

---

# Journée technique et scientifique

---

## Suivi des milieux aquatiques par télédétection



1.0 | 2.0 | 5.0 | 10.0 | 15.0 | 25.0  
chl-a (mg/m<sup>3</sup>) - F01 (2009-2009)

The legend shows a horizontal color bar with six segments: light blue, green, yellow, orange, red, and dark red. Below the bar, the numerical values 1.0, 2.0, 5.0, 10.0, 15.0, and 25.0 are listed, corresponding to the segments. The text 'chl-a (mg/m<sup>3</sup>) - F01 (2009-2009)' is positioned below the values.

**Milieu marin et estuarien  
DCE Guyane**

1

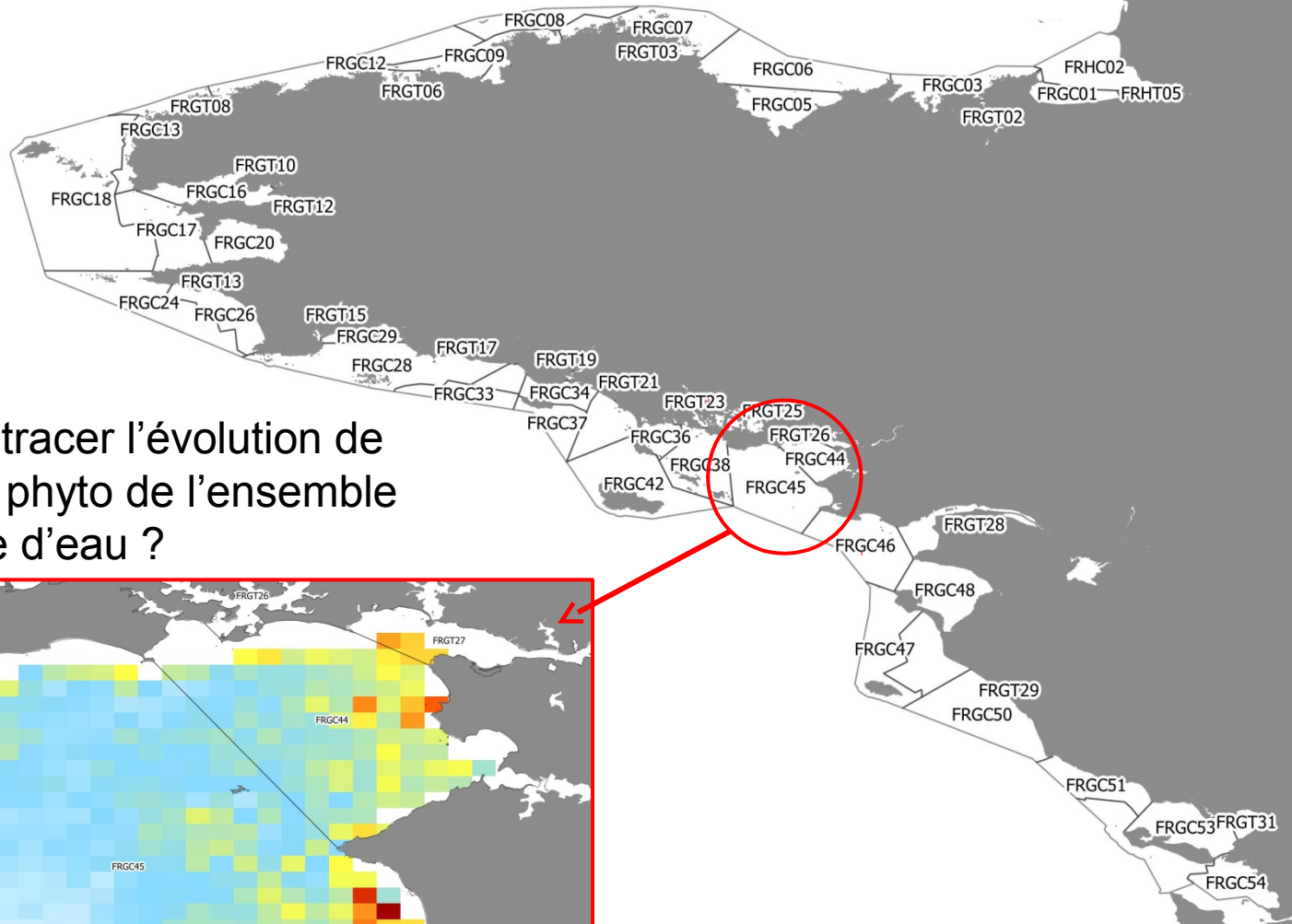
**OBJECTIFS DE LA DEMARCHE**

**SOURCES DE DONNEES**

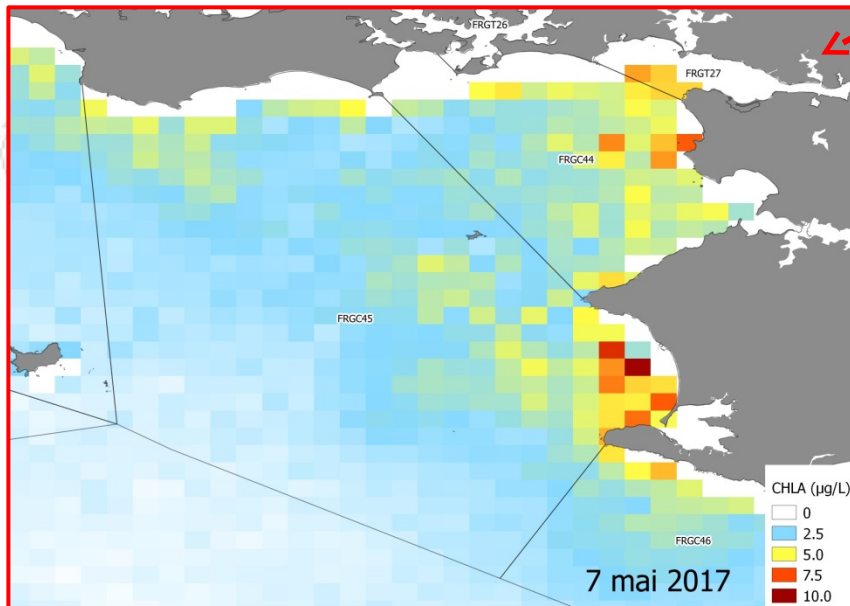
**QUELQUES RESULTATS**

1.0|2.0|  
hl-a (mg/m<sup>3</sup>) - F01 (2009-2009)

# OBJECTIFS DE LA DEMARCHE



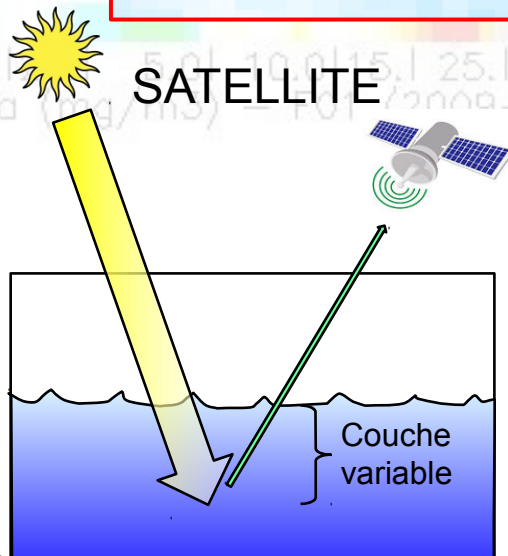
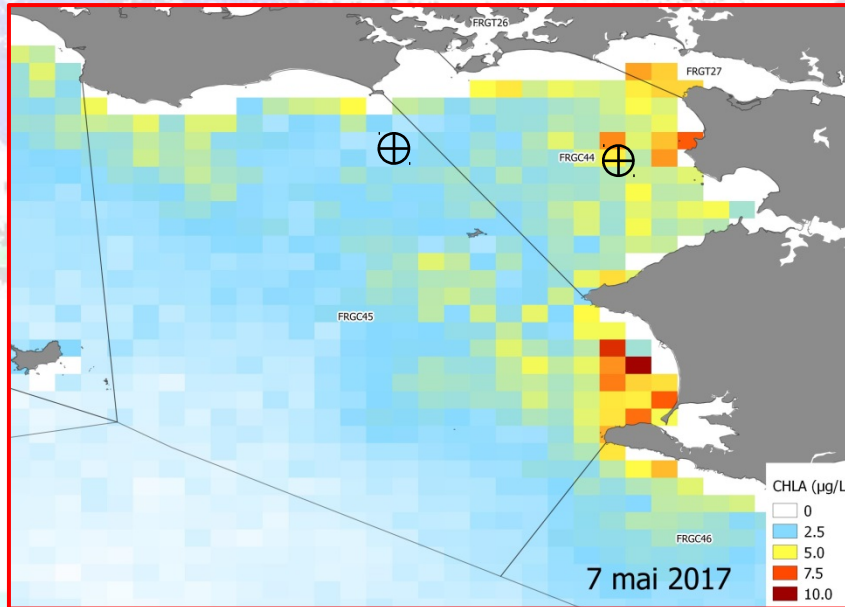
Comment retracer l'évolution de la biomasse phyto de l'ensemble d'une masse d'eau ?



