

OBSLAG Eutrophisation

Variabilité et tendances des indicateurs

V. Derolez¹, A. Gimard¹, M. Brun², D. Munaron¹, B. Bec³, N. Malet²,
V. Ouisse¹, A. Fiandrino¹, A. Giraud⁴



Etang de Bages-Sigean

Des lagunes en évolution : nécessité de suivre les incertitudes et les tendances vis-à-vis de l'eutrophisation

Besoin de quantification

Corrélé aux pressions

Comparable aux autres (EU)

Incertitude estimée

Représentatif et sensible

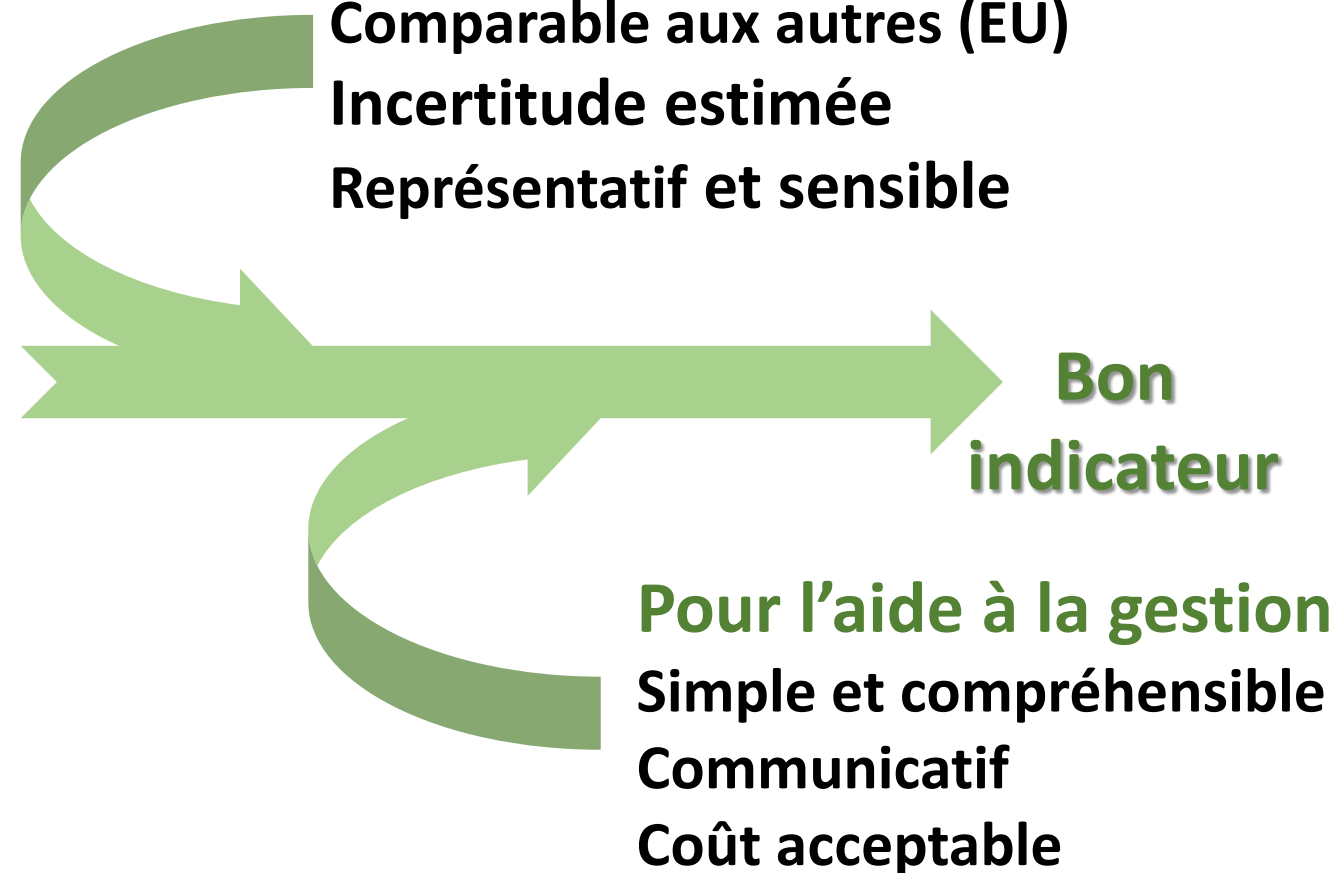
Bon
indicateur

Pour l'aide à la gestion

Simple et compréhensible

Communicatif

Coût acceptable



Des lagunes en évolution : nécessité de suivre les incertitudes et les tendances vis-à-vis de l'eutrophisation

Besoin de quantification

Corrélé aux pressions

Comparable aux autres (EU)

Incertitude estimée

Représentatif et sensible

- **Incertitudes** : nécessité d'estimer le niveau de **confiance et de précision** des résultats (art. 1.3 de la DCE)

• Sensibilité :

- indicateur sensible aux évolutions des niveaux de pressions, permettant **d'évaluer l'efficacité des mesures de gestion**
- Besoin d'indicateurs de tendance, **plus réactifs** que l'état DCE

➔ **trajectoires de restauration**

**Bon
indicateur**

Pour l'aide à la gestion

Simple et compréhensible

Communicatif

Coût acceptable

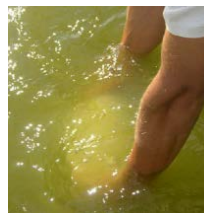
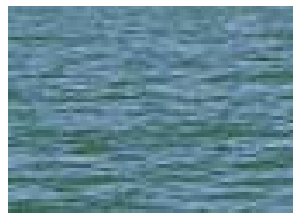
OBServatoire des LAGunes « OBSLAG » eutrophisation (2016)

Objectifs :

- (1) Suivi estival 2016 du phytoplancton et de la physico-chimie de l'eau sur les **10 masses d'eau lagunaires du suivi « réseau flux »***
- (2) Construction **d'indicateurs plus sensibles** que les indicateurs DCE, mettant en évidence **la variabilité et les tendances** d'évolution de l'état du phytoplancton et de la colonne d'eau

Suivis :

- 13 lagunes poly- & eu-halines (18 stations)
- Colonne d'eau et phytoplancton = compartiments les plus réactifs des écosystèmes lagunaires



