



PRÉFET DE LA
CHARENTE-MARITIME

Algues vertes

Étude de connaissance des marées vertes sur le littoral atlantique

24 juin 2015

Service Eau Biodiversité et Développement durable
DDTM 17

Direction départementale des territoires et de la mer de Charente Maritime



Ordre du jour

I/ définition de l'eutrophisation marine et types de marées vertes

II/ Etat des lieux en Charente-Maritime – suivi DCE

Sylvain BALLU - CEVA

III/ Restitution de l'étude de connaissance des marées vertes sur le littoral Atlantique

Hélène LEGRAND – DREAL Pays de la Loire

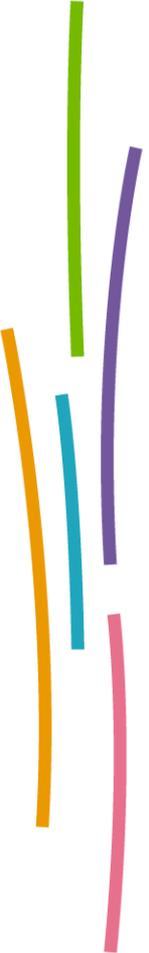
Sylvain BALLU - CEVA

IV/ Retours d'expérience Oléron et Ré (échouages, suivis, études)

Sylvain BALLU – CEVA

Sylvie DUBOIS – CdC île de Ré

V/ actions en cours et perspectives



Ordre du jour

I/ définition de l'eutrophisation marine et types de marées vertes

II/ Etat des lieux en Charente-Maritime – suivi DCE

Sylvain BALLU - CEVA

III/ Restitution de l'étude de connaissance des marées vertes sur le littoral Atlantique

Hélène LEGRAND – DREAL Pays de la Loire

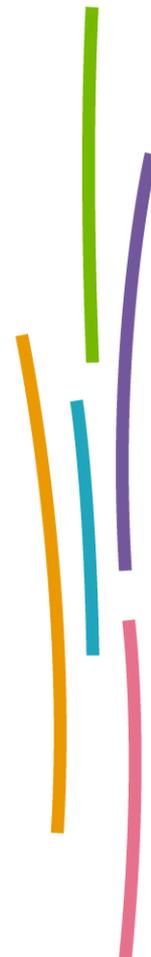
Sylvain BALLU - CEVA

IV/ Retours d'expérience Oléron et Ré (échouages, suivis, études)

Sylvain BALLU – CEVA

Sylvie DUBOIS – CdC île de Ré

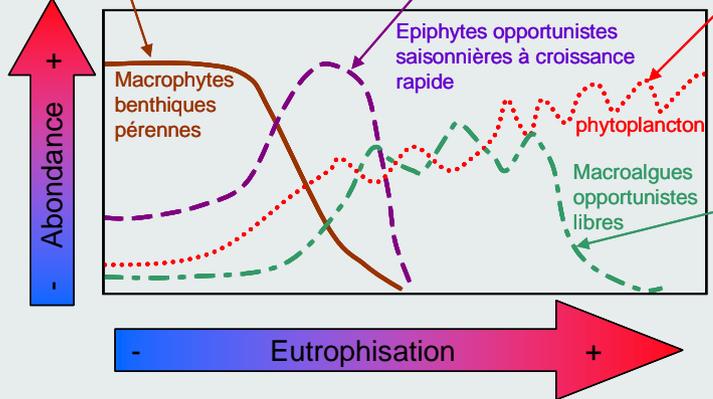
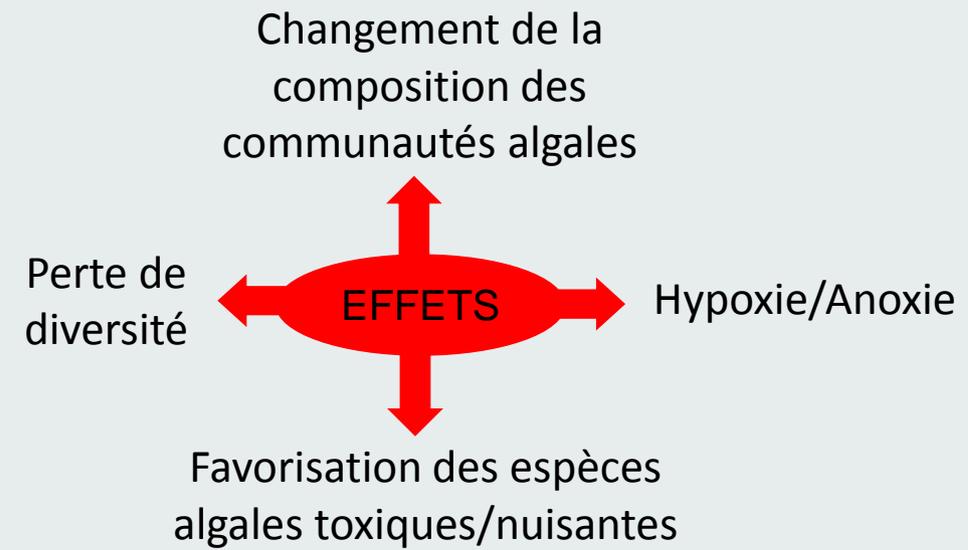
V/ actions en cours et perspectives



➤ Définition selon Aminot (2001)

« ...milieu...qui a atteint un niveau d'enrichissement tel que des dégradations ou des nuisances manifestes peuvent y être constatées... »

Enrichissement en éléments nutritifs, notamment azote et phosphore



Conséquences sur les communautés algales

➤ L'eutrophisation marine : les différents types de blooms

Microalgues

Macroalgues

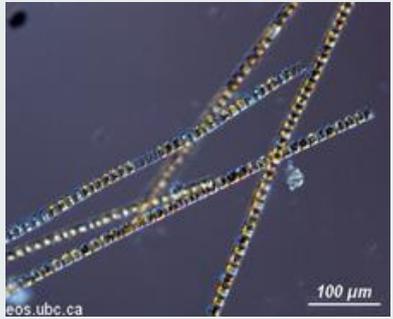
Bacillariophycées

Dinophycées

Chlorophycées

Phéophycées

Rhodophycées



Skeletonema costatum

Alexandrium sp.

Ulva sp.

Pylaiella littoralis

Solieria chordalis

EFFETS

- Anoxie
- Toxicité
- Impacts socio-économiques

- Auto-ombrage/atteinte de la qualité sédimentaire
- Toxicité – Hydrogène sulfuré
- Impacts socio-économiques

Parmi les 3 types de marées vertes identifiées sur le littoral Manche-Atlantique, 2 sont observables sur le secteur d'étude :

- **Marée verte de type 1 – marée verte à ulves dérivantes**

Ulves se multipliant sous forme libre dans la masse d'eau et colonisant les grandes baies sableuses
Echouages généralement monospécifiques (exclusivement composés d'ulves)



Vue aérienne

Exemple : baie de Pont-Mahé (dépt 44)



Vue de terrain

« Marées vertes » et échouages algaux sur le secteur d'étude

- **Marée verte de type 2 – « marée verte » d'arrachage**

Ulves se développant fixées sur substrat rocheux avant d'être arrachées et de s'échouer sur les plages
Echouage généralement composé d'un mélange d'algues puisque plusieurs communautés algales se développent sur les roches.

Une « marée verte » est identifiée comme telle si au moins 1/3 de l'échouage se compose d'ulves en lame



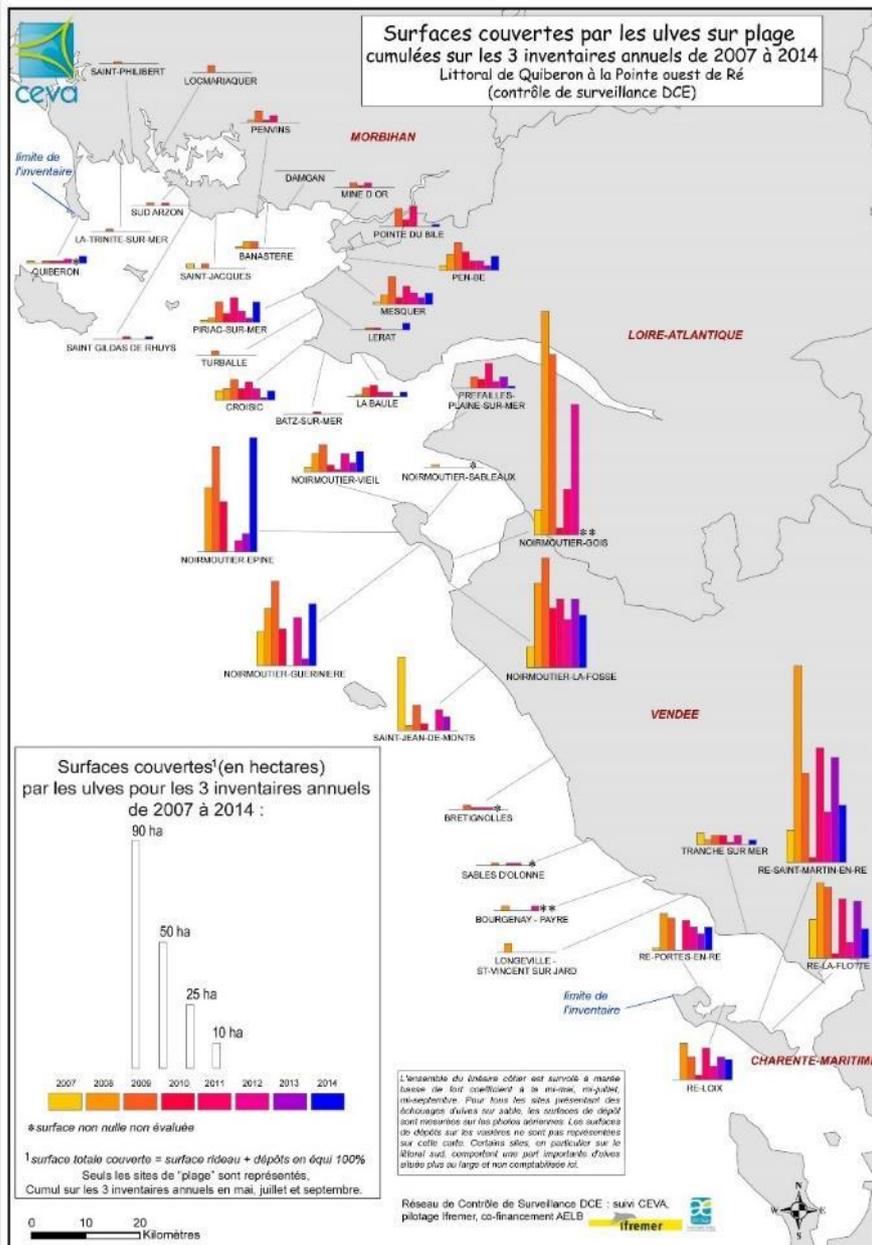
Vue aérienne

Exemple : île de Noirmoutier (dépt 85)



Vue terrain

Importance des marées vertes sur le secteur d'étude



- Surface maximale cumulée (addition, par sites, des 3 surfaces mesurées/an) : 90 ha en 2008 sur un site de l'île de Noirmoutier (près de 200 ha sur l'ensemble des sites)

- **Sites les plus fortement touchés par les échouages d'ulves : îles de Ré et de Noirmoutier**

- Importantes variabilité interannuelle et inter-sites.

Les « marées vertes » se développant sur le secteur d'étude dépendent :

- du substrat rocheux disponible en début de saison pour effectuer leur croissance printanière
- d'eaux suffisamment claires pour bénéficier de bonnes conditions de lumières (variables du fait de la turbidité apportée par la Loire, la Vilaine et la Gironde)
- de la disponibilité des nutriments pour lesquels les ulves sont en compétition avec la production phytoplanctonique

Facteurs chimiques

Nutriments (N, P)

Micronutriments

Contaminants

- ✓ Suivant les sites, limitation (2012) par l'azote (**N**) ou **co limitation N** et phosphore (**P**) (peu de recul sur ce littoral)
- ✓ **L'azote** est apporté au milieu marin par les rivières principalement sous forme **de nitrates** issus des activités anthropiques : **dilution-dispersion** rapide en mer
- ✓ Le **phosphore** disponible pour les algues provient en partie du **relargage sédimentaire** : inertie importante (non maîtrisable)

Facteurs physiques

Lumière

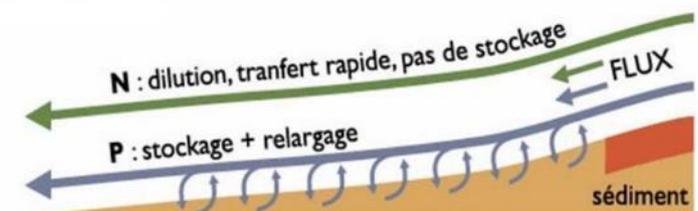
Courantologie

Facteurs écologiques

Compétition entre espèces

Changement climatique

Comportement de transfert vers le large des flux de nitrates et de phosphates apportés par les rivières



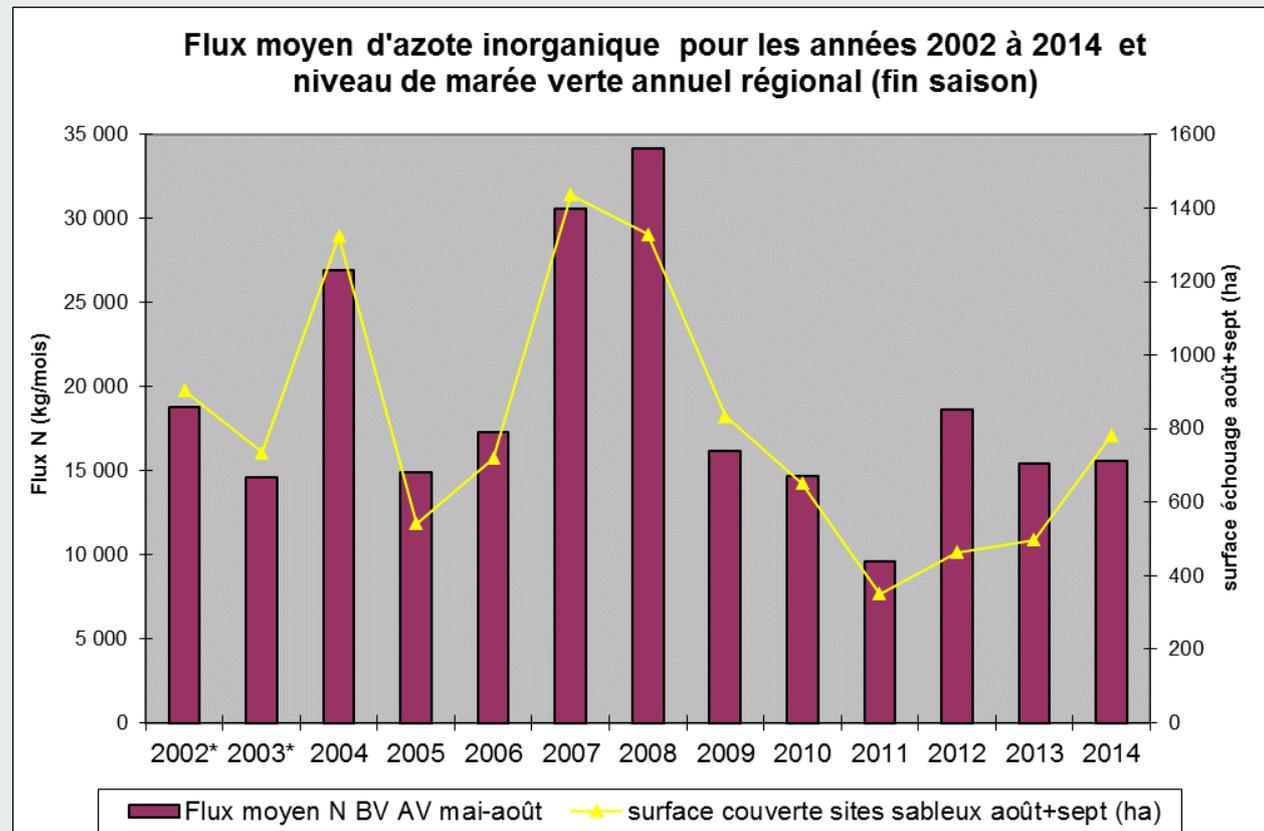
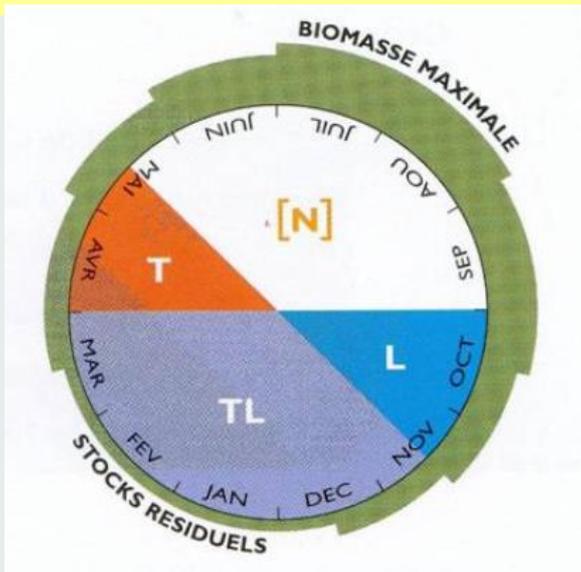
L'estuaire est : pour N, une zone de dilution
pour P, une zone de stockage dans le sédiment

Azote = facteur de maîtrise du développement des algues vertes

Les biomasses saisonnières sont sous le contrôle des paramètres température et lumière

Pour ce qui est du printemps et surtout de l'été, en Bretagne, l'azote a été déterminé comme le facteur sur lequel agir pour limiter la prolifération algale

Une bonne corrélation a été mise en évidence entre l'importance des marées vertes et les flux d'azote sur la période « sensible » mai-août



Actions directes

réduction des apports en nutriments azote et phosphore en concomitance pour ne pas créer de nouveaux déséquilibres

Actions indirectes

préservation des populations de certains brouteurs

- par la réduction de la pression de pêche à pieds
- par la réduction des apports de substances responsables de perturbations endocriniennes



Ordre du jour

I/ définition de l'eutrophisation marine et types de marées vertes

II/ Etat des lieux en Charente-Maritime – suivi DCE

Sylvain BALLU - CEVA

III/ Restitution de l'étude de connaissance des marées vertes sur le littoral Atlantique

Hélène LEGRAND – DREAL Pays de la Loire

Sylvain BALLU - CEVA

IV/ Retours d'expérience Oléron et Ré (échouages, suivis, études)

Sylvain BALLU – CEVA

Sylvie DUBOIS – CdC île de Ré

V/ actions en cours et perspectives



- **Suivis DCE-RCS (MO Ifremer)**
- Suivis renforcés sur certains sites de Ré (RCO 2012-2015, MO Aelb)
- Etude Oléron 2013 : *Participation des différentes sources aux concentrations locales* (2013, MO AEAG-CDC Oléron)

- ❑ Suivis en MO Ifremer (Réseau de Contrôle de Surveillance de la **DCE**)
- ❑ Depuis 2007 : façade Loire Bretagne du Mont Saint Michel à Ré (Phare des Baleines) - financement AE Loire Bretagne
- ❑ Depuis 2010 : Ile d'Oléron - financement AE Adour Garonne (antérieurement AE et CdC Oléron)
- ❑ 3 survols : mai, juillet, septembre + contrôles de terrain
- ❑ Sur les sites « classé pour les ulves » (+1/3 ulves dans échouage), calages photos aériennes + digitalisation des surfaces => stockages dans les BDD
- ❑ Enquête annuelle auprès des communes sur les ramassages