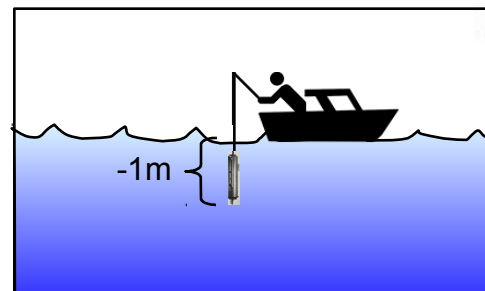
Les MEC sont hétérogènes dans l'espace et dans le temps



## SATELLITE Vs. ECHANTILLONNAGE



## ECHANTILLONNAGE



Besoin d'un algo  
calibré fiable (OC5)

La mesure terrain  
n'est pas plus fiable  
que celle du satellite

Impossible de  
connaître 'LA' réalité

Il faut prendre une  
méthode et la suivre.  
C'est la tendance par  
tranche de 6 années  
qui nous intéresse  
dans la DCE

# OBJECTIFS DE LA DEMARCHE

## Etat des lieux de la DCE en Guyane

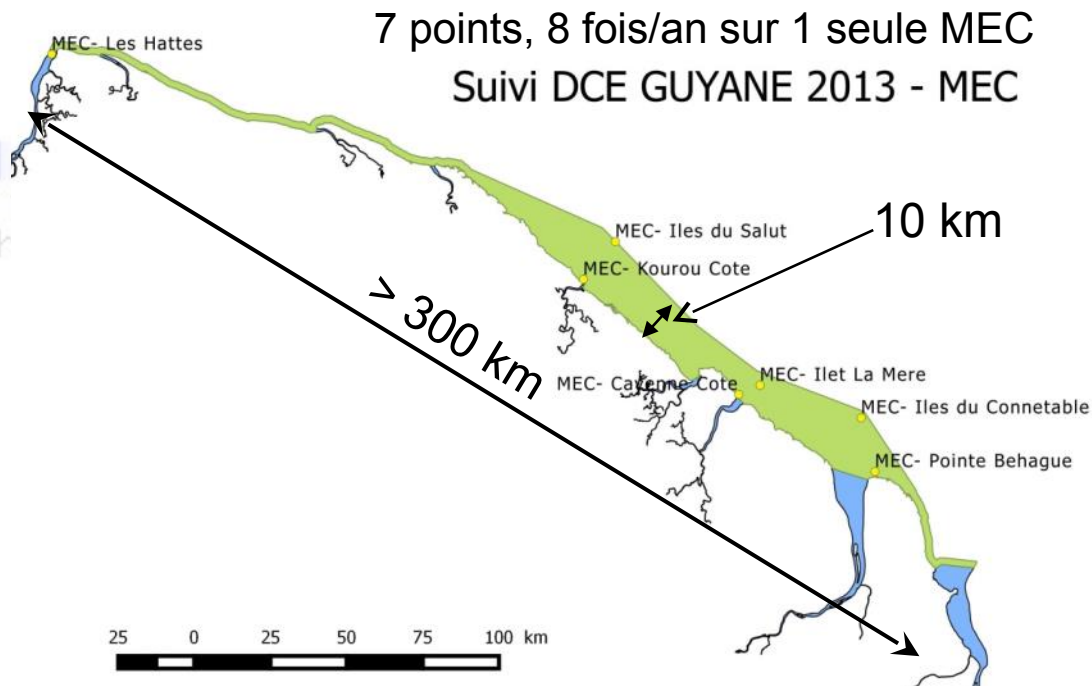
Pas de données historiques (chl<sub>a</sub>, T°,...)

Livrable 1  
2015

Augmenter la connaissance sur le milieu marin guyanais  
(paramètres T°, CHLA, Turbidité)

Livrable 2  
2016

Evaluer l'utilisation des images à 300 m de résolution +  
Démonstrateur outil opérationnel



**> 2013 = CHLA et TURBI**

- CHLA : HPLC et spectro
- TURBI : sondes et mesures

## Source de données

### SST (Sea Surface Temperature)

Data	Time serie		
OSTIA	2006 ->		
MODIS	2002-2012		
-			

Développement algos = IFREMER

Production images = ACRI-HE

### Couleur de l'eau (CHLA, TURBI, MES)

Camera	Time serie		
MODIS	2003 - 2014		
MERIS	2003-2009		
VIIRS	2012		

Récupération images L2  
ESA et NASA

algorithme OC5 (Gohin,  
Druon, Lampert 2002)



