



24 mai 2024 à 14h

**Intervenante :**

- Justine LOUIS, cheffe de projet environnement marin au CEVA, centre d'étude et de valorisation des algues



© Sylvain BALLU / Centre d'Etude et de Valorisation des Algues vertes - L'Anse de Morieux, 18/07/2023

Suivi et analyse de la dynamique inter et intra-annuelle des échouages d'ulves sur le littoral breton

# Un programme de surveillance des proliférations d'algues vertes

2002

2007

Depuis 2017, sous la maitrise d'ouvrage de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne



**RCS**  
«Réseau de Contrôle de Surveillance »

**RCO**  
«Réseau de Contrôle Opérationnel »

Survols aériens sur le littoral Loire-Bretagne (mai, juillet, septembre)

Survols aériens sur les sites sélectionnés en 2002 \* (avril, juin, août et octobre)



\* sites à fort risque potentiel de prolifération d'algues vertes

2002

2007

Depuis 2017, sous la maitrise d'ouvrage de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne



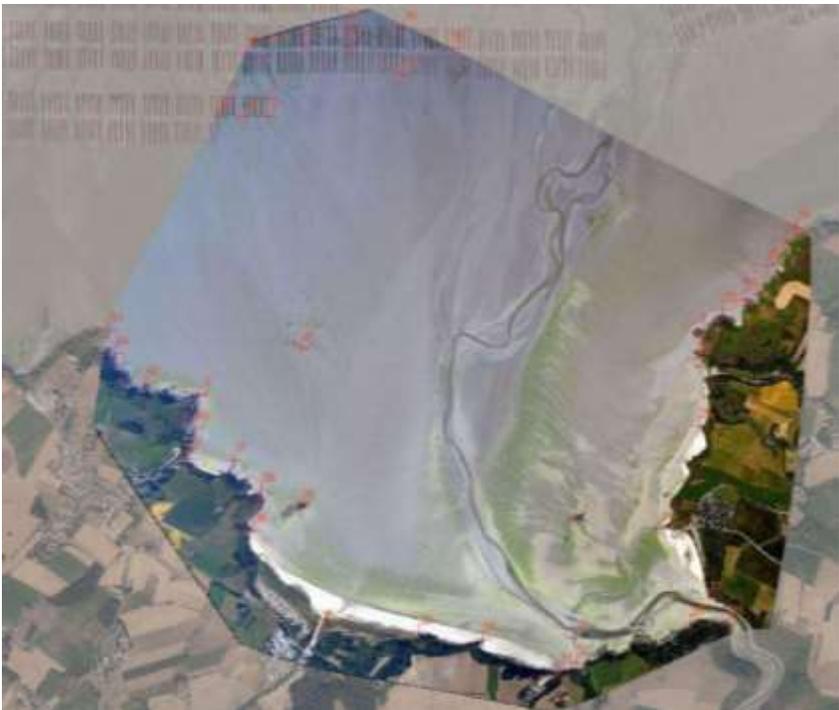
**RCS**  
«Réseau de Contrôle de Surveillance »

Survols aériens sur le littoral Loire-Bretagne (mai, juillet, septembre)

**RCO**  
«Réseau de Contrôle Opérationnel »

Survols aériens sur les sites sélectionnés en 2002 \* (avril, juin, août et octobre)

\* sites à fort risque potentiel de prolifération d'algues vertes



- Contrôles terrain et classement des sites à marées vertes
- Géo référencement des clichés aériens

2002

2007

Depuis 2017, sous la maitrise d'ouvrage de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne



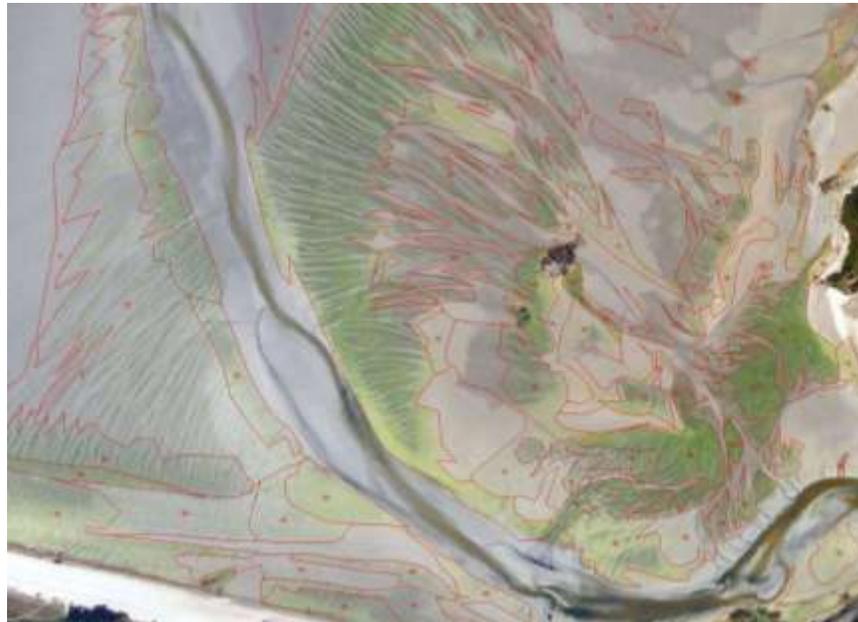
**RCS**  
«Réseau de Contrôle de Surveillance »

Survols aériens sur le littoral Loire-Bretagne (mai, juillet, septembre)

**RCO**  
«Réseau de Contrôle Opérationnel »

Survols aériens sur les sites sélectionnés en 2002 \* (avril, juin, août et octobre)

\* sites à fort risque potentiel de prolifération d'algues vertes



- Contrôles terrain et classement des sites à marées vertes
- Géo référencement des clichés aériens
- Digitalisation des surfaces d'échouages

*Pour les vasières : présence d'un **tapis continu d'algues vertes (en lame + filamenteuse) depuis 2008** pour converger vers les grilles européennes DCE des ME de type « abritées » (vasières)*

*Uniquement pour l'inventaire présentant des proliférations maximales*

2002

2007

Depuis 2017, sous la maitrise d'ouvrage de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne

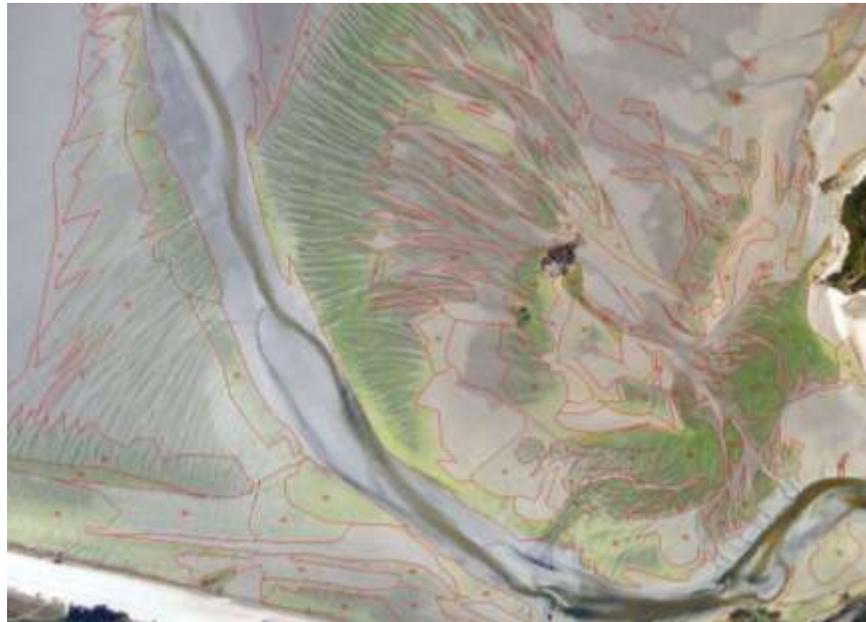


**RCS**  
«Réseau de Contrôle de Surveillance »

Survols aériens sur le littoral Loire-Bretagne (mai, juillet, septembre)

**RCO**  
«Réseau de Contrôle Opérationnel »

Survols aériens sur les sites sélectionnés en 2002 \* (avril, juin, août et octobre)



\* sites à fort risque potentiel de prolifération d'algues vertes

- Contrôles terrain et classement des sites à marées vertes
- Géo référencement des clichés aériens
- Digitalisation des surfaces d'échouages

Somme des surfaces digitalisées

×

Taux de recouvrement respectifs en Ulves

=

La surface totale en « équivalent 100 % de couverture »

# Un programme de surveillance des proliférations d'algues vertes

Une base de données depuis plus de 20 ans  
à plusieurs finalités :

Evaluation de  
l'état écologique  
de la masse  
d'eau

Indicateur « macroalgues opportunistes » dans  
le cadre de la Directive Cadre sur l'EAU (DCE)  
=> **Reflet de l'eutrophisation du milieu**

Modélisation de  
l'écosystème à  
travers ECO-  
MARS-3D Ulves

Outil opérationnel dans le cadre du Plan de  
Lutte contre les Marées Vertes (PLAV)

Valorisation des  
données vers  
une meilleure  
compréhension  
des systèmes



ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

## Marine Pollution Bulletin

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/marpolbul](https://www.elsevier.com/locate/marpolbul)



### Multi-year renewal of green tides: 18 years of algal mat monitoring (2003–2020) on French coastline (Brittany region)

Justine Louis<sup>\*</sup>, Sylvain Ballu, Nadège Rossi, Marine Lasbleiz, Thierry Perrot, Clément Daniel, Loïc Cellier, François Hénaff, Sophie Richier

*Centre d'Etude et de Valorisation des Algues (CEVA), Presqu'île de Pen Len, 22610 Pleubian, France*



### Objectif :

Analyser la dynamique inter et intra-annuelle des échouages d'ulves sur le littoral breton, et évaluer les paramètres contrôlant la reconduction annuelle.

## Questions :

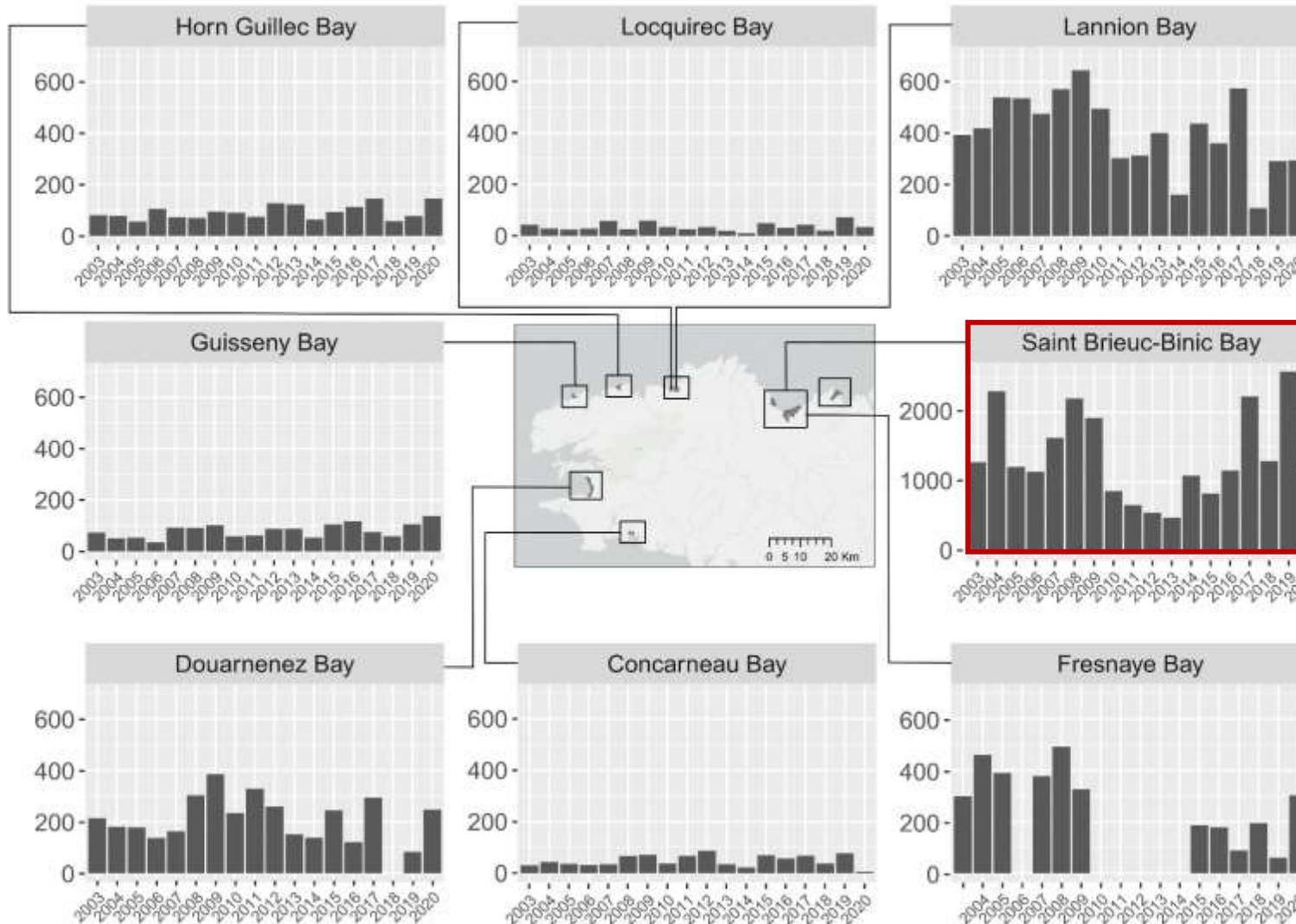
**Q1 :** La dynamique des échouages d'ulves était-elle homogène sur l'ensemble des « hot spots à marée verte » bretons ?