Lagunes	Nombre de points
Canet	1
Bages-Sigean	2
Thau	3
Palavasiens E/O	5
Or	2
Berre	1
Biguglia	2
La Palme	1
Ayrolle	1

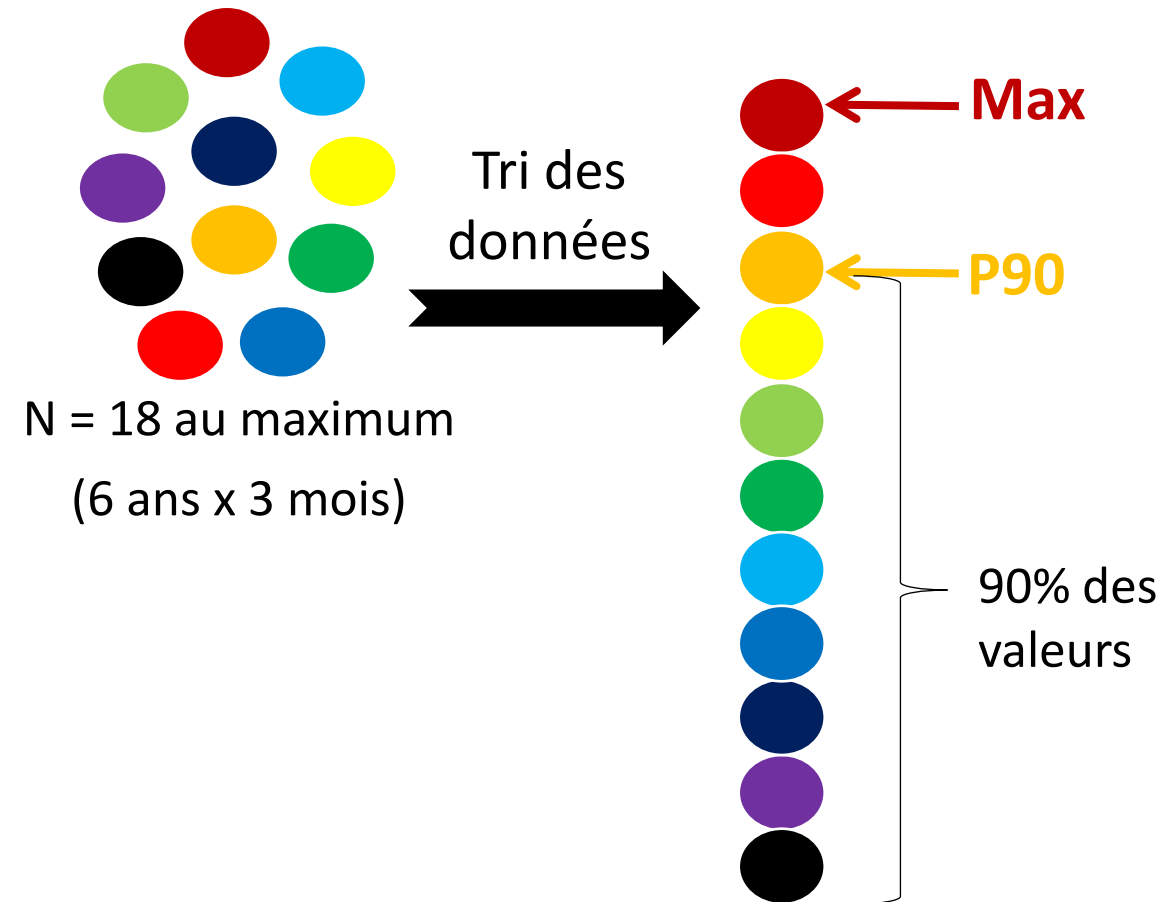
*Suivis DCE eau-phyto : 1 an sur 2 depuis 2015



Les indicateurs DCE nutriments et phytoplancton

Nutriments :

- Paramètres dissous (PO_4 , NID) et totaux (Nt et Pt)
- Pas de temps de **6 ans** (cf plan de gestion DCE) → **percentile 90 (P90)**

