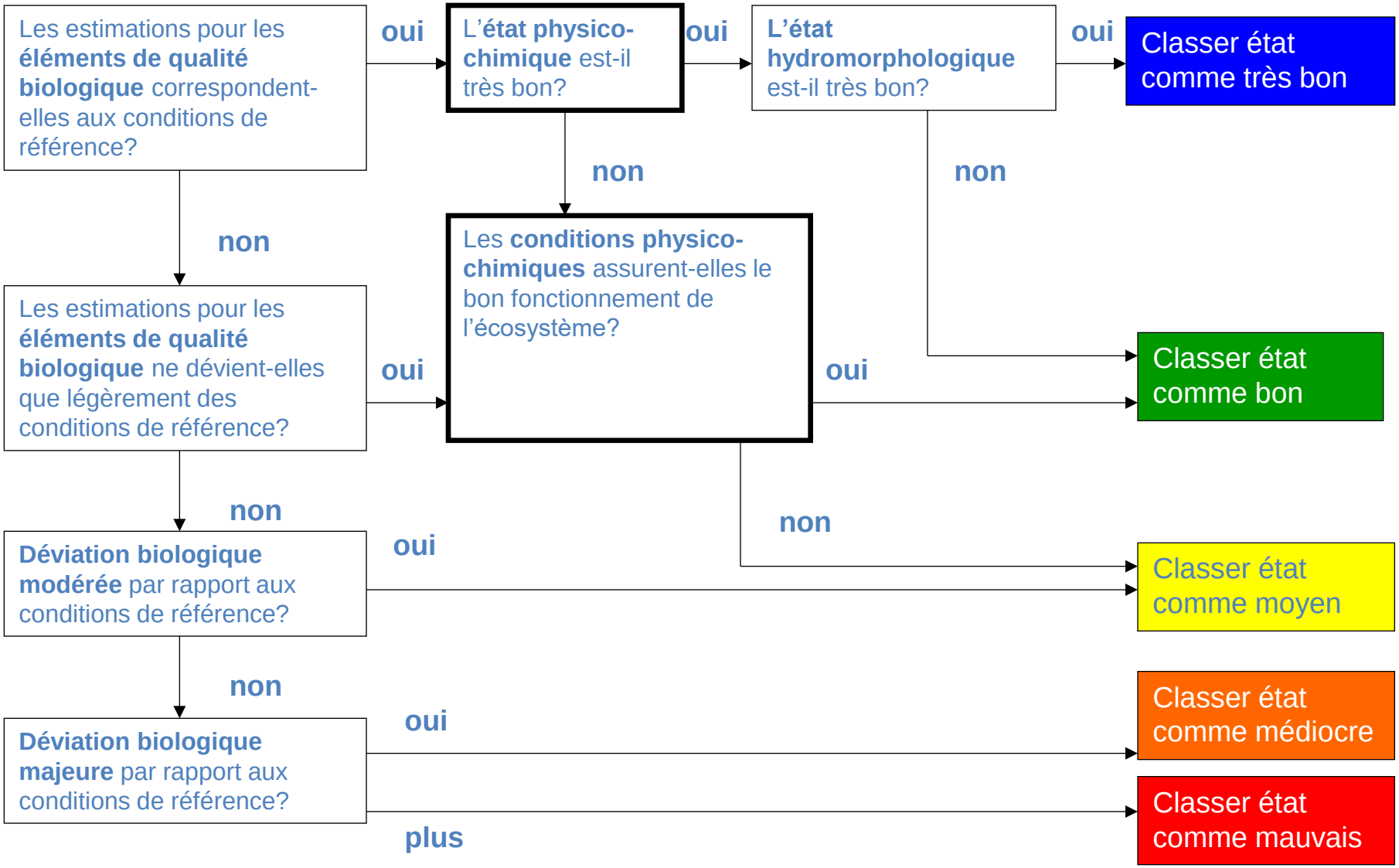
Mise en œuvre d'un indicateur de soutien à la biologie à travers de la notion de pression-impact : exemple des nutriments

Anne DANIEL, Dominique SOUDANT, Alice LAMOUREUX, Charlotte PROVOST

IFREMER DYNECO/PELAGOS – Brest, IFREMER VIGIES - Nantes

Rôle pondérateur des indicateurs physico-chimiques

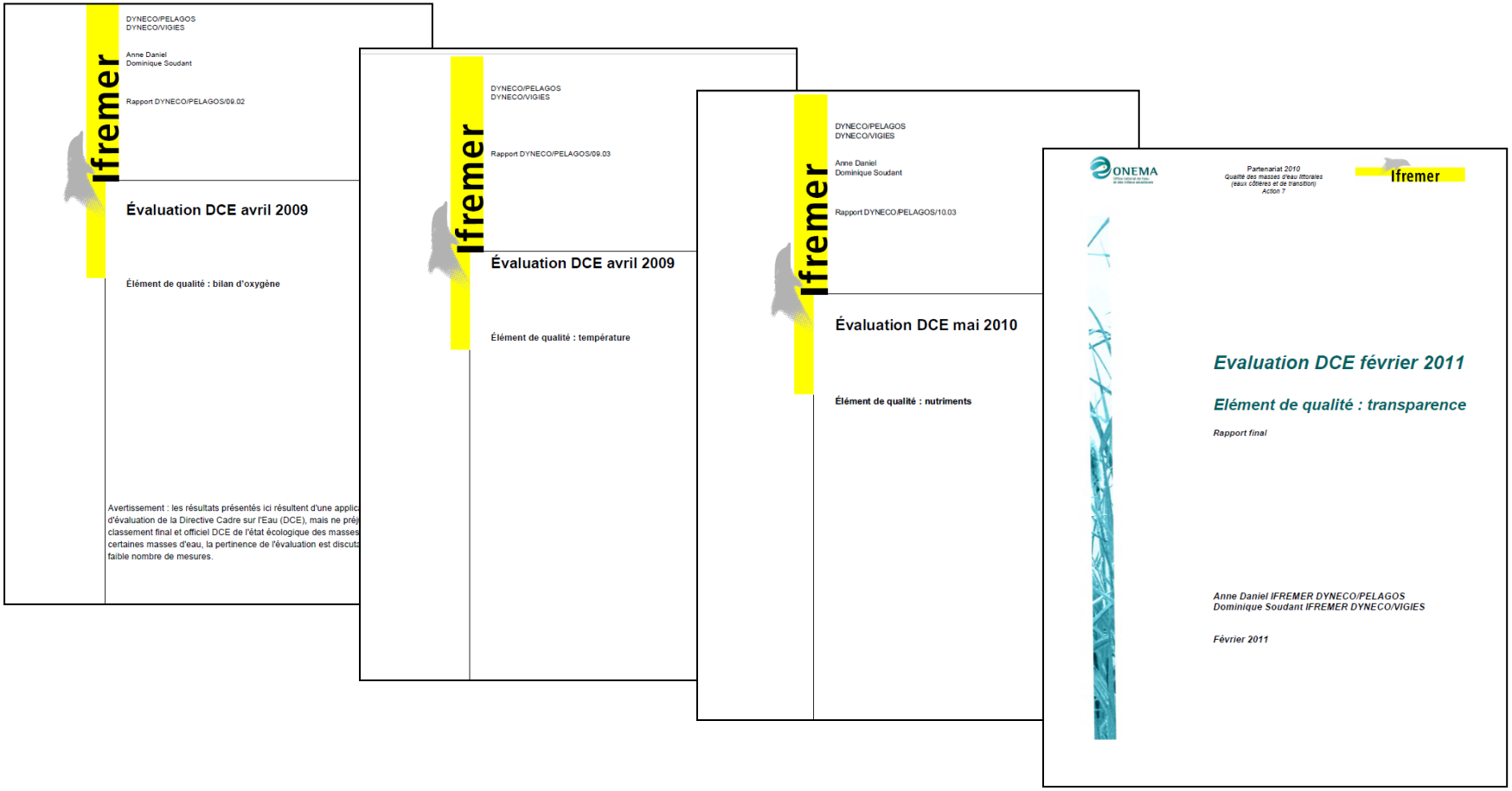


WFD Annex. V, Section 1.2

Eléments et fréquence de suivi minimale définis par la directive

Elément de qualité	Eaux de transition	Eaux côtières
Phytoplancton	*6 mois*	*6 mois*
Température	3 mois	3 mois
Salinité	3 mois	/
Transparence	/	/
Bilan d'oxygène	3 mois	3 mois
Nutriments	3 mois	3 mois

Seuils et métriques des éléments de qualité physico-chimiques

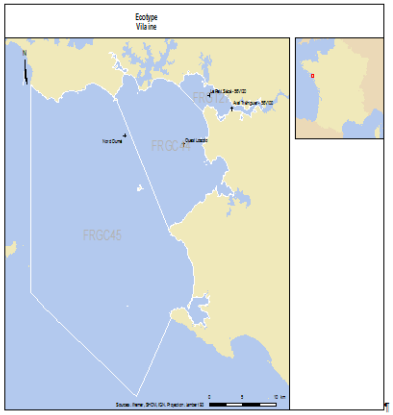


Evaluations annuelles sur période n-6

Ecotype Vilaine

Période de référence* : 2011-2016
Extraction des données nutriments* : 17/10/2017

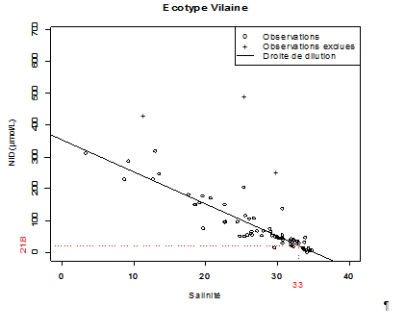
Situation



Point(s) contributif(s)

Mnemo point	Libellé point	Code masse eau	Statut	Nombre de mesures utilisées
063-P-002	Ouest Loscolo	FRGC44	DCE	38
065-P-012	Aval Tréhiguier - 56V100	FRGT27	DCE	16
065-P-013	Le Petit Sécé - 56V120	FRGT27	DCE	23
062-P-018	Nord Dumet	FRGC45	DCE	24

Graphique(s)



FRGC44 – Baie de Vilaine (cote)

Période de référence* : 2011-2016
Extraction des données nutriments* : 06/10/2017
Extraction des données biomasse* : 18/10/2017

Description de la masse d'eau

Typologie	C3 - Côte vaseuse modérément exposée
Ecotype*	Vilaine
ME de surveillance	Oui
ME opérationnelle	Oui
ME turbide*	Non

Évaluation de l'élément de qualité

Nutriments	EQR [IC]*		
	Grille*		
	Classe*		
	Confiance		

Évaluations des indices de l'élément de qualité

NID	Indice* [IC]	21.8 [16;26.9]	
	Seuil	20-33	
	Classe*	2	
	Confiance	34-66-0	

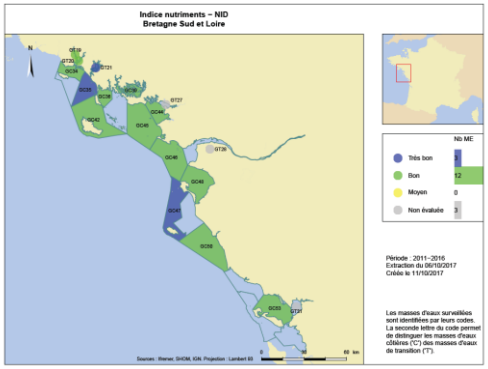
Information complémentaire % : indice biomasse

Biomasse	N	47 (48)	
	Indice*	11.2	
	Grille de l'indice	(5 - 10 - 20 - 40)	
	EQR [IC]*	0.3 [0.26;0.43]	
	Grille*	(0.08 - 0.17 - 0.33 - 0.67)	
	Classe*	3	
	Confiance	0-36-64-0-0	

N	nombre d'observations disponibles (nombre d'observations attendues)
Indice	résultat du calcul de la métrique dans l'unité du paramètre
Grille de l'indice	grille de lecture de l'indice définissant les 5 classes d'état
EQR	Ecological Quality Ratio, indice ramené sur l'intervalle [0*1], 0 étant le pire et 1 le meilleur
IC	intervalle de confiance à 95% de l'EQR
Grilles	grille de lecture de l'EQR définissant les 5 classes d'état du pire au meilleur
Classe	état de la masse d'eau au regard de l'EQR
Confiance	probabilité d'appartenance de la masse d'eau à chacune des 5 classes d'état au regard de la masse d'eau, de la meilleure à la pire

Commentaire

Cette première évaluation de l'indicateur nutriments est uniquement basée sur l'indice NID.



Détermination d'un indicateur nutriments

- Etat des lieux des données disponibles

- Acquisition d'un jeu de données -> mise en place du contrôle de surveillance

- Elaboration de seuils et de métriques en prenant en compte les facettes écologique, chimique, statistique et réglementaire

1ère étape : acquisition de données

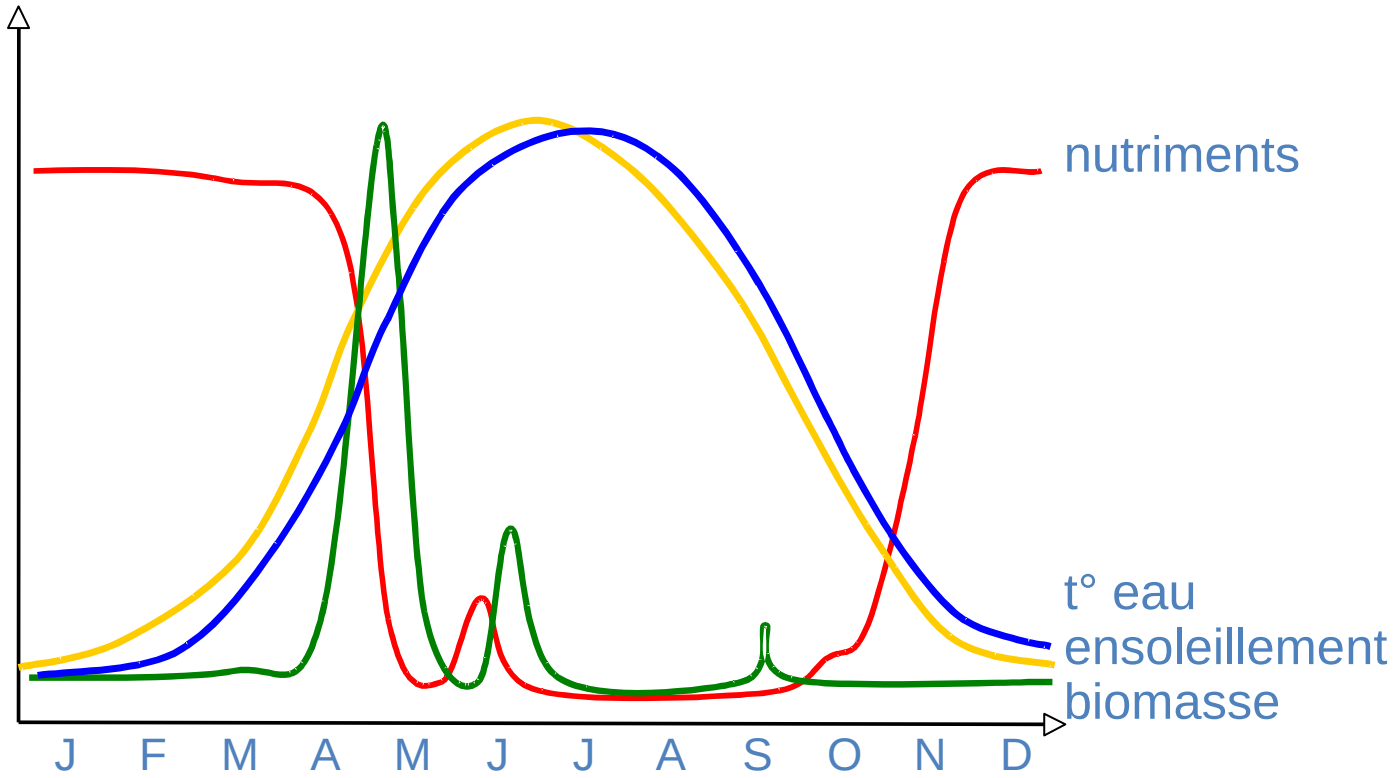
- Quelle forme chimique? N, P, Si

- Quelle phase? particulaire ou dissoute?

- Quels éléments dissous? NH4, NO3, NO2, PO4, Si(OH)4

- Quelle fréquence de prélèvement et à quelle période?

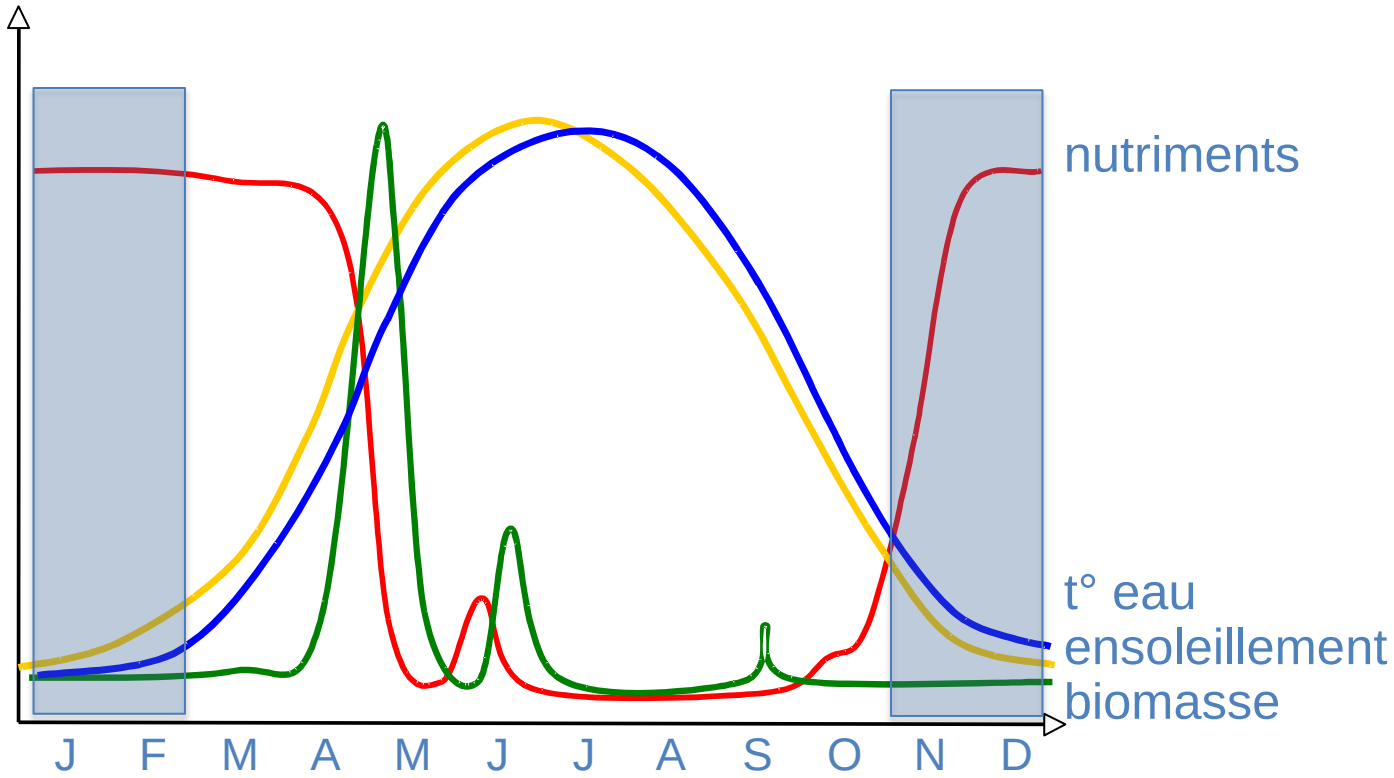
1ère étape : acquisition de données



Multiples paramètres intervenant dans la relation « enrichissement en nutriments » et « eutrophisation de la zone côtière » :

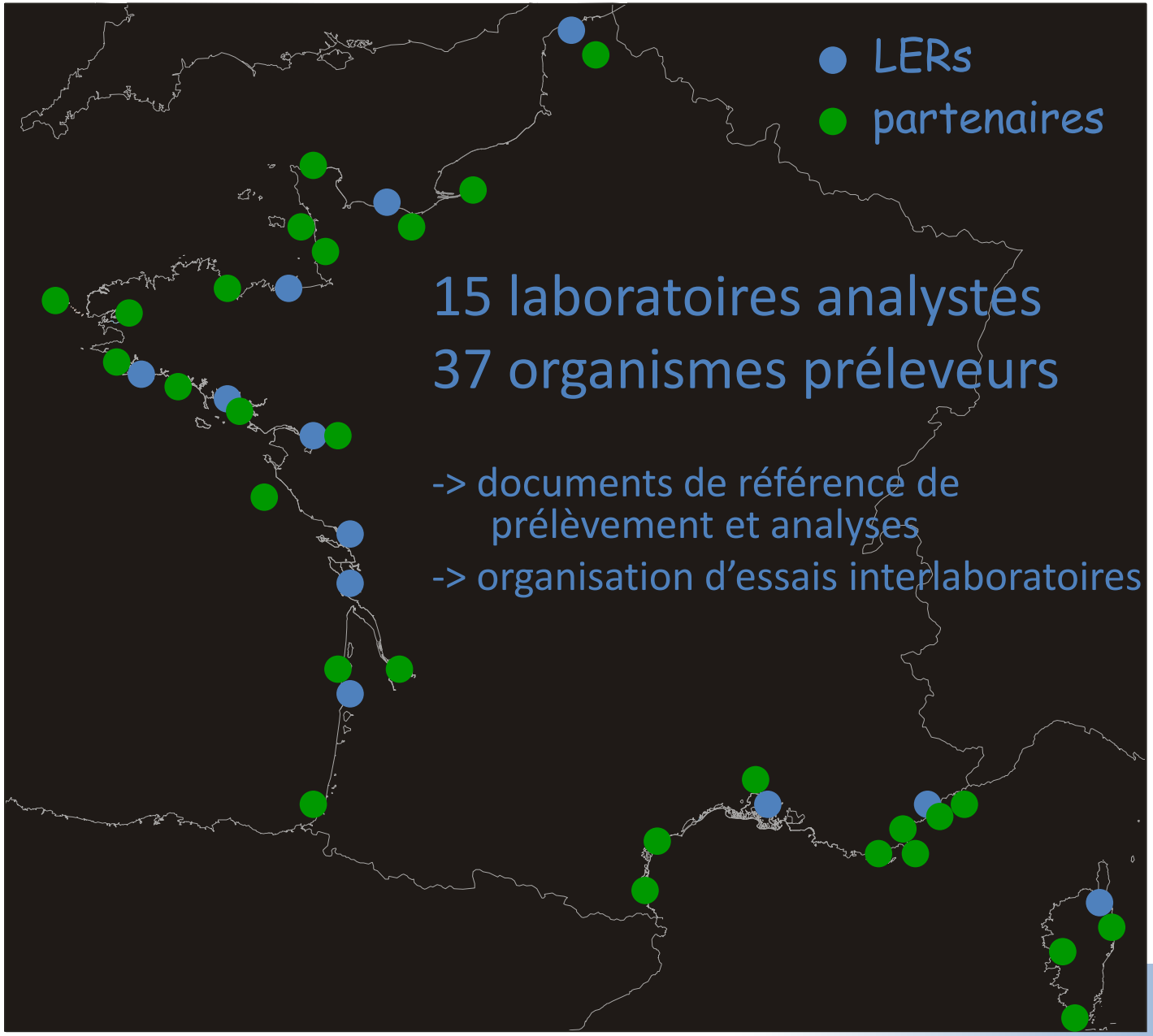
- déphasage temporel,
- turbidité,
- relation salinité-nutriments
- hydrodynamisme de la zone,
- nature du sédiment,
- etc…

1ère étape : acquisition de données



-> Période hivernale : concentrations max. pour la biologie en début de période productive

1ère étape : acquisition de données



Quel élément chimique?

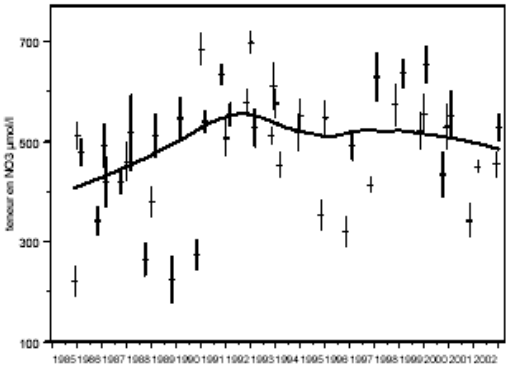
-> élément généralement limitant dans les eaux côtières

NID = NO3 + NO2 + NH4

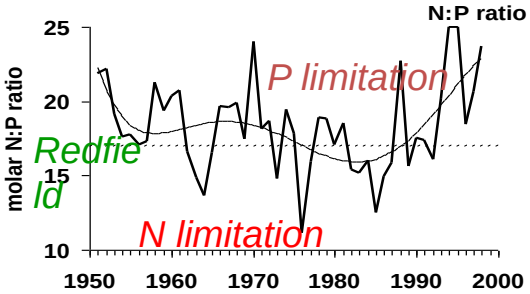
2ème étape : élaboration d'une métrique

A partir de :

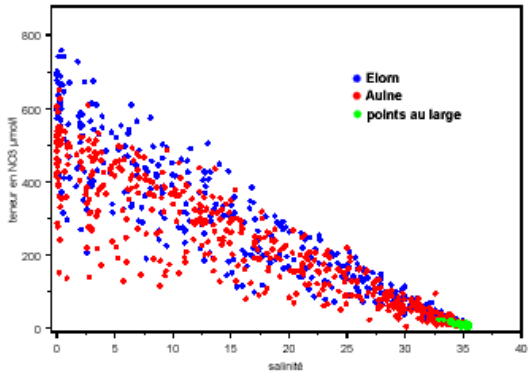
- flux?



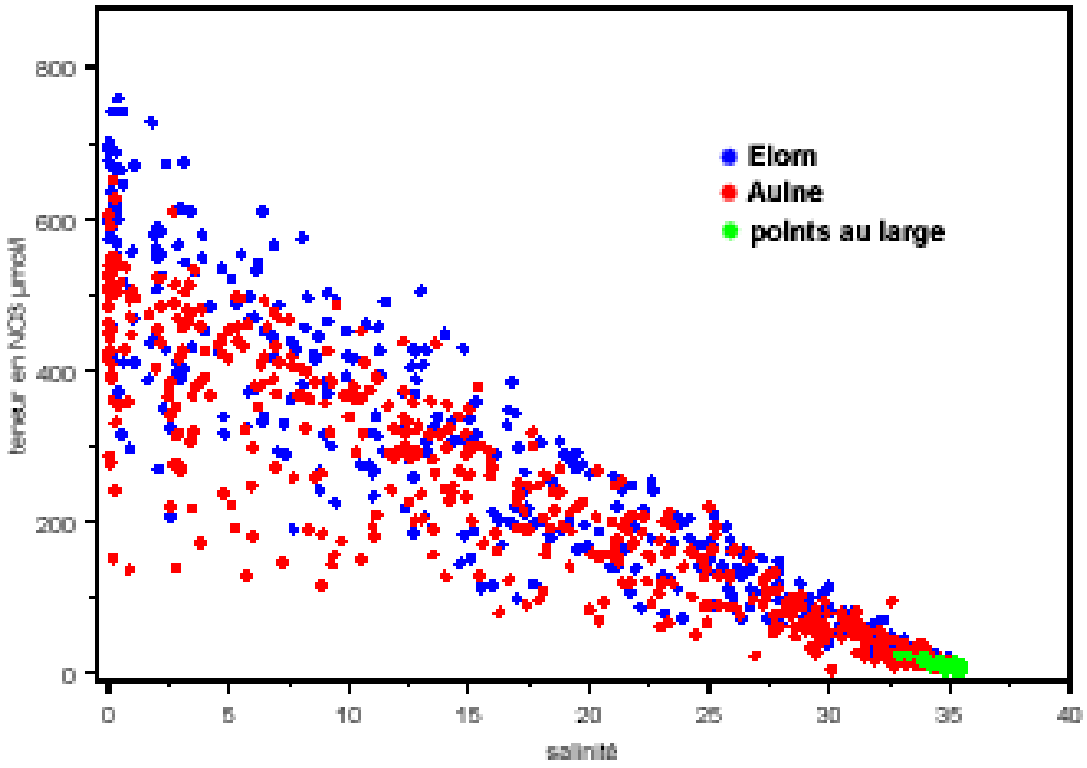
- rapport molaire?



- concentration?



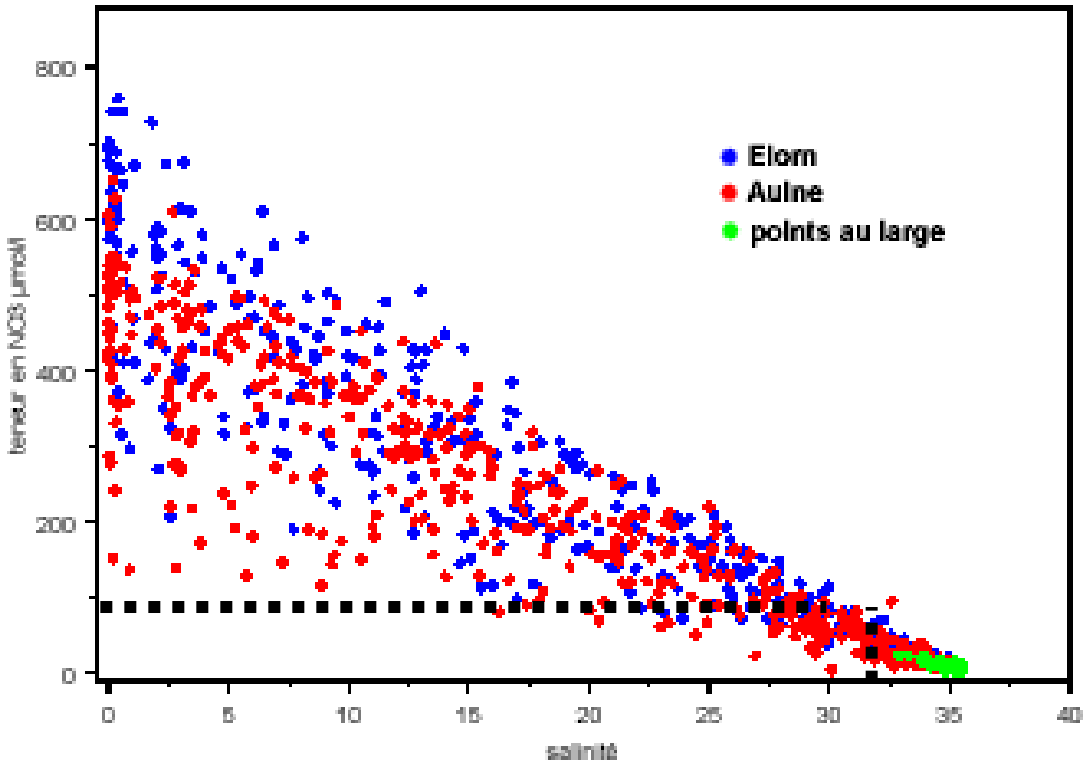
Nécessité de la prise en compte de la salinité pour permettre une comparaison des MEC et MET



2ème étape : élaboration d'une métrique

-> Normalisation de la concentration à salinité 33

Valeur seuil calculée pour l'ensemble des masses d'eau situées sur un même bassin versant



2ème étape : élaboration d'une métrique

Typologie DCE ne répond pas à la notion de bassin versant

-> Introduction de la notion d'écotype qui présente l'avantage de lier les MET et MEC

ECOTYPE
SW Cotentin
Rance
St Brieuc
Paimpol - Perros-Guirec
Lannion - Morlaix
Nord finistère
Brest - Elorn
Brest - Aulne
Douarnenez-audierne
Sud finistère
Laïta
Lorient
Etel
Loire
Golfe morbihan
Vilaine
Vendée
Pertuis Breton
Pertuis charentais

Masses d'eau	
FRGC45	Baie de Vilaine (large)
FRGC46	Loire (large)
FRGT28	La Loire
FRGC48	Baie de Bourgneuf
FRGC47	Ile d´Yeu
FRGC49	La Barre-de-Monts

2ème étape : élaboration d'une métrique

Métrique nutriments =

concentration d'azote inorganique dissous (µM) normalisée à 33 de salinité d'un écotype

3ème étape : élaboration de seuils

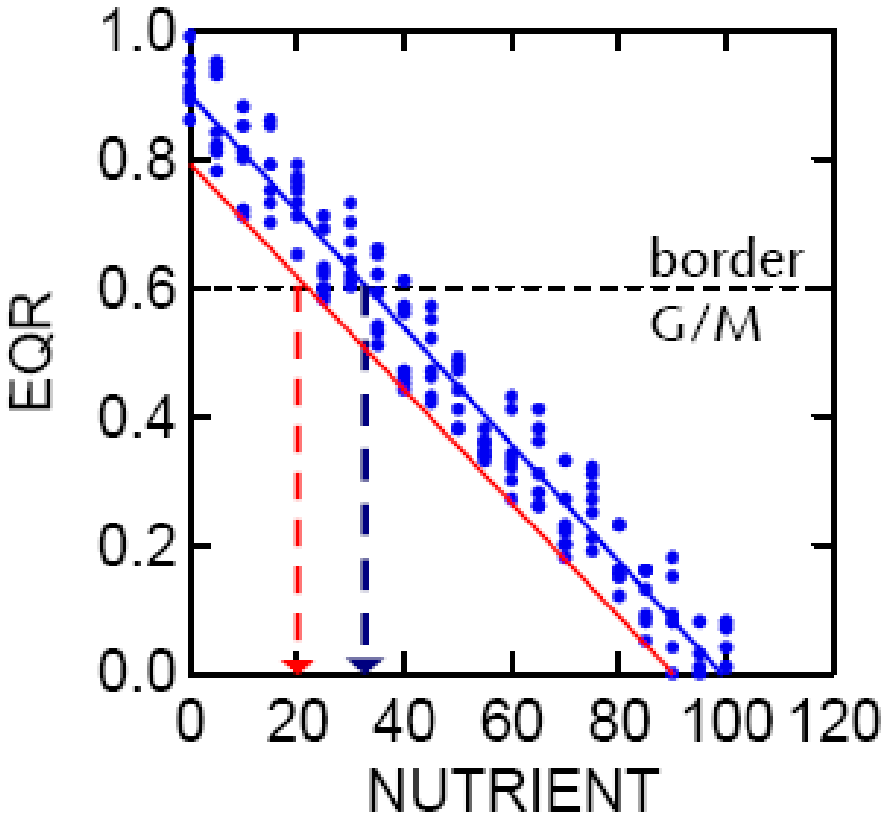
- Longues séries historiques

- Seuils existants

- Relation pression – impact

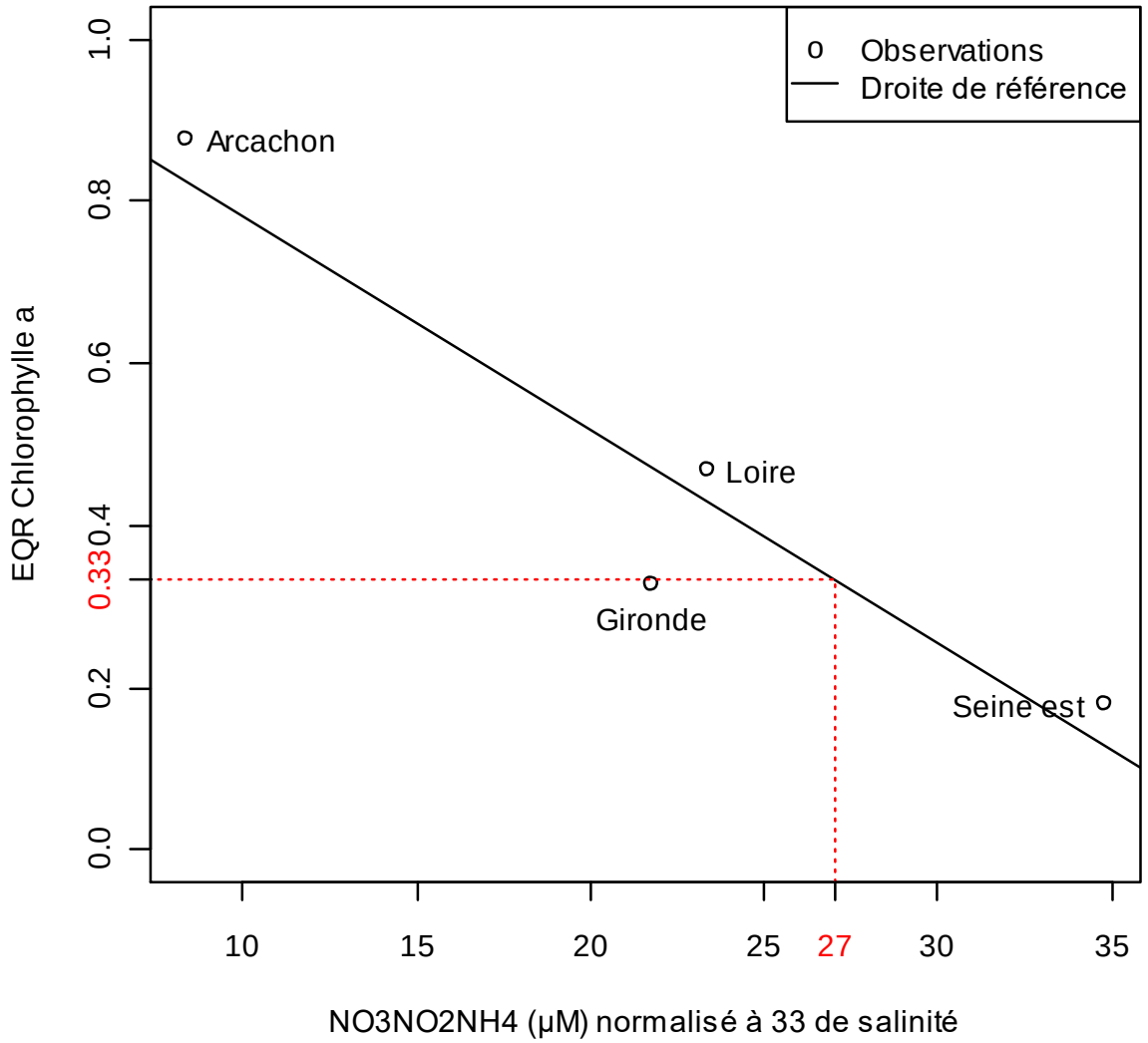
3ème étape : élaboration de seuils

Relation pression – impact basée sur le modèle de Vollenweider
-> concentration influençant le bon état écologique



Quel EQR biologique :
- biomasse?
- composition phyto?
- macroalgues?

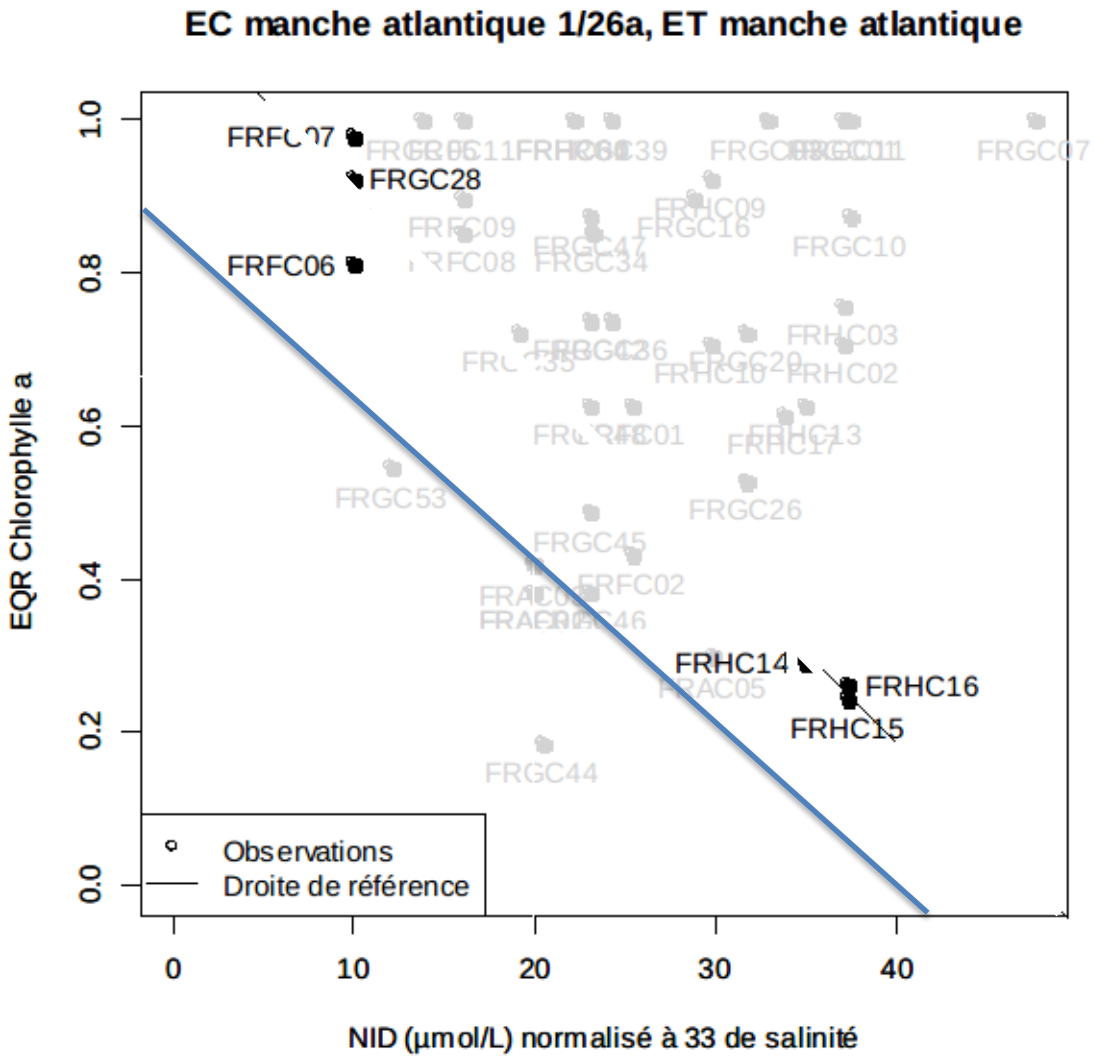
3ème étape : élaboration de seuils



Seuils 2010

basés sur des données historiques du RNO hydro et des réseaux de surveillance régionaux

3ème étape : élaboration de seuils



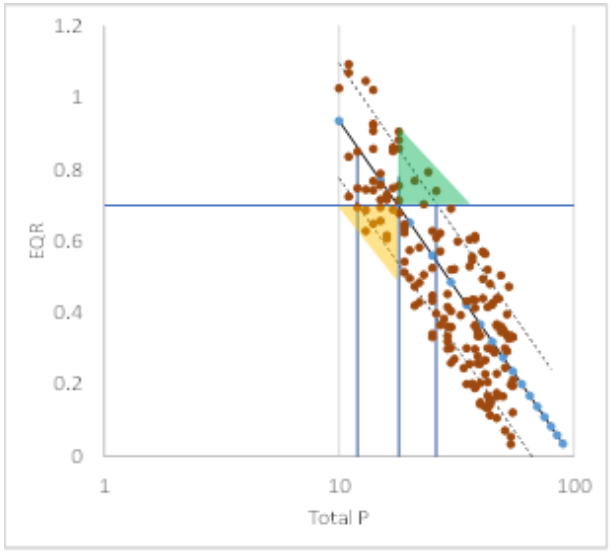
Seuils 2013

basés sur données DCE 2007 – 2012

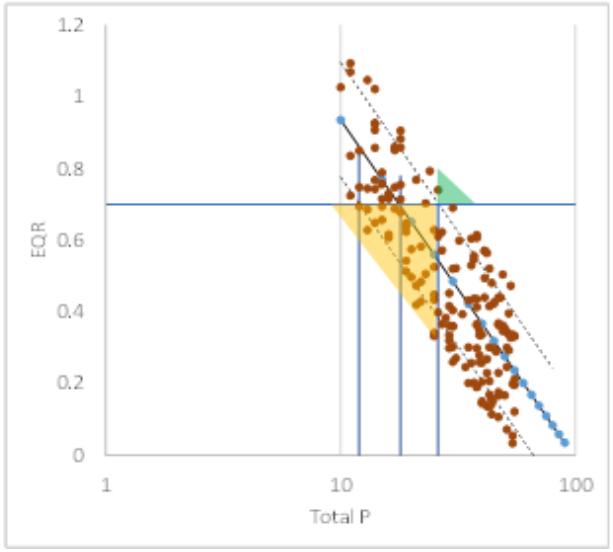
-> figure de type « coin inversé »

-> mise en évidence de pressions multiples

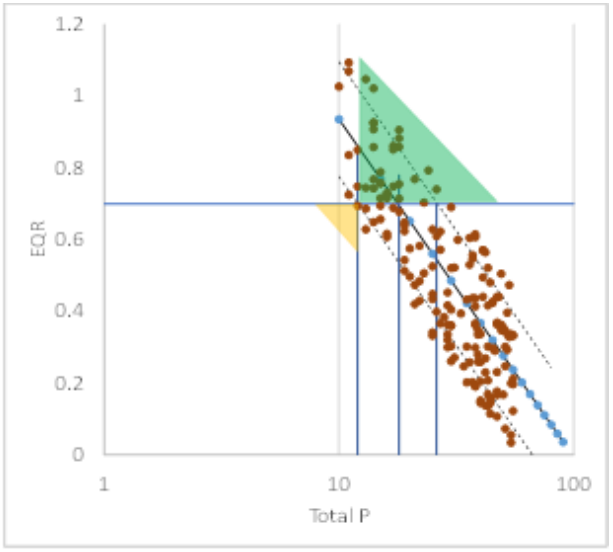
3ème étape : élaboration de seuils



Valeur modérée

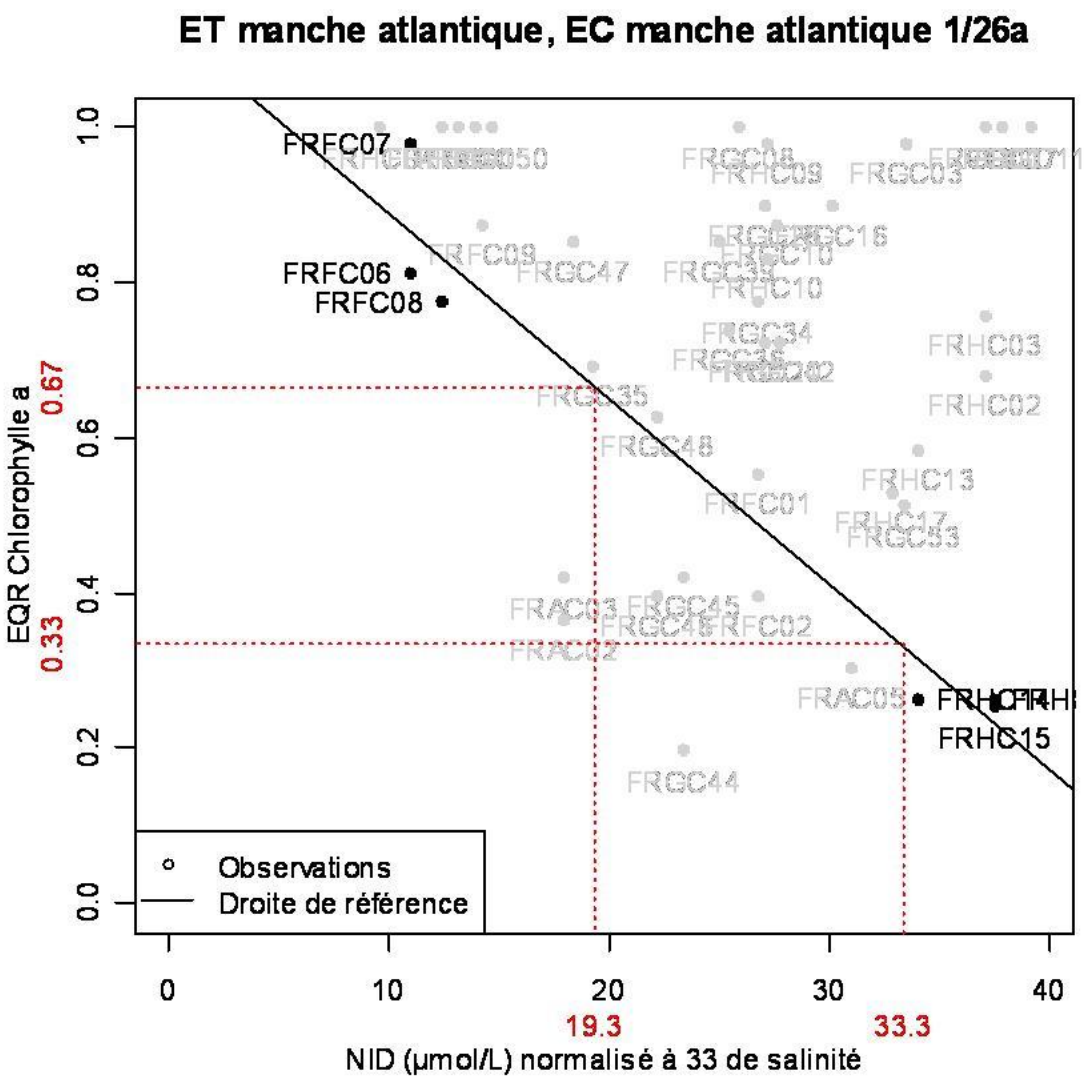


Valeur tolérante



Valeur de précaution

3ème étape : élaboration de seuils



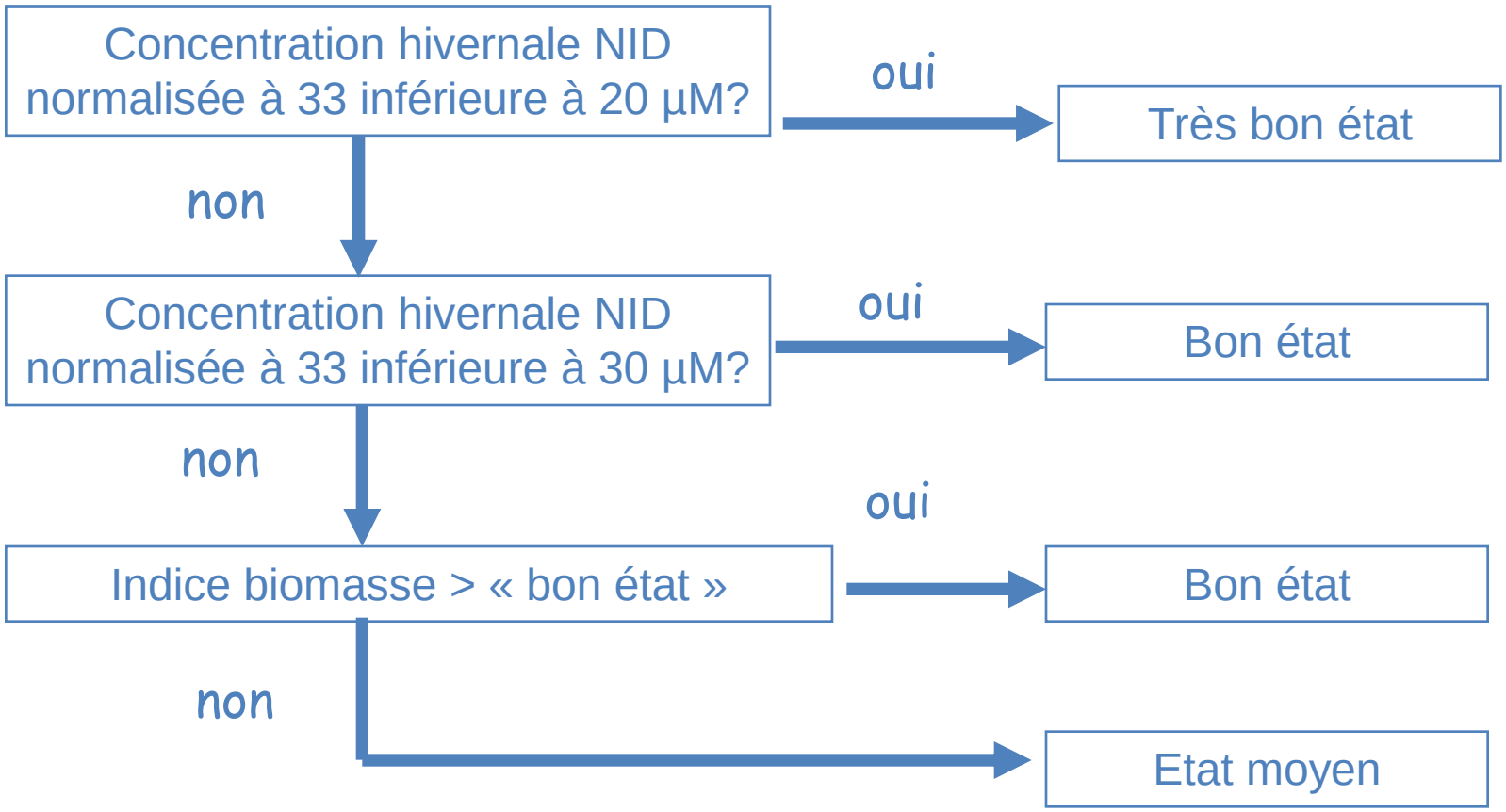
Seuils 2013

basés sur données DCE 2007 – 2012

TB/B : 20

B/M : 33

Indicateur intégré biomasse - concentration hivernale normalisée



Comparaison européenne

2007 Workshop Zandword (NL)

2011 Workshop Birmingham (UK)

continuum terre – mer : lacs, rivières, transition, côtier

2012 Questionnaire sur paramètres surveillés (CIS 2012)

Questionnaire 2012

Eaux de transition	DE	LV	RO	ES	PL	BG	IT	FR	UK	NL	SE
Total Phosphorus or Total Dissolved Phosphorous or Soluble Reactive Phosphorous (mg l^{-1})	1				1	1				1	1
Total Nitrogen (mg l^{-1})	1				1	1				1	1
Dissolved Oxygen Concentration (mg l^{-1})			1		1	1	1	1	1		1
pH or delta pH			1		1	1					
Nitrate (mg l^{-1})	1		1	1	1						
Orthophosphate (mg l^{-1})	1		1	1	1	1	1				1
Total Ammonium (mg l^{-1})			1	1	1						
Oxygen Saturation Percentage (%)			1	1	1					1	
Secchi Depth (m) or Transparency (m)		1	1	1	1					1	1
BOD5 (mg l^{-1})			1		1	1					
Water temperature (C) or delta temperature										1	
Nitrite (mg l^{-1})			1	1							
Total Inorganic Nitrogen or Dissolved Inorganic Nitrogen	1			1	1		1	1	1		
Total Organic Carbon (mg l^{-1})				1	1						
Non-ionisedAmmonia (mg l^{-1})									1		
Salinity (‰)			1								
Organic Nitrogen (mg l^{-1})					1					1	
Silicate (mg l^{-1})			1								
Morphological and or hydromorphological conditions				1							
N total soluble (mg/kg settled sediment)				1							
P total (mg/kg settled sediment)				1							
DIN, Winter, nov-feb, 0-10m (EQR)											1
Turbitity (NTU)				1							

d'après rapport 5-CIS ECOSTAT (2012)

Questionnaire 2012

Eaux côtières	DE	LV	RO	ES	PL	IT	FR	UK	EE	FI	NL	SE
Total Phosphorus or Total Dissolved Phosphorous or Soluble Reactive Phosphorous (mg l^{-1})	1				1				1	1	1	1
Total Nitrogen (mg l^{-1})	1				1				1	1	1	1
Dissolved Oxygen Concentration (mg l^{-1})			1		1	1	1	1				1
pH or delta pH			1		1							
Nitrate (mg l^{-1})	1		1	1	1							
Orthophosphate (mg l^{-1})	1		1	1	1	1	1					1
Total Ammonium (mg l^{-1})			1	1								
Oxygen Saturation Percentage (%)	1		1	1	1						1	
Secchi Depth (m) or Transparency (m)	1	1	1	1	1				1	1	1	1
BOD5 (mg l^{-1})			1		1							
Water temperature (°C) or delta temperature							1				1	
Non ionisised Ammonia NH4-N (mg l^{-1})								1				
Nitrite (mg l^{-1})			1	1								
Total Inorganic Nitrogen or Dissolved Inorganic Nitrogen (mg l^{-1})	1			1	1	1	1	1			1	
TotalOrganicCarbon (mg l^{-1})				1	1							
Salinity (‰)			1			1						
Organic Nitrogen (mg l^{-1})					1							
Silicate (mg l^{-1})			1									
Morphological and or hydromorphological conditions				1								
N total soluble (mg/kg settled sediment)				1								
P total (mg/kg settled sediment)				1								
Wave Exposue (CIS. 2.4)	1											
DIN, Winter, nov-feb, 0-10m (EQR)												1
Turbitity (NTU)				1			1					

d'après rapport 5-CIS ECOSTAT (2012)

Comparaison européenne

2007 Workshop Zandword (NL)

2011 Workshop Birmingham (UK)

continuum terre – mer : lacs, rivières, transition, côtier

2012 Questionnaire sur paramètres surveillés (CIS 2012)

2014 Nomination d'experts par pays et constitution d'un groupe de travail piloté par l'Allemagne sur 3 ans

2015 Réunion 1 : synthèse de questionnaires (paramètres, fréquences, périodes et seuils) Texeira et al. 2016, Phillips & Pitt 2015, Dworak et al. 2016

Comparaison 2014 des seuils nutriments dans les eaux de transition

		TN in mg/l			TP in microg/l			Phosphate			Nitrate			DIN			Comments
Country	National Type	Mean	Median	90% percentile	Mean	Median	90% percentile	Mean	Median	90% percentile	Mean	Median	90% percentile	Mean	Median	90% percentile	
Belgium	O1o	S			S			Y					Y			Y	
Belgium	O1b							S									
Belgium	O2zout							S									
France	all													W			
France	all													W			
Germany	T1, T2	Y			Y									W			
Ireland	TW2								W/S								
Ireland	TW2								W/S								
Ireland	TW2								W/S								
Netherlands														W			
Portugal	A1									Y			Y				
Portugal	A1									Y			Y				
Portugal	A1									Y			Y				
Portugal	A1									Y			Y				
Spain	AT-T07							Y			Y						
Spain	AT-T08							Y			Y						
Spain	AT-T09							Y			Y						
Spain	AT-T10							Y			Y						
Spain	AT-T11							Y			Y						
Spain	AT-T12							Y			Y						
Spain	AT-T13							Y			Y						
Sweden	Göta Älvs och Norde Älvs estuarie	W/S			W/S			W						W			
UK	TW1													W			additional boundary value for inorganic nitrogen depending on turbidity levels of waters. 99th precentile DIN - 70µM for intermediate waters SPM range
UK	TW2													W			
UK	TW3													W			
UK	TW4													W			
UK	TW5													W			

Dworak, Berglund, Haider 2016

Comparaison 2014 des seuils nutriments dans les eaux côtières

		TN in mg/l			TP in microg/l			Phosphate			Nitrate			DIN		
Country	National Type	Mean	Median	90% percentile	Mean	Median	90% percentile	Mean	Median	90% percentile	Mean	Median	90% percentile	Mean	Median	90% percentile
Belgium	CWSB1	W						W								
France	all													W		
France	all													W		
Germany	N1	Y			Y									W		
Germany	N2	Y			Y									W		
Germany	N3	Y			Y									W		
Germany	N4	Y			Y									W		
Germany	N5	Y			Y									W		
Ireland	CW2, CW5, CW6 and CW8														W	
Ireland	CW2, CW5, CW6 and CW8														W	
Sweden	1n	W/S			W/S			W						W		
Sweden	1s	W/S			W/S			W						W		
Sweden	2	W/S			W/S			W						W		
Sweden	3	W/S			W/S			W						W		
Sweden	4	W/S			W/S			W						W		
Sweden	5	W/S			W/S			W						W		
Sweden	6	W/S			W/S			W						W		
UK	CW1													W		
UK	CW2													W		
UK	CW3													W		
UK	CW4													W		
UK	CW5													W		
UK	CW6													W		
UK	CW7													W		
UK	CW8													W		
UK	CW11													W		
UK	CW12													W		

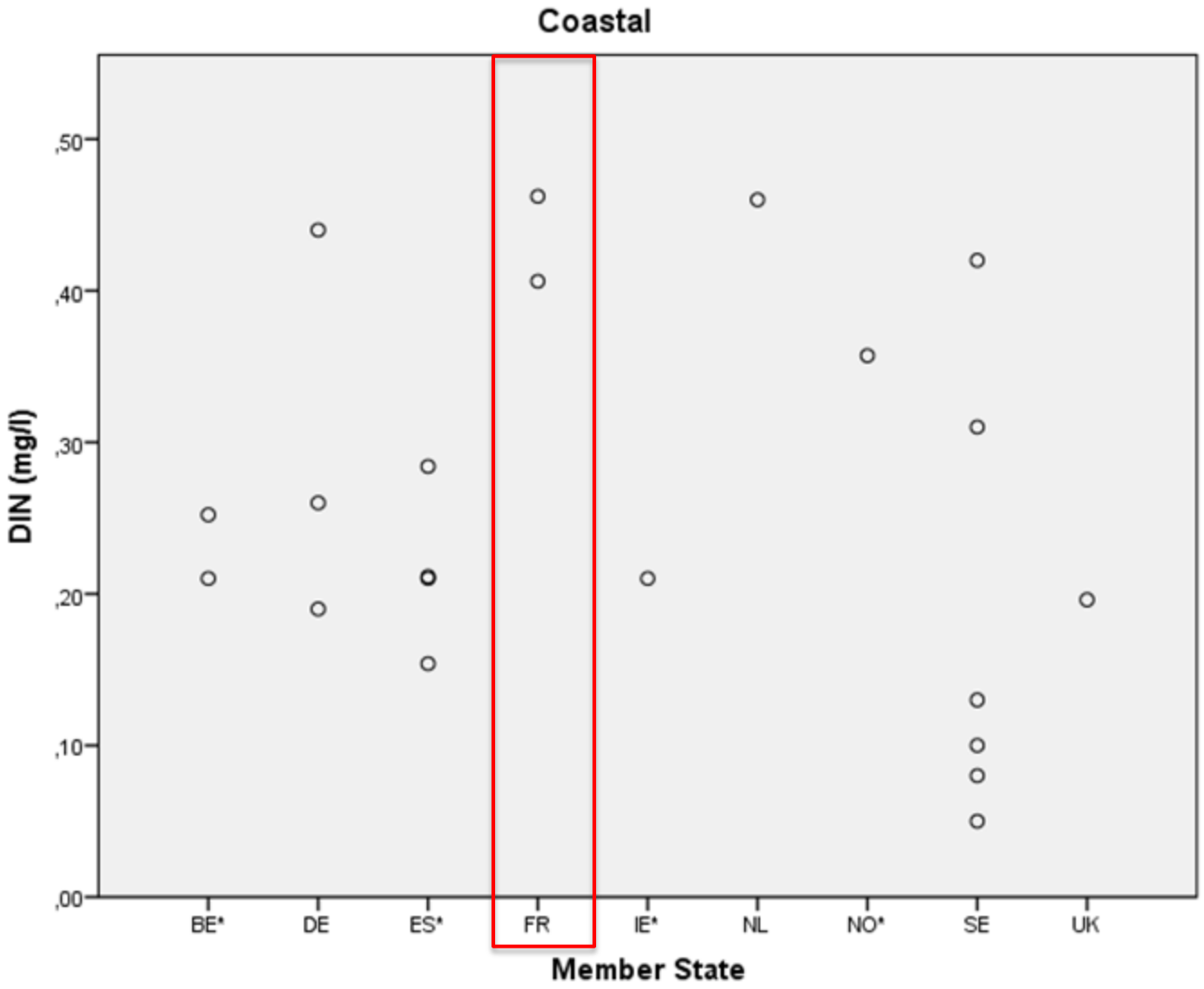
Dworak, Berglund, Haider 2016

Comparaison 2014 des seuils nutriments dans les eaux côtières

Country	Transitional									Coastal									Marine						Consistent Monitoring for all 3 types
	TN			Nitrate			DIN			TN			Nitrate			DIN			Nitrate			DIN			
	Mean	Median	90% percentile	Mean	Median	90% percentile	Mean	Median	90% percentile	Mean	Median	90% percentile	Mean	Median	90% percentile	Mean	Median	90% percentile	Mean	Median	90% percentile	Mean	Median	90% percentile	
Belgium	S					Y			Y	W															
France							W									W									
Germany	Y						W			Y						W						W			
Ireland																	W/S						W		
Netherlands							W									W						W			
Norway	N/A no trans. defined									W/S			W/S						N/A No info reported						
Portugal						Y									Y				N/A No info reported						
Spain				Y									Y						?						
Sweden	W/S						W			W/S						W									
UK							W									W						W			

Dworak, Berglund, Haider 2016

Comparaison 2014 des seuils nutriments dans les eaux côtières



Dworak, Berglund, Haider 2016

Comparaison européenne

2007 Workshop Zandword (NL)

2011 Workshop Birmingham (UK)

continuum terre – mer : lacs, rivières, transition, côtier

2012 Questionnaire sur paramètres surveillés (CIS 2012)

2014 Nomination d'experts par pays et constitution d'un groupe de travail piloté par l'Allemagne sur 3 ans

2015 Réunion 1 : synthèse de questionnaires (paramètres, fréquences, périodes et seuils) Texeira et al. 2016, Phillips & Pitt 2015, Dworak et al. 2016

2016 Réunion 2 : Evaluation de l'outil pression-impact sur le jeu de données fourni lors de l'intercalibration biomasse

Comparaison européenne

2007 Workshop Zandword (NL)

2011 Workshop Birmingham (UK)

continuum terre – mer : lacs, rivières, transition, côtier

2012 Questionnaire sur paramètres surveillés (CIS 2012)

2014 Nomination d'experts par pays et constitution d'un groupe de travail piloté par l'Allemagne sur 3 ans

2015 Réunion 1 : synthèse de questionnaires (paramètres, fréquences, périodes et seuils) Texeira et al. 2016, Phillips & Pitt 2015, Dworak et al. 2016

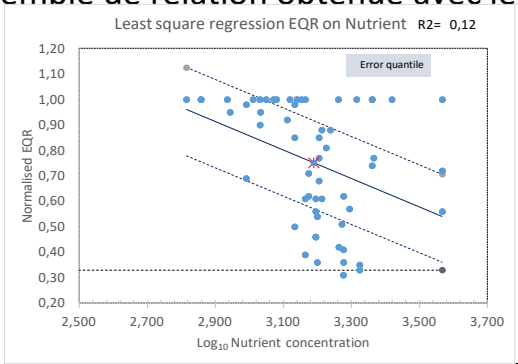
2016 Réunion 2 : Evaluation de l'outil pression-impact sur le jeu de données fourni lors de l'intercalibration biomasse

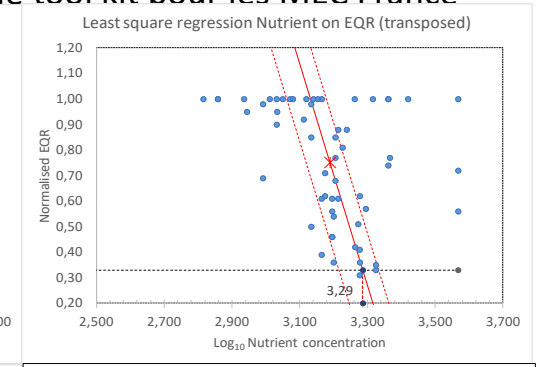
Rédaction d'un guide de bonnes pratiques pour la détermination des seuils et métriques nutriments

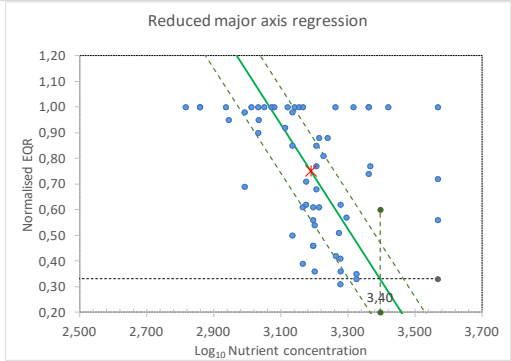
2017 Tool-kit évalué par les pays membres sur leur propre jeu de données

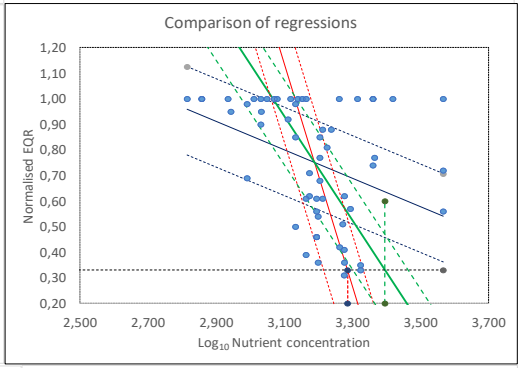
Tool kit statistique

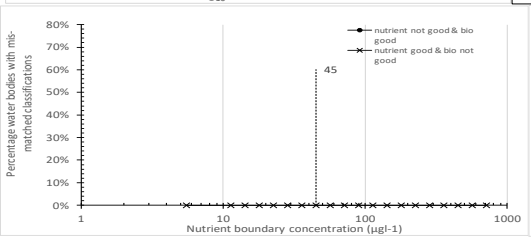
Exemple de relation obtenue avec le tool kit pour les MEC France

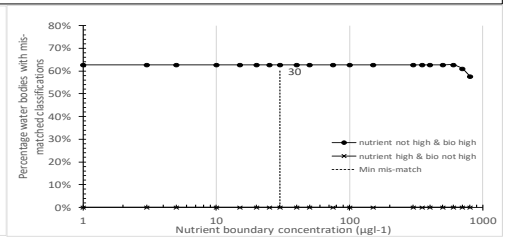












Comparaison européenne

2007 Workshop Zandword (NL)

2011 Workshop Birmingham (UK)

continuum terre – mer : lacs, rivières, transition, côtier

2012 Questionnaire sur paramètres surveillés (CIS 2012)

2014 Nomination d'experts par pays et constitution d'un groupe de travail piloté par l'Allemagne sur 3 ans

2015 Réunion 1 : synthèse de questionnaires (paramètres, fréquences, périodes et seuils) Texeira et al. 2016, Phillips & Pitt 2015, Dworak et al. 2016

2016 Réunion 2 : Evaluation de l'outil pression-impact sur le jeu de données fourni lors de l'intercalibration biomasse

Rédaction d'un guide de bonnes pratiques pour la détermination des seuils et métriques nutriments

2017 Tool-kit évalué par les pays membres sur leur propre jeu de données

Réunion 3 : Validation du guide

Guide bonnes pratiques pour déterminer un seuil nutriment

-> Mise en évidence de suivis, de métrique et de seuils très différent d'un pays à l'autre

-> Ecosystèmes réagissant d'une façon différente à l'enrichissement en nutriments (lacs, rivières, transition, côtier)

-> Pas d'intercalibration réglementaire mais rédaction d'un guide proposant des outils communs pour aider à l'élaboration de métrique et de seuils nutriments

Document de compromis basé sur l'utilisation de la relation graphique pression impact et sur différentes méthodes alternatives

Conclusions

Avancées impulsés par la DCE : acquisition de données, début de lien sur le continuum terre-mer

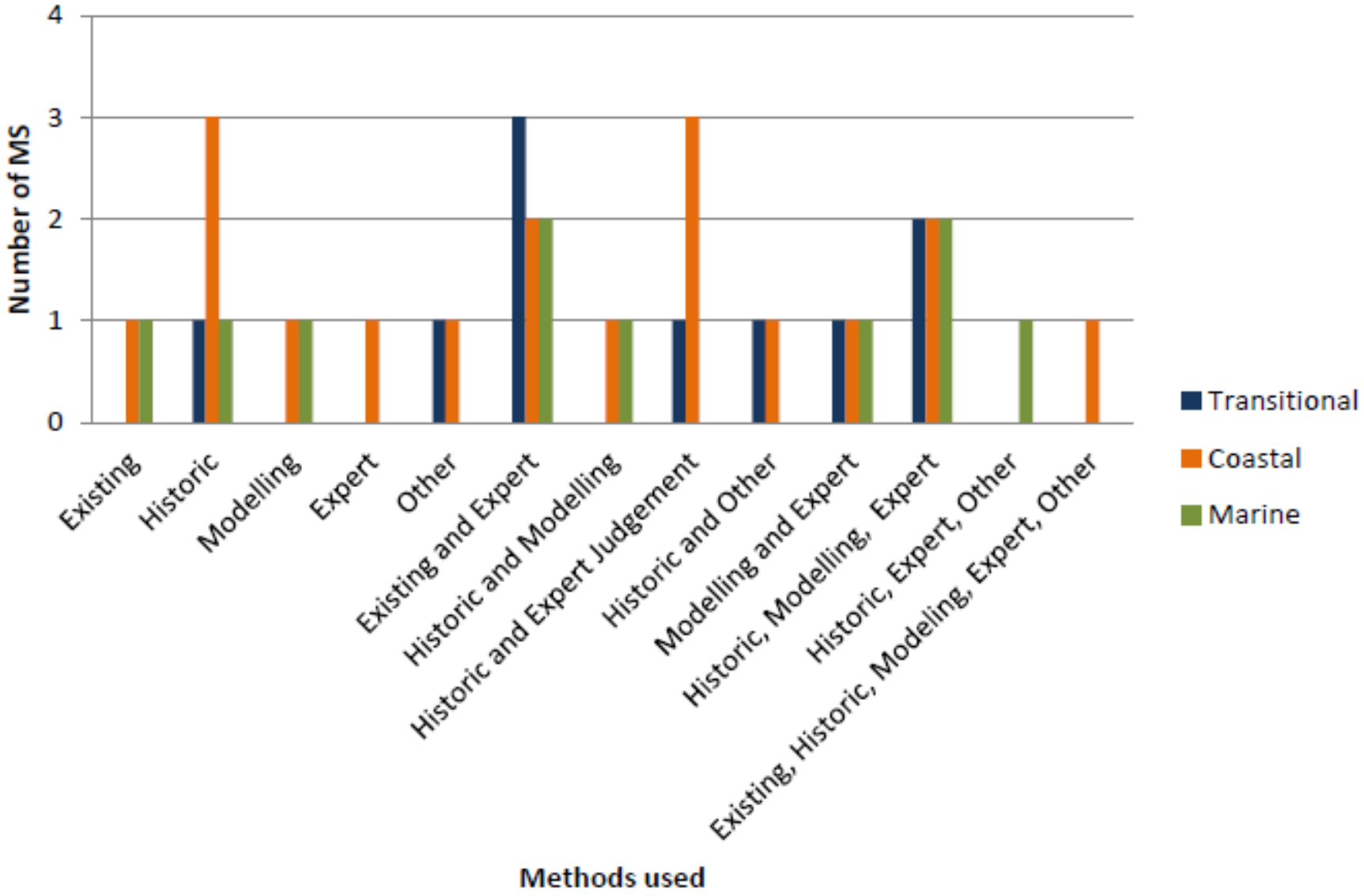
Comparaison européenne : notre outil est basé sur la même théorie que le guideline avec des seuils comparables à ceux des pays voisins

Difficultés : bon état des rivières élaboré sur la masse d'eau et pas du tout sur l'impact des masses d'eau adjacentes situées en aval (élément évalué P et non N)

Perspectives : outil de prise en compte des facteurs de pressions multiples (projet européen MARS)
Demande d'harmonisation de l'AEE entre DCE et DCSMM

Grilles pour MEC de Méditerranée et DOM

Comparaison 2014 des seuils nutriments dans les eaux côtières



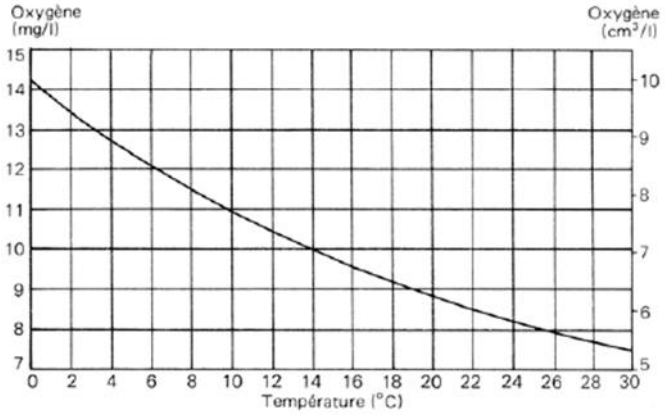
Dworak, Berglund, Haider 2016

oxygène

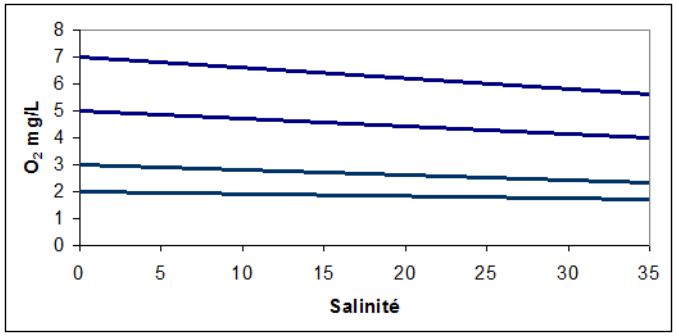
			très bon	bon	moyen	médiocre	mauvais
Percentile 10 oxygène dissous (mg/L)							
MEC et MET Mer du Nord MEC et MET Manche – Atlantique MEC Méditerranée	Juin-sept.	1/mois	> 5,0	3 – 5	2 – 3	1 – 2	< 1
MET Méditerranée	Juin-Août	1/mois	> 5,0	3 – 5	2 – 3	1 – 2	< 1

Conditions idéales pour détecter les anoxies :

- en été



- après bloom phytoplanctonique (dégradation de la matière organique respiration/nitrification)



- au fond de la colonne d'eau
- lors de stratification de la colonne d'eau
- dans les zones à faible renouvellement des eaux (lagunes, baies à faible courant résiduel)

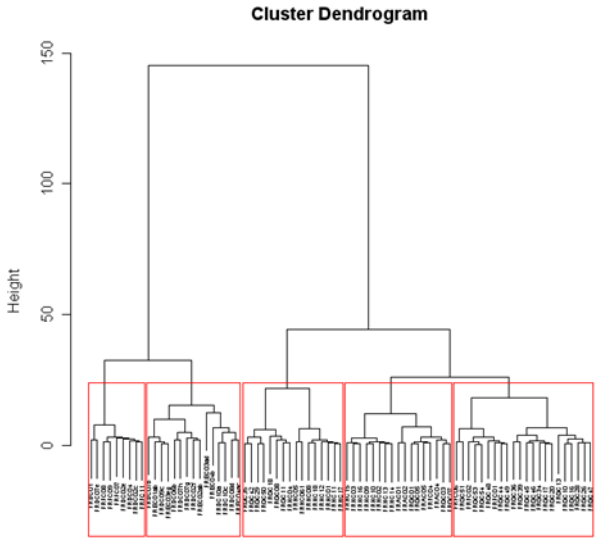
2ème étape : élaboration de seuils et métriques : température

		très bon	moyen
Température			
EQR	6 ans	[1 – 0.95 [	[0.95 – 0]

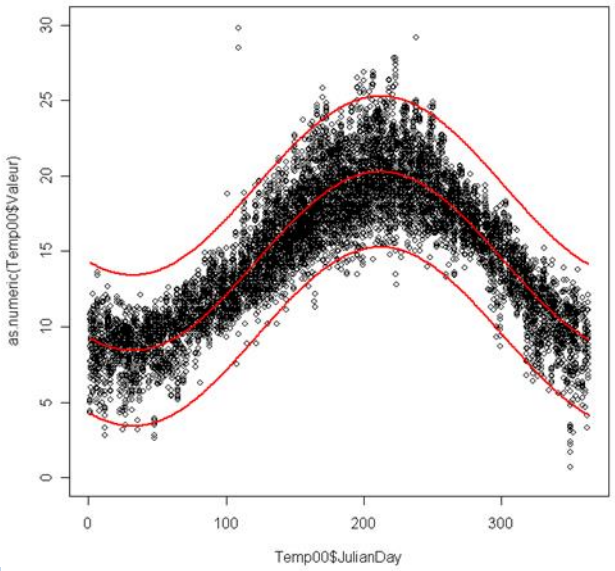
2ème étape : élaboration de seuils et métriques : transparence

Répartition des masses d'eau côtières françaises en 5 groupes par une approche de classification hiérarchique ascendante

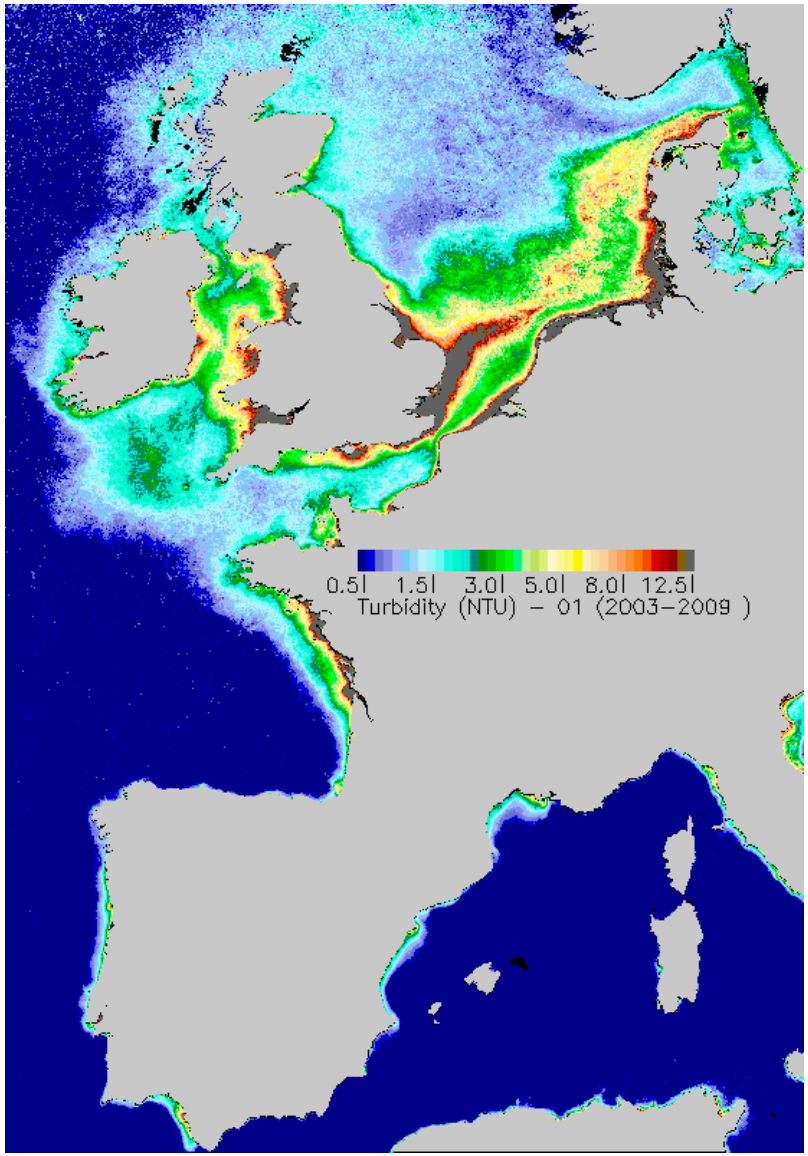
(moyennes et écart-types trimestriels 1980-2007)



Détermination de 5 enveloppes sinusoïdales (3 x intervalle interquartile)



2ème étape : élaboration de seuils et métriques : transparence



Climatologie de janvier de la turbidité moyenne de surface entre 2003 et 2009 (Gohin, 2011) :

-> gradient turbidité décroissant de la côte vers le large

-> concentrations moyennes plus élevées en hiver qu'en été

-> influence de la nature du sédiment, de la profondeur, de l'exposition au vent et à la houle, de l'intensité des courants

Transparence

Ecotype n°1 :
- zones rocheuses,
- côtes méditerranéennes (sauf Languedoc),
- les côtes de l'île de la Réunion

Ecotype n°2 :
- lagunes

Ecotype n°3 :
- zones vaseuses/sableuses
- masses d'eau situées à l'embouchure des principaux fleuves

Salinité

Problèmes :

-> homogénéité de la salinité dans une masse d'eau : une même masse d'eau peut contenir plusieurs zones halines

suivant la localisation du point déclaré représentatif de la masse d'eau, influence plus ou moins importante des apports d'eaux douces

-> durée et fréquence des dessalures ne peuvent être retenues en raison de la fréquence de prélèvement (mensuelle) : mise en œuvre d'outils haute fréquence sur des points particuliers -> lien avec hydromorphologie?

-> prise en compte de la typologie des masses d'eau

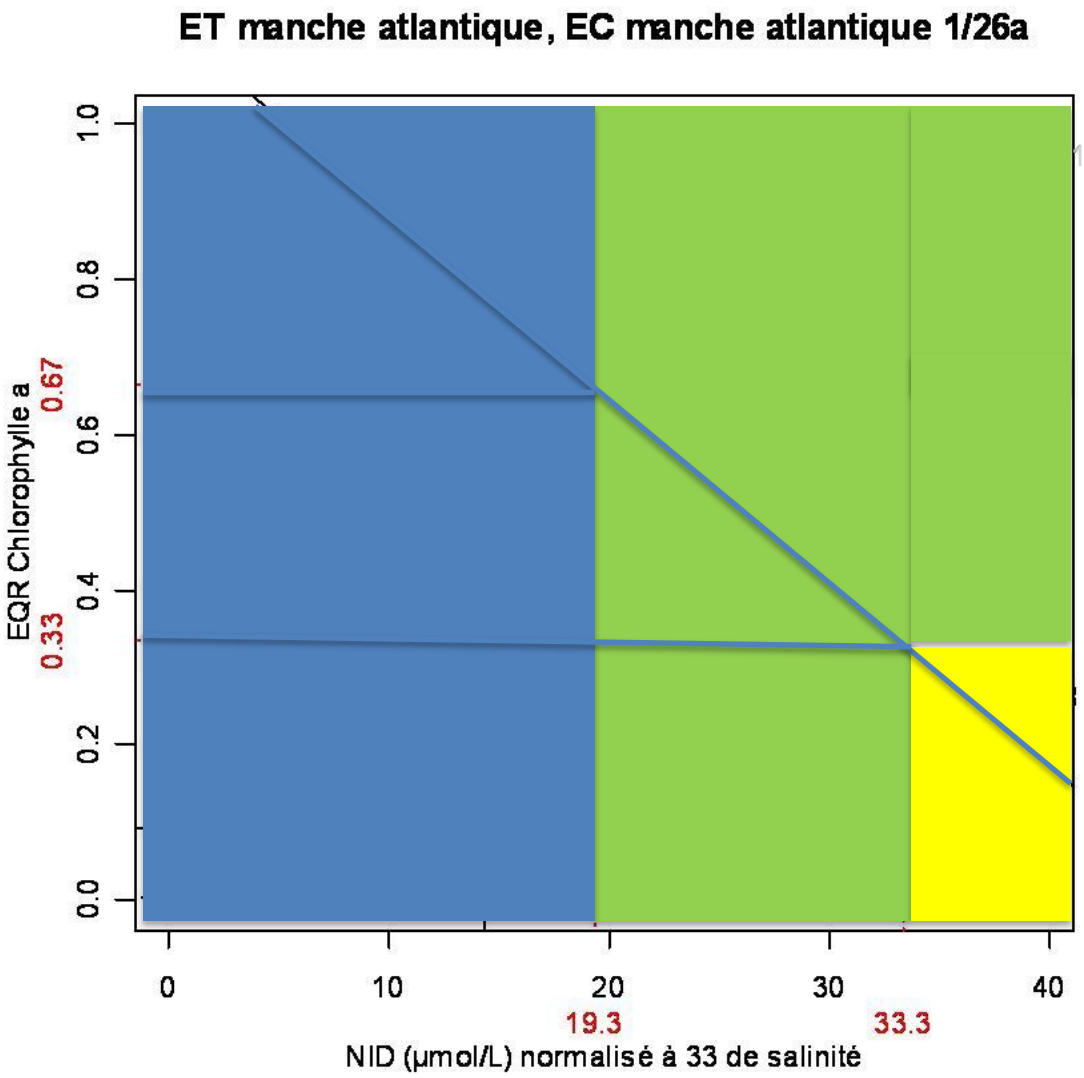
-> indicateur déclaré non pertinent vis à vis du suivi imposé par la circulaire 2007/20

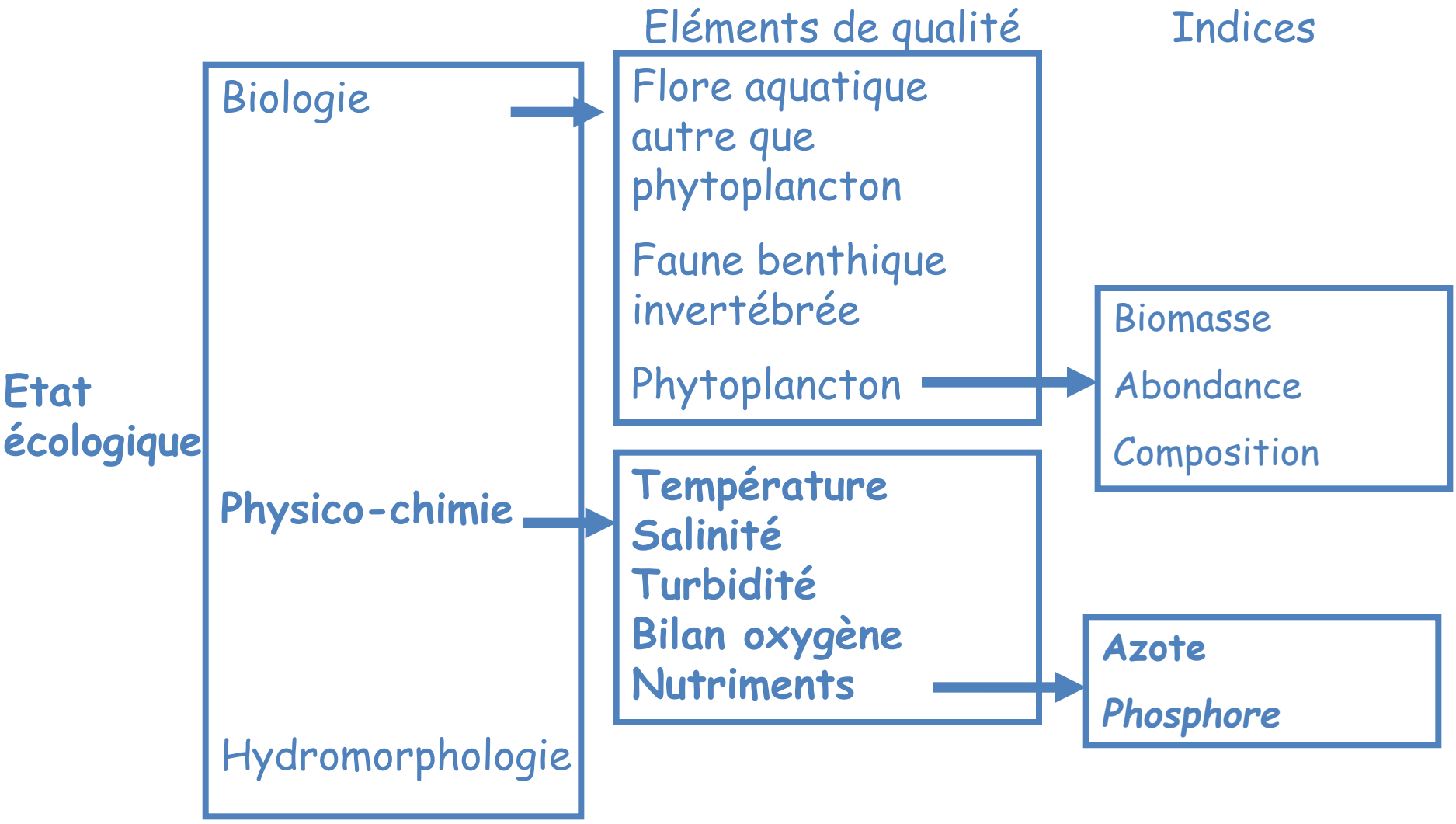
Fréquence et période d'acquisition

Elément de qualité	Eaux de transition		Eaux côtières	
	Manche / Atlantique	Méditerranée	Manche / Atlantique	Méditerranée
Phytoplancton	*8 chloro** *12 flores**	*3 ou 12 chloro* *12 flores*	*8 chloro** *12 flores**	*12 chloro* *12 flores*
Température Salinité, Turbidité	Mesures effectuées pour toute mesure de phyto, O_2 et nutriments			
Bilan d'oxygène	4 (juin-sept)	3 (juin-août)	4 (juin-sept)	4 (juin-sept)
Nutriments	4 (nov-fév)	3 (juin-août)	4 (nov-fév)	**2017*

Fréquence annuelle minimale imposée par circulaire

2ème étape : élaboration de seuils et métriques : nutriments



Evaluation 2012 sur

Rôle pondérateur des indicateurs physico-chimiques