 2008 à 2012. L'année 2020 présente la surface de tapis d'algues vertes la plus élevée jamais enregistrée pour la FRGC16.

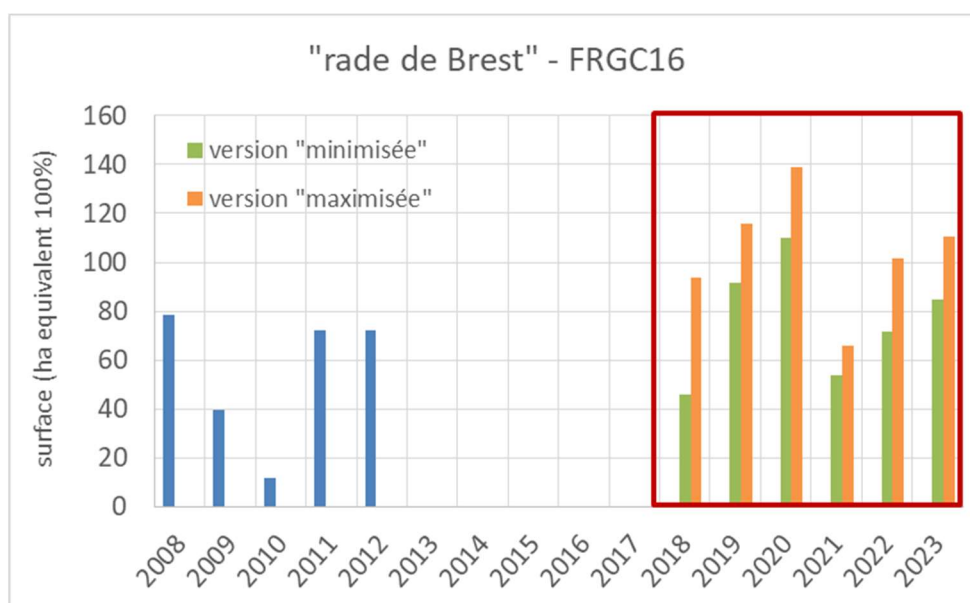


Figure 9 : évolution pluriannuelle des surfaces de couvertures d'algues vertes maximales pour la FRGC16

3.2.4 Evaluation de la qualité écologique des masses d'eau pour le suivi RCS (art. 3.2.3 du CCTP)

Alors que la masse d'eau FRGC16 était classée en Bon Etat avec un EQR de 0,65 calculé sur les années 2008-2012, le nouveau calcul de l'EQR sur les six dernières années (2018-2023) décline la FRGC16 en état moyen (EQR égal à 0,52) en prenant en considération la version « maximisée » de la digitalisation de l'anse du Moulin Blanc. Avec la version « minimisée », la FRGC16 reste classée à la limite du Bon Etat avec un EQR égal à 0,60.