**Q2 :** Comment les flux terrigènes en azote et les conditions hivernales contrôlent-ils la reconduction annuelle du phénomène de marée verte ?

**Q3 :** Quelle est l'évolution à long terme du phénomène de marée verte en Bretagne dans un contexte de changement climatique ?



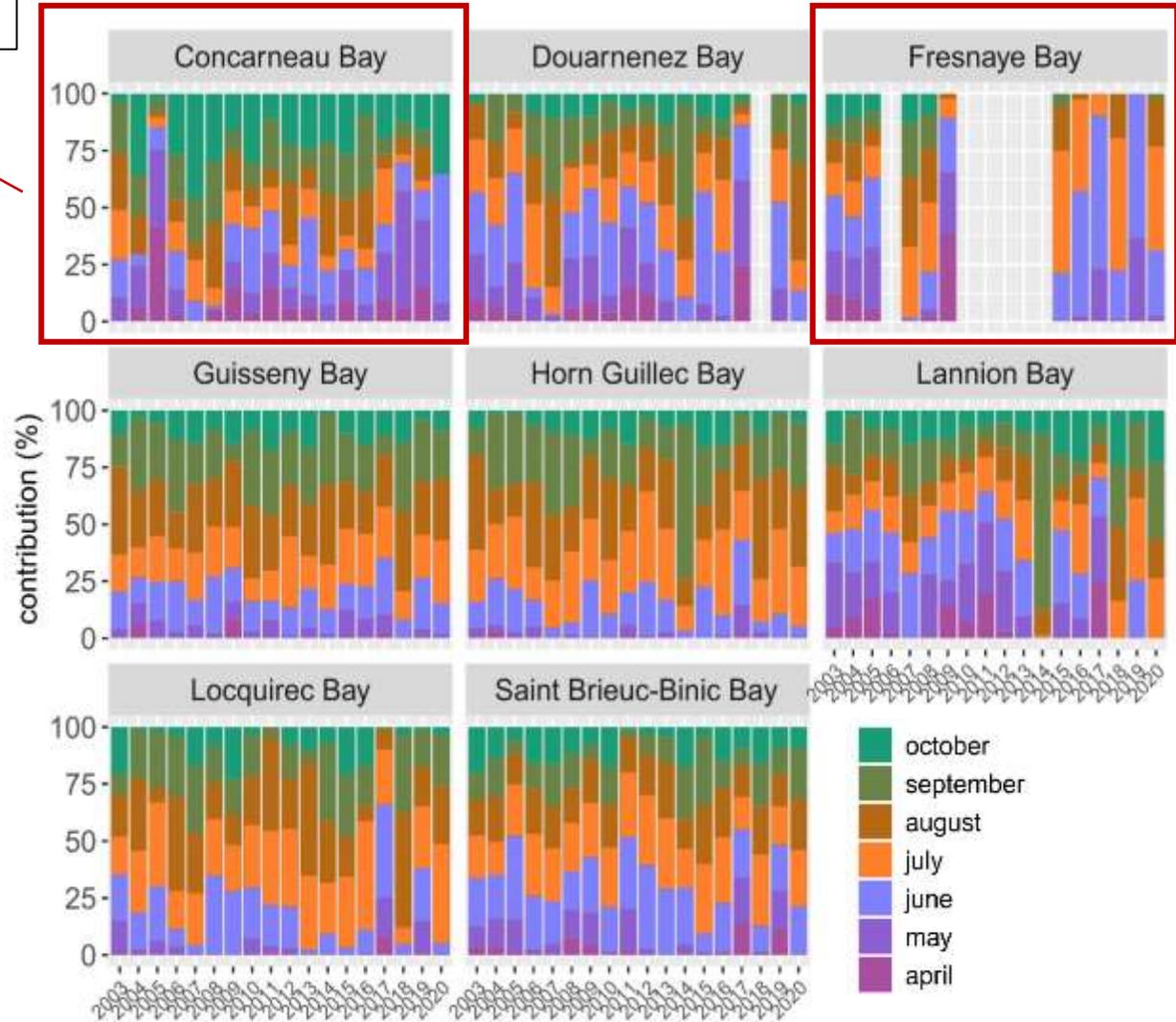
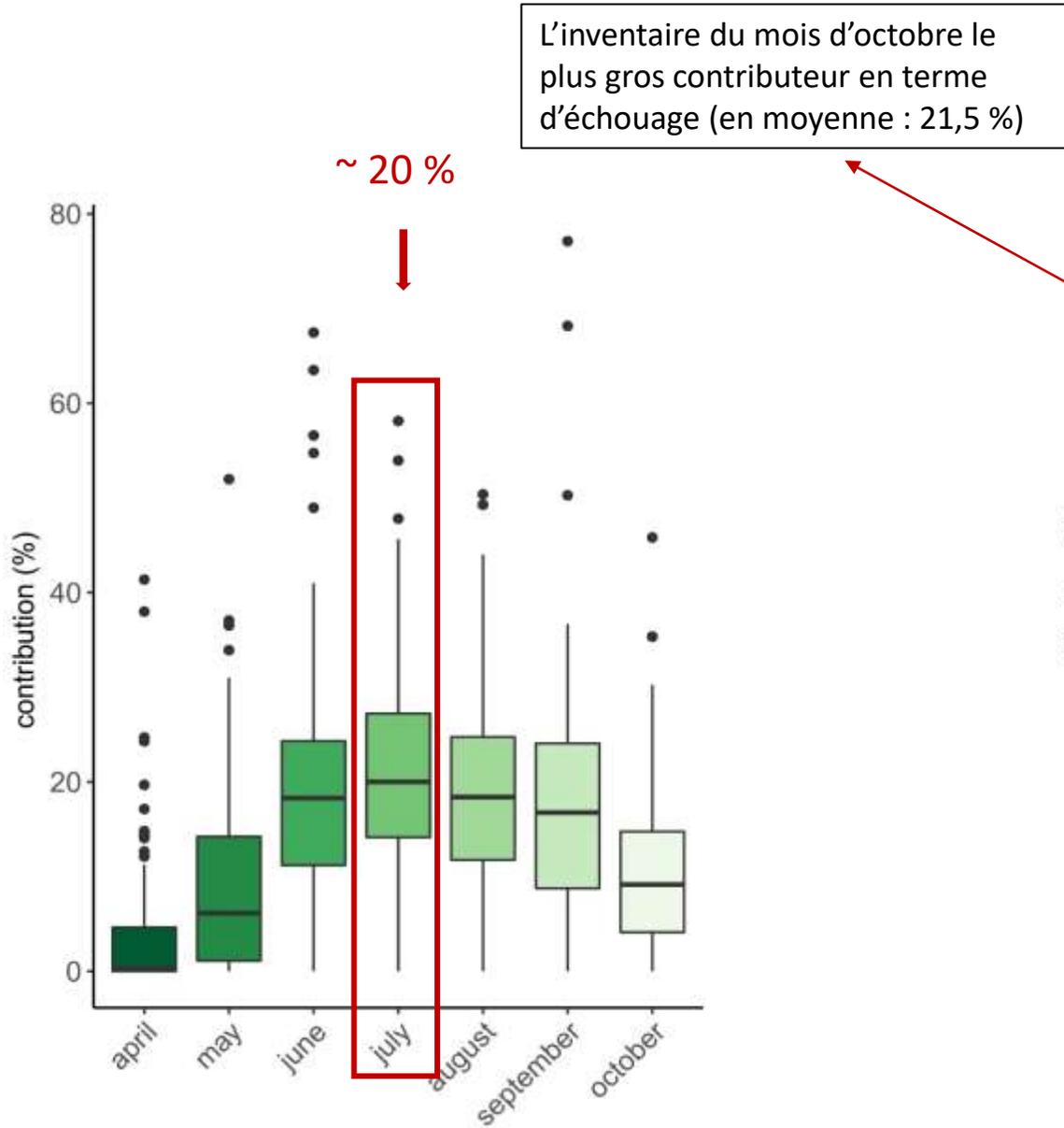
## Les surfaces cumulées (ha) sur les inventaires de avril à octobre