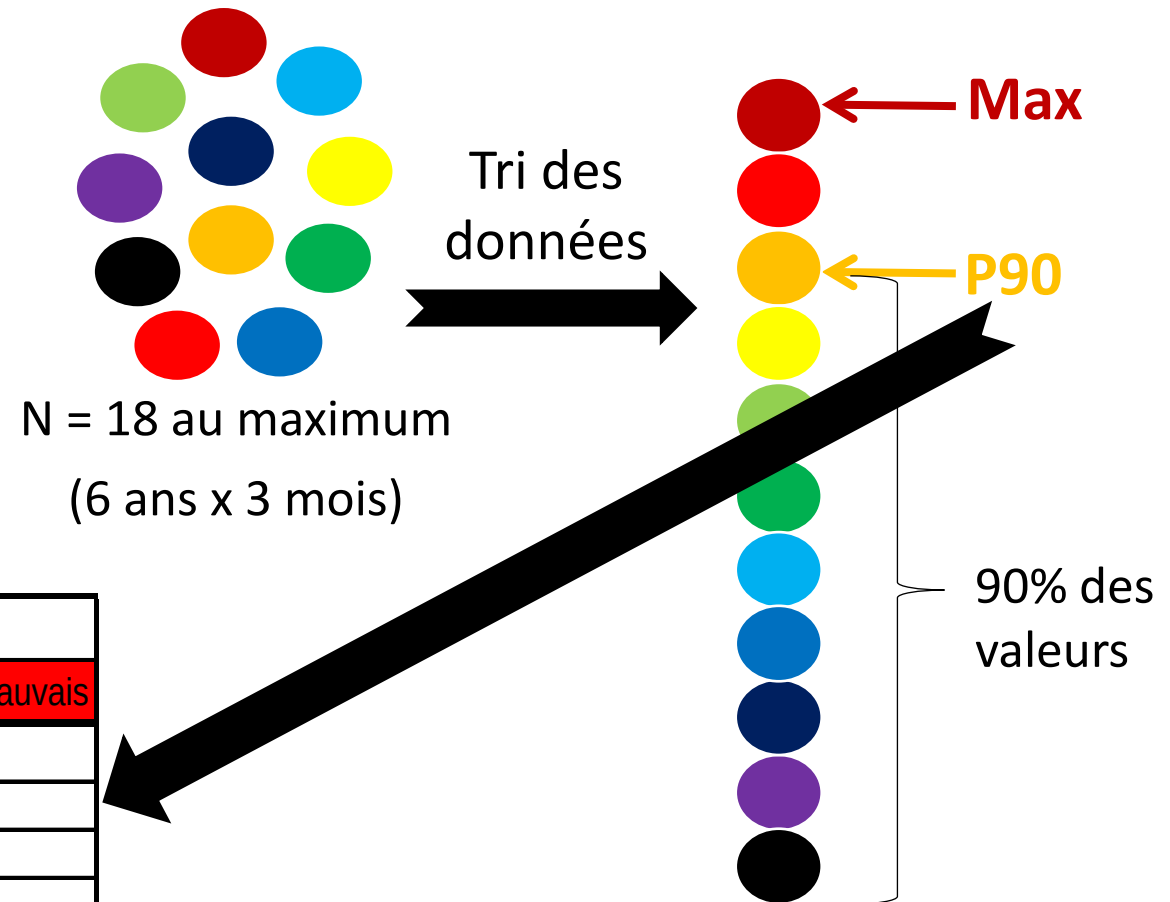




Les indicateurs DCE nutriments et phytoplancton

Nutriments :

- Paramètres dissous (PO₄, NID) et totaux (Nt et Pt)
- Pas de temps de **6 ans** (cf plan de gestion DCE) → **percentile 90 (P90)**
- Paramètre le **plus déclassant**
- Etat DCE : très bon, bon ou < à **bon**



Paramètre	Unité	Etat							
		Très bon		Bon		Moyen		Médiocre	Mauvais
[PO ₄ ³⁻]	µmol / l		0,3		1		1,5		4
[NID]	µmol / l		2		6		10		20
[NT]	µmol / l		50		75		100		120
[PT]	µmol / l		2		3		4		5



Les indicateurs DCE nutriments et phytoplancton

Phytoplancton :

- Paramètres :
 - **biomasse** (chlorophylle *a*)
 - **abondance** (pico- et nano-phytoplancton)
- P90 comparé aux valeurs de référence → **EQR**
- Moyenne des EQR biomasse et abondance

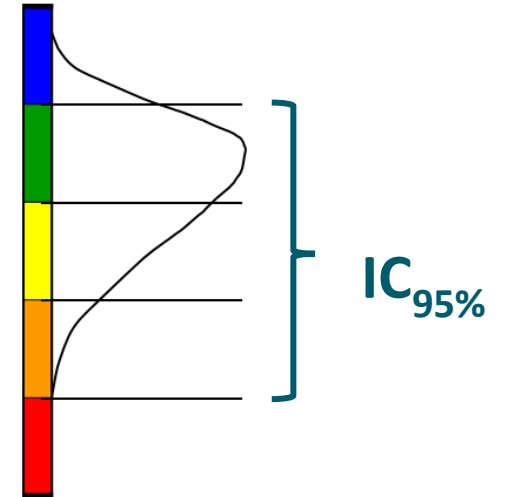
(a)		Très bon		Bon		Moyen		Médiocre		Mauvais	Référence
abondance (nb cell. / L ($\times 10^6$))	picophytoplancton		20		50		100		500		15
	nanophytoplancton		4		10		20		100		3
biomasse (chlorophylle <i>a</i> en $\mu\text{g/L}$)			5		7		10		20		3.33

Indicateurs de variabilité et de tendance

Confiance et précision : bootstrap non paramétrique

- Confiance : probabilité, en %, que la vraie valeur d'un indice statistique soit incluse dans un intervalle
- Précision : mesure de l'incertitude statistique égale à la moitié de la longueur de l'intervalle de confiance
- Intervalle de confiance à 95% :

$$IC_{95\%} = [M - p ; M + p] ; \text{ avec : } M = \text{moyenne estimée}, p = \text{précision}$$



Indicateurs de variabilité et de tendance

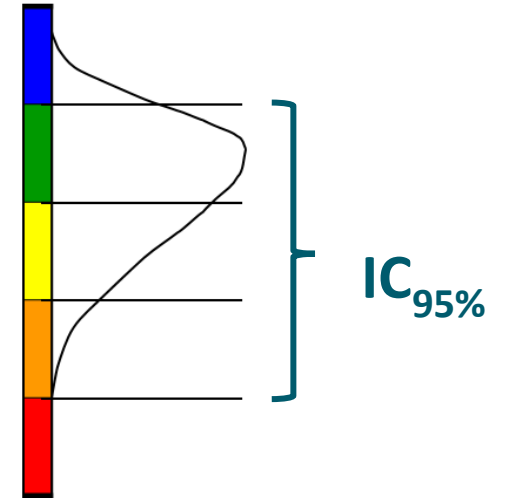
Confiance et précision : bootstrap non paramétrique

- Confiance : probabilité, en %, que la vraie valeur d'un indice statistique soit incluse dans un intervalle
- Précision : mesure de l'incertitude statistique égale à la moitié de la longueur de l'intervalle de confiance
- Intervalle de confiance à 95% :

$$IC_{95\%} = [M - p ; M + p] ; \text{ avec : } M = \text{moyenne estimée}, p = \text{précision}$$

Tendance

- Mann Kendall : identification d'une tendance continue croissante ou décroissante
- Kruskal-Wallis : identification d'années pour lesquelles les valeurs des indicateurs sont significativement différentes des autres



➔ Ex. Palavasiens-Ouest et Est : chlorophylle a , 2000-2016 (MAERA en 2005)

Variabilité de l'indicateur biomasse du phytoplancton

Confiance et précision :

- Période 2000-2005, chlorophylle *a* :
 - État mauvais pour les 2 masses d'eau
 - 100% de confiance pour Palavasiens-Est > 81% de confiance pour Palavasiens-Ouest
 - $IC_{95\%} \text{ Palavasiens-Est} < IC_{95\%} \text{ Palavasiens-Ouest}$

	EQR biomasse (valeur de Chl-a en µg/L)	Intervalle de confiance à 95% de l'EQR	Confiance en % (très bon-bon- moyen-médiocre- mauvais). En gras : classe dominante
Palavasiens-Est	0.02 (205.6)	[0.02;0.03]	0-0-0-0-100
Palavasiens-Ouest	0.13 (25.8)	[0.09 ; 0.3]	0-0-1-18-81