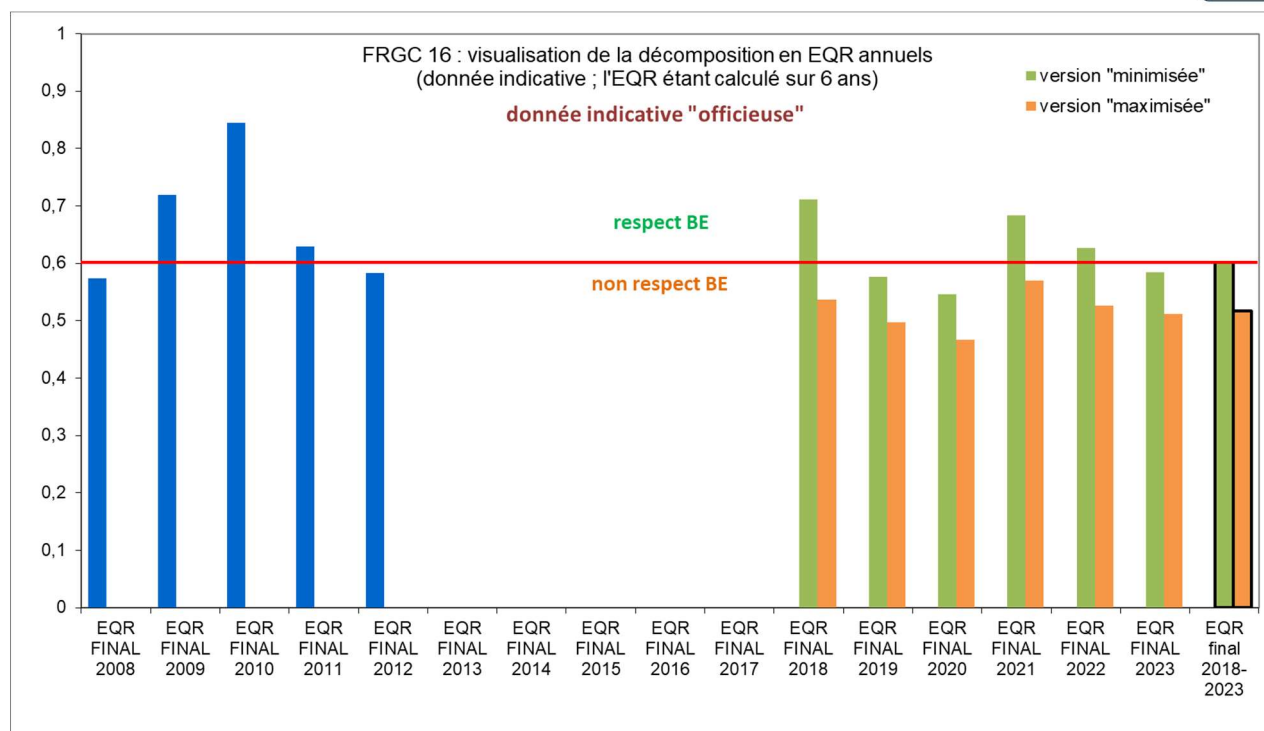


Figure 10 : évolution de l'EQR, décomposition annuelle pour la FRGC16

3.2.5 Estimation des dépôts sur le site de Roscanvel à partir des suivis sur le terrain

Des photographies et observations faites sur le terrain ont été exploitées afin d'évaluer l'importance des dépôts d'algues vertes sur le site de Roscanvel. En effet, pour l'année 2008, des surfaces de dépôt égales à 28,8 ha (pour une aire affectée de 51,6 ha) ont pu être estimées à partir d'images aériennes. Le site de Roscanvel ayant été classé comme site à marée à verte en 2008, cette année a été utilisée comme référence d'un échouage maximal (Figure 11).



Figure 11 : photographie aérienne du site de Roscanvel prise le 22/07/2008 (à gauche). Photographies prises sur le terrain sur le site de Roscanvel le 25/07/2008 (à droite).

A titre d'exemple, les observations de terrain faites au cours de l'année 2020 sur le site de Roscanvel confirment les fortes proliférations d'algues vertes observées sur les autres sites de la FRGC16, et renforcerait le statut en état moyen de cette masse d'eau. Pour l'année 2018, des dépôts importants d'ulves en lame avaient été



observés pour le mois de mai, remplacés par des tapis continus d'ulves filamenteuses en périphérie des herbiers de zostères observés pour le mois de juillet (Figure 12). En considérant les données surfaciques de 2008, et en les appliquant pour calculer un nouvel EQR pour l'année 2018, celui-ci serait égal à 0,59 (en dessous du Bon Etat) contre 0,71 pour la version « minimisée » de la FRGC16.