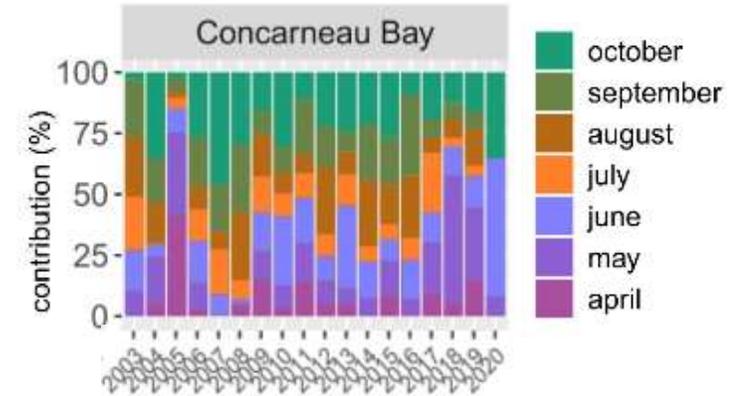
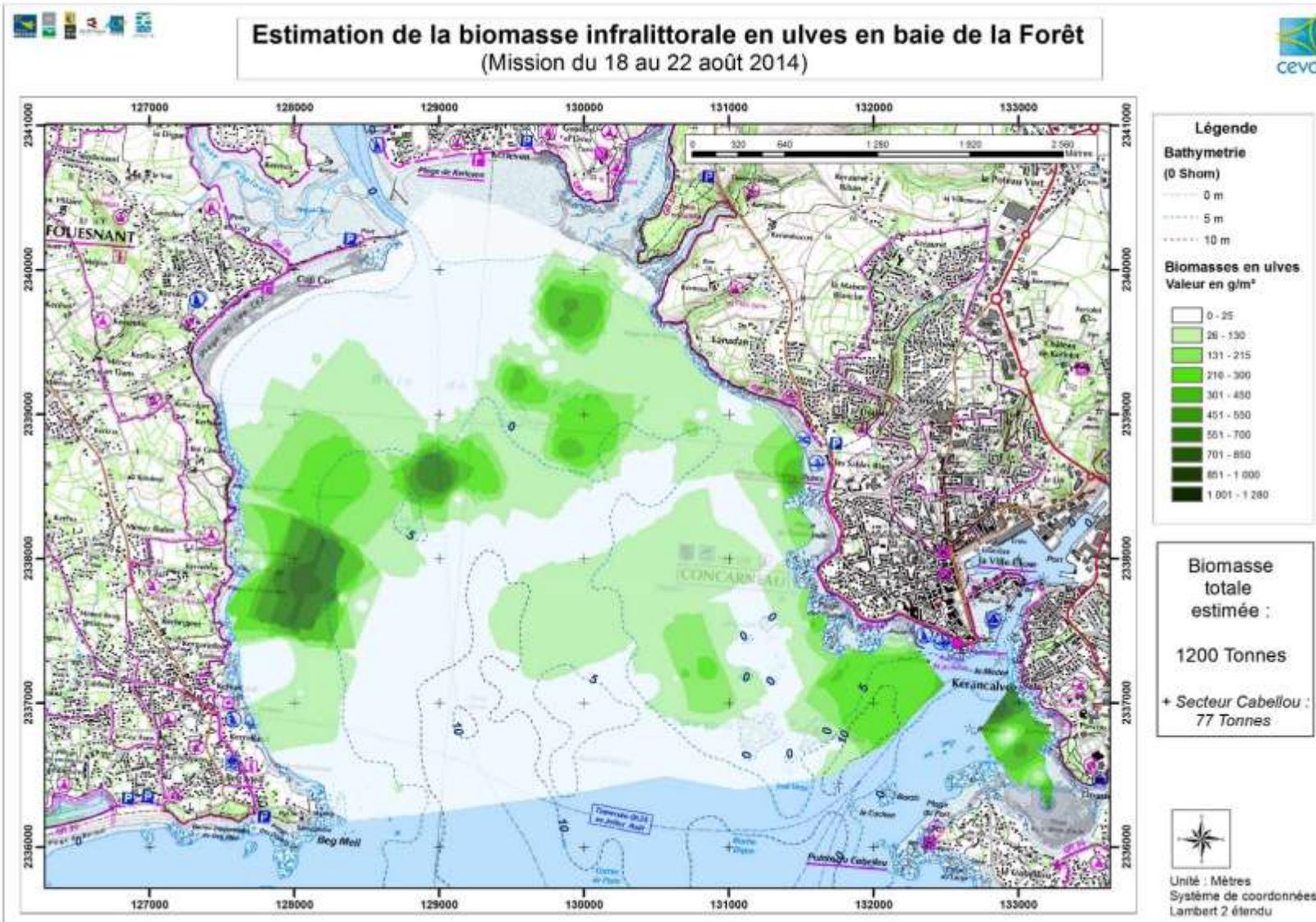
En moyenne, surface cumulée d'échouage d'ulves sur la côte bretonne :  $2422 \pm 835$  ha/an

55 ± 12 %

# La dynamique des échouages d'ulves était-elle homogène sur l'ensemble des « hot spots à marée verte » bretons ?



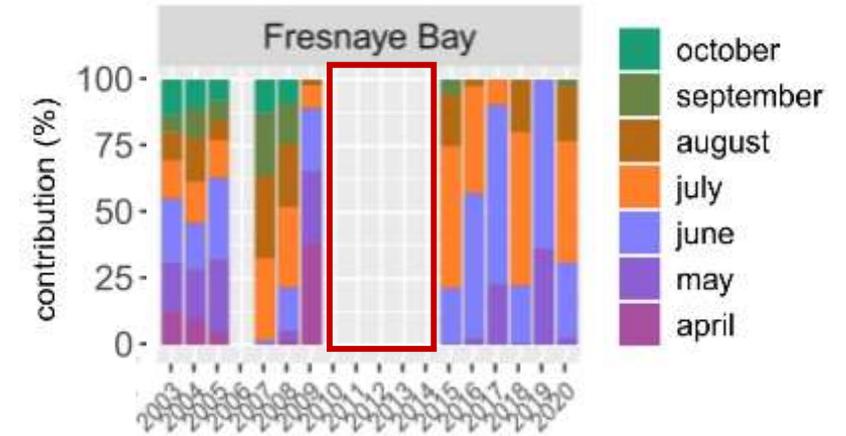
# La dynamique des échouages d'ulves était-elle homogène sur l'ensemble des « hot spots à marée verte » bretons ?



Une proportion significative de la biomasse en ulves située en zone infralittorale.

Les conditions météorologiques en fin d'été/automne peuvent favoriser les échouages sur l'estran.

- Pas de d'échouage d'ulves pendant 5 années consécutives (2010 à 2014), concomitant à la prolifération de *Pylaiella littoralis*.



10/07/2010 – Baie de la Fresnaye

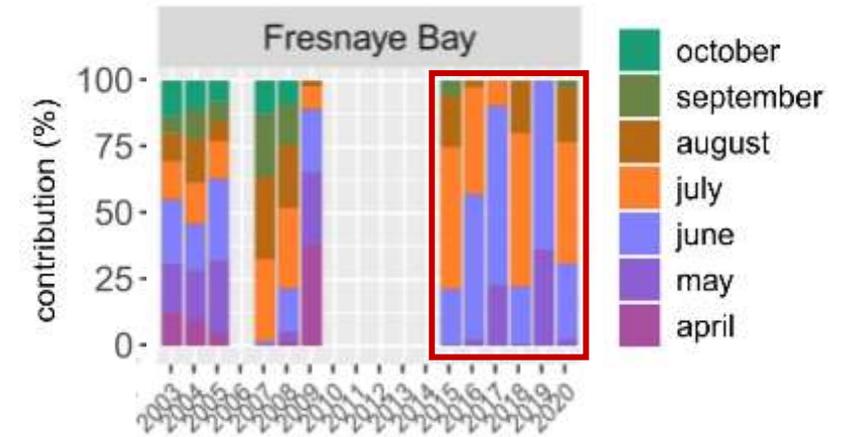
En 2010 : température de l'eau de surface en mars la plus faible enregistrée + des flux azotés en juin divisés par 3

# La dynamique des échouages d'ulves était-elle homogène sur l'ensemble des « hot spots à marée verte » bretons ?

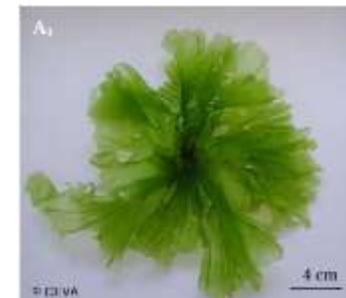
- Pas de d'échouage d'ulves pendant 5 années consécutives (2010 à 2014), concomitant à la prolifération de *Pylaiella littoralis*.
- A partir de 2015, des échouages plus tardifs qui ont lieu principalement pendant la période de juin à juillet, concomitant avec la prolifération de **Ulvaria spp.** remplaçant *Ulva* spp.



19/07/2015 – Baie de la Fresnaye



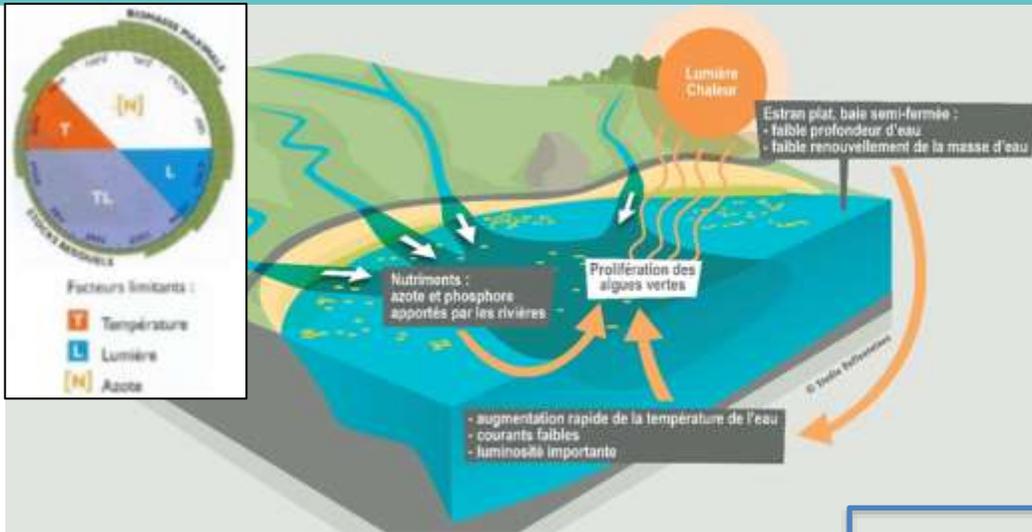
*Ulvaria* sp.



*Ulva* sp.



# Comment les flux terrigènes en azote et les conditions hivernales contrôlent-ils la reconduction annuelle du phénomène de marée verte ?



Les flux azotés (nitrate + ammonium) provenant des bassins versants  
*Kg N par mois*

**Stock algal résiduel :**  
*Surfaces couvertes par les ulves à l'inventaire d'octobre de l'année «n-1»*

Reconduction pluriannuelle du phénomène de marée verte

La température de surface de l'eau du mois de mars.  
*« SST » ; °C*

*A partir de l'instrument MODIS à bord du satellite AQUA*

*Conditions hivernales*

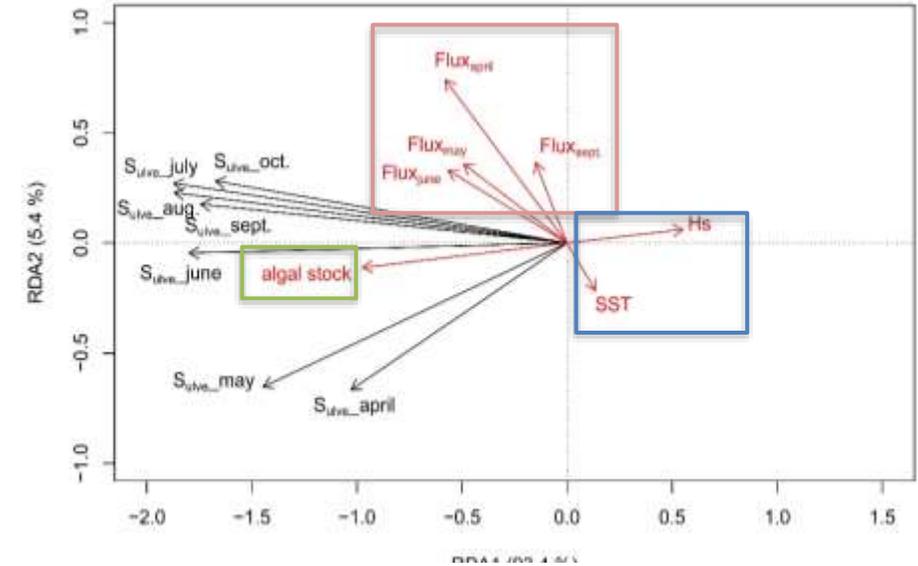
La valeur moyenne de la hauteur significative des vagues entre novembre et mars => caractérise l'état de la mer.  
*«Hs » ; m*

*A partir du jeu de données HOMERE-MARC établi par le modèle WAVEWATCH III*

# Comment les flux terrigènes en azote et les conditions hivernales contrôlent-ils la reconduction annuelle du phénomène de marée verte ?

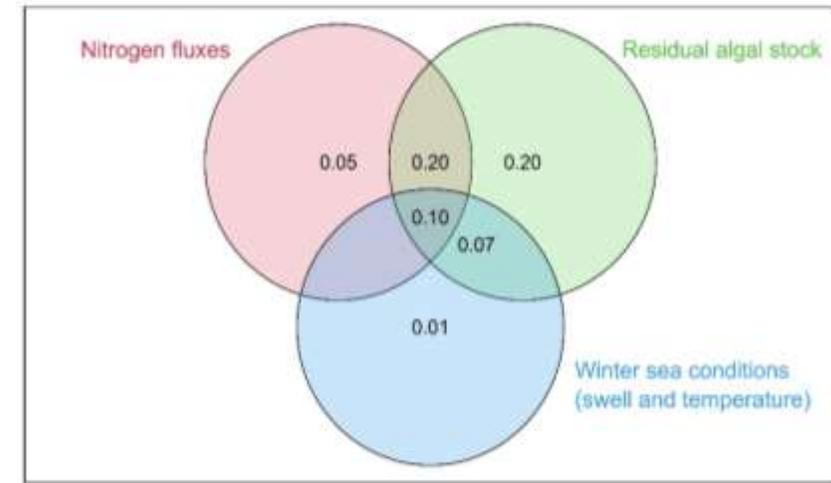
## 1. A l'échelle régionale :

		Y	X
Baie	Année	Variables Réponses	Variables Explicatives
		Surface ulves_avril	Flux azotés mensuels
		Surface ulves_mai	SST mars
		...	Hs hivernale
			<b>Stock algal résiduel</b>



- La dynamique intra-annuelle des échouages d'ulves est expliquée à 63 % par les conditions hivernales (température et état de la mer), les flux azotés et le stock algal résiduel.
- Forte contribution du stock résiduel sur la dynamique intra-annuelle des échouages d'ulves (57,4 % de la variance expliquée)

peut-être défini comme des fragments d'ulves en état « d'hibernation » (comme démontré en mer Baltique, et eaux côtières de Chine)



# Comment les flux terrigènes en azote et les conditions hivernales contrôlent-ils la reconduction annuelle du phénomène de marée verte ?

## 2. A l'échelle de la baie : zoom sur 3 baies contrastées

	Saint Brieuc	Horn-Guillec	Lannion
Géomorphologie de la baie ( <i>Hs</i> )	-	+	
Hydrologie BV ( <i>flux N</i> )	+	+	-
Intensité d'échouages	+	-	+

	Echouage printanier (avril et mai)		Echouage estival (juillet et août)		Echouage automnal (octobre)	
	Explanatory variables	Explained variance	Explanatory variables	Explained variance	Explanatory variables	Explained variance
Saint Brieuc-Binic Bay						
Horn-Guillec Bay						
Lannion Bay						

# Comment les flux terrigènes en azote et les conditions hivernales contrôlent-ils la reconduction annuelle du phénomène de marée verte ?

## 2. A l'échelle de la baie : zoom sur 3 baies contrastées

	Saint Brieuc	Horn-Guillec	Lannion
Géomorphologie de la baie ( <i>Hs</i> )	-	+	
Hydrologie BV ( <i>flux N</i> )	+	+	-
Intensité d'échouages	+	-	+

	Echouage printanier (avril et mai)		Echouage estival (juillet et août)		Echouage automnal (octobre)	
	Explanatory variables	Explained variance	Explanatory variables	Explained variance	Explanatory variables	Explained variance
Saint Brieuc-Binic Bay	Algal stock <sup>***</sup> Hs <sup>***</sup>	67 %				
Horn-Guillec Bay	Algal stock <sup>°</sup> Hs	21 %				
Lannion Bay	SST <sup>*</sup> Flux April <sup>**</sup> Algal stock <sup>*</sup> Hs	57 %				

<sup>\*\*\*</sup> pvalue < 0.001.

<sup>\*\*</sup> pvalue < 0.01.

<sup>\*</sup> <0.05.

<sup>°</sup> pvalue < 0.1.

# Comment les flux terrigènes en azote et les conditions hivernales contrôlent-ils la reconduction annuelle du phénomène de marée verte ?

## 2. A l'échelle de la baie : zoom sur 3 baies contrastées

	Saint Brieuc	Horn-Guillec	Lannion
Géomorphologie de la baie ( <i>Hs</i> )	-	+	
Hydrologie BV ( <i>flux N</i> )	+	+	-
Intensité d'échouages	+	-	+

	Echouage printanier (avril et mai)		Echouage estival (juillet et août)	
	Explanatory variables	Explained variance	Explanatory variables	Explained variance
Saint Brieuc-Binic Bay	Algal stock <sup>***</sup> Hs <sup>***</sup>	67 %	Algal stock <sup>*</sup> Flux early summer <sup>°</sup>	48 %
Horn-Guillec Bay	Algal stock <sup>°</sup> Hs	21 %	No variables	
Lannion Bay	SST <sup>*</sup> Flux April <sup>**</sup> Algal stock <sup>*</sup> Hs	57 %	No variables	

\*\*\* pvalue < 0.001.

\*\* pvalue < 0.01.

\* <0.05.

° pvalue < 0.1.

# Comment les flux terrigènes en azote et les conditions hivernales contrôlent-ils la reconduction annuelle du phénomène de marée verte ?

## 2. A l'échelle de la baie : zoom sur 3 baies contrastées

	Saint Brieuc	Horn-Guillec	Lannion
Géomorphologie de la baie ( <i>Hs</i> )	-	+	
Hydrologie BV ( <i>flux N</i> )	+	+	-
Intensité d'échouages	+	-	+

	Echouage printanier (avril et mai)		Echouage estival (juillet et août)		Echouage automnal (octobre)	
	Explanatory variables	Explained variance	Explanatory variables	Explained variance	Explanatory variables	Explained variance
Saint Brieuc-Binic Bay	Algal stock <sup>***</sup> Hs <sup>***</sup>	67 %	Algal stock <sup>*</sup> Flux early summer <sup>°</sup>	48 %	Flux end summer <sup>**</sup>	37 %
Horn-Guillec Bay	Algal stock <sup>°</sup> Hs	21 %	No variables		No variables	
Lannion Bay	SST <sup>*</sup> Flux April <sup>**</sup> Algal stock <sup>*</sup> Hs	57 %	No variables		Flux end summer <sup>°</sup>	16 %

\*\*\* pvalue < 0.001.

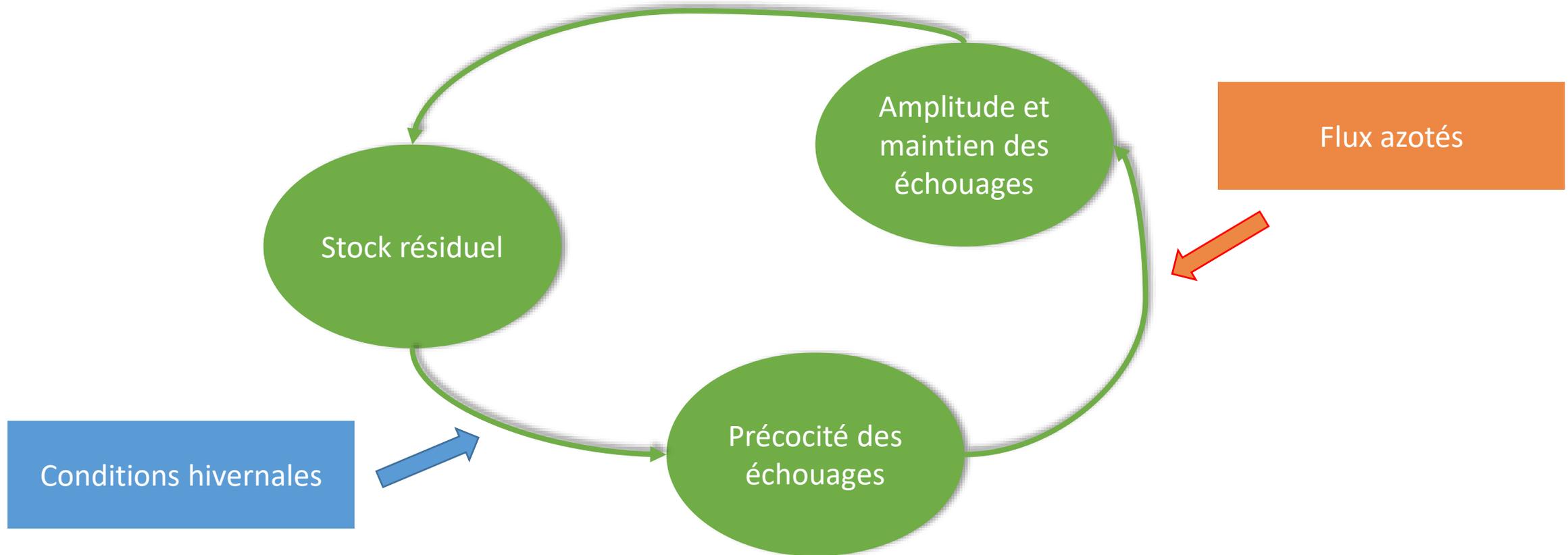
\*\* pvalue < 0.01.

\* <0.05.

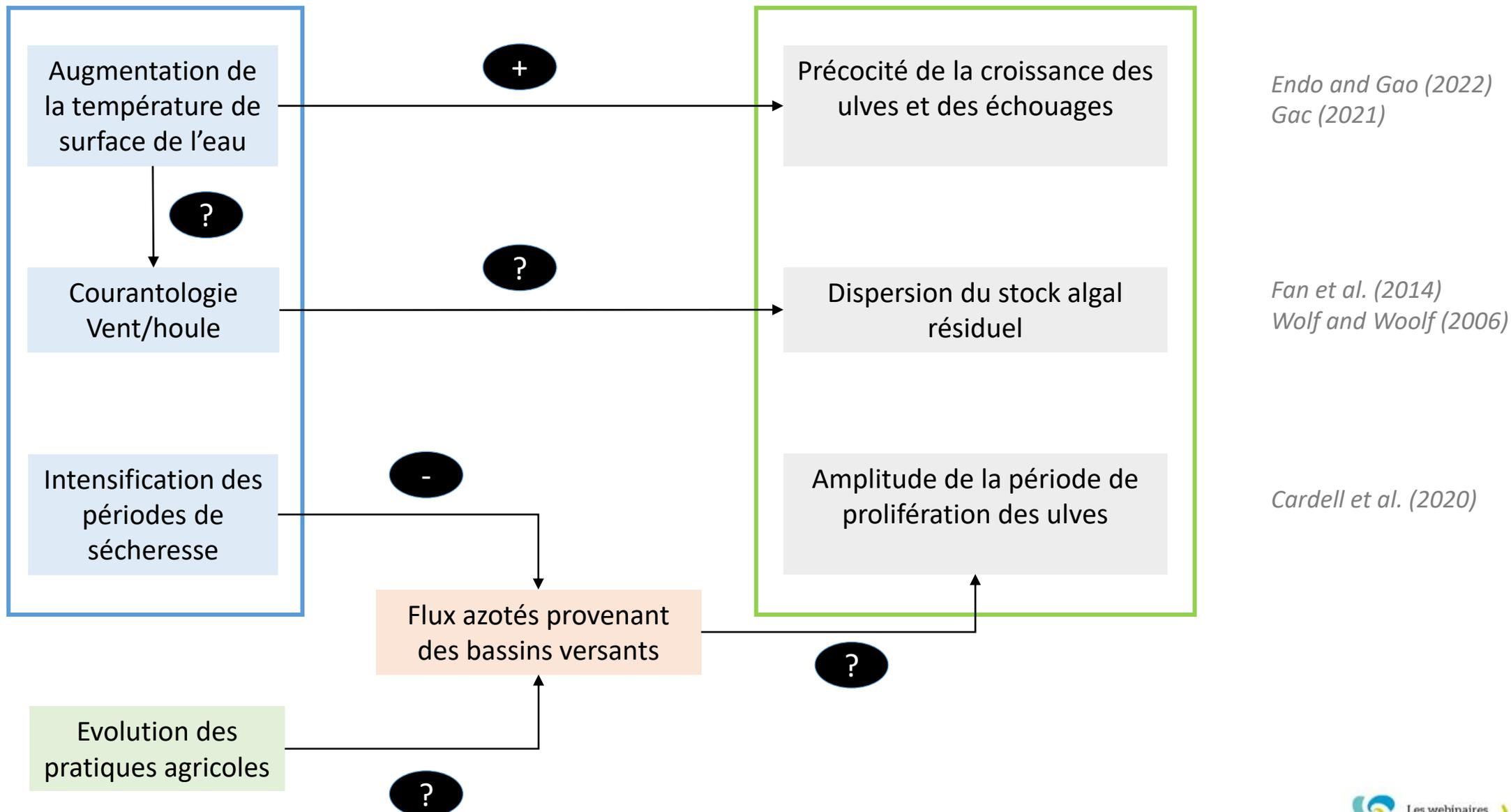
° pvalue < 0.1.

## 2. A l'échelle de la baie

Selon les conditions hydrologiques et géomorphologiques spécifiques à chacune des baies :



# Quelle est l'évolution à long terme du phénomène de marée verte en Bretagne dans un contexte de changement climatique ?



- Plus de la moitié des échouages d'ulves ont lieu dans la baie de Saint Briec à l'échelle de la Bretagne.
- Parmi les 8 baies du PLAV étudiées, la baie de La Fresnaye présente des particularités en termes de dynamisme intra et interannuelle des échouages d'ulves, du fait d'une modification de l'assemblage des communautés de macro-algues (à mettre en lien avec l'évolution des paramètres environnementaux).
- La reconduction annuelle du phénomène de marée verte serait alimentée par un stock résiduel de biomasse algale sous forme de fragments (lui-même promu par un maintien des proliférations tardives).
- Les échouages d'ulves ne répondent pas de manière linéaire et unique à l'échelle de la Bretagne, du fait des conditions hydrologiques et géomorphologiques spécifiques à chacune des baies.
- Même si la précocité des échouages d'ulves tend à être favorisée dans un contexte de réchauffement climatique, l'évolution à long terme du phénomène de marée verte dépendra fortement des stratégies d'atténuation des fuites d'azote au niveau des bassins versants et des trajectoires de transition agro-écologique.



# Place aux échanges



## Replays et prochains rendez-vous

[www.creseb.fr/les-webinaires-du-creseb](http://www.creseb.fr/les-webinaires-du-creseb)

[www.creseb.fr](http://www.creseb.fr)



### Quoi de neuf ?

Abonnez-vous à notre Newsletter afin de rester informé sur l'avancée des travaux du Creseb et sur les parutions et actualités dans le domaine de l'eau.

## RESTEZ CONNECTÉ



283 avenue du Général Patton  
CS 21101 - 35711 RENNES Cedex 7

### • Contact Cellule d'animation

Tél. : 02 99 27 11 62  
Email : [creseb@bretagne.bzh](mailto:creseb@bretagne.bzh)