# SOURCES DE DONNEES

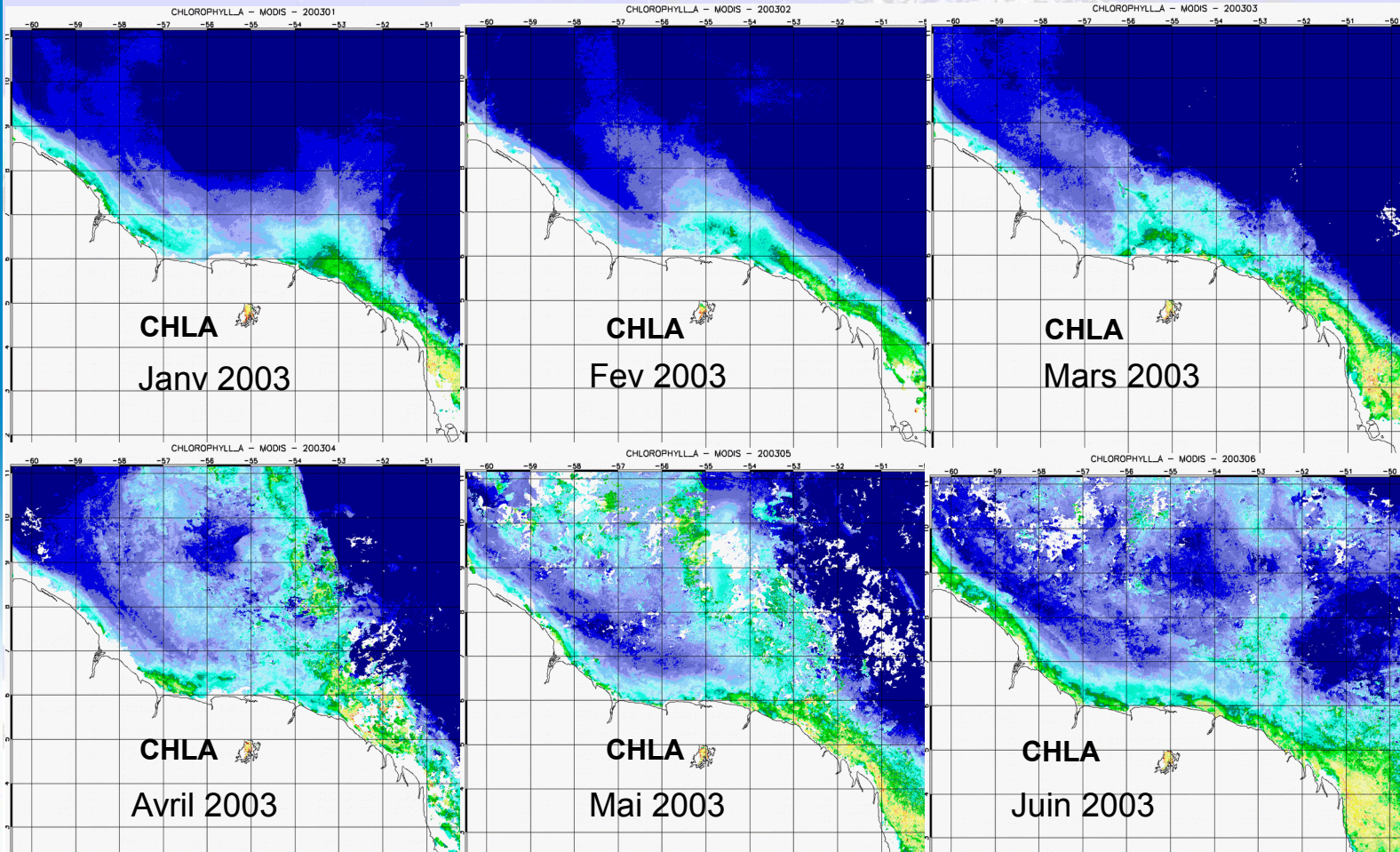


Image composite de base => mois

Produits : année, 6 ans, climatologies, P90, moyennes,...