➔ Plus de variabilité sur les Palavasiens-Ouest que sur les Palavasiens-Est

Tendances de l'indicateur biomasse du phytoplancton

Palavasiens-Ouest, périodes 2000-2005 à 2011-2016 :

Années	EQR biomasse (valeur de Chl-a en µg/L)	Tendance de la Chl a	➡ Pas de tendance, ↓ Baisse, ↑ Hausse	
2000-2005	0.13 (25.8)	➡		
2001-2006	0.13 (24.8)	↓ -1.602 µg/L par an	➡ État mauvais mais ↓ Chl a (-1.6 µg/L/an)	
2002-2007	0.26 (12.9)	➡		
2003-2008	0.26 (12.9)	↓ -0.99 µg/L par an	➡ État médiocre mais ↓ Chl a (-1 µg/L/an)	
2004-2009	0.28 (11.8)	↓ -1.178 µg/L par an		
2005-2010	0.31 (10.7)	↓ -0.939 µg/L par an		
2006-2011	0.58 (5.7)	➡		
2007-2012	0.61 (5.5)	➡		
2008-2013	0.56 (6)	➡		
2009-2014	0.56 (6)	↑ 0.407 µg/L par an		
2010-2015	0.52 (6.4)	➡		
2011-2016	0.52 (6.4)	➡		

Tendances de l'indicateur biomasse du phytoplancton

Palavasiens-Est, périodes 2000-2005 à 2011-2016 :

Années	EQR biomasse (valeur de Chl-a en µg/L)	Tendance d'évolution de la Chl-a : ➡ pas de tendance ⬆ en hausse ⬇ en baisse
2000-2005	0.02 (205.6)	➡
2001-2006	0.02 (203.2)	➡
2002-2007	0.02 (179.1)	⬇ -22.739 µg/L par an
2003-2008	0.02 (145.5)	⬇ -17.735 µg/L par an
2004-2009	0.02 (145.5)	⬇ -12.702 µg/L par an
2005-2010	0.09 (37.8)	⬇ -3.84 µg/L par an
2006-2011	0.14 (23.5)	➡
2007-2012	0.25 (13.1)	➡
2008-2013	0.26 (12.9)	➡
2009-2014	0.21 (15.6)	⬆ 1.8323 µg/L par an
2010-2015	0.13 (25.8)	➡
2011-2016	0.11 (31)	➡

État mauvais
mais ⬇ Chl α
(-14 µg/L/an)

Tendances de l'indicateur biomasse du phytoplancton

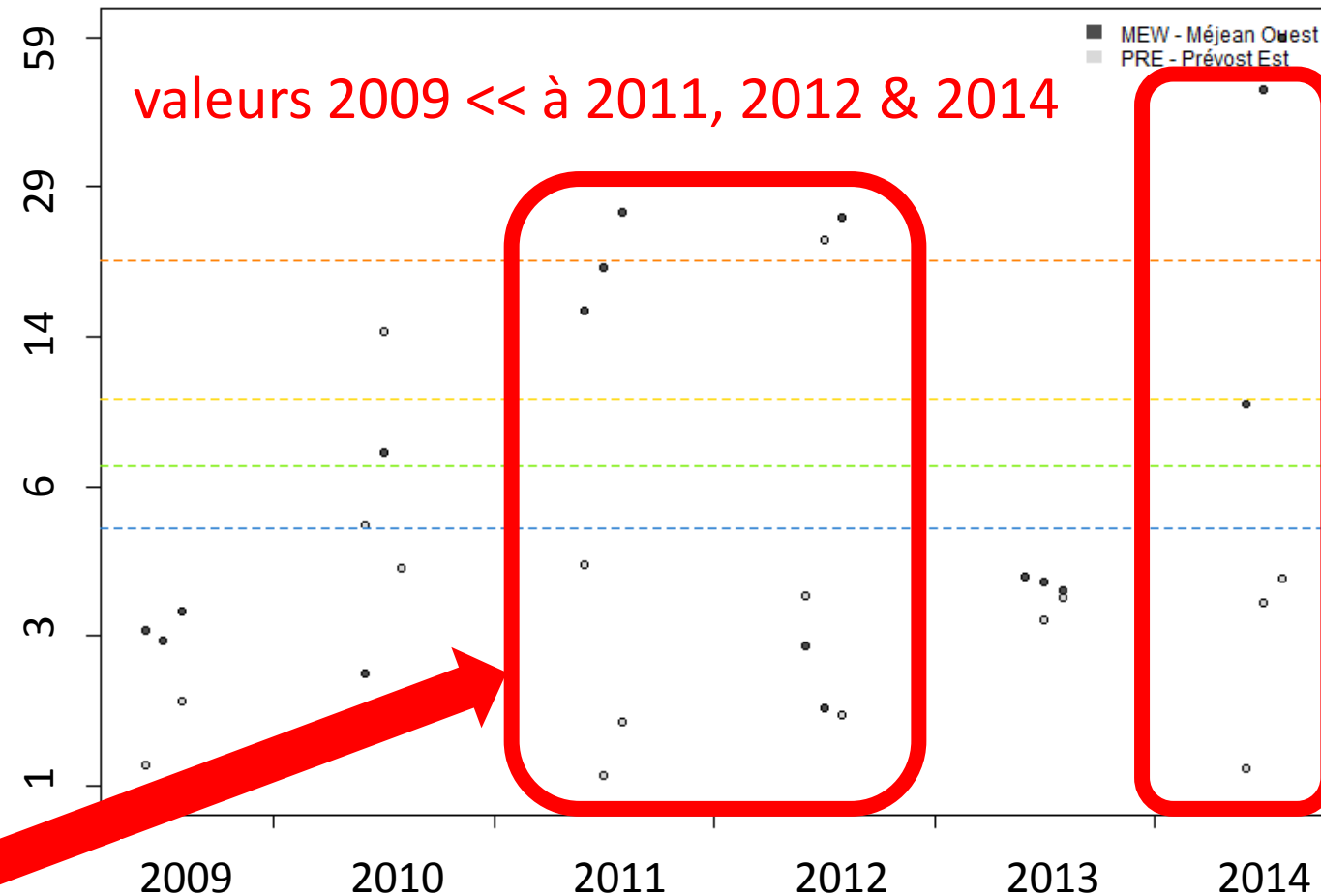
Palavasiens-Est, périodes 2000-2005 à 2011-2016 :