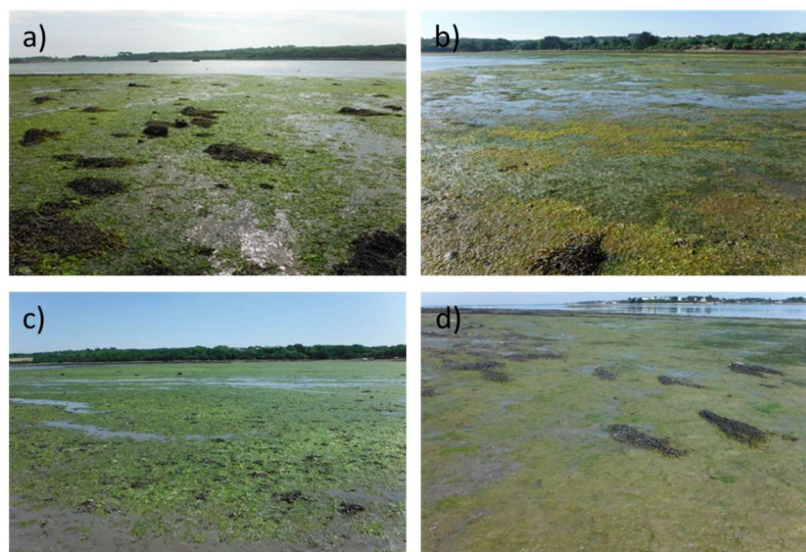


Figure 12 : photographies prises en mai 2018 (a), juillet 2018 (b), mai 2020 (c) et juillet 2020 (c) sur le site de Roscanvel.

L'intégration des dépôts d'algues de ce site pour l'ensemble des années 2018-2023 conduirait donc l'EQR de la FRGC16 en état moyen, cet EQR étant juste à la limite (0.60) en occultant totalement l'ensemble des algues vertes pourtant présentes sur cette anse. Pour préciser cette note il conviendrait de procéder à des relevés de terrain sur cette vasière ou de chercher à obtenir des dérogations de survol pour disposer de perceptions aériennes.

3.3 FRGT25 « Rivière de Noyalo »

3.3.1 Sélection de l'inventaire présentant le maximum annuel de couverture et traitement des photographies

Sur l'ensemble des acquisitions aériennes faites lors des survols du secteur de la FRGT25 « Rivière de Noyalo », l'inventaire présentant le maximum annuel de surface couverte par les algues vertes (et avec le plus grand nombre de photographies du secteur) a été sélectionné pour chaque année de 2018 à 2023 (Annexe 4). Le Tableau 5 récapitule les inventaires sélectionnés pour l'évaluation surfacique du développement d'algues vertes de la FRGT25 « Rivière de Noyalo ».

Tableau 5 : Inventaires sélectionnés pour l'évaluation surfacique du développement d'algues vertes pour la masse d'eau FRGT25 "Rivière de Noyalo"

Année	Inventaire sélectionné
2018	08/09/2018
2019	16/09/2019
2020	16/09/2020
2021	08/10/2021
2022	12/07/2022
2023	06/07/2023



L'intégralité des photographies utiles aux digitalisations pour les dates d'inventaires sélectionnées a fait l'objet de géoréférencement.

3.3.2 Acquisition et interprétation des données surfaciques d'échouage issues des suivis aériens

L'intégralité des surfaces de couverture d'algues vertes ont été digitalisés sur la masse d'eau FRGT25 « Rivière de Noyalo » pour la période de 2018 à 2023.



Figure 13 : Exemple de la digitalisation des surfaces de couverture d'algues vertes de la masse d'eau FRGT25 "Rivière de Noyalo" pour l'année 2023. Pas de couverture d'algues vertes sur la partie amont.

Les surfaces de couverture d'algues vertes (en ha équivalent 100%) mesurées de 2018 à 2023 peuvent être comparées à celles issues des suivis antérieurs pour les années 2008 à 2013 (Figure 14). Sur les six dernières années, la moyenne surfacique est de 20,8 ha, avec une valeur maximale à 30,5 ha en 2018 et minimale à 11,9 ha en 2021. Les dépôts de 2018 à 2023 présentent des surfaces en moyenne 3 fois plus élevées que celles mesurées entre 2008 et 2013 (sans prendre en considération l'année exceptionnelle de 2011).