### Quelques unes des données fournies lors des projets à l'OEG

#### PLATEFORMES SST

Source	résolution	période	Images	Taille	Nb. fichiers
GRHSST	25 km	1986-2014	jj, mm, aaaa	66.5 Go	30655
ODYSSEA	2 km	2010-2015	jj, mm, aaaa	10.9 Go	5170
OSTIA	5 km	2009-2014	jj, mm, aaaa	20.4 Go	8782

#### CAMERAS COULEUR DE L'EAU (CHLA, MES, TURBI)

Source	résolution	période	Images	Taille	Nb. fichiers
MODIS	1 km	2003-2014	jj, mm, aaaa, Clim, P90	22.9 Go	41818
VIIRS	750 m	2012-2014	jj, mm, aaaa, Clim	9.1 Go	10675
MERIS	300 m	2005-2008	jj, mm, aaaa, moy, P90	17.6 Go	2178
MERIS	1 km	2003-2011	jj, mm, aaaa, moy, P90	26.9 Go	28395

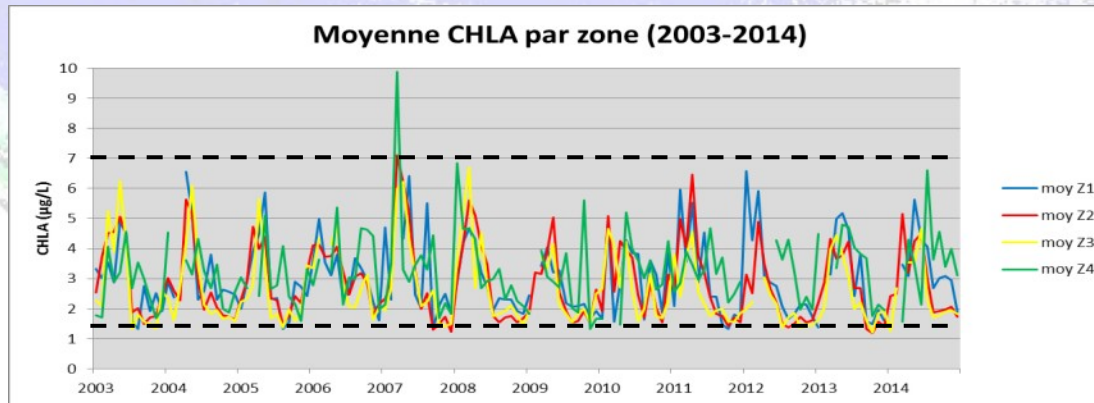
### DONNEES DISPONIBLE A L'OEG

Aux formats JPG, GeoTIFF et NetCDF parfois

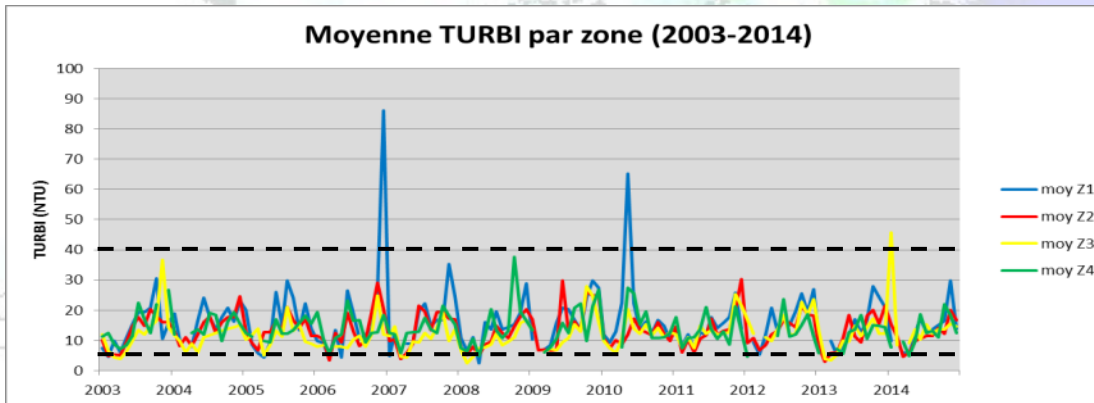


# QUELQUES RESULTATS

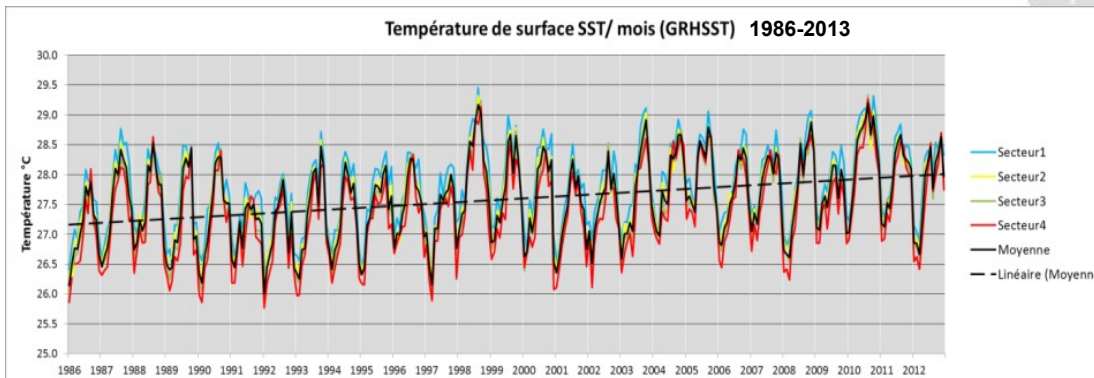
## Variabilité interannuelle par zone, sur + de 12 années



La moyenne de CHLA varie entre 1.5 et 7 µg/L

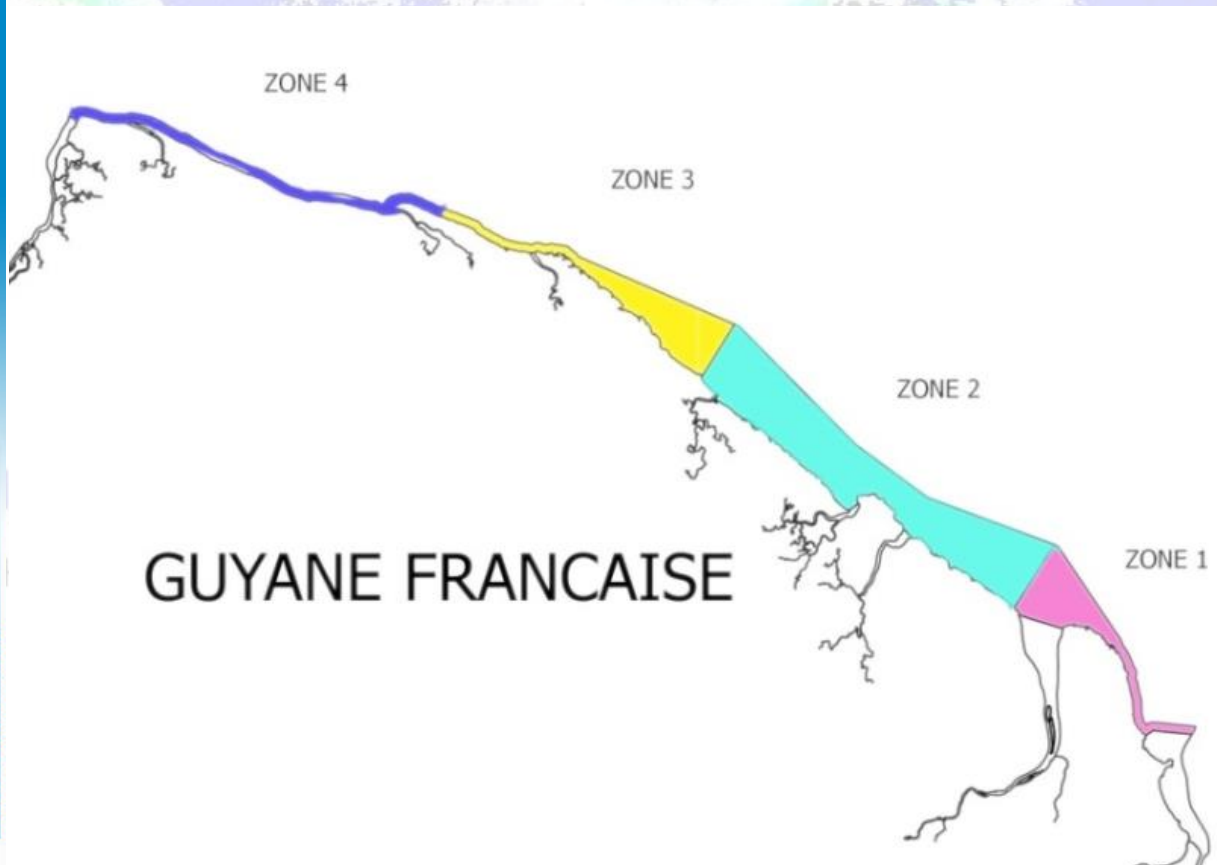


La moyenne de TURBI varie entre 5 et 40 NTU



Augmentation de la T° moyenne d'env. 0.8°C et 25 ans

### Que fait-on de ces données...?



- 
- Doit-on garder une seule MEC ? La scinder ?
  - Quelle est la meilleure stratégie ? Nombre de points, de fois, quand, et où aller échantillonner
-