Années	EQR biomasse (valeur de Chl-a en µg/L)	Tendance d'évolution de la Chl-a : → pas de tendance ↑ en hausse ↓ en baisse
2000-2005	0.02 (205.6)	→
2001-2006	0.02 (203.2)	→
2002-2007	0.02 (179.1)	↓ -22.739 µg/L par an
2003-2008	0.02 (145.5)	↓ -17.735 µg/L par an
2004-2009	0.02 (145.5)	↓ -12.702 µg/L par an
2005-2010	0.09 (37.8)	↓ -3.84 µg/L par an
2006-2011	0.14 (23.5)	→
2007-2012	0.25 (13.1)	→
2008-2013	0.26 (12.9)	→
2009-2014	0.21 (15.6)	↑ 1.8323 µg/L par an
2010-2015	0.13 (25.8)	→
2011-2016	0.11 (31)	→

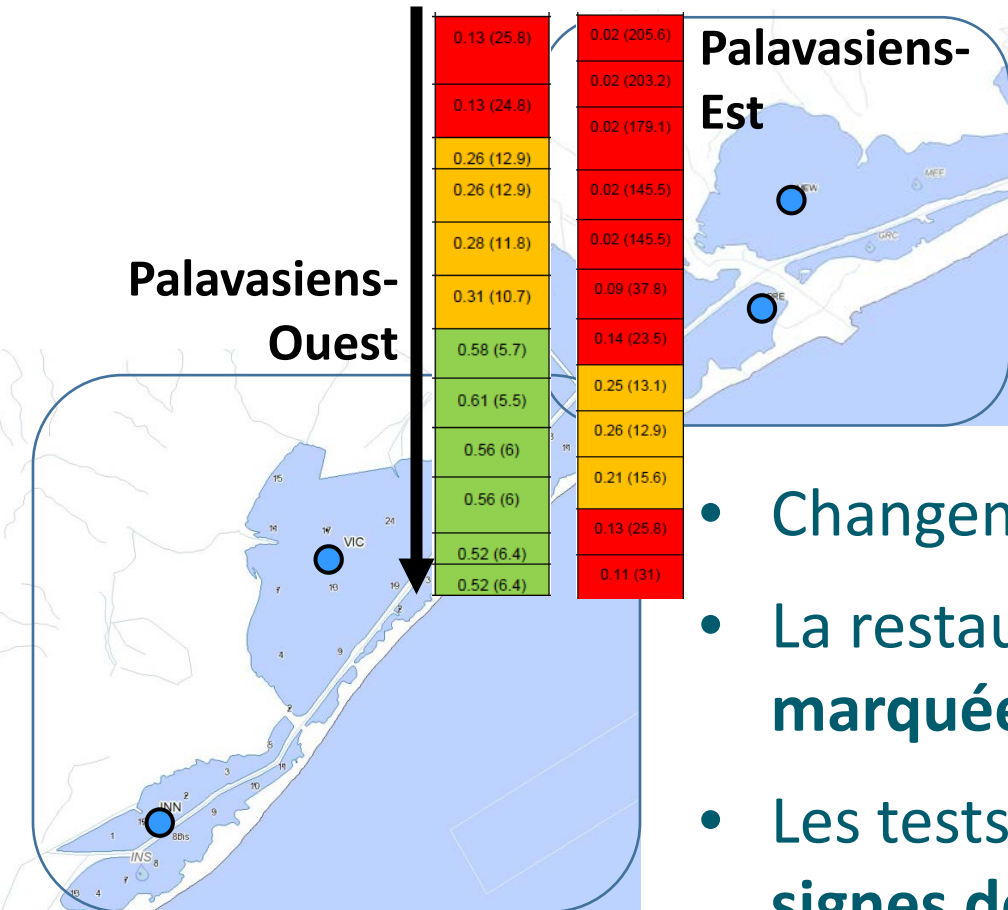
État mauvais
mais ↓ Chl *a*
(-14 µg/L/an)

État médiocre
mais ↑ Chl *a*
(2 µg/L/an)

Chl *a* (µg/L)



Tendances de l'indicateur biomasse du phytoplancton sur les étangs Palavasiens



- La restauration observée suite à la dérivation en mer des rejets de la station d'épuration de Montpellier s'observe **dès la période 2001-2006** sur les Palavasians-Ouest
- Changement de l'état DCE 3 à 4 années **plus tard**
- La restauration s'observe **plus rapidement et de façon plus marquée et plus durable** sur les Palavasians-Ouest
- Les tests permettent d'attirer l'attention sur de **nouveaux signes de dégradation observés depuis 2014** sur les Palavasians-Est

Des informations complémentaires pour les diagnostics

- Les indicateurs DCE appliqués sur les lagunes répondent au besoin du rapportage à l'Europe, qui est réalisé tous les 3 à 6 ans
- Intérêts des indicateurs de variabilité et de tendance :
 - Évaluation de la **confiance** accompagnant les diagnostics DCE
 - Indicateurs **sensibles et réactifs** :
 - détection des tendances et des années particulières → signes précoces de restauration ou de dégradation
 - mise en évidence des impacts des mesures de gestion, même si la classe d'état ne change pas



- (1) Département Océanographie et Dynamique des Ecosystèmes côtiers – Laboratoire Environnement Ressources du Languedoc-Roussillon
- (2) Département Océanographie et Dynamique des Ecosystèmes côtiers – Vigies, Nantes
- (3) Université de Montpellier
- (4) Département Océanographie et Dynamique des Ecosystèmes côtiers – Laboratoire Environnement Ressources Provence-Alpes-Côte d'Azur-Corse

Valérie Derolez¹, Antonin Gilmard¹, Dominique Munaron¹, Vincent Ouisse¹, Grégory Messiaen¹, Martine Fortuné¹, Samuel Poirier¹, Serge Montreux¹, Jean-Louis Guillou¹, Mélanie Brun², Charlotte Provost², Elise Holey², Béatrice Bec², Nathalie Malet³, Annie Flandrino⁴

Avril 2017 - R8T/LER/LR/17.10

OBSLAG 2016 - volet eutrophisation

Etat DCE des lagunes méditerranéennes (eau et phytoplancton, période 2011-2016).