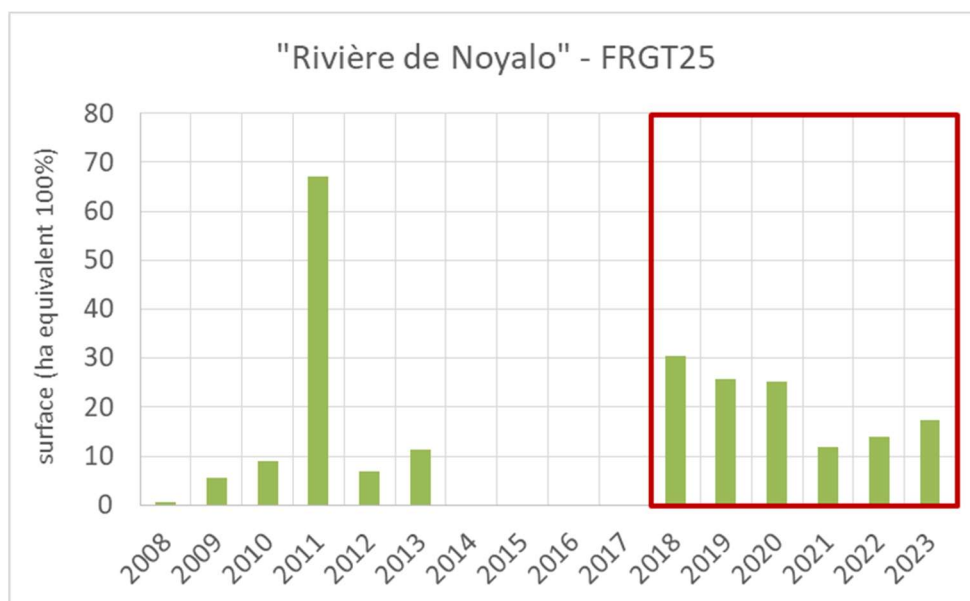


Figure 14 : évolution pluriannuelle des surfaces de couvertures d'algues vertes maximales pour la FRGT25

3.3.3 Evaluation de la qualité écologique des masses d'eau pour le RCS (art. 3.2.3 du CCTP)

La masse d'eau FRGT25 avait été classée en Bon Etat avec un EQR de 0,76 calculé sur les années de 2008 à 2013. Le nouveau calcul de l'EQR (égal à 0,73) établi sur ses six dernières années permet de conserver le classement de la FRGT25 en Bon Etat pour l'indicateur macroalgues opportunistes (Figure 15).