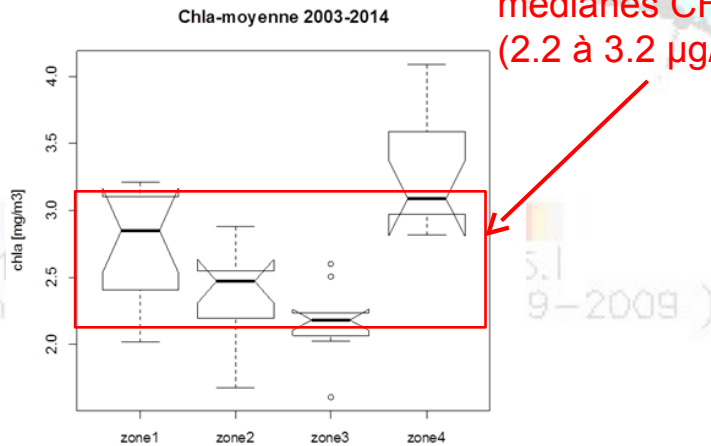
## La MEC est-elle homogène ?

### Selon SST

zone	Tmoy	Tmin	Tma:
zone1	27.59	26.34	28.8
zone2	27.57	26.23	29.0
zone3	27.58	25.75	28.8
zone4	27.59	25.98	28.7

Très faible variation de SST

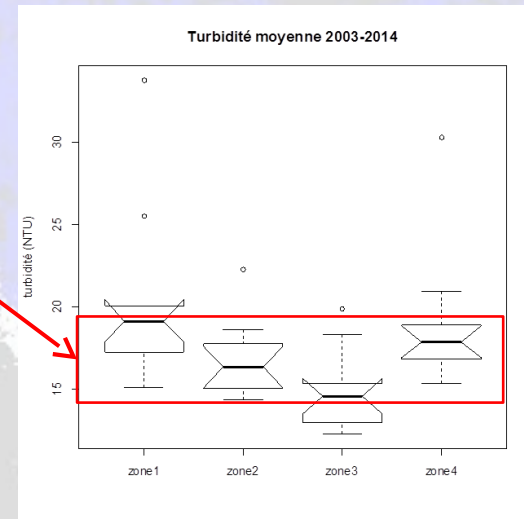
### Selon CHLA



Faible variation des médianes CHLA (2.2 à 3.2 µg/L)

Faible variation des médianes TURBI (14 à 19 NTU)