Développement d'indicateurs de tendance et de variabilité



Rapport OBSLAG 2016 sur Archimer :

<http://archimer.ifremer.fr/doc/00386/49744/>



Remerciements



Réseau de Suivi Lagunaire
Languedoc-Roussillon



structures de
gestion des
lagunes

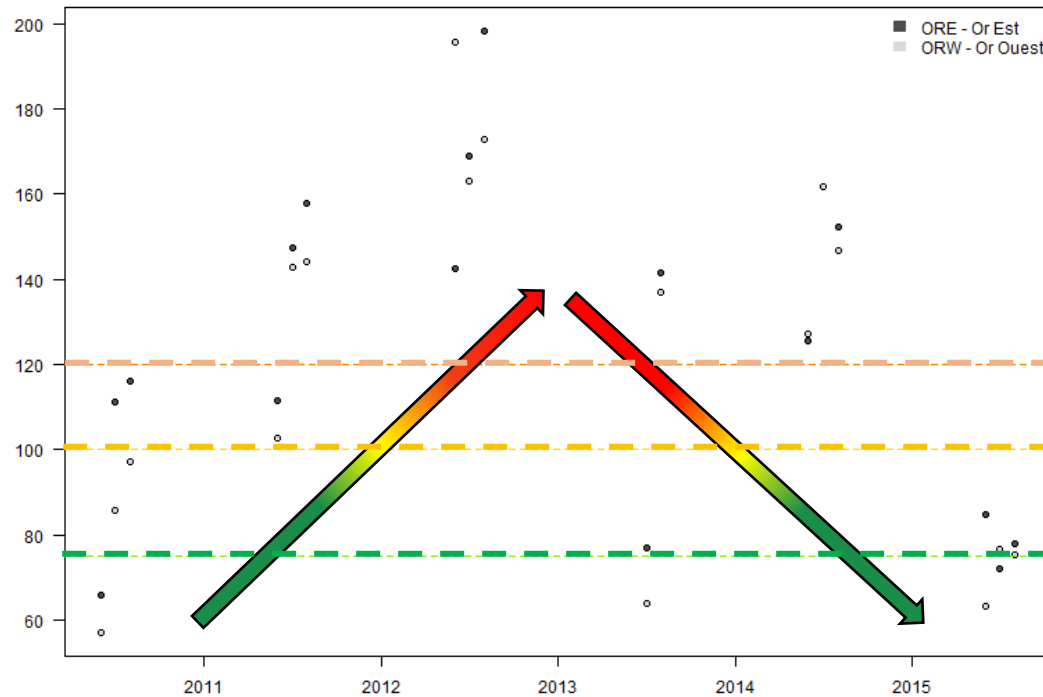
Période 2011-2016, sur les 10 masses d'eau, bon état DCE atteint :

- pour 4 masses d'eau pour le phytoplancton
- pour 7 masses d'eau pour les paramètres physico-chimiques

Nom de la masse d'eau	Etat physico-chimique de la colonne d'eau (2011-2016)	Etat du phytoplancton (2011-2016)
Canet		
La Palme		
Bages-Sigean		
Ayrolle		
Thau		
Palavasiens-Ouest		
Palavasiens-Est		
Or		
Berre		
Biguglia		

Tendances : point d'inflexion

Concentration en NT (en $\mu\text{mol/L}$)



Années

Azote total, Etang de l'Or, 2010-2015

Pas de tendance
significative



Inflexion des données
connue = année 2012

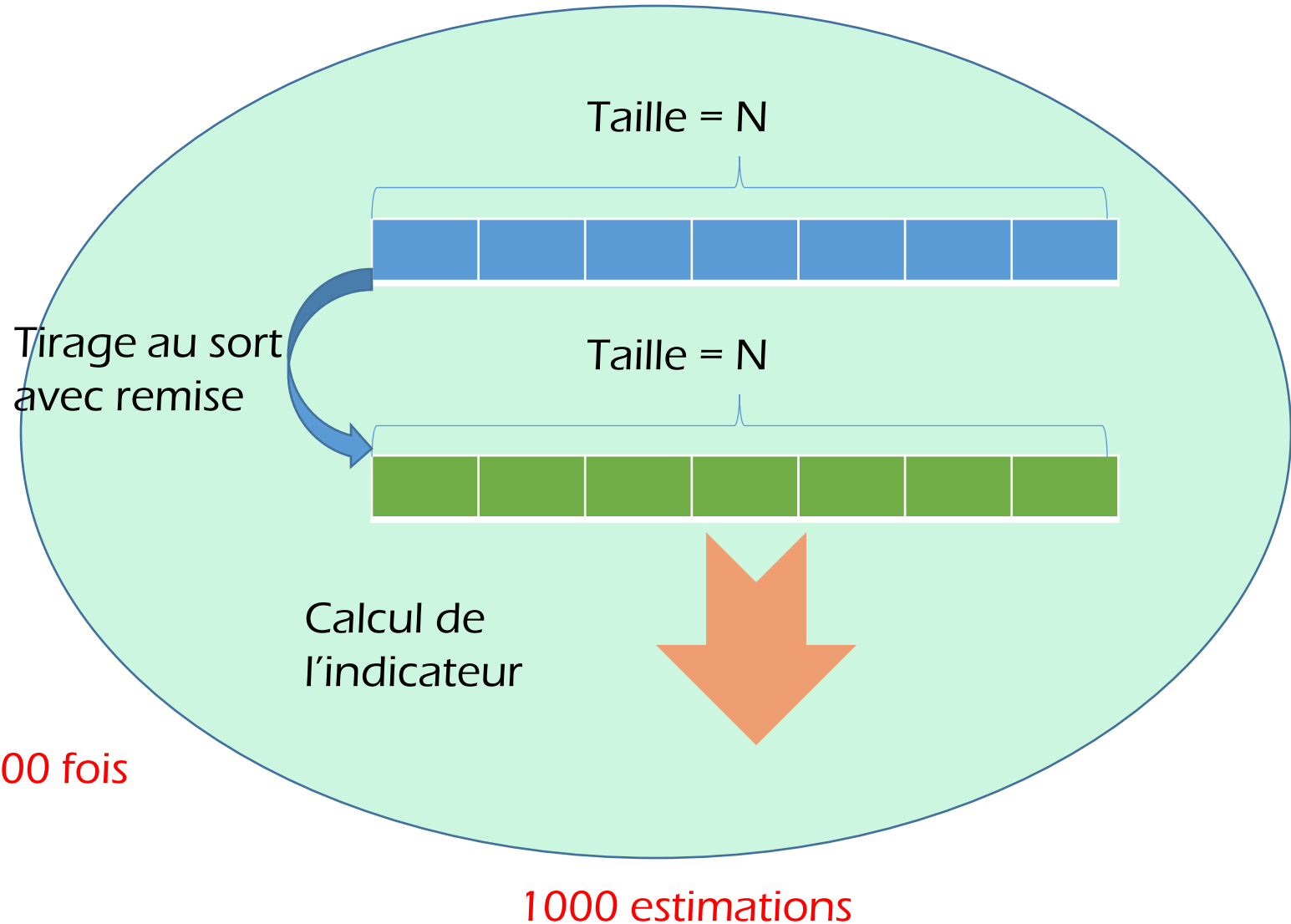
Indicateur	Classe de qualité	Tendance	Années
166.9 $\mu\text{mol/L}$	Mauvais état	Pas de tendances	bc bc c ab bc a 2010 2011 2012 2013 2014 2015