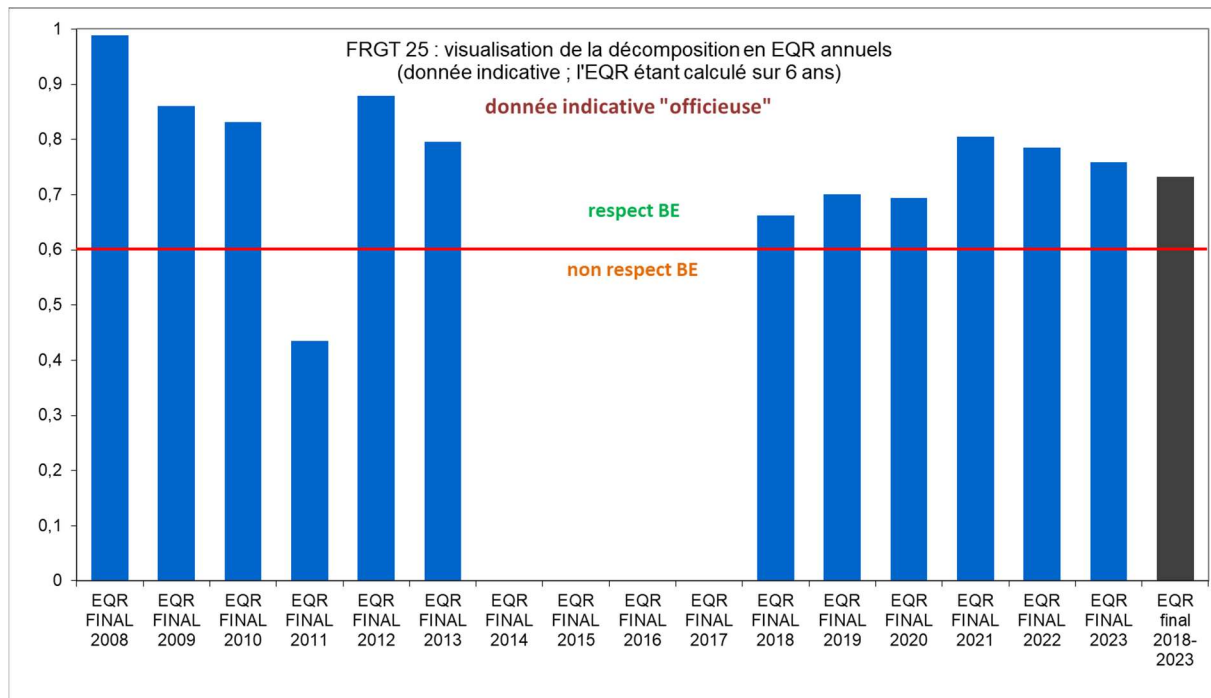


Figure 15 : évolution de l'EQR, décomposition annuelle pour la FRGT25



4. CONCLUSION

Les principales conclusions de cette mise à jour de l'évaluation de l'état écologique pour l'indicateur macroalgues opportunistes sur vasière des masses d'eau FRGT10, FRGC16 et FRGT25 sont les suivantes :

- Le nouvel EQR calculé sur les années 2018-2023 (égal à 0,58) décline la FRGT10 en état moyen, ce qui est principalement dû aux proliférations d'algues vertes importantes des années 2018 et 2019.
- La masse d'eau FRGT25 conserve son Bon Etat avec un EQR égal à 0,73 calculé sur les six dernières années.
- La masse d'eau FRGC16 reste classée à la limite du Bon Etat (EQR égal à 0,60 sur les années 2018-2023) en ne digitalisant, pour la partie immergée du Moulin Blanc, que les surfaces qui sont le plus probablement composées de tapis d'algues vertes (version dite « minimisée ») et sans prendre en considération les dépôts potentiellement présents sur le site de « Roscanvel » non survolé (zone P112). En considérant dans les digitalisations (option dite « maximisée ») l'intégralité des masses d'algues immergées qui semblent composées d'algues vertes (mais sans certitude avant observations complémentaires), la FRGC16 est déclassé en état moyen. Enfin, l'ajout des surfaces d'algues vertes « non évaluées » mais attestées sur le secteur de Roscanvel, engendrerait même en version de digitalisation « minimisée » un EQR qui serait dégradé en état moyen.
- Les contrôles terrains restent la clef pour assurer la robustesse de l'évaluation des proliférations d'algues vertes sur vasière par photo-interprétation. Dans des zones difficilement accessibles et particulièrement sensibles en termes de photo interprétation (notamment les herbiers de zostères), l'utilisation d'outil de télédétection tel que le drone permet par l'acquisition d'images à haute résolution de remplacer les interventions de terrain (sous réserve que ces zones soient autorisées aux survols drone) avec des perception qui peuvent être proches de celles permises par les contrôles de terrain (de l'ordre du mètre de hauteur, si besoin)
- L'évaluation des tapis d'algues vertes immergées par imagerie aérienne (et satellitaire) présente des limites et nécessite une connaissance actualisée de la zone d'étude infralittorale (ou estran mais immergée lors de la plupart des marées, même de vives eaux) afin de consolider les « photo interprétations ». Le nouveau contrat territorial de la rade de Brest « TerraRade », dans lequel le CEVA est partenaire, a notamment pour objectif d'approfondir la connaissance sur le fonctionnement du socio-écosystème de la Rade. Les nouvelles technologies disponibles (ex : drone sous-marin type ROV, ...) permettraient notamment d'améliorer l'estimation de la composition des biomasses d'algues opportunistes (vertes ou autres) dans l'ensemble de la rade et de préciser, in fine, son état écologique.



ANNEXES

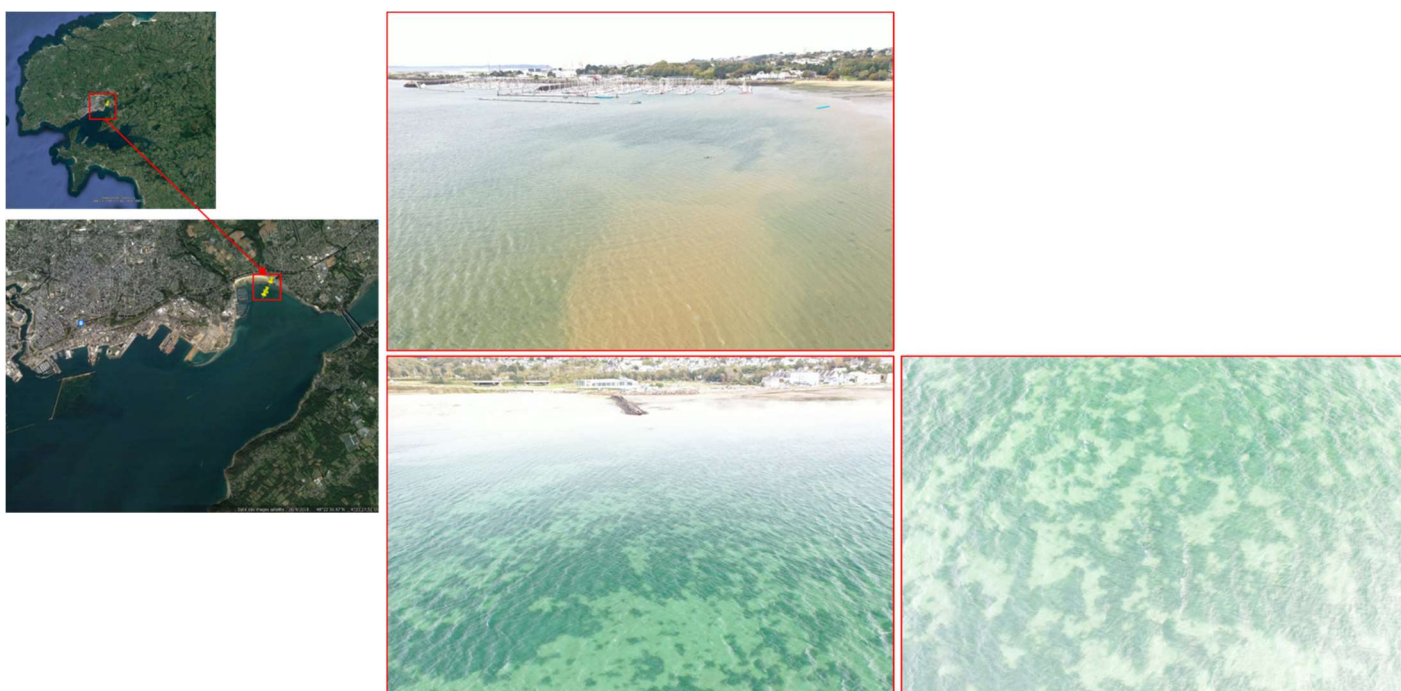


Annexe 1 :

Acquisition d'images par drone (octobre 2023)



la FRGT10 « Elorn »



la FRGC16 « Rade de Brest »



Annexe 2 :

la FRGT10 « Elorn »

Sélection de l'inventaire présentant le maximum annuel de couverture d'algues vertes pour les années de 2008 à 2023



Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2018 sur le site
FRGT10 « Elorn »

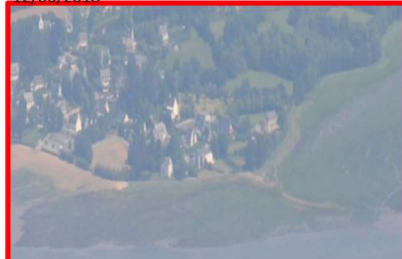
18/04/2018



14/05/2018



12/06/2018



11/07/2018



11/08/2018



11/09/2018



09/10/2018



Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2019 sur le site
FRGT10 « Elorn »

18/04/2019



16/05/2019



17/06/2019



16/07/2019



15/08/2019



14/09/2019



15/10/2019





Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2020 sur le site
FRGT10_Elorn_03

21/05/2020



23/06/2020



21/07/2020



18/08/2020



17/09/2020



16/10/2020



Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2021 sur le site
FRGT10_Elorn_03

13/05/2021



12/06/2021



14/07/2021



11/08/2021



06/09/2021



08/10/2021





Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2022 sur le site
FRGT10_Elorn_03

16/05/2022



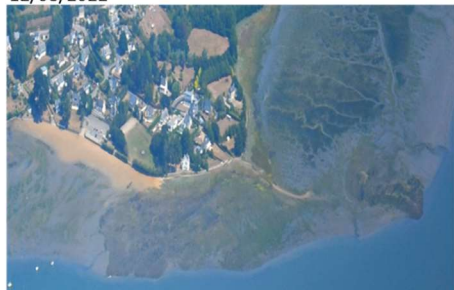
14/06/2022



12/07/2022



12/08/2022



10/09/2022



08/10/2022



Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2023 sur le site
FRGT10 « Elorn »

17/05/2023



17/06/2023



18/07/2023



17/08/2023



14/09/2023



16/10/2023





Annexe 3 :

la FRGC16 « Rade de Brest »

Sélection de l'inventaire présentant le maximum annuel de couverture d'algues vertes pour
les années de 2008 à 2023



Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2018 sur le site
FRGC16 « Rade_de_Brest »

18/04/2018



14/05/2018



12/06/2018



11/07/2018



11/08/2018



11/09/2018



09/10/2018



Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2019 sur le site
FRGC16 « Rade_de_Brest »

18/04/2019



16/05/2019



17/06/2019



16/07/2019



15/08/2019



14/09/2019



15/10/2019





Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2020 sur le site
FRGC16 « Rade_de_Brest »

22/04/2020



21/05/2020



23/06/2020



21/07/2020



18/08/2020



17/09/2020



16/10/2020



Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2021 sur le site
FRGC16 « Rade_de_Brest »

13/04/2021



13/05/2021



12/06/2021



14/07/2021



11/08/2021



06/09/2021



08/10/2021





Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2022 sur le site
FRGC16 « Rade_de_Brest »

16/04/2022



16/05/2022



14/06/2022



12/07/2022



12/08/2022



10/09/2022



08/10/2022



Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2023 sur le site
FRGC16 « Rade_de_Brest »

17/04/2023



17/05/2023



17/06/2023



18/07/2023



17/08/2023



16/10/2023





Annexe 4 :

la FRGT25 « Rivière de Noyal »

Sélection de l'inventaire présentant le maximum annuel de couverture d'algues vertes pour
les années de 2008 à 2023



Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2018 sur le site
FRGT25 « Rivière de Noyalo »

15/05/2018



12/07/2018



31/07/2018



08/09/2018



Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2019 sur le site
FRGT25 « Rivière de Noyalo »

17/05/2019



17/05/2019



02/07/2019



02/07/2019



18/07/2019



16/09/2019





Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2020 sur le site
FRGT25_Noyalo_02

25/05/2020



07/07/2020



07/07/2020



20/07/2020



16/09/2020



Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2021 sur le site
FRGT25_Noyalo_02

14/05/2021



22/07/2021



22/07/2021



07/09/2021



08/10/2021





Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2022 sur le site
FRGT25 « Rivière de Noyalo »

18/05/2022



12/07/2022



12/09/2022



Evolution surfacique du développement d'algues vertes en 2023 sur le site
FRGT25 « Rivière de Noyalo »

18/05/2023



06/07/2023



15/09/2023