### Selon TURBI

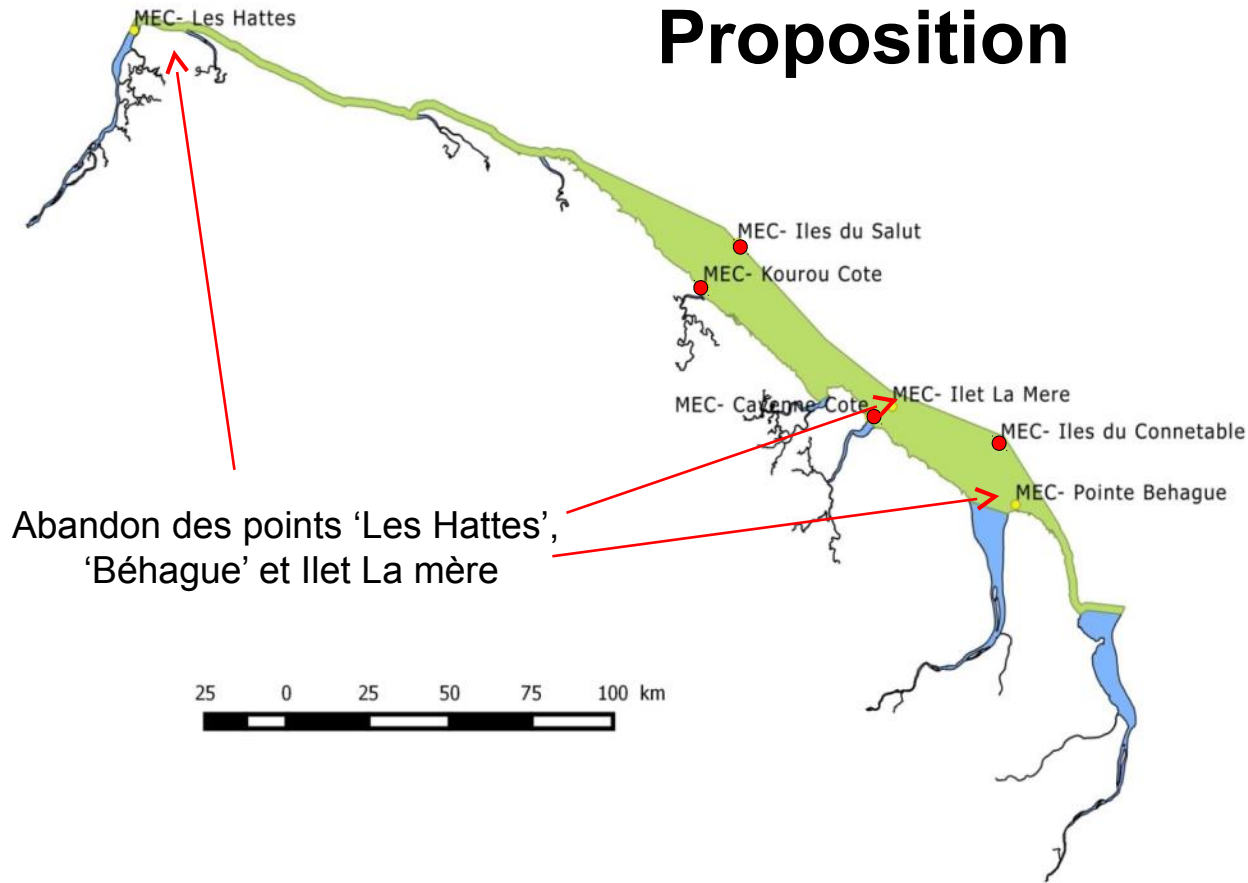


Faibles différences pour justifier un effort dans l'échantillonnage

**Il serait pertinent de garder une seule MEC**



## Proposition de stratégie de surveillance pour la MEC guyanaise



Pour que le suivi  
soit représentatif  
de la MEC dans  
son intégralité



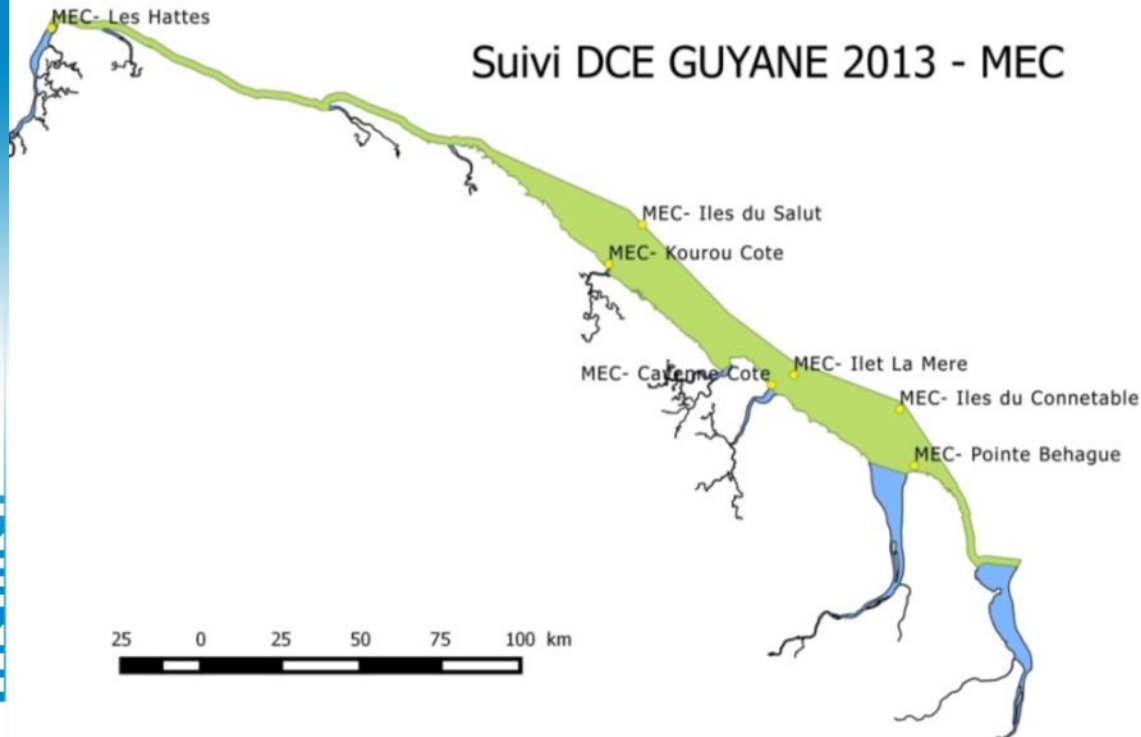