Suivis RCS sur le littoral de Charente Maritime



Exemple Ré Juillet 2014

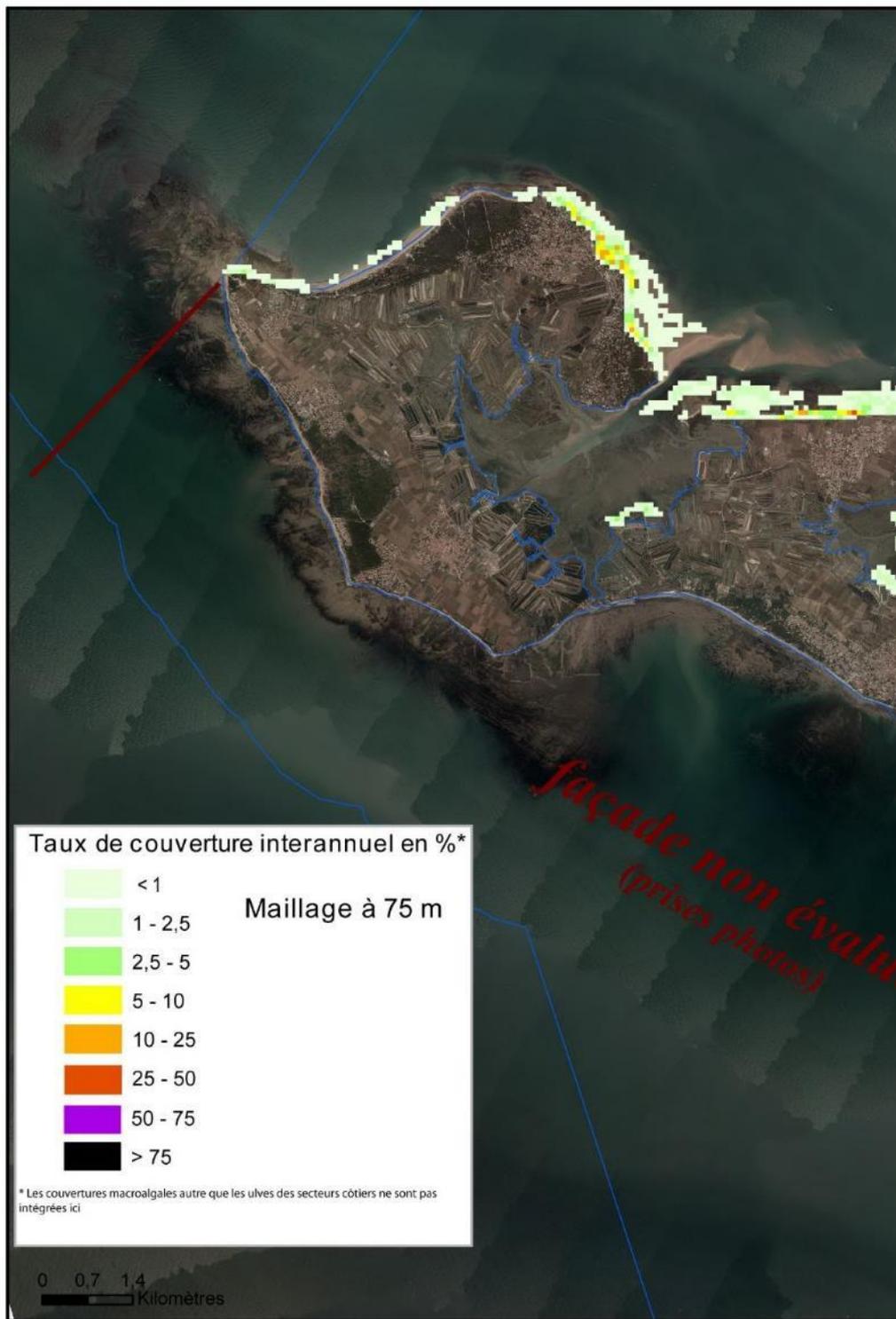
Suivis RCS sur le littoral de Charente Maritime



Exemple Oléron Juillet 2014

Suivis RCS sur le littoral de Charente Maritime

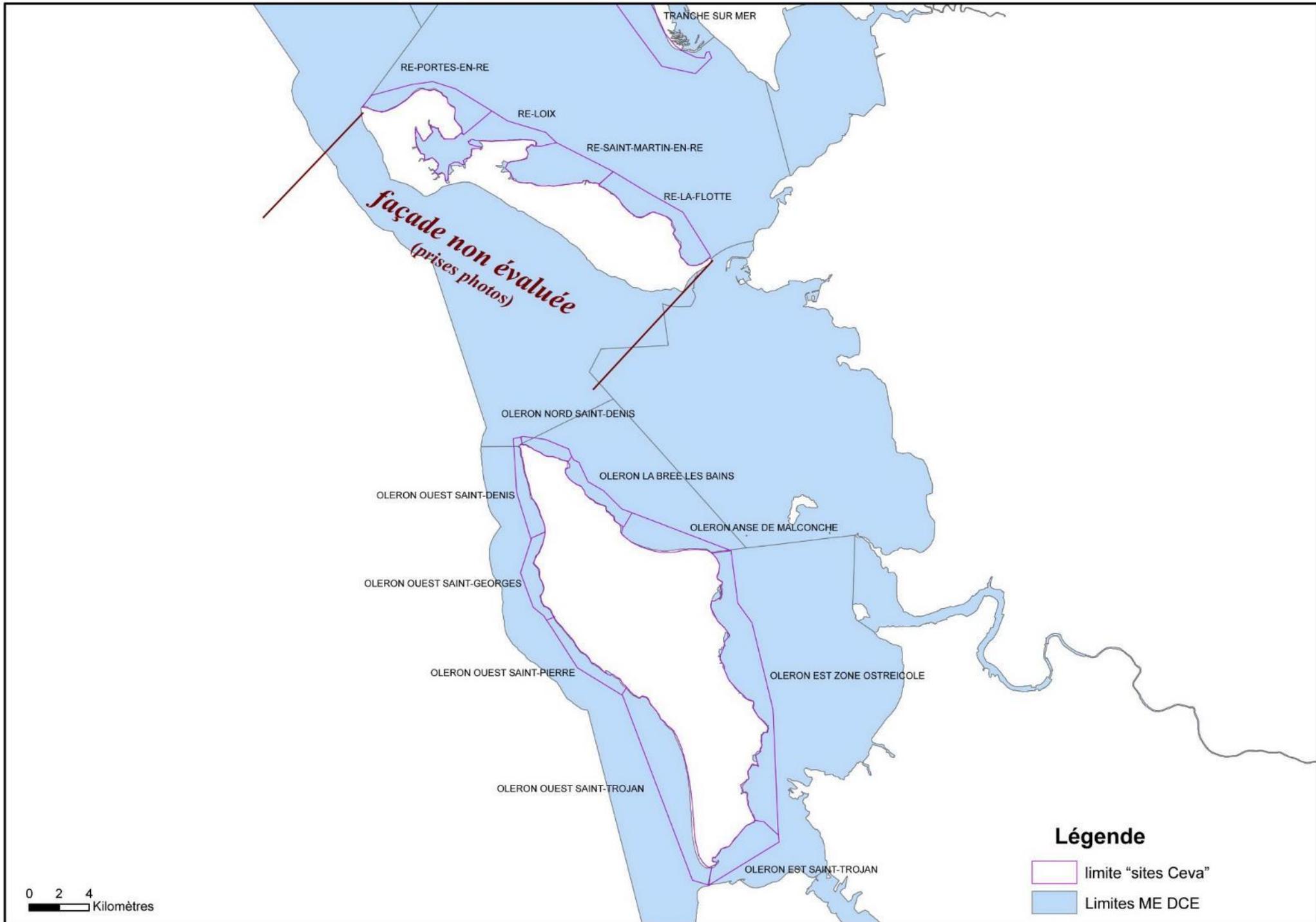
Synthèse des couvertures d'algues vertes observées de 2010 à 2014 sur le littoral de l'île d'Oléron



Suivis RCS sur le littoral de Charente Maritime

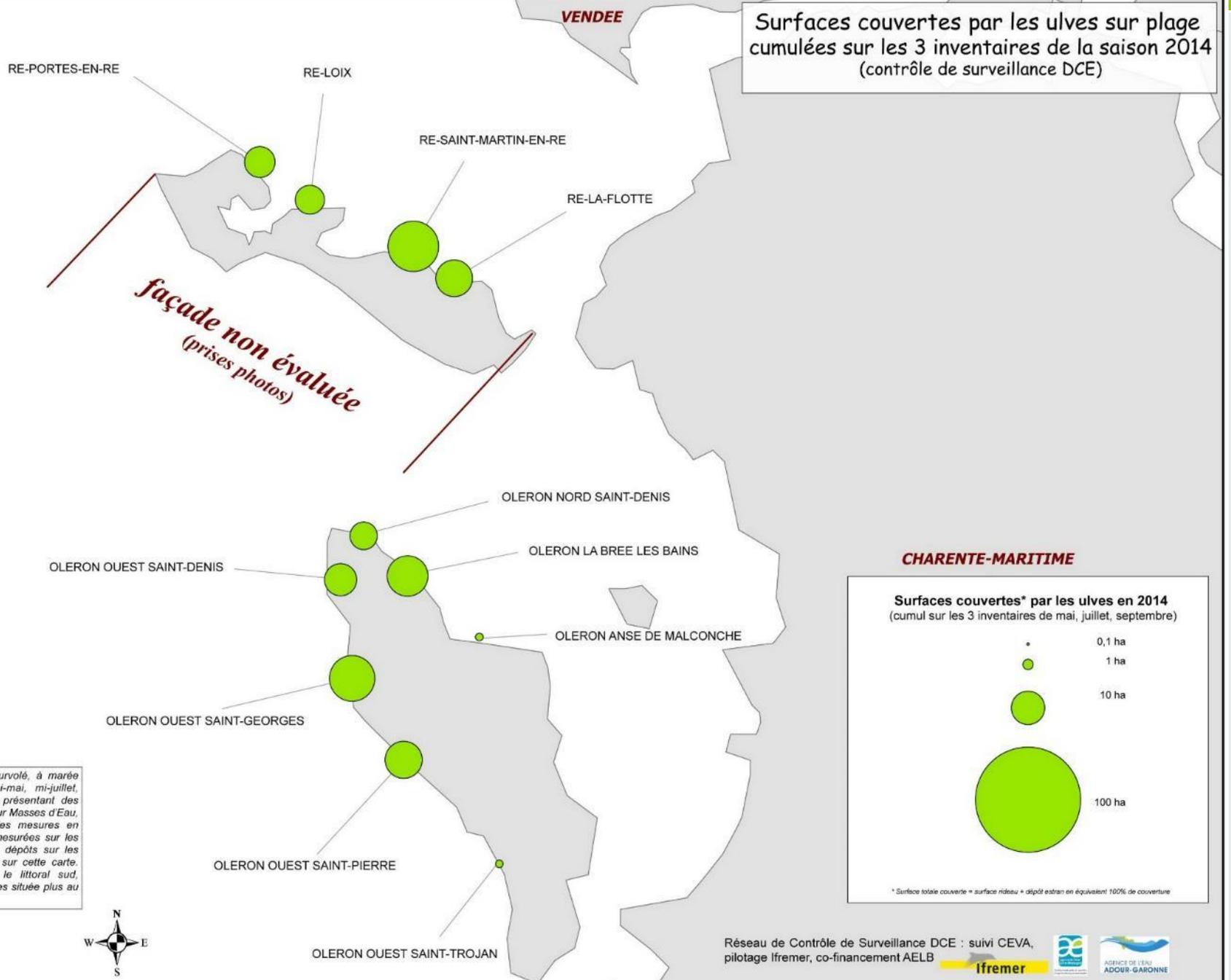


délimitation des sites et ME



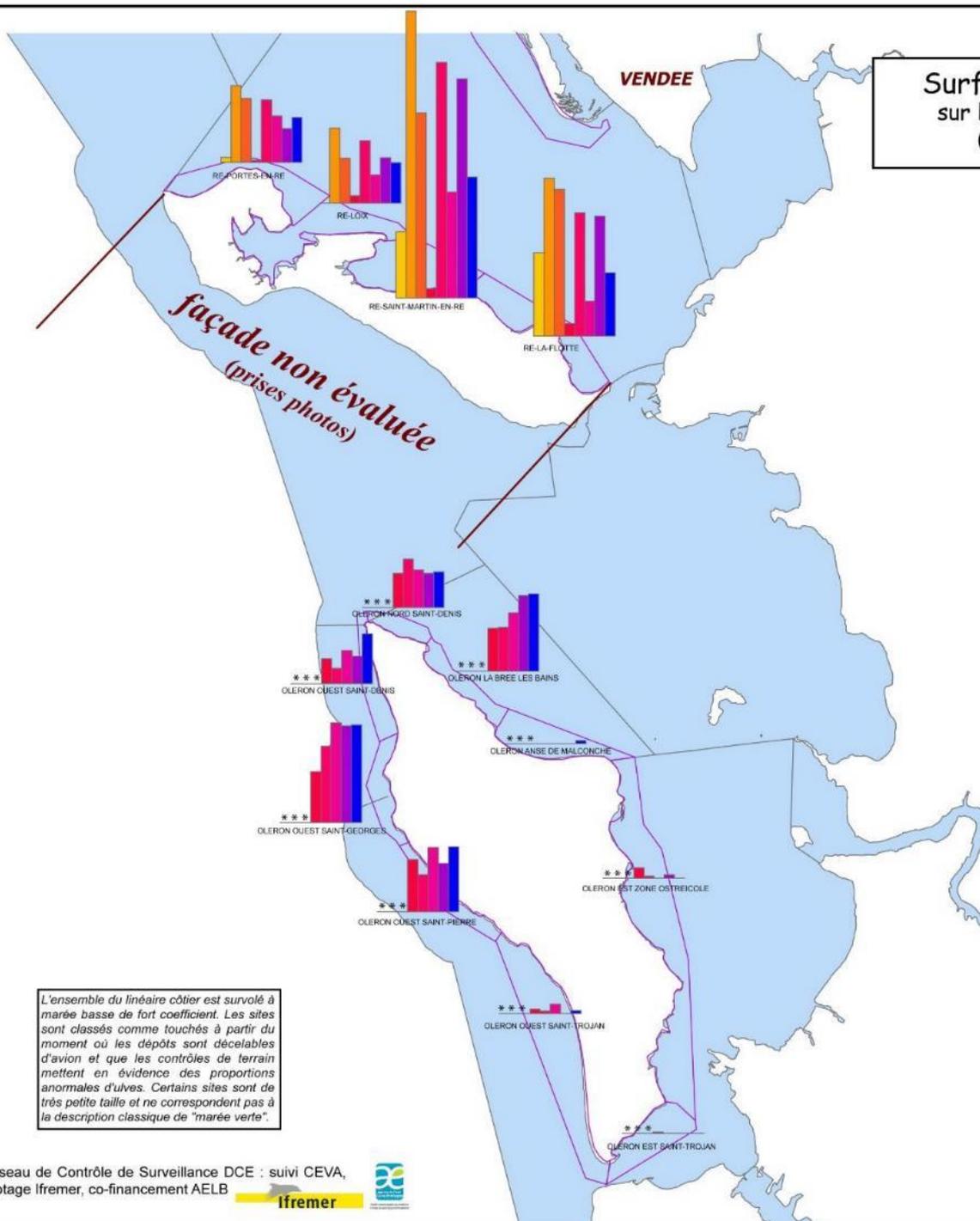
Suivis RCS sur le littoral de Charente Maritime

surfaces 2014 (cumul 3 inventaires)



Suivis RCS sur le littoral de Charente Maritime

surfaces 2007 à 2014 (cumul 3 inventaires)



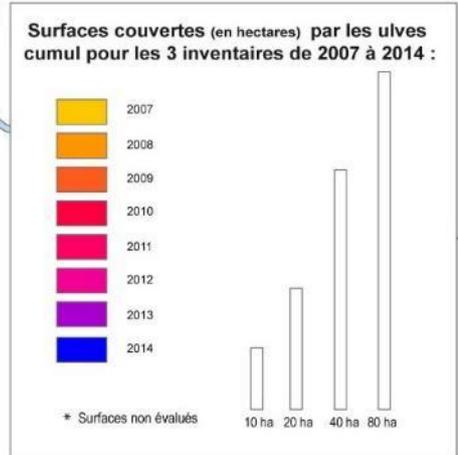
Surfaces cumulées sur la saison sur les sites sableux de 2007 à 2014 (contrôle de surveillance DCE)

CHARENTE-MARITIME

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



Réseau de Contrôle de Surveillance DCE : suivi CEVA, pilotage Ifremer, co-financement AELB

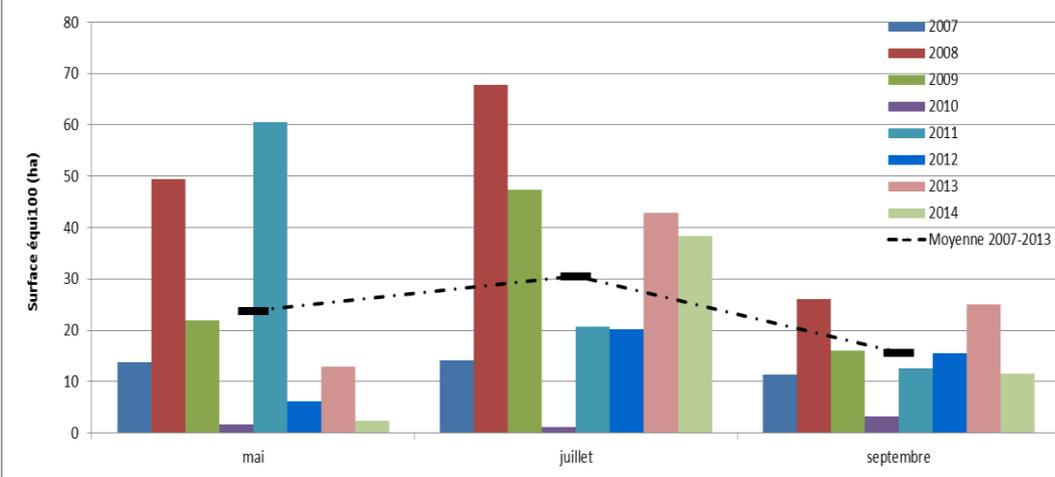


Suivis RCS sur le littoral de Charente Maritime

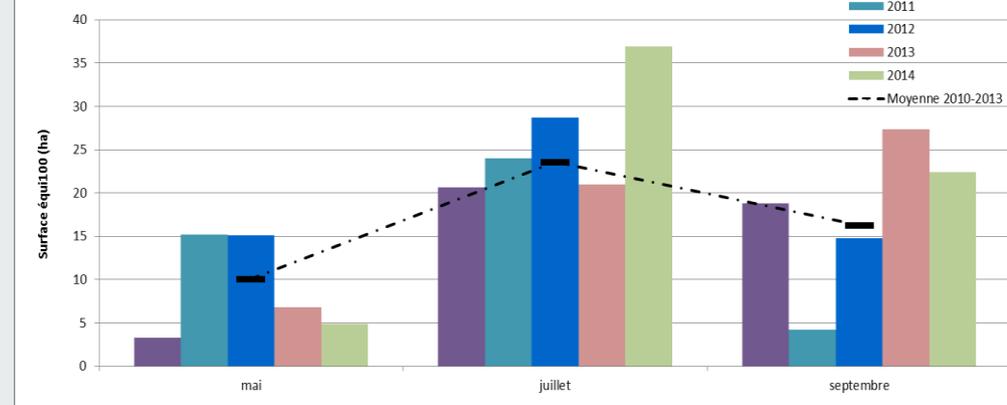
Evolution annuelles et pluriannuelles



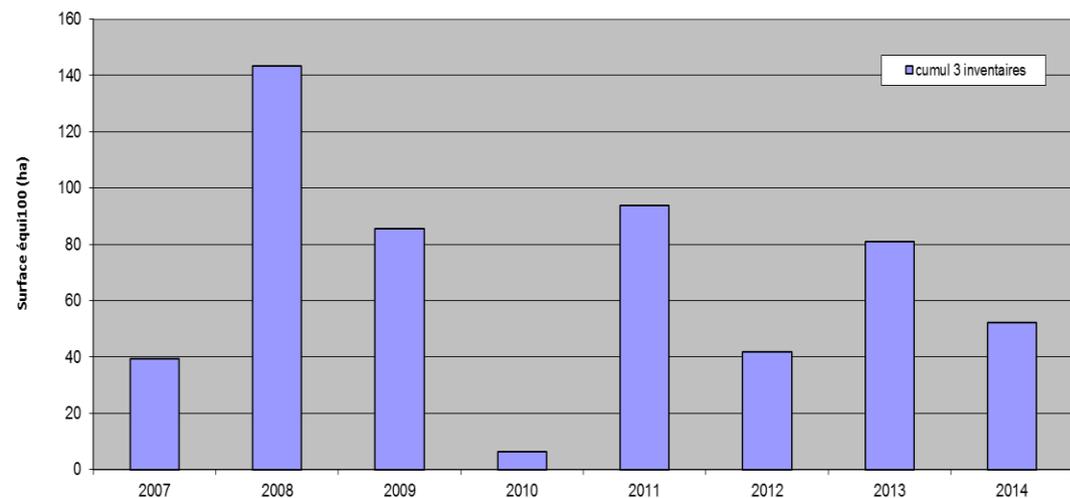
Evolution des surfaces sur les sites de l'île de Ré (partie Nord)



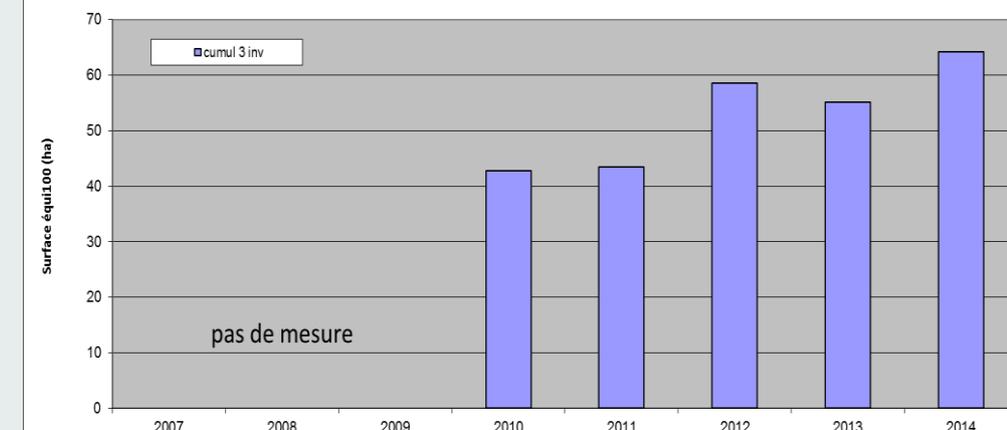
Evolution des surfaces sur les sites de l'île d'Oléron



Evolution des surfaces sur les sites de l'île de Ré (partie Nord) : cumul sur la saison (3 inventaires)



Evolution des surfaces sur les sites de l'île d'Oléron : cumul sur la saison (3 inventaires)

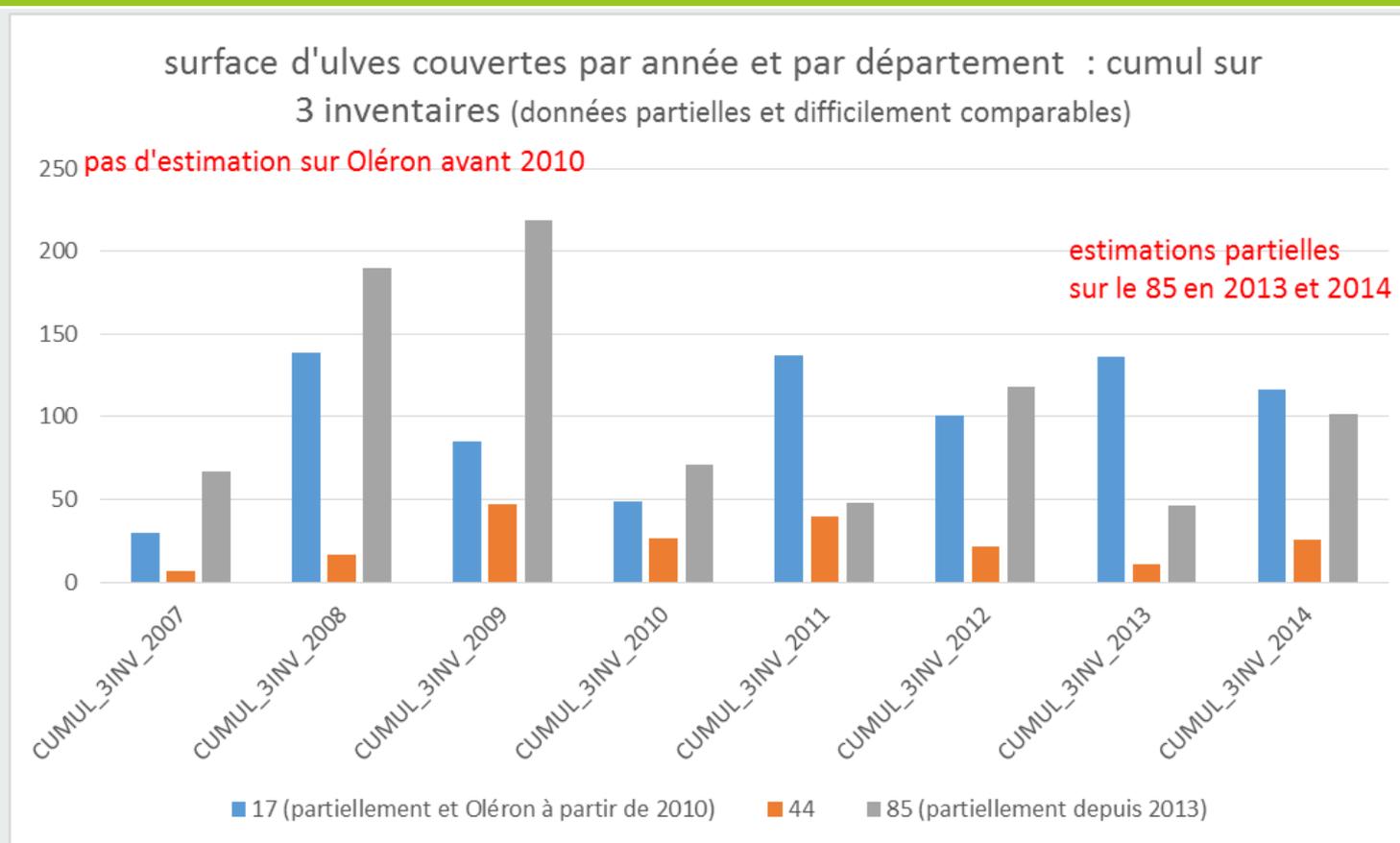


Sites du nord de l'île de Ré

Sites de l'île d'Oléron

Suivis RCS sur le littoral de Charente Maritime

Evolution pluriannuelles et situation des départements voisins



- ✓ **Variations inter annuelles fortes et poids relatifs des littoraux différents**
- ✓ **Comparaison entre département délicate** (taille estran différentes, suivis non exhaustifs...) **et peu pertinente en absolu**
- ✓ **Surfaces mesurées** (surveillance partielle du département) **en Charente maritime, suivant les années du même ordre de grandeur qu'en Vendée et nettement supérieures à celles de Loire Atlantique** (4 fois)

Ordre du jour

I/ définition de l'eutrophisation marine et types de marées vertes

II/ Etat des lieux en Charente-Maritime – suivi DCE

Sylvain BALLU - CEVA

III/ Restitution de l'étude de connaissance des marées vertes sur le littoral Atlantique

Hélène LEGRAND – DREAL Pays de la Loire

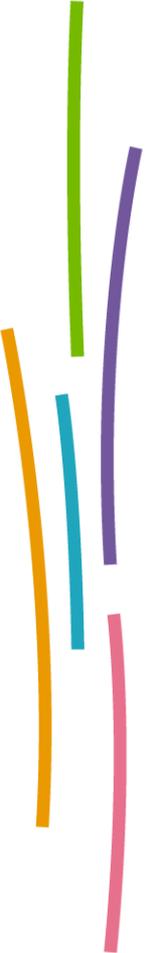
Sylvain BALLU - CEVA

IV/ Retours d'expérience Oléron et Ré (échouages, suivis, études)

Sylvain BALLU – CEVA

Sylvie DUBOIS – CdC île de Ré

V/ actions en cours et perspectives





Etude de connaissance des marées vertes du littoral Atlantique sous influence de la Loire et de la Vilaine

Secteur de la Presqu'île de Quiberon à l'île de Ré

Présentation générale de l'étude



Ressources, territoires et habitats
Énergie et climat
Prévention des risques
Développement durable
Infrastructures, transports et mer

Présent
pour
l'avenir

- **Contexte et objectifs de l'étude**
- **Résultats des différentes phases de l'étude**
 - => Etude bibliographique (mission A)
 - => Prospection des zones de croissance et sites d'échouage
Evaluation des flux d'apport en mer de nutriments (mission B)
 - => Par modélisation simulation des hypothèses de réduction marées vertes (mission C)
- **Conclusions et perspectives**

=> Disposition 10A-1 du SDAGE Loire-Bretagne 2010-2015 :
« *Les SAGEs possédant une façade littorale sujette à des proliférations d'algues vertes figurant sur la carte des échouages ci-contre établissent un programme de réduction des flux de nitrates de printemps et d'été parvenant sur les sites concernés....* »

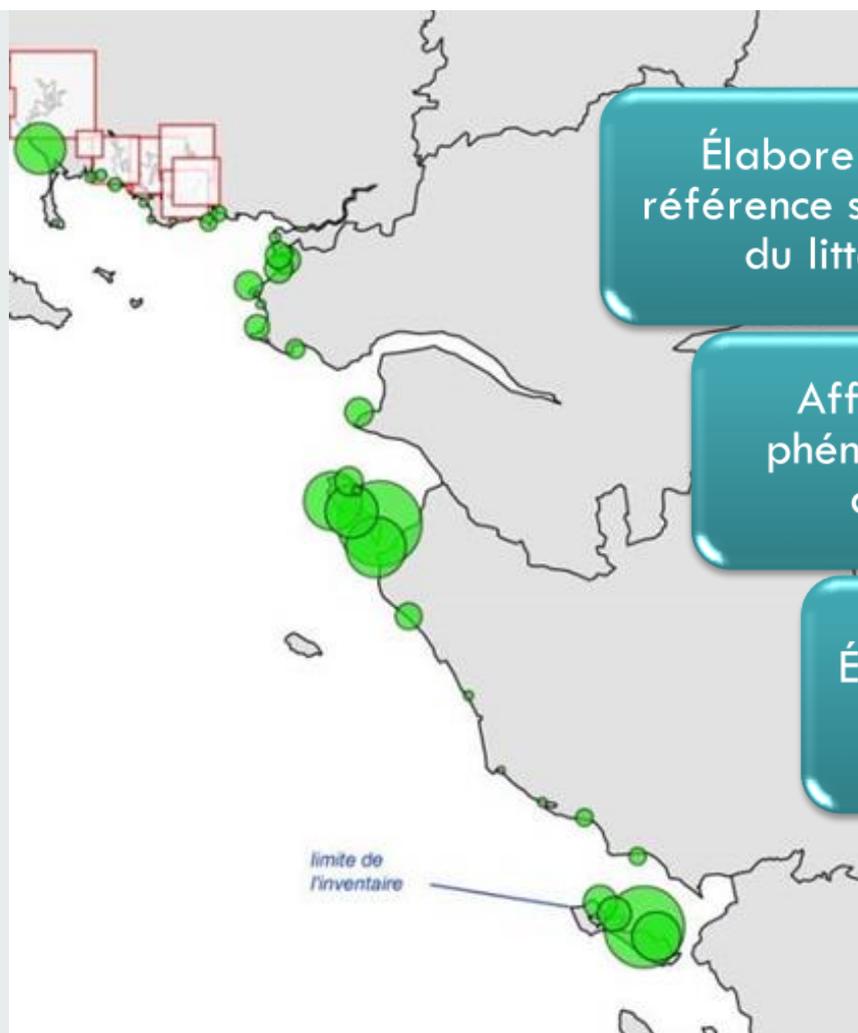
=> Type de marées vertes en Bretagne sud, Pays de la Loire et Poitou-Charentes différent de celui rencontré dans les baies bretonnes, moins connu (facteurs de maîtrise?)

Décision d'engager une étude

=> Une étude sous maîtrise d'ouvrage DREAL Pays de la Loire
À visée opérationnelle « **milieu marin** » préalable à la définition d'actions préventives nouvelles sur les BV

=> Un comité de pilotage constitué dès la rédaction du cahier des charges (DREAL(s), DIRM, DDTM(s), IFREMER, AELB)

Etude inter-régionale du milieu marin pour une meilleure connaissance des marées vertes et les voies à envisager pour les réduire



Élaborer un document de référence sur les marées vertes du littoral atlantique,

Affiner la connaissance des phénomènes affectant les sites d'échouages d'algues,

Étudier différents scénarii de réduction des marées vertes,

Préciser les conditions à réunir pour réduire l'importance des échouages et pour pouvoir mettre en place des outils prédictifs des risques d'échouages massifs d'algues vertes

Littoral compris entre Quiberon et Ile de Ré (sans prise en compte du Golfe du Morbihan)

Organisation de l'étude

Mission A

Connaissance des marées « vertes » du littoral atlantique :
étude bibliographique

Mission B

Etude des sites d'échouages et des flux de nutriments
émis par la Loire, la Vaine et les autres contributeurs

Mission C

Tests de scénarii de réduction des marées « vertes »

Mission D

Rapport global de synthèse de l'étude

- **Contexte et objectifs de l'étude**
- **Résultats des différentes phases de l'étude**
 - => Etude bibliographique (mission A)
 - => Prospection des zones de croissance et sites d'échouage
 - Evaluation des flux d'apport en mer de nutriments (mission B)
 - => Par modélisation simulation des hypothèses de réduction marées vertes (mission C)
- **Conclusions et perspectives**

- **Contexte et objectifs de l'étude**
- **Résultats des différentes phases de l'étude**
 - => Etude bibliographique (mission A)
 - => Prospection des zones de croissance et sites d'échouage
 - Evaluation des flux d'apport en mer de nutriments (mission B)
 - => Par modélisation simulation des hypothèses de réduction marées vertes (mission C)
- **Conclusions et perspectives**

Décomposition de la mission B

MB1

Recueil et validation des données existantes
(qualité d'eau et débits)



MB2

Calage des outils de modélisation

MB3

Etude des sites d'échouage

MB4

Analyse des flux de nutriments émis par la Loire et la Vilaine



MB5

Réalisation de fiches de synthèse relatives aux sites d'échouage

Objectif : Constitution des séries de données de qualité d'eau et de débit pour chaque exutoire de la zone d'étude afin de les intégrer comme données d'entrée dans le modèle numérique

Etape 1 : Identification des exutoires (CE et STEU)

•BD Carthage : 225 cours d'eau / BD ERU + DREAL : 32 exutoires « en mer » (97 STEU)

Etape 2 : Récupération des données de débits et de qualité d'eau

•BD Hydro / OSUR / DDTM

Etape 3 : constitution des séries de flux de nutriments journaliers

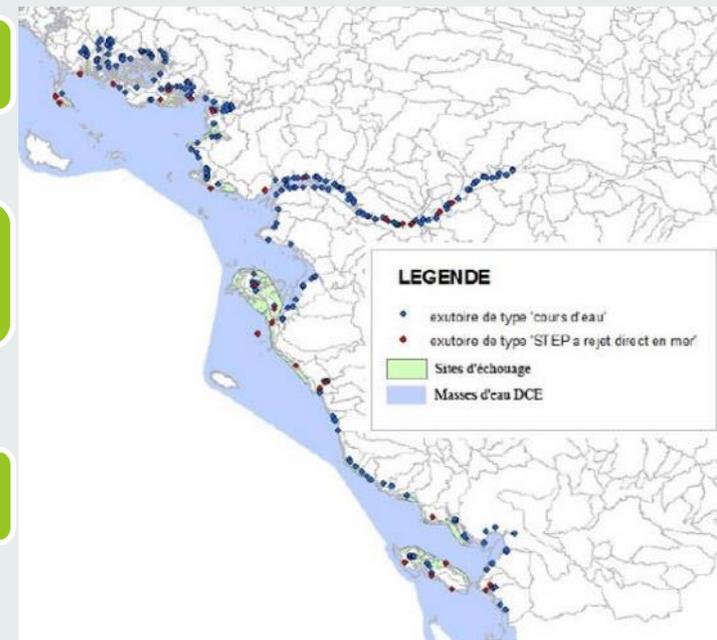
Mesures existantes

Interpolation linéaire

**Constitution
des flux qu'il y
ait des
mesures
disponibles ou
non**

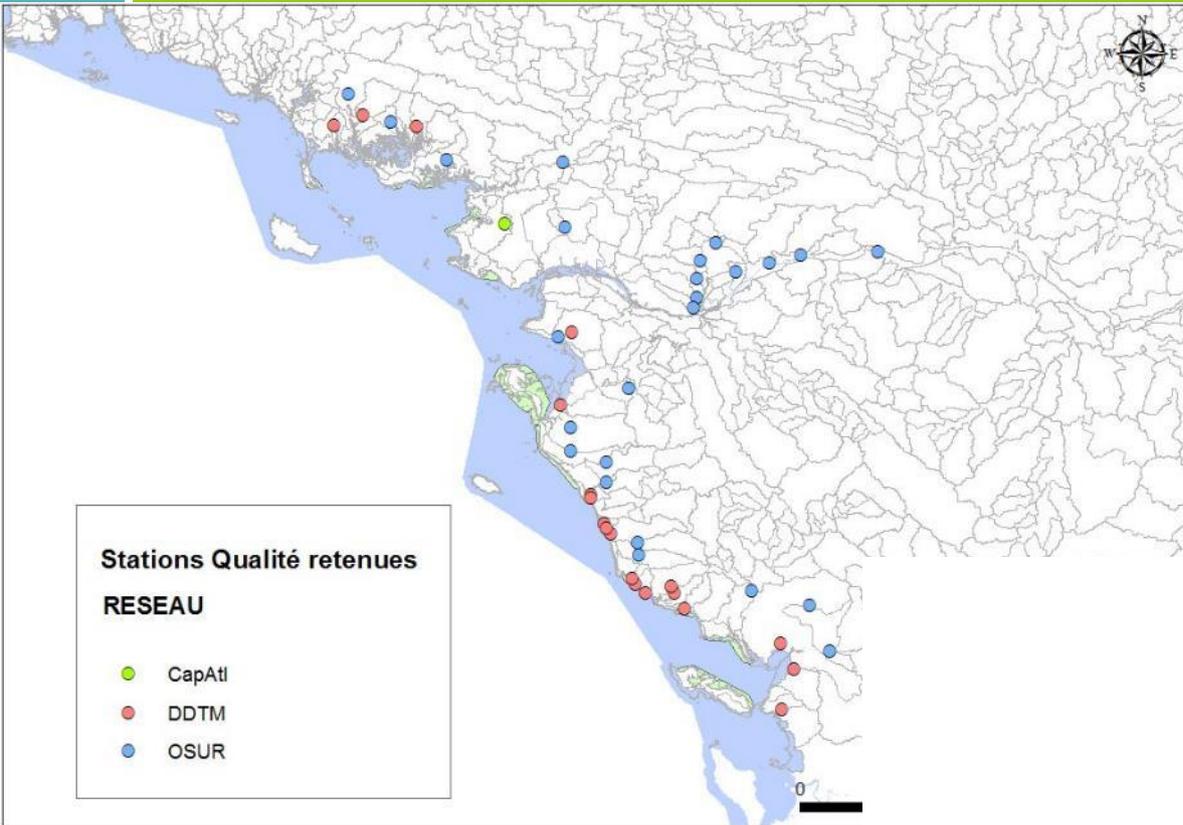
Pas de mesure

Différentes méthodes
d'estimation

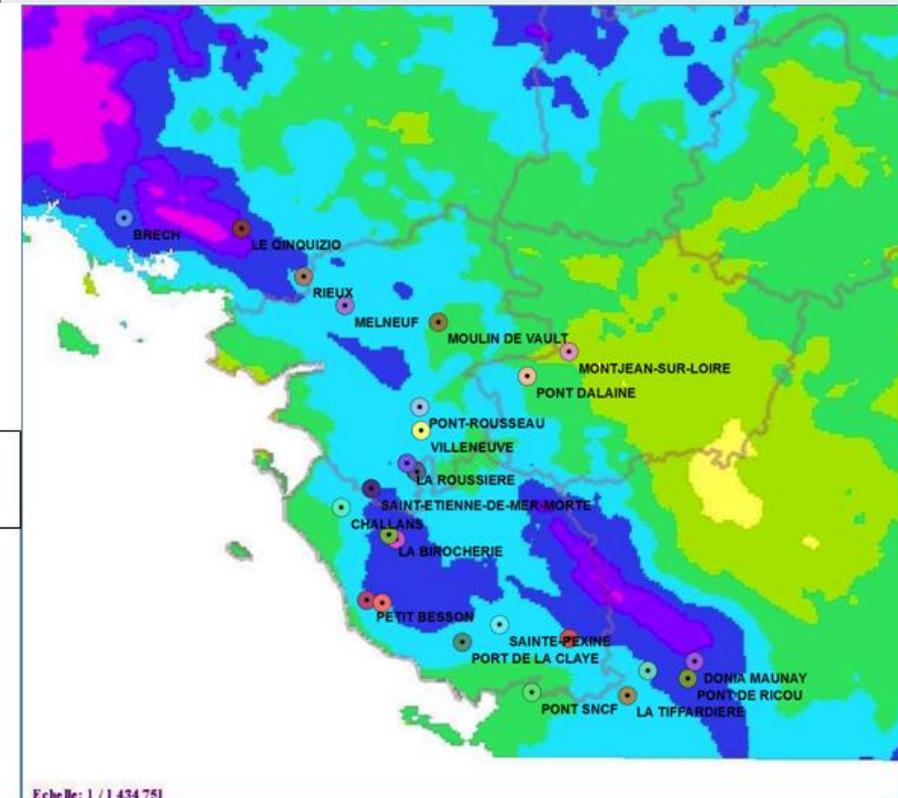


Etape 4 : estimation des incertitudes sur les données

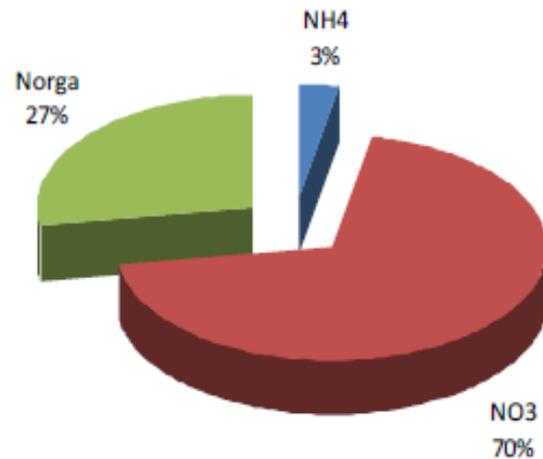
Stations retenues pour les mesures de qualité d'eau et de débits



Stations de mesure de la qualité de l'eau retenues pour l'évaluation des concentrations aux exutoires.



Azote : somme des apports à la zone (mai septembre)



- La forme NO3 domine (96 % du NID)
- Norga : données moins précises (extrapolations quand pas de mesure)
- Sur l'année NO3 = 78 % Ntot , NH4 = 2 % , Norga = 20 %

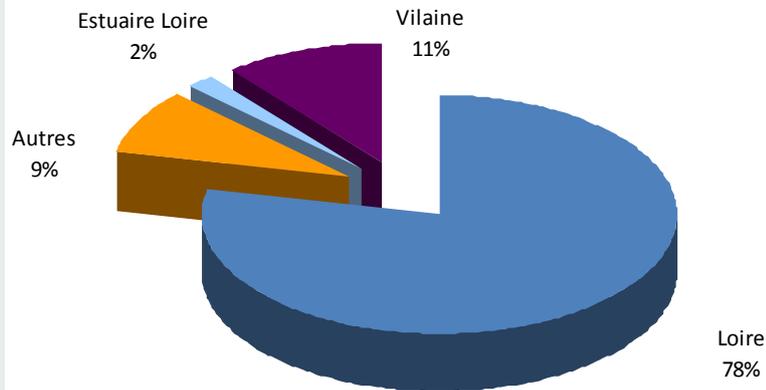
Phosphore : somme des apports à la zone (mai septembre)



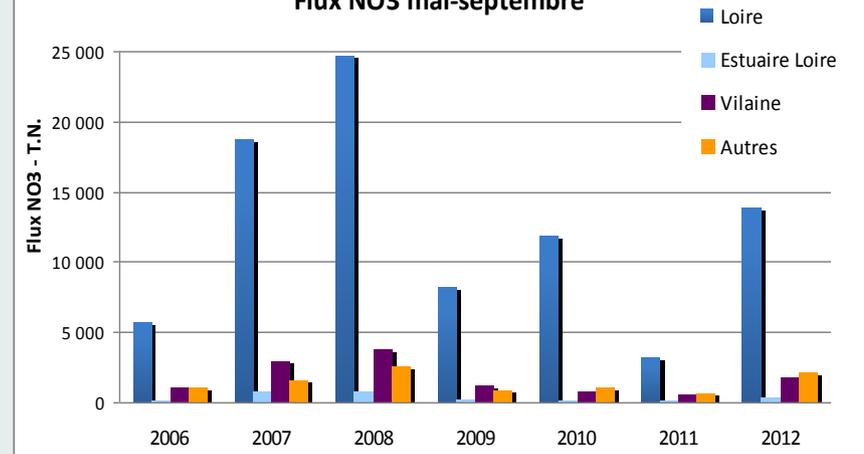
- PO4 représente environ 50 % de l'apport de P total
- Même proportion sur l'année entière

Résultats sur la période mai-septembre

Flux NO3 mai-septembre

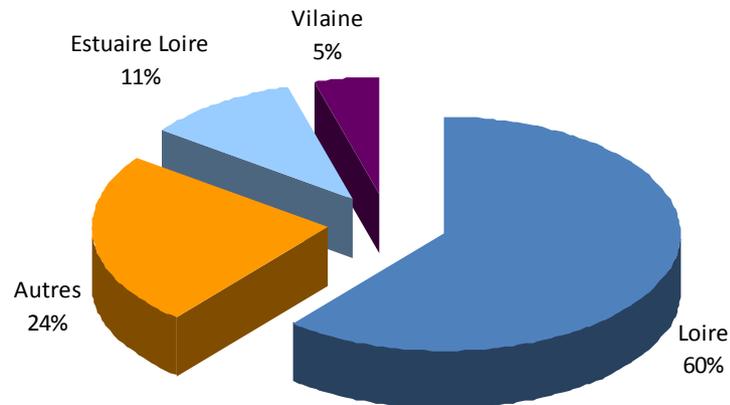


Flux NO3 mai-septembre

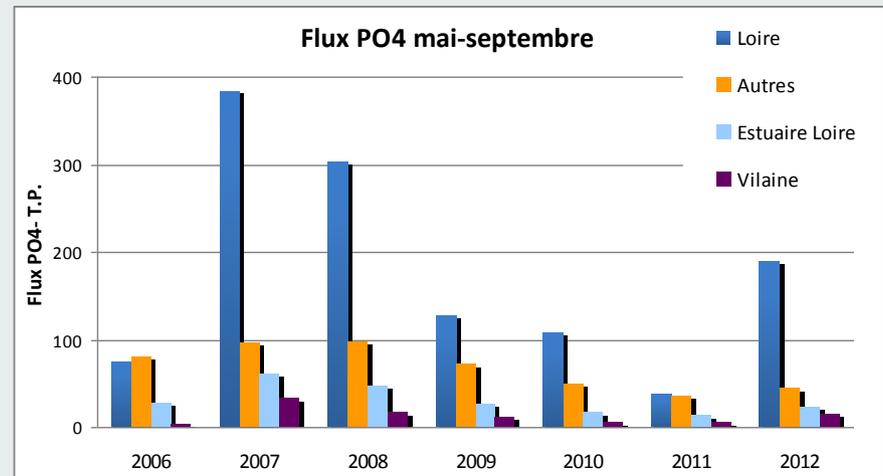


- La Loire est le principal contributeur aux apports de nitrates à la côte
- Forte variabilité interannuelle

Flux PO4 mai-septembre

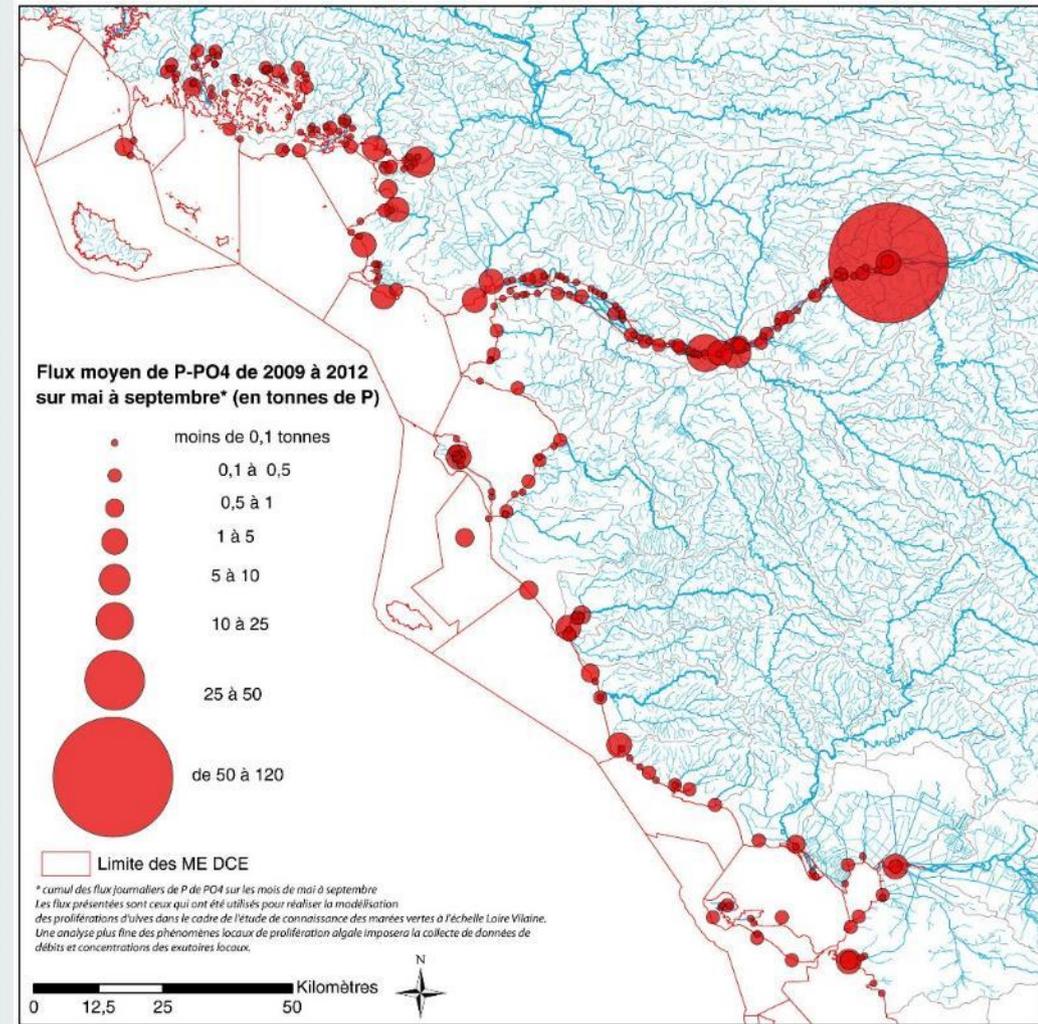
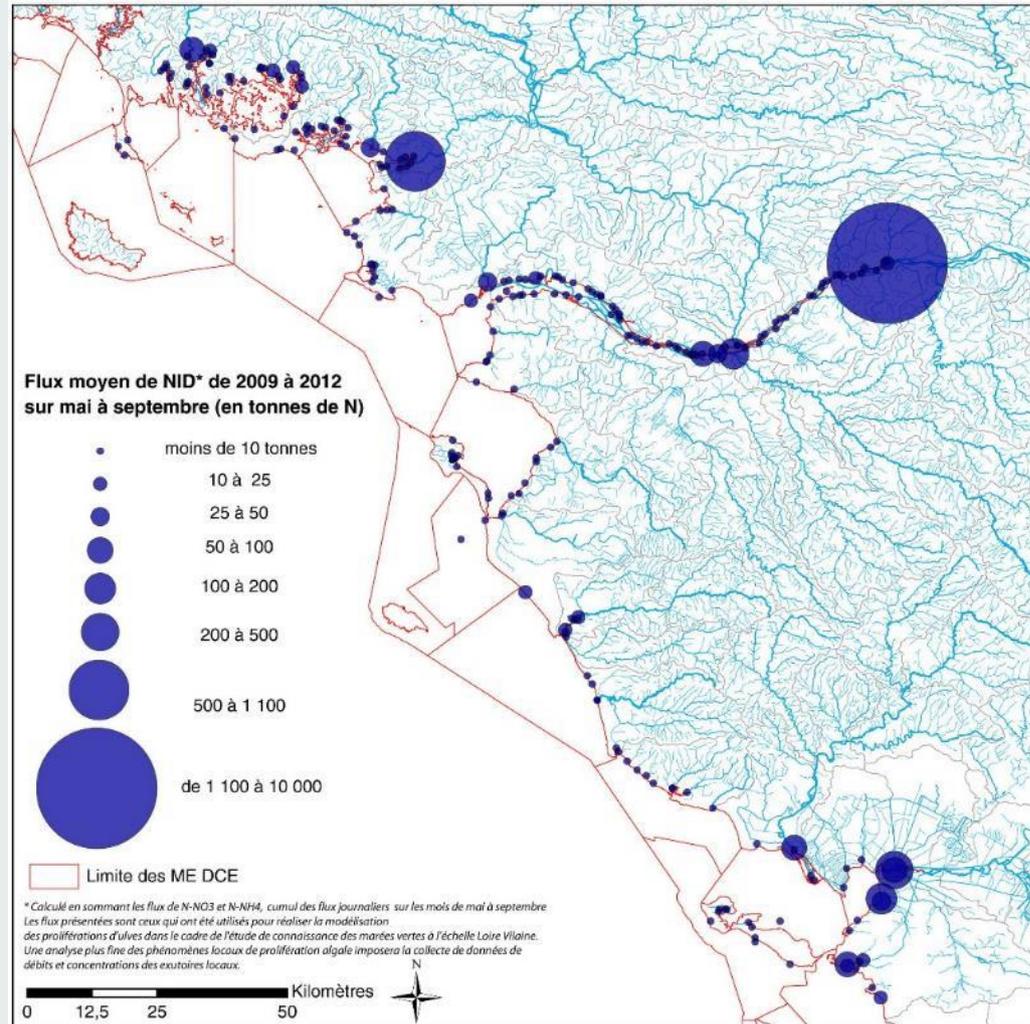


Flux PO4 mai-septembre



- La Loire contribue à 60 % des apports en phosphore
- Depuis 2009, les flux phosphore provenant de la Loire ont significativement diminué mettant en évidence la contribution non négligeable des autres contributeurs

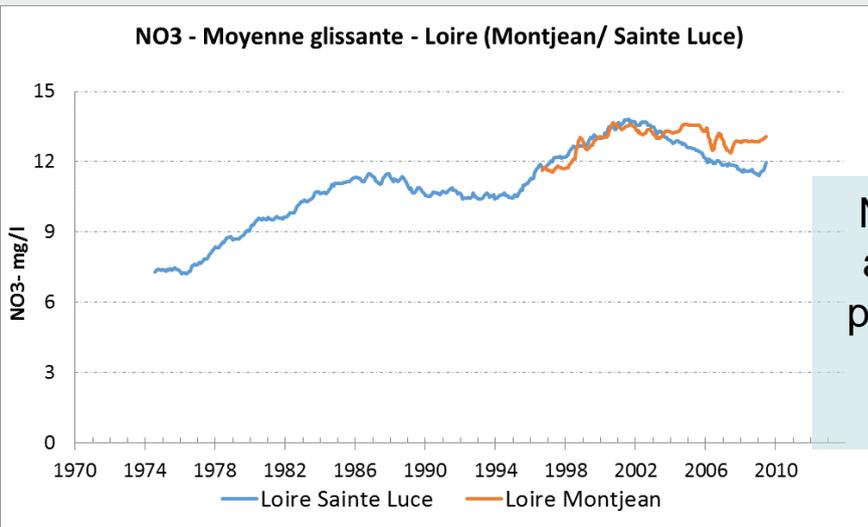
Résultats sur la période mai-septembre



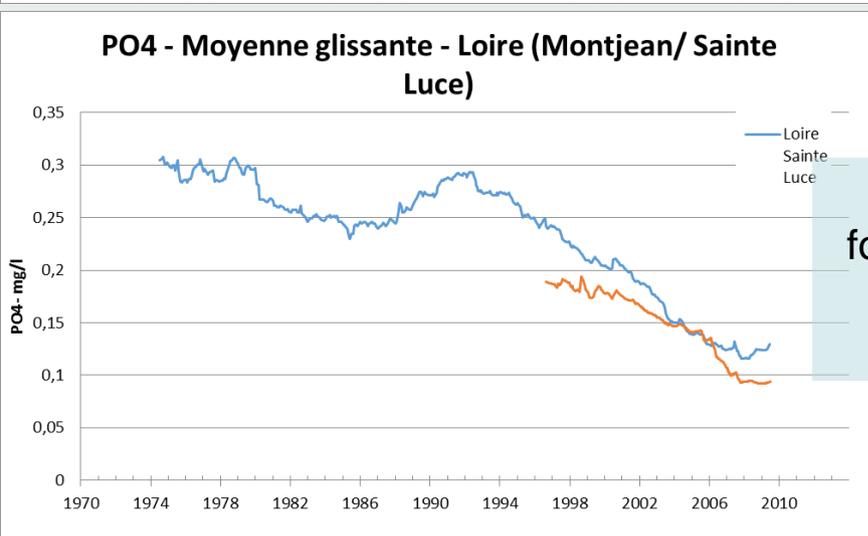
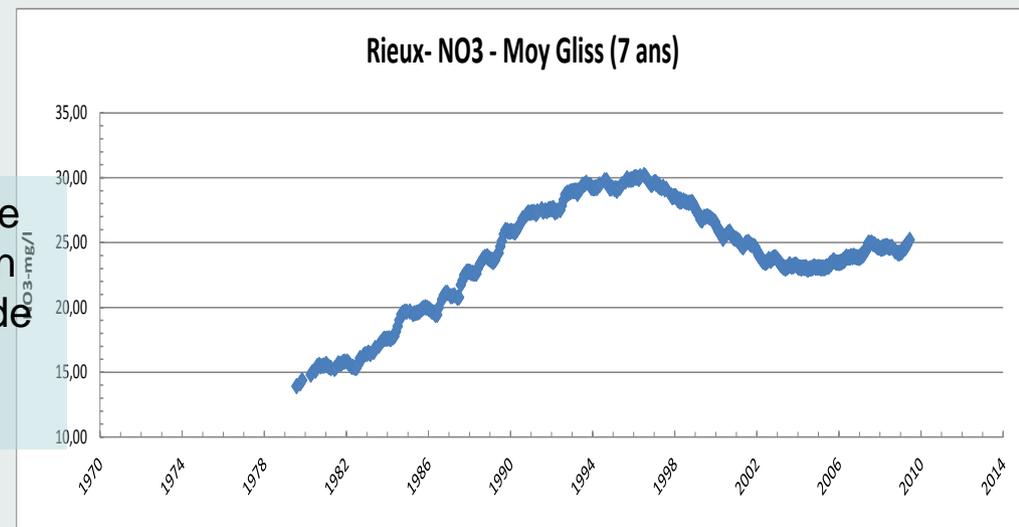
Les nutriments proviennent essentiellement de la Loire mais certaines sources locales peuvent être importantes, notamment pour les apports de phosphore

Objectif : Evolution des flux de nutriments pour ces 2 grands contributeurs

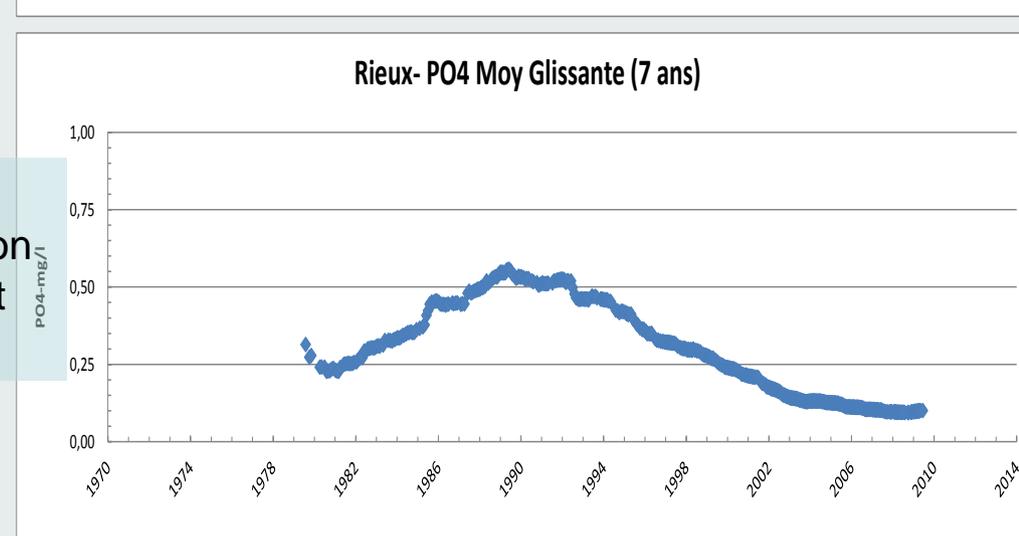
1- Concentrations sur le long terme



Nitrates : forte augmentation puis amorce de diminution (Vilaine)



Phosphate : forte diminution (surtout post 1990)



➤ Dynamique des nutriments dans l'estuaire de la Loire

Nitrates

Comportement conservatif : pas « d'effet estuaire »

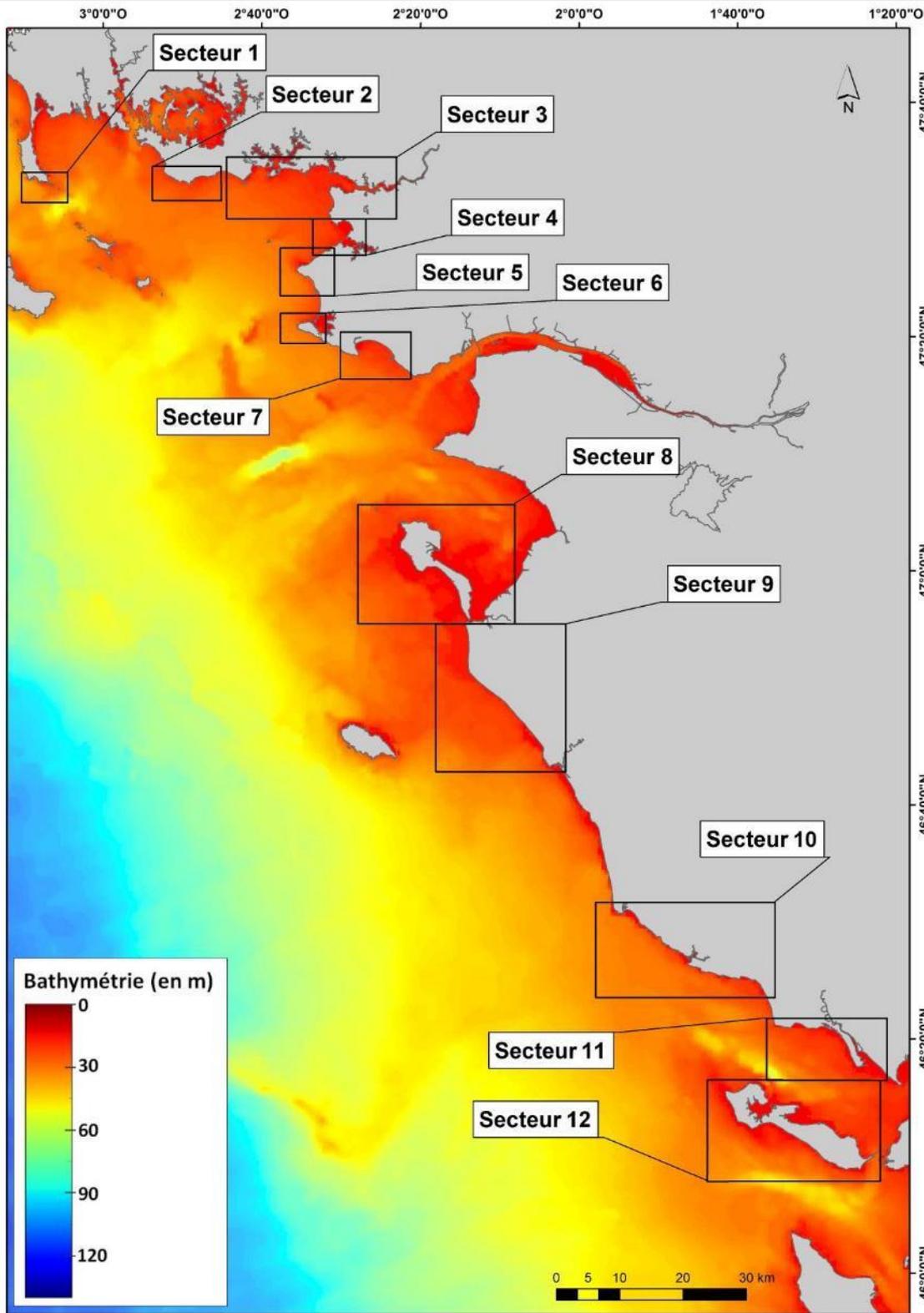
Ammonium

Enrichissement du milieu en ammonium au niveau de l'estuaire : forte activité de reminéralisation

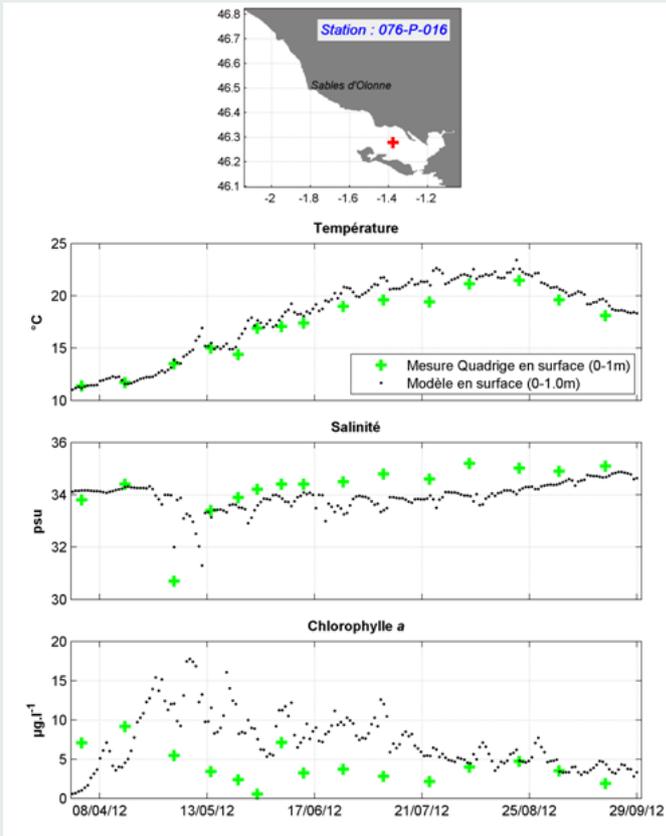
Phosphates

Dynamique complexe qui induit une augmentation des flux de phosphore de 3 à 5 fois par rapport aux flux calculés en amont du bouchon vaseux

- **Contexte et objectifs de l'étude**
- **Résultats des différentes phases de l'étude**
 - => Etude bibliographique (mission A)
 - => Prospection des zones de croissance et sites d'échouage
 - Evaluation des flux d'apport en mer de nutriments (mission B)
 - => Par modélisation simulation des hypothèses de réduction marées vertes (mission C)
- **Conclusions et perspectives**

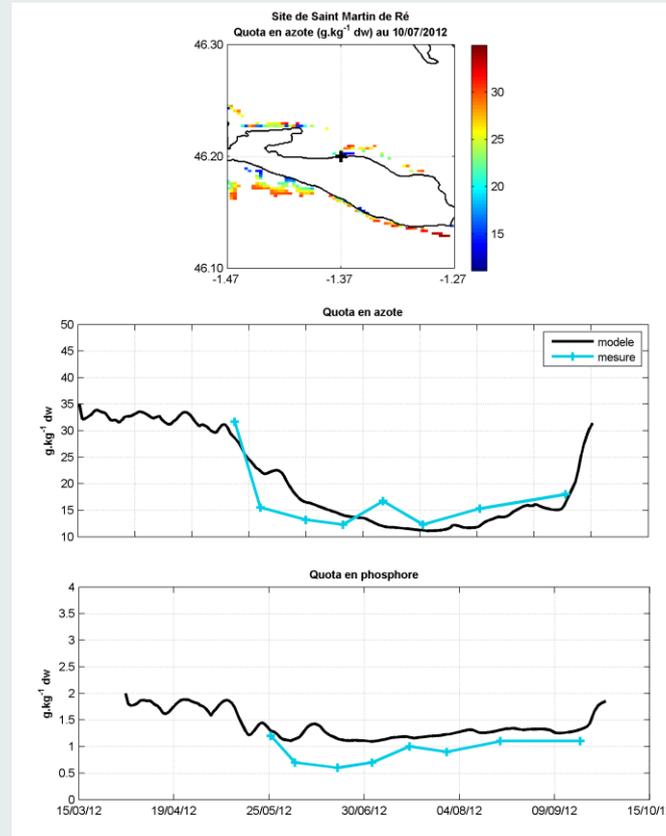


Secteur	Site d'échouage	Numéro du site (SDAGE)
1	Quiberon	100
2	Saint-Jacques	107
3	Penvins	108
	Banastère	109
4	Pen-Bé	110
	Mesquer	111
5	Piriac-sur-Mer	112
6	Le Croisic	113
7	La Baule	114
8	Noirmoutier-La Fosse	115
	Noirmoutier-Gois	116
	Noirmoutier-Sableaux	117
	Noirmoutier-Vieil	118
	Noirmoutier-Epine	119
	Noirmoutier-Guérinière	120
9	Saint-Jean-de-Monts	121
10	Les Sables d'Olonne	122
	Bourgenay-Payré	123
	Longeville-Saint-Vincent-sur-Jard	124
11	La Tranche-sur-Mer	125
12	Ré-Portes-en-Ré	126
	Ré-Loix	127
	Ré-Saint-Martin-en-Ré	128
	Ré-La Flotte	129



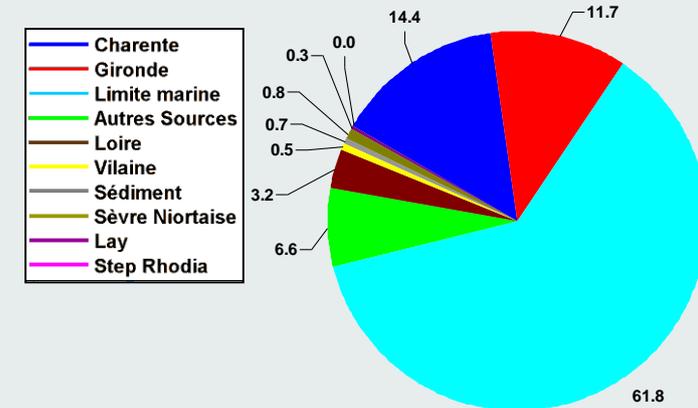
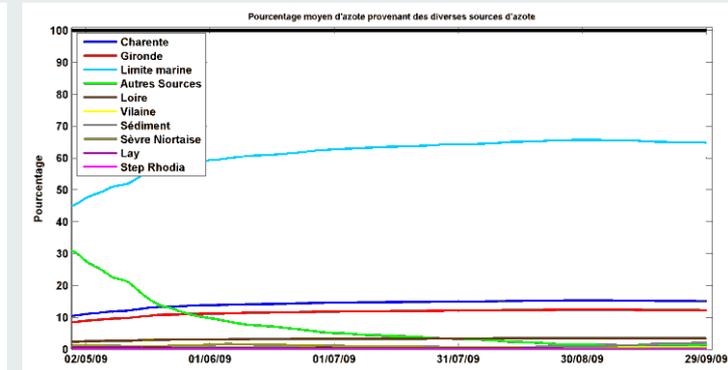
Validation physico-chimique

Température, salinité, chlorophylle a et nutriments dissous (lorsque les données sont disponibles)



Validation biologique

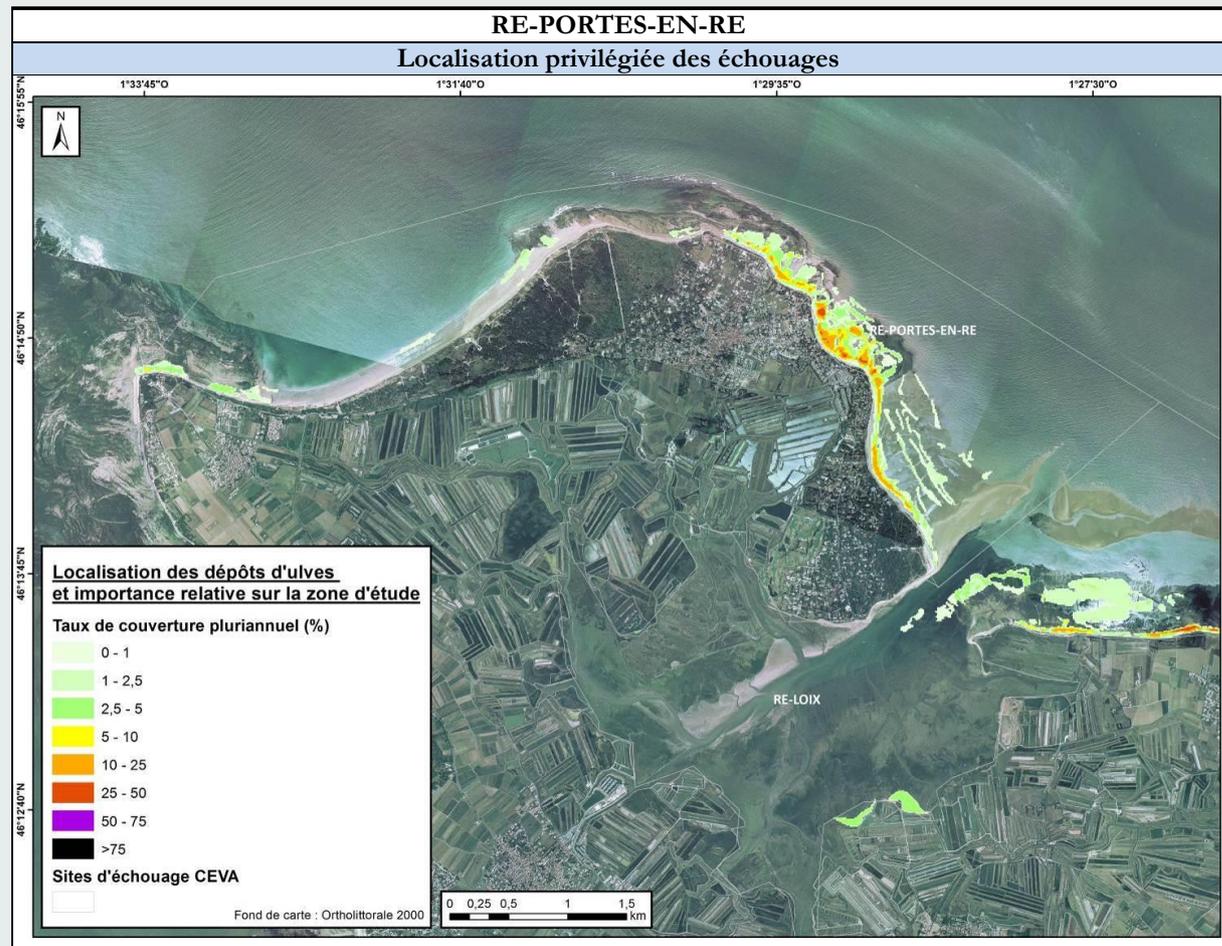
contenus en azote et en phosphore dans les ulves



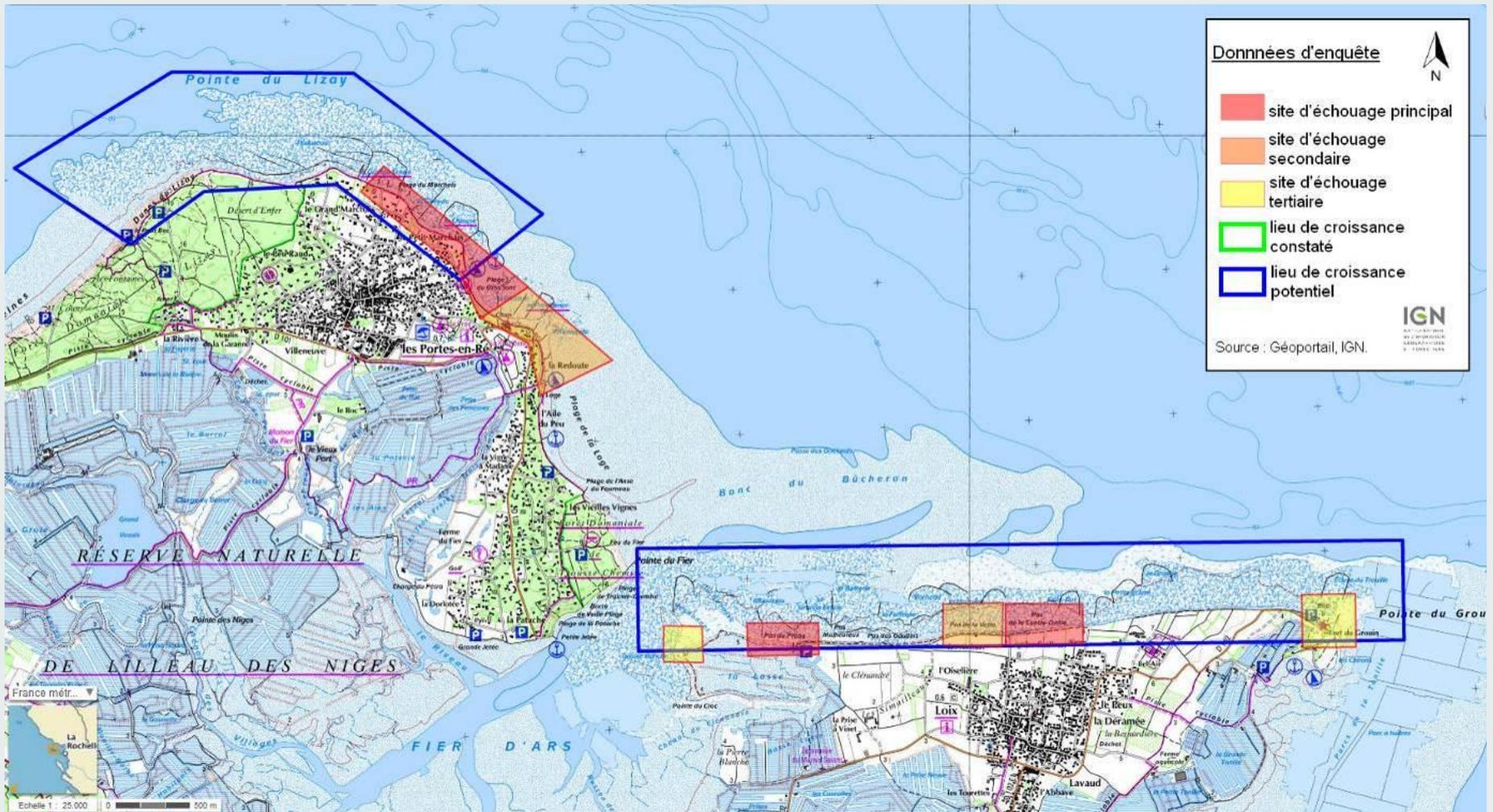
Traçage de l'azote pour connaître la provenance de l'azote contenu dans les ulves

Objectif : Utilisation des données d'archive, d'informations issues de l'enquête auprès des communes et des prospections de terrain pour définir les zones de colonisation et d'échouage d'algues vertes identifiées dans le modèle

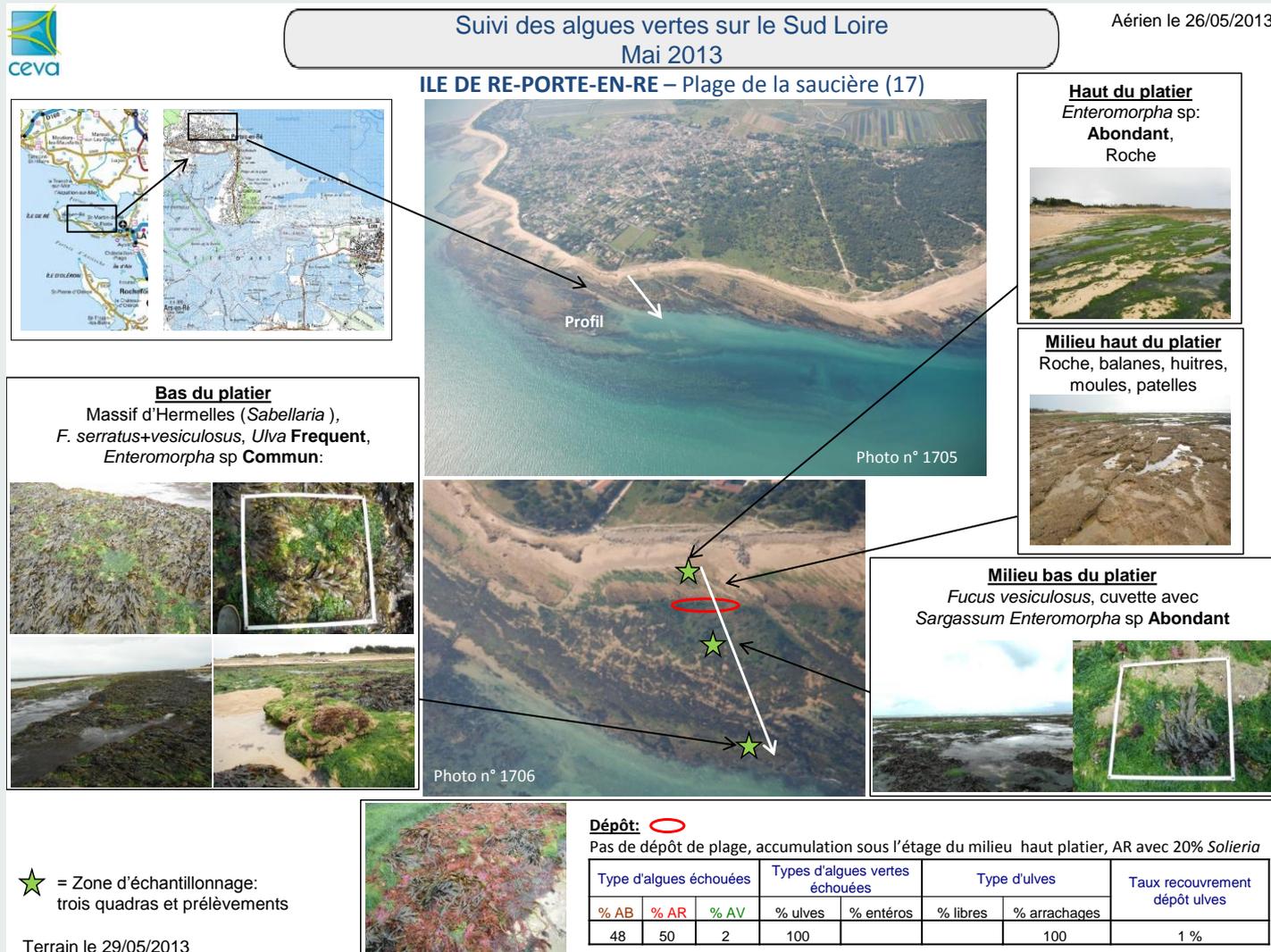
➤ Données d'archive issues des suivis marées vertes effectués par le CEVA:
localisation des échouages d'ulves et qualification de leur importance

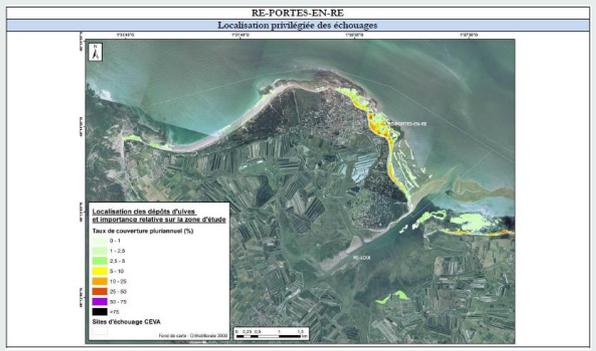


- Enquête auprès des communes en complément des données issues des suivis « marées vertes », notamment pour localiser les zones de croissance des ulves



- Réalisation de relevés de terrain sur quelques sites ateliers afin de préciser au mieux les caractéristiques zones de croissance algales et d'extrapoler ces connaissances à l'ensemble de la zone d'étude





Suivi des algues vertes sur le Sud Loire
Mai 2013
ILE DE RE-ORTE-EN-RE - Plage de la saucière (17)

Haut du platier
Enteromorpha sp.
Abondant
Roche

Milieu haut du platier
Roche, balanes, huîtres, moules, patelles

Milieu bas du platier
Fucus vesiculosus, corvée avec Sargassum Enteromorpha sp. Abondant

Bas du platier
Massif d'Hermelles (Sabellaia), F. serratus+vesiculosus, Ulva Frequent, Enteromorpha sp. Commun.

Photo n° 1705

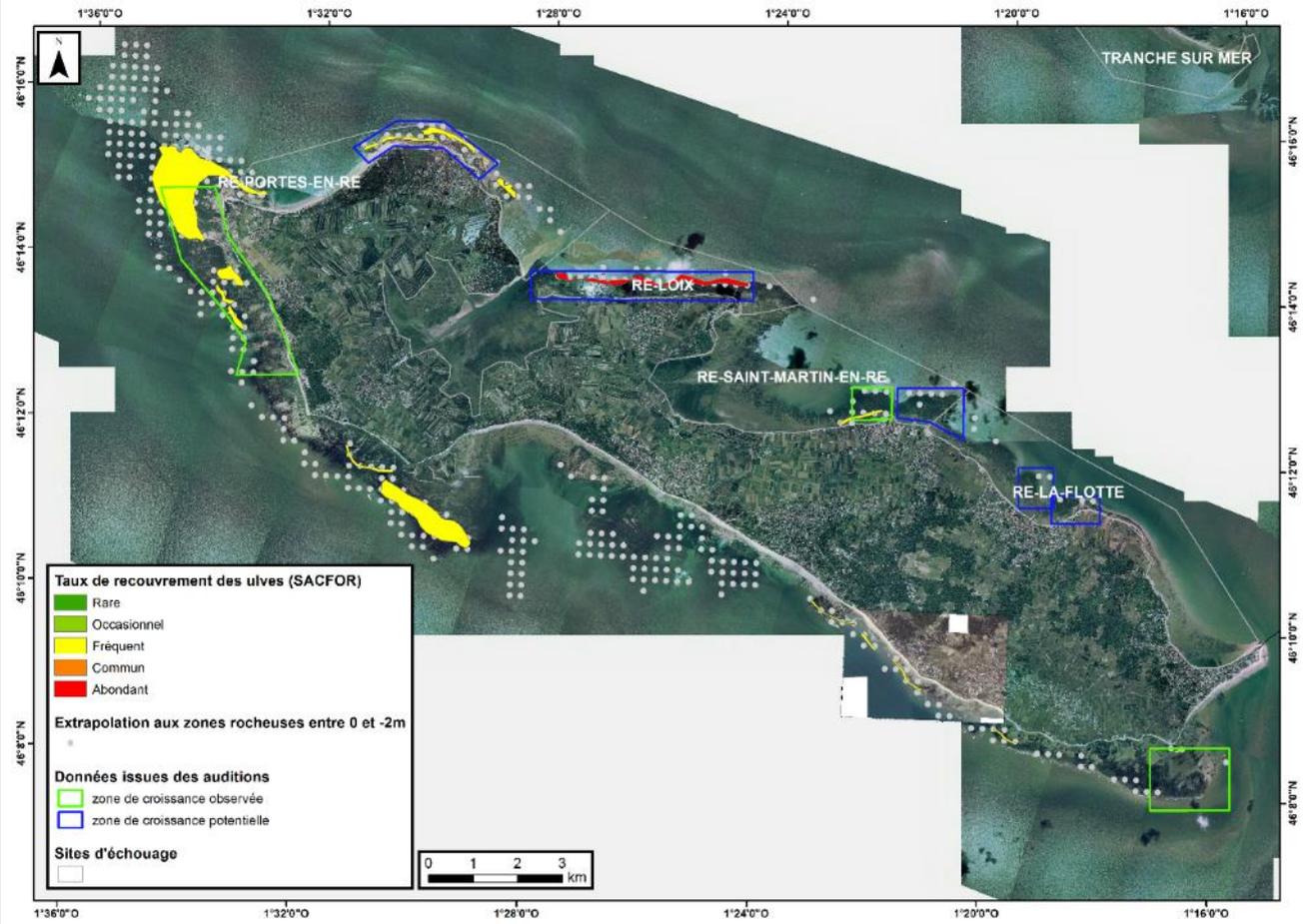
Photo n° 1706

Photo n° 1707

★ = Zone d'échantillonnage: trois quadrats et prélèvements
Terrain le 29/05/2013

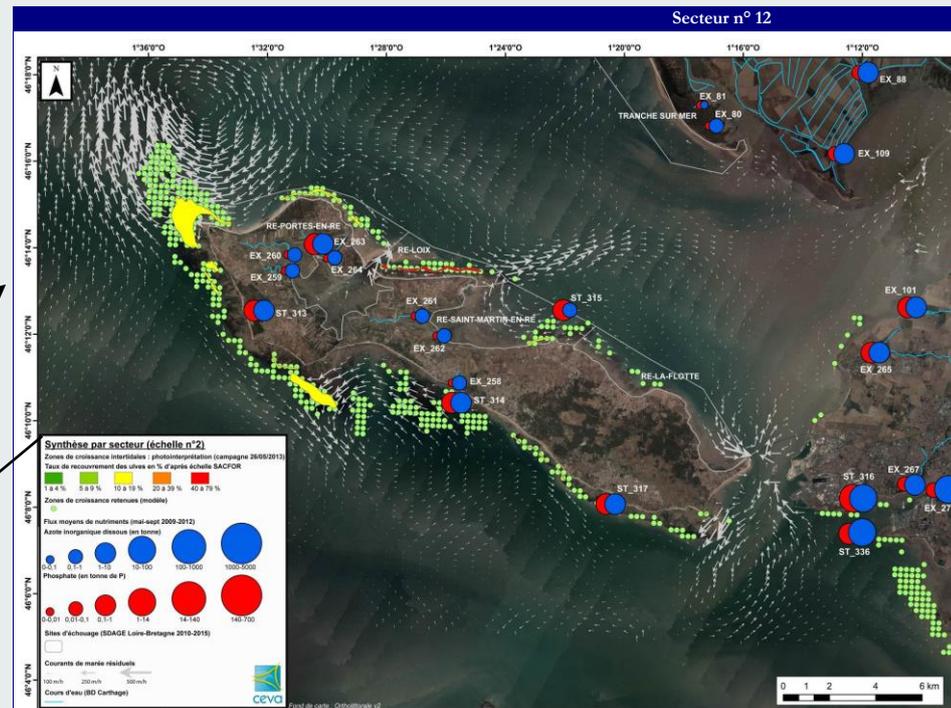
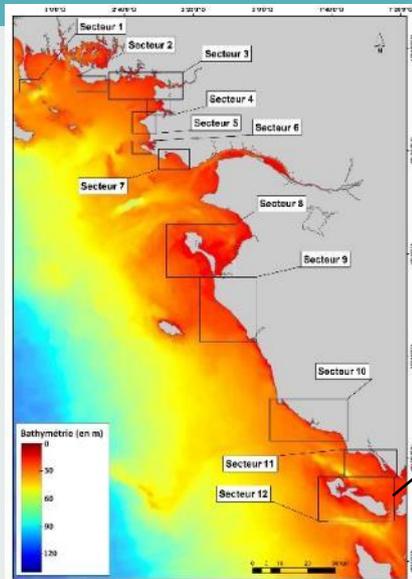
Diapic		Type d'algues échouées		Types d'algues vertes échouées		Type d'algues		Taux recouvrement diaplé algues	
% AB	% AV	% Ulva	% Sargassum	% Ulva	% Sargassum	% Ulva	% Sargassum	% AB	% AV
48	50	2	100	100	100	100	100	1	1

➤ Compilation de l'ensemble des informations acquises

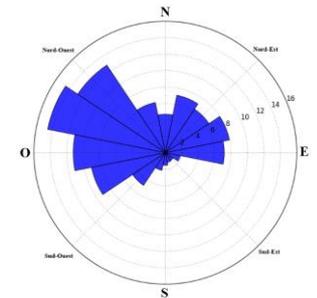


Détermination des zones sur lesquelles la croissance des algues est permise dans le modèle

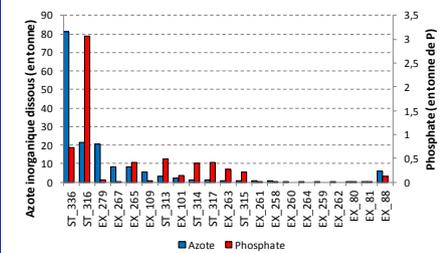
Objectif : Compilation cartographique des données existantes sur chaque secteur et sur chaque site d'échouage



Rappel : les flux présentés sont ceux qui ont été utilisés pour réaliser la modélisation des proliférations d'ulves dans le cadre de l'étude de connaissance des marées vertes sur le site. Une analyse plus fine des phénomènes locaux de prolifération algale imposera la collecte de données de débits et concentrations des exutoires locaux.

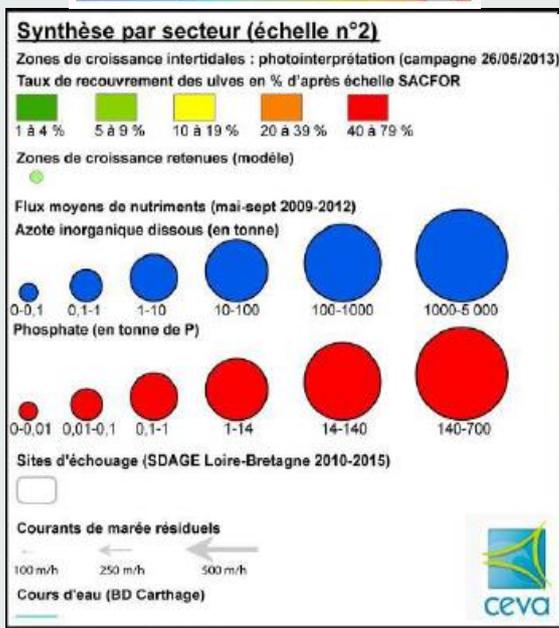


Pourcentage de répartition des vents selon seize secteurs sur la période du 1^{er} mai au 30 septembre 2009 à 2012 (Point de référence : Pointe du Lizay).

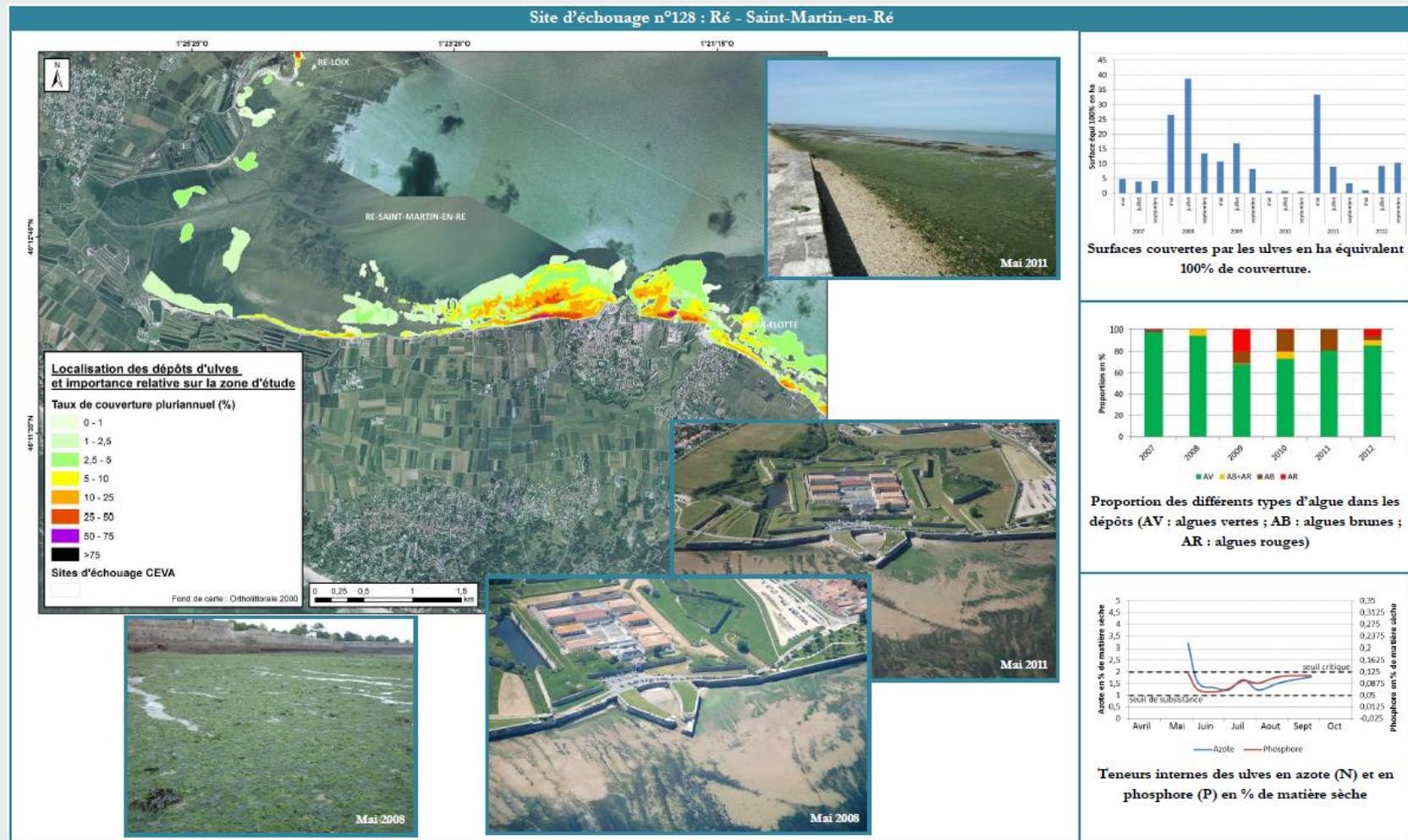


Flux d'azote inorganique dissous et de phosphate apportés par les différents exutoires (classement décroissant des exutoires selon le flux d'azote).

Données à l'échelle du secteur d'échouage



Objectif : Compilation cartographique des données existantes sur chaque secteur et sur chaque site d'échouage

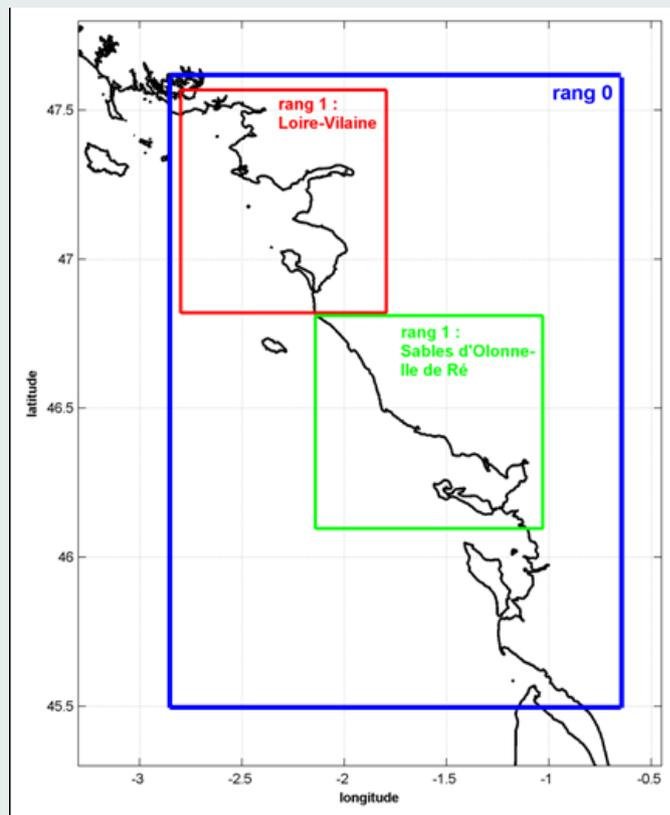


Données à l'échelle du site d'échouage

- **Contexte et objectifs de l'étude**
- **Résultats des différentes phases de l'étude**
 - => Etude bibliographique (mission A)
 - => Prospection des zones de croissance et sites d'échouage
 - Evaluation des flux d'apport en mer de nutriments (mission B)
 - => Par modélisation simulation des hypothèses de réduction marées vertes (mission C)
- **Conclusions et perspectives**

Validation du modèle : comparaison des données *in situ* qualité d'eau et quotas N et P des algues avec ces mêmes données modélisées : années 2009 et 2012

➤ Rappel de la structure du modèle

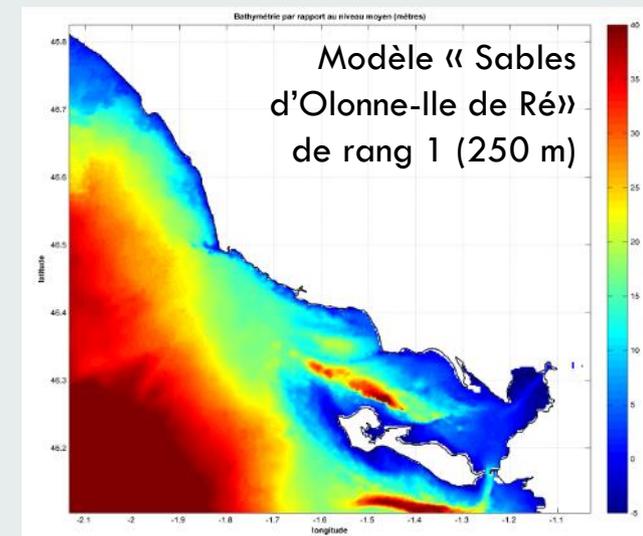
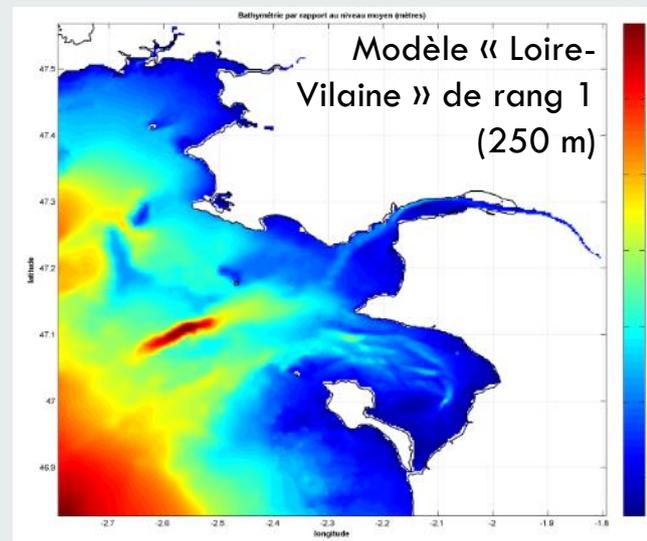


Modèle :

Eco mars 3D : courantologie et phytoplancton
+ module ULVES développé par le CEVA



Modèle en « boîtes » : rang 0 = 800m ; rangs 1 = 250m



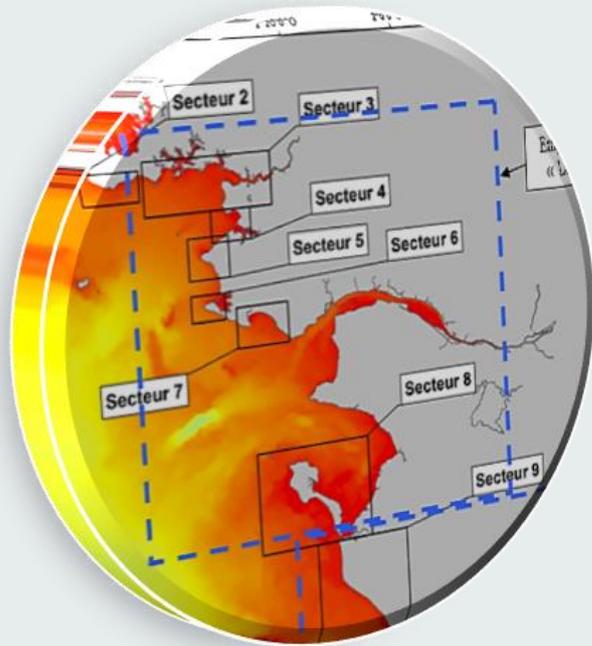
Modélisation des années 2009 et 2012 (calage), scénarii sur 2009

Premières séries de modélisations :

- Abattements des flux de la Loire seule, Vilaine seule, toutes sources sauf Loire, etc....
- Avec des valeurs « bruit de fond océanique » trop élevées (données issues de mesures en manche)
 - ⇒ **Faibles niveaux d'abattements des biomasses avec ces hypothèses**
 - ⇒ **Définition de simulations complémentaires**

➤ Présentation des scénarii

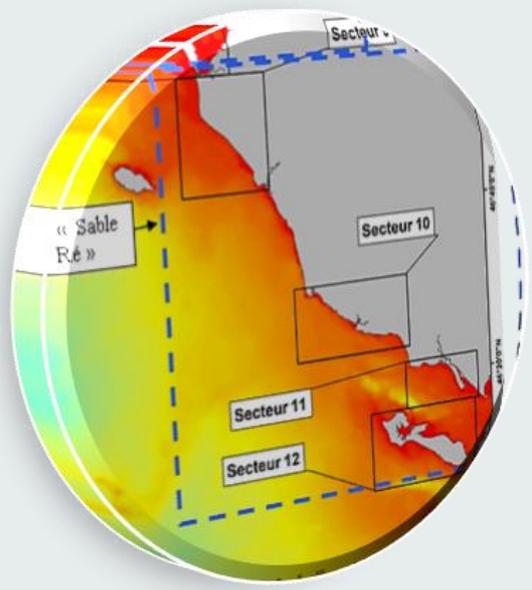
Référence du scénario	Pourcentage de réduction des flux de nutriments	Cours d'eau concerné
H25	- 15 % NO ₃	Tous les contributeurs
H26	- 30 % NO ₃	Tous les contributeurs
H27	- 60 % NO ₃	Tous les contributeurs
H28	- 30 % N (NO ₃ , NH ₄ , N _{org})	Tous les contributeurs
H29	- 30 % N et -30 % P	Tous les contributeurs
H30	retard dans le début de la marée verte	-
H31	- 15 % NO ₃ avec retard dans le début de la marée verte	Tous les contributeurs
H32	- 30 % NO₃ avec retard dans le début de la marée verte	Tous les contributeurs



Modèle « Loire-Vilaine »

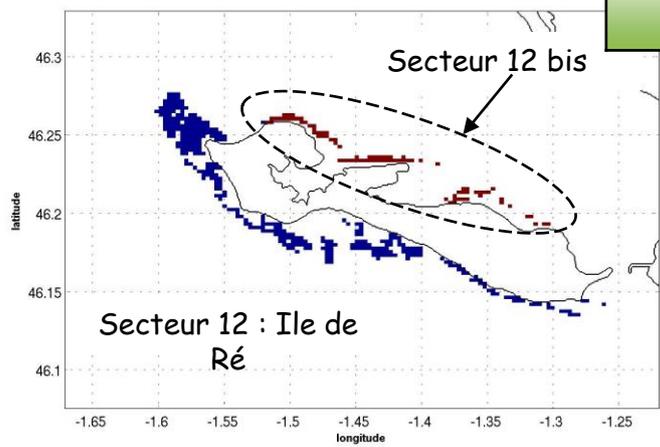
Scénario		Pourcentage d'abattement de la biomasse en ulves estimé sur juillet-août 2009 par rapport à la situation de référence							
		Domaine entier	Secteur 2	Secteur 3	Secteur 4	Secteur 5	Secteur 6	Secteur 7	Secteur 8
H25	- 15 % NO ₃ sur tous les contributeurs	13	13	10	9	18	16	9	17
H26	- 30 % NO ₃ sur tous les contributeurs	26	23	23	22	34	36	18	33
H27	- 60 % NO ₃ sur tous les contributeurs	49	48	55	48	62	62	34	43
H28	- 30 % N (NO ₃ , NH ₄ , N _{org}) sur tous les contributeurs	34	27	30	35	43	49	25	39
H29	- 30 % N (NO ₃ , NH ₄ , N _{org}) et - 30 % P sur tous les contributeurs	25	23	21	28	33	31	17	27
H30	retard dans le début de la marée verte	67	85	58	44	70	81	35	85
H31	- 15 % NO ₃ sur tous les contributeurs avec retard dans le début de la marée verte	75	89	66	52	85	88	42	91
H32	- 30 % NO ₃ sur tous les contributeurs avec retard dans le début de la marée verte	81	93	75	63	92	94	48	94

- Scénario H26 (NO₃ tous contributeurs - 30 %) : réduction d'un quart sur l'ensemble du domaine et d'un tiers sur secteurs 5 et 6
- Scénario H27 (NO₃ tous contributeurs - 60 %) : 49 % sur l'ensemble du domaine et 62 % sur secteurs 5 et 6
- Scénario H29 (-30 % N et -30 % P) moins réactif que H28 (-30 %N) : effet contre productif pour les ulves en raison du moindre pompage de l'azote par le phytoplancton
- Scénarii H30-H31-H32 {retard 1 mois ½ + (0 % ; -15 % ; -30 %) NO₃} : abattements importants. En intégrant effet de la diminution des apports sur les stocks de reconduction + accidents climatiques
- Faibles abattements sur la biomasse en phytoplancton



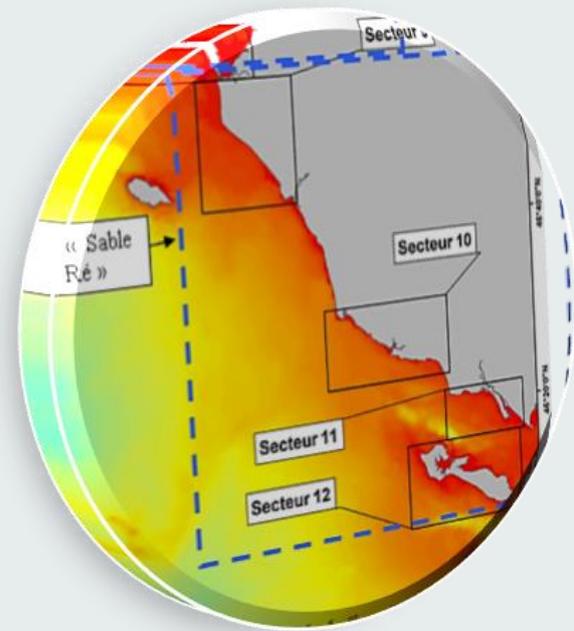
Modèle « Sables d'Olonne-Ré »

Scénario		Pourcentage d'abattement de la biomasse en ulves estimé sur juillet-août 2009 par rapport à la situation de référence					
		Domaine entier	secteur 9*	secteur 10	secteur 11	secteur 12	secteur 12 bis
H25	- 15 % NO ₃ sur tous les contributeurs	5	3	8	14	4	10
H26	- 30 % NO ₃ sur tous les contributeurs	6	6	9	15	5	13
H27	- 60 % NO ₃ sur tous les contributeurs	8	10	10	17	7	16
H28	- 30 % N (NO ₃ , NH ₄ , N _{org}) sur tous les contributeurs	6	8	9	16	5	14
H29	- 30 % N (NO ₃ , NH ₄ , N _{org}) et -30 % P sur tous les contributeurs	7	7	10	16	6	14
H30	retard dans le début de la marée verte	52	55	53	65	50	70
H31	- 15 % NO ₃ sur tous les contributeurs avec retard dans le début de la marée verte	53	57	55	67	51	72
H32	- 30 % NO ₃ sur tous les contributeurs avec retard dans le début de la marée verte	54	60	57	69	52	74



- Scénarii (H25 à H29) : abattements faibles (idem pour le phytoplancton)
- Scénarii H30-H31-H32 {retard 1 mois ½ + (-15 %;-30 %) NO₃} : nettement plus réactifs. **En intégrant effet de la diminution des apports sur les stocks de reconduction + accidents climatiques**

➤ Remarques concernant le modèle Sables d'Olonne - Ré



- **Etude centrée sur le littoral sous influence Loire-Vilaine**
- **En fin d'étude : analyse de la sous estimation probable des flux de la Gironde (secondairement Charente et Loire Vilaine) = **biais numériques qui pourraient être contournés.****
- **Taille des mailles (250 m) et informations de flux collectées non adaptés à des questions très locales à l'échelle de petits sites ou de plages (dysfonctionnement d'une STEP locale par exemple)**
- **Résultats des scénarii dépendant de l'année météo-climatique (2009)**

Sédiment



A court/moyen terme, une diminution du relargage sédimentaire est attendue en rapport avec la diminution de l'apport en matière organique

Tucker et al., 2007

Algues vertes



A court/moyen terme les algues vertes peuvent diminuer rapidement pour laisser place aux algues pérennes

Kraufvelin et al., 2006
Bokn et al., 2003

Réaction attendue en dehors de tout autre facteur pouvant perturber le système et augmentant le temps de réponse du système (pollutions, changement climatique, activité anthropique spécifique...) – Thompson et al., 2002 ; Diez et al., 2014



Pourcentage d'abattelements de la biomasse d'algues vertes est estimé *a minima* sur le court terme par le modèle

- **Contexte et objectifs de l'étude**
- **Résultats des différentes phases de l'étude**
 - => Etude bibliographique (mission A)
 - => Prospection des zones de croissance et sites d'échouage
Evaluation des flux d'apport en mer de nutriments (mission B)
 - => Par modélisation simulation des hypothèses de réduction marées vertes (mission C)
- **Conclusions et perspectives**



« Marées vertes » majoritairement de type 2, résultat de l'eutrophisation des eaux côtières

Influence majeure des apports de nutriments de la Loire et de la Vilaine (à affiner pour le secteur sud Ile de Ré)

Réduction de 30 % des apports azotés de tous les contributeurs = sur une année (2009) biomasse d'algues vertes réduite de 25 % (sur le secteur côtier sous influence directe de la Loire et de la Vilaine)

Biais de modélisation qui tendent à minimiser l'impact d'une réduction des apports azotés sur le secteur Sables d'Olonne - Ré

La modélisation ne tient pas compte des interactions écologiques complexes et des autres facteurs environnementaux qui peuvent influencer la dynamique des populations algales sur les platiers rocheux

Elaboration possible d'un outil prédictif sous condition d'une bonne connaissance des caractéristiques climatiques induisant des échouages ainsi que les facteurs impliqués dans la dynamique de colonisation des platiers rocheux par les algues vertes

- ✓ L'étude met en évidence l'implication de la Loire (et Vilaine) dans l'enrichissement nutritionnel du secteur d'étude, au moins sur la partie Nord. La limitation des flux azotés de ces fleuves devrait permettre d'améliorer la situation de ce littoral.
- ✓ Des biais numériques rendent plus difficile l'interprétation de l'évolution sur le secteur de l'île de Ré (Oléron pas pris en compte) en cas de limitation des flux des grands fleuves.
- ✓ Un complément d'étude pourrait permettre d'affiner les conclusions sur le littoral charentais et quantifier le poids de la Charente, Gironde, Loire et apports plus locaux. Deux possibilités :
 - Simple reprise de l'étude actuelle en levant les biais identifiés,
 - Etude plus spécifique sur le littoral charentais centrée sur les 2 îles et incluant une reprise des estimations des flux locaux comme réalisé dans le cadre de la présente étude au sud de La Rochelle

Ordre du jour

I/ définition de l'eutrophisation marine et types de marées vertes

II/ Etat des lieux en Charente-Maritime – suivi DCE

Sylvain BALLU - CEVA

III/ Restitution de l'étude de connaissance des marées vertes sur le littoral Atlantique

Hélène LEGRAND – DREAL Pays de la Loire

Sylvain BALLU - CEVA

IV/ Retours d'expérience Oléron et Ré (échouages, suivis, études)

Sylvain BALLU – CEVA

Sylvie DUBOIS – CdC île de Ré

V/ actions en cours et perspectives



Evaluation de la participation de différentes sources aux concentrations locales de sels nutritifs sur l'île d'Oléron

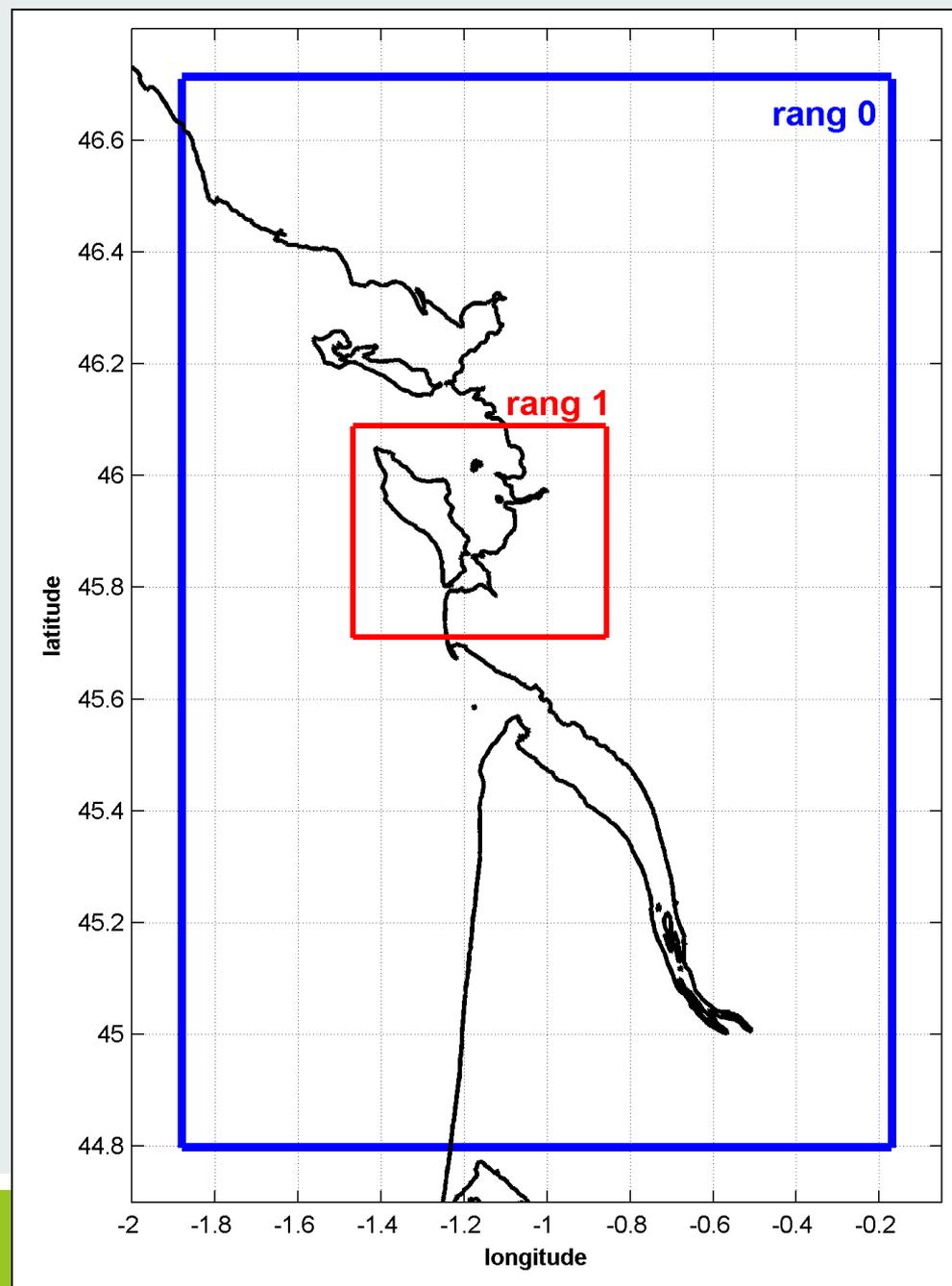


Etude en MO AEAG-CDC Oléron, restituée en fin 2013

Définition des modèles emboîtés

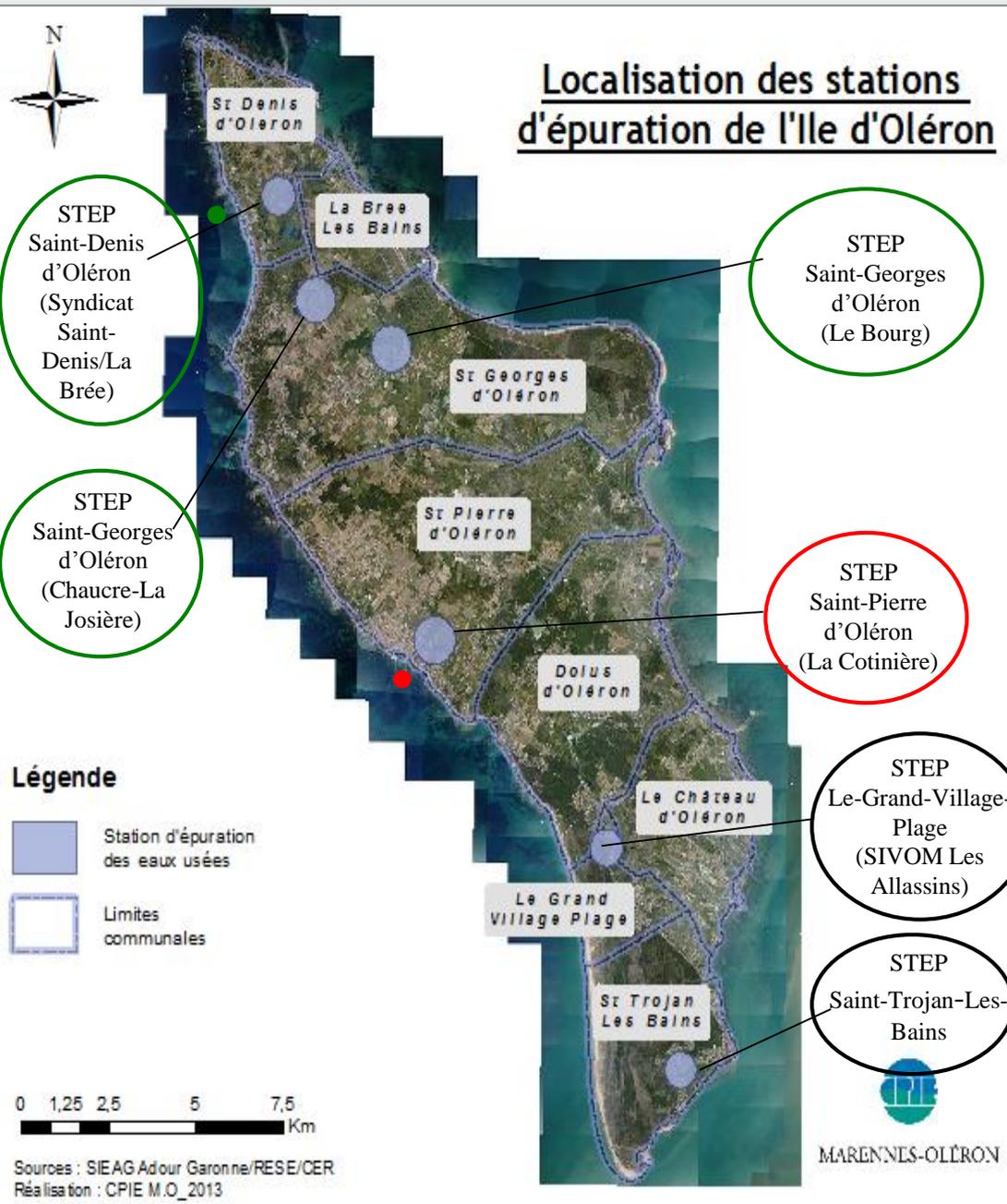
Modèle MARS3D de l'Ifremer

- **Rang 0** : 500 m / 20 niveaux
- **Rang 1** : 100 m / 10 niveaux
- Azote dissous : traceur passif et conservatif (pas de consommation par les micro/macro organismes)
- ✓ Rivières / fleuves retenus : Gironde (Dordogne + Garonne), Charente, Seudre
- ✓ Année hydrologique retenue : 2009 => année « moyenne »



Collecte et analyse des données de flux :

➤ **STEPs : recensement /collecte des données par IODDE**

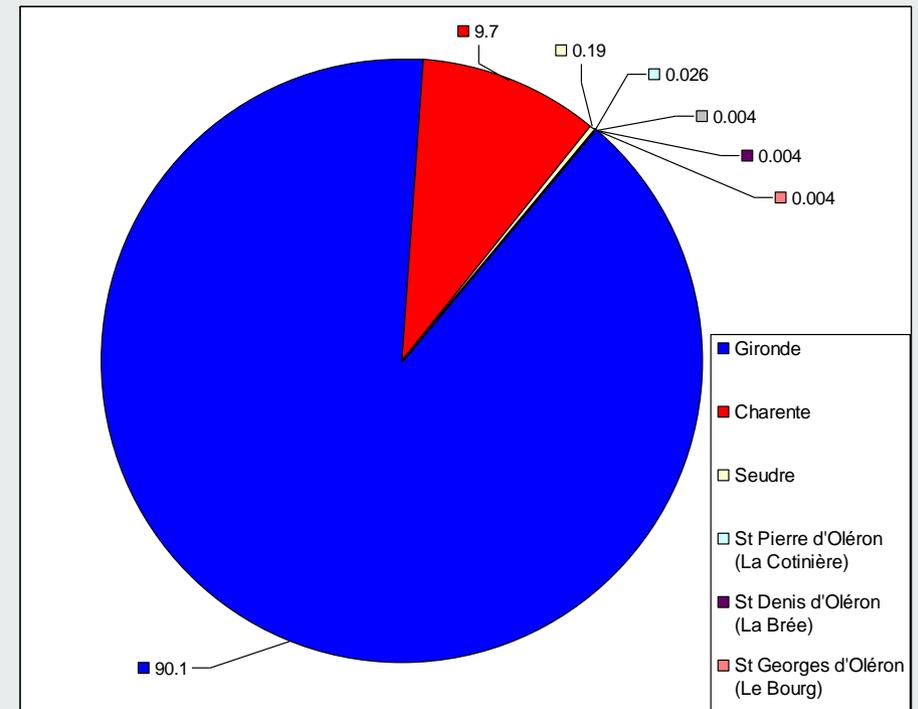


➤ **Steps St-Trojan-Les-Bains + Le-Grand-Village – Plage** : rejet par infiltration dans le cordon dunaire

➤ **Step La Cotinière** : rejet plage de Matha

➤ **Step La Brée, Le Bourg et Chaucre La Josière** : rejet Pointe des Trois Pierres

Répartition moyenne (%) du flux total d'avril à septembre 2009

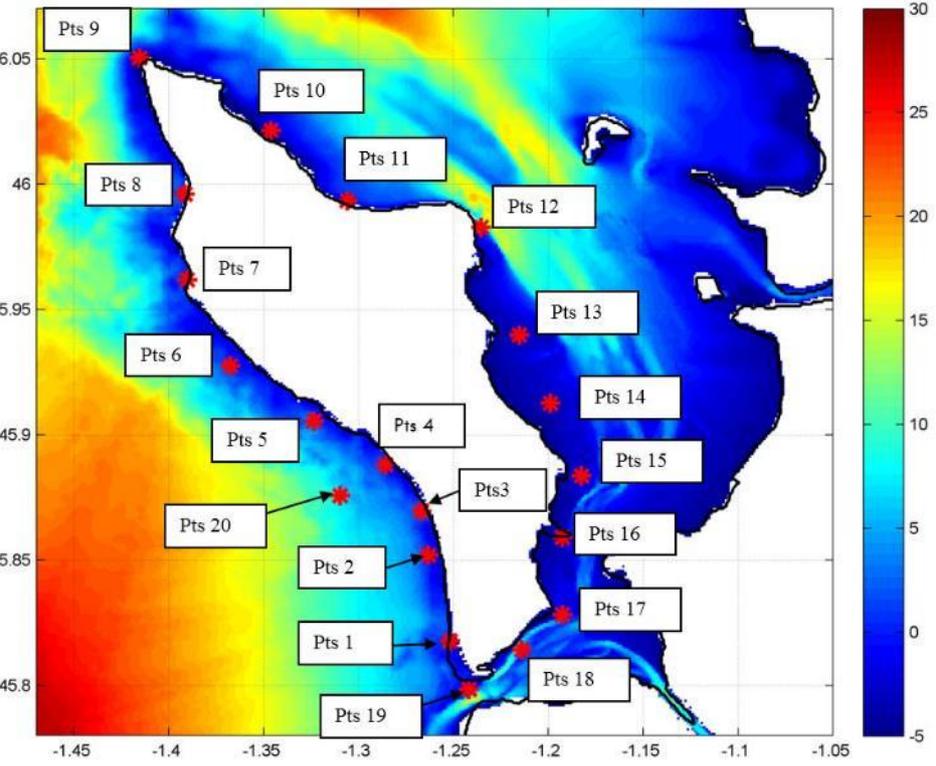


Exploitation du modèle de rang 1: dispersion de l'azote dissous

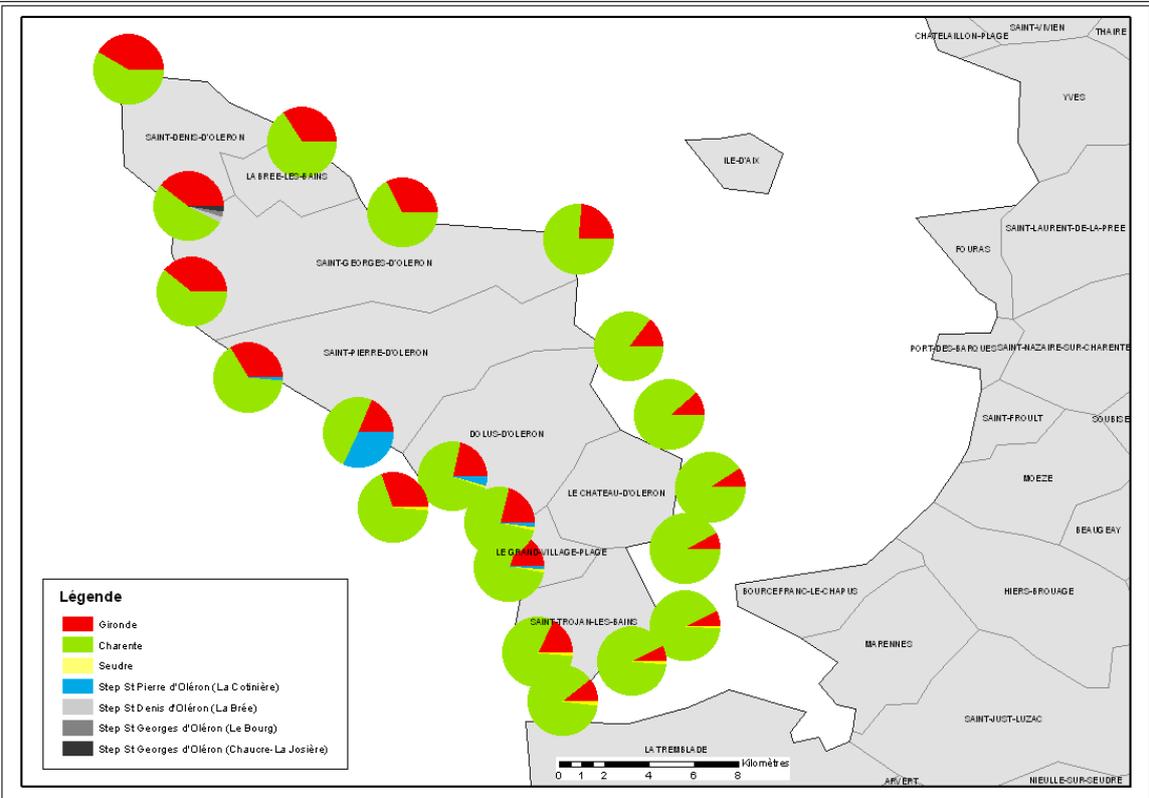


Calcul du pourcentage moyen d'azote dissous d'avril à septembre 2009

Localisation des 20 points fixes utilisés pour le suivi de l'azote dissous



Synthèse d'avril à septembre



Légende

- Gironde
- Charente
- Seudre
- Step St Pierre d'Oléron (La Coënière)
- Step St Denis d'Oléron (La Brée)
- Step St Georges d'Oléron (Le Bourg)
- Step St Georges d'Oléron (Chaucre-La Josière)

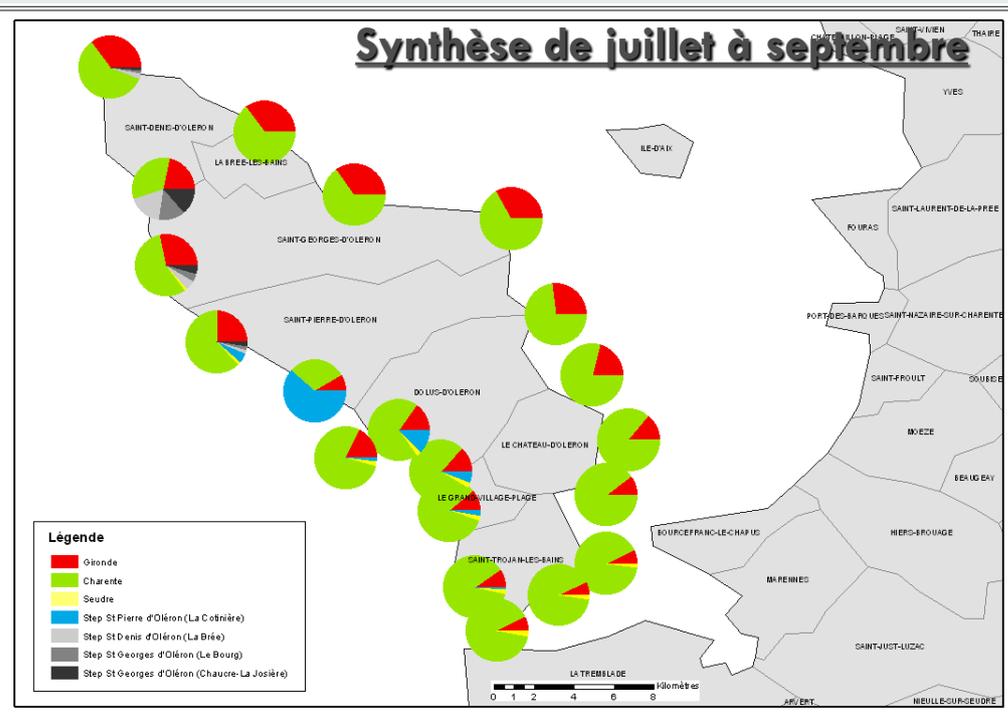
Exploitation du modèle de rang 1: dispersion de l'azote dissous

➤ Calcul du pourcentage d'azote dissous d'avril à septembre 2009

✓ Synthèse d'avril à septembre aux 20 pts fixes

numéro du point fixe	total des apports	Gironde	Charente	Seudre	Step St Pierre d'Oléron (La Cotinière)	Step St Denis d'Oléron (La Brée)	Step St Georges d'Oléron (Le Bourg)	Step St Georges d'Oléron (Chaucre-La Josière)
Pourcentage moyen estimé sur les 20 points fixes		21.91	74.38	0.89	2.12	0.23	0.20	0.21
Façade Atlantique (points 2 à 8)		27.31	64.12	1.04	5.86	0.58	0.51	0.54
Façade Marennes-Oléron (points 11 à 19)		13.85	85.35	0.71	0.01	0.00	0.00	0.00

Synthèse de juillet à septembre



12.32 sur juillet-septembre sur façade atlantique localement 60 % (point 5)

- ✓ **Azote considéré en tant que traceur passif et conservatif** (pas de consommation par les micro et macro organismes)
- ✓ **Sur la base de l'année 2009 :**
 - ✓ **Participation dominante de la Charente d'avril à septembre (75 %) et de la Gironde (22 %)**
 - ✓ **Seudre : négligeable** (< 1 % et 0.2 % des apports en NID)
 - ✓ **STEPs : participation locale importante mais sur emprise limitée**
 - **Cotinière (20 pts fixes) : 2 % sur avr-sept et 4.5 % sur juil-sept**
 - **Cotinière (au pts fixe 5) : 32 % sur avr-sept et 60 % sur juil-sept**
 - **La Brée, Le Bourg, Chaucre (20 pts fixes) : 0.6 % au total sur avr-sept et 4 % sur juil-sept**
 - **La Brée, Le Bourg, Chaucre (au pts fixe 8) : 25 % au total sur avr-sept et 50 % sur juil-sept**
 - **4 STEP : 8,5 % (20 pts fixes) et 22,5 % (façade Atlantique) pour juil-sept**

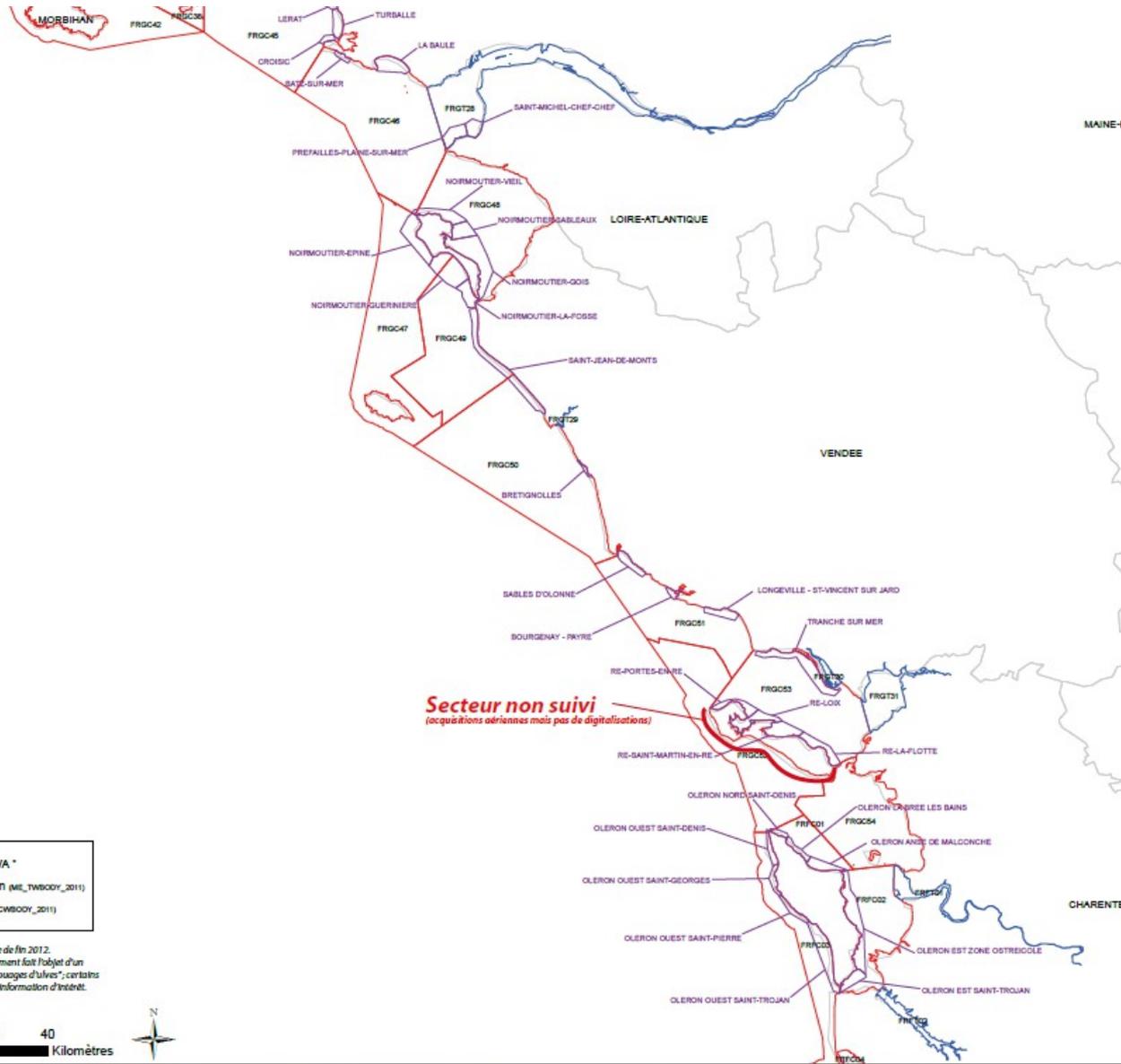


La problématique algues vertes sur l'île de ré

La problématique algues vertes sur l'île de Ré

- **Le secteur d'étude du CEVA**
- **Les zones impactées sur l'île de Ré**
- **La décision du conseil communautaire du 20 novembre 2014**

Le secteur d'étude du CEVA : à compléter pour la côte sud de l'île de Ré



	Sites délimités par le CEVA *
	Masse d'Eau de Transition (MIE_199007_2011)
	Masse d'Eau Côtière (MIE_099007_2011)

* Liste des sites délimités par le CEVA en date de fin 2012.
Tous les sites délimités n'ont pas obligatoirement fait l'objet d'un classement comme "site touché par des échouages d'ulves"; certains ont été délimités pour pouvoir archiver une information d'intérêt.



Les zones impactées sur l'île de Ré

Présence avérée d'algues vertes sur la côte nord de l'île :

- Les Portes en Ré
- Loix
- Saint Martin de Ré
- La Flotte

Suspicion de présence d'algues vertes sur la côte sud de l'île :

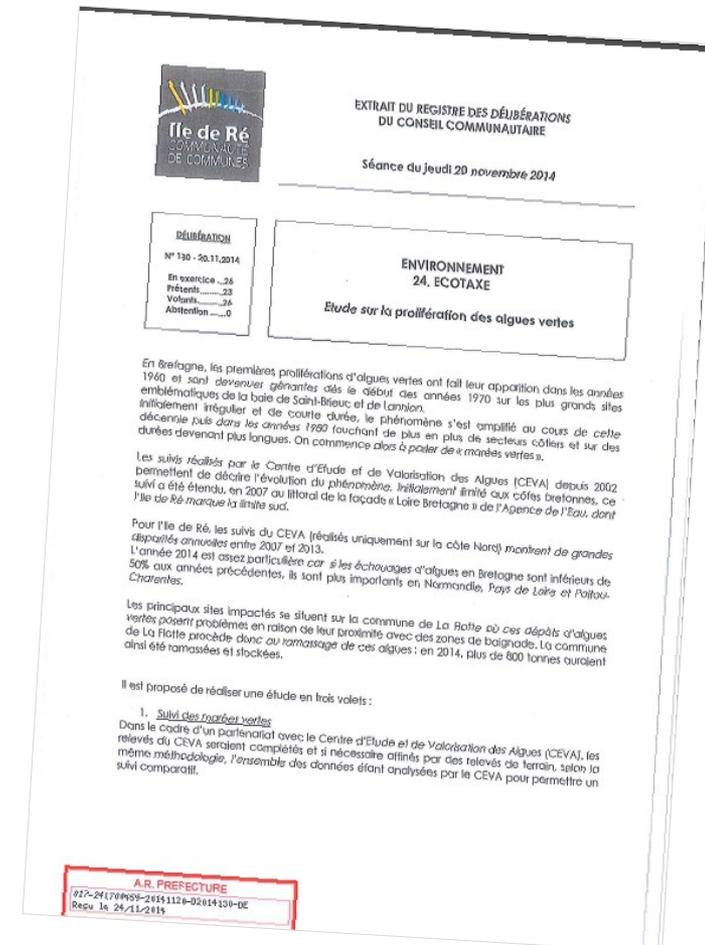
- La Couarde sur Mer
- Sainte Marie de Ré
- Rivedoux Plage

La décision du conseil communautaire du 20 novembre 2014

- Suivi des marées vertes dans le cadre d'un partenariat avec le CEVA
- Détermination des causes de la prolifération des algues vertes
- Ramassage, stockage et valorisation des algues vertes



Algues vertes / Présentation du 24 juin 2015



Ordre du jour

I/ définition de l'eutrophisation marine et types de marées vertes

II/ Etat des lieux en Charente-Maritime – suivi DCE

Sylvain BALLU - CEVA

III/ Restitution de l'étude de connaissance des marées vertes sur le littoral Atlantique

Hélène LEGRAND – DREAL Pays de la Loire

Sylvain BALLU - CEVA

IV/ Retours d'expérience Oléron et Ré (échouages, suivis, études)

Sylvain BALLU – CEVA

Sylvie DUBOIS – CdC île de Ré

V/ actions en cours et perspectives



Les actions en cours

Pour limiter les apports de nutriments dans les contributeurs :

- ◇ directive nitrates : 5^e programme d'actions applicable dans sa globalité depuis juin 2014
- ◇ mise en place de moyens incitatifs pour les agriculteurs (MAE)
- ◇ réseau assainissement pluvial : élaboration des schémas communaux, corrections des mauvais raccordements
- ◇ délimitation de zones sensibles à l'eutrophisation : traitement azote et/ou phosphore avec normes de rejets plus strictes à respecter dans les STEU (systèmes de traitement des eaux usées) + de 10 000 EH

Recommandations sanitaires du ministère de la santé

perspectives

- ◇ organisation de filières de ramassage et de compostage,
- ◇ développer la communication vers le public autour des sites d'échouages
- ◇ conduire des études, à l'échelle globale du littoral départemental, en utilisant des modèles biologiques permettant de simuler des scénarios de réduction de nutriments et d'établir des programmes d'actions pour réduire les échouages d'algues vertes