Confiance et précision

- Méthode de simulations de résultats = BOOTSTRAP non paramétrique
- Intervalles de confiance
- Répartition en classes d'état

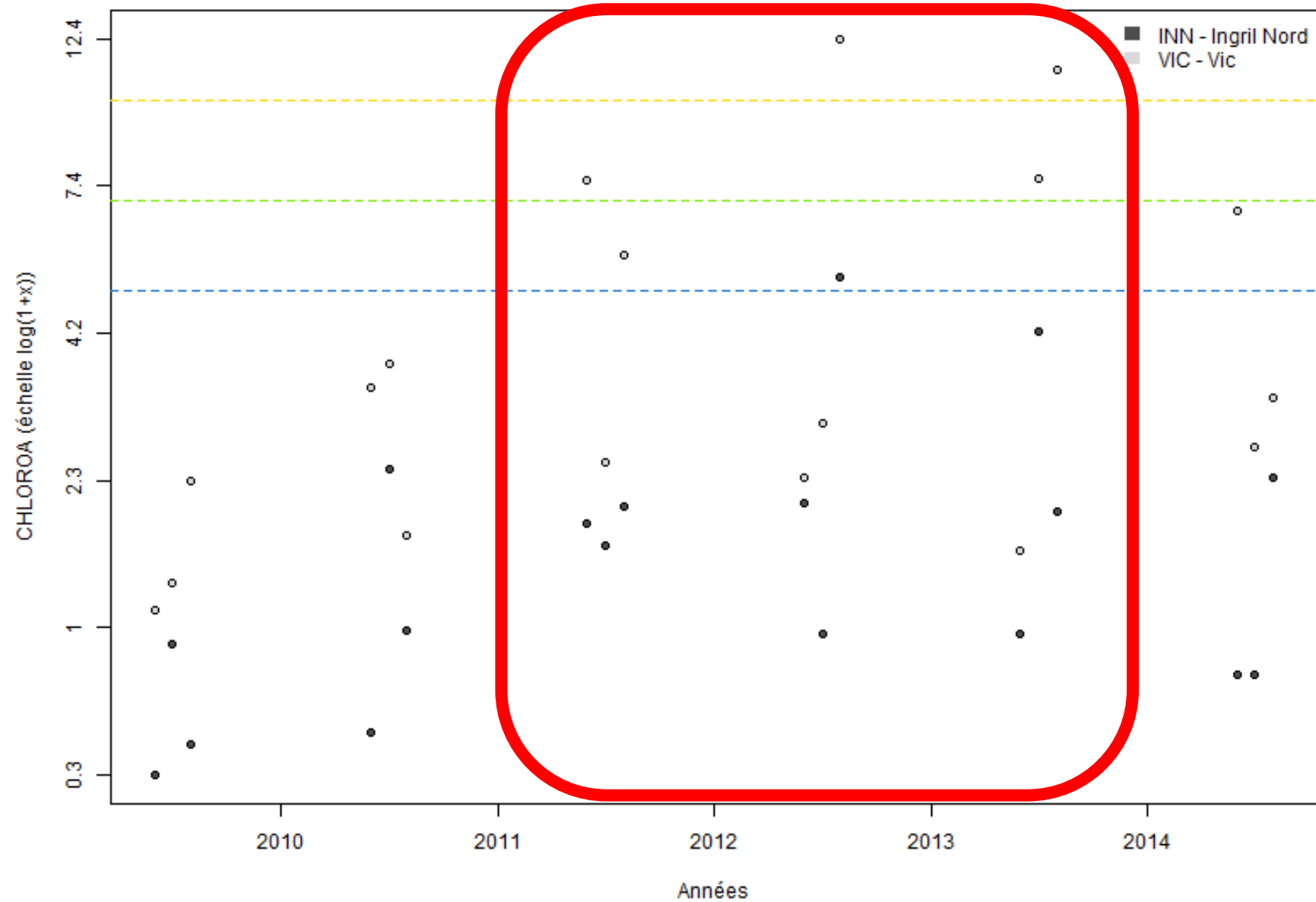
Parmi ces 1000 indicateurs, les quantiles 25 (Q25) et 97,5 (Q97.5) sont sélectionnés afin d'obtenir un intervalle de confiance de 95% de l'indicateur.

1000 fois

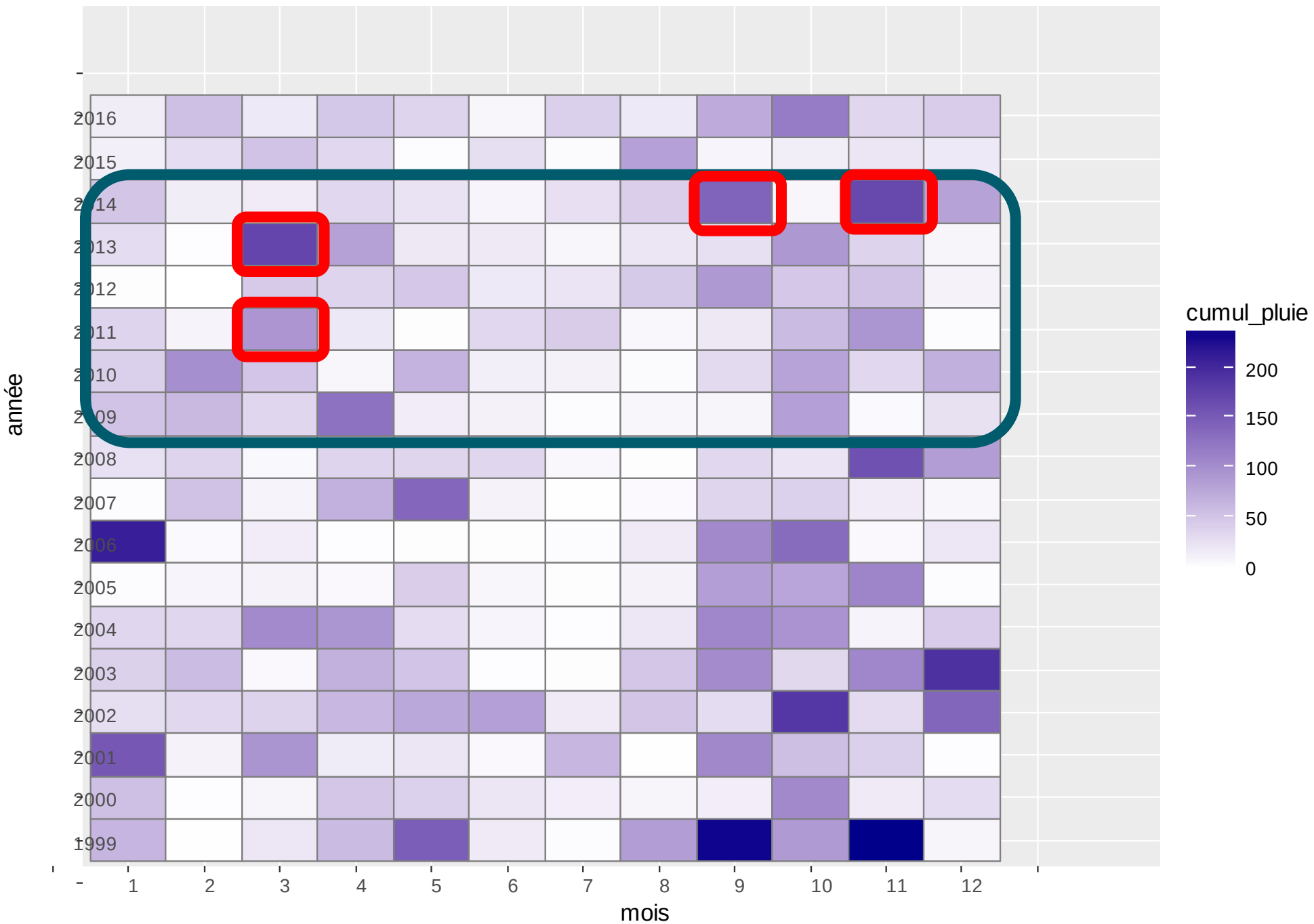


Palavasiens-Ouest, 2000 à 2016, Chl a :

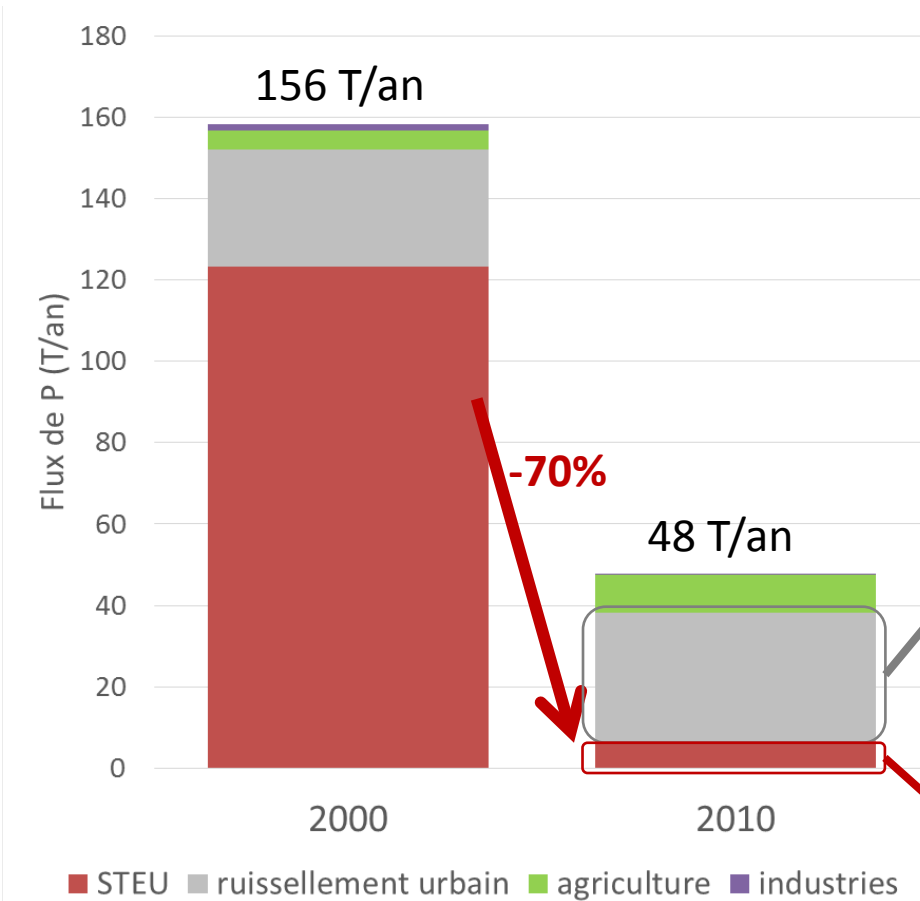
valeurs 2009 << à 2011, 2012 & 2013



cumuls mensuels de pluie



Des travaux d'assainissement importants depuis 2005



□ **Fin 2005** : déconnexion de la station MAERA → **réduction des apports de 70%P et 83%N**

2011 : raccordement de Palavas
2013 : raccordement de Pérols et Carnon

□ **Enjeu sur les apports par temps de pluie**

□ **Rejets directs** : Villeneuve-lès-Maguelone, Vic, Mireval, Frontignan plage

□ **Travaux et raccordements en cours ; apports souterrains & canal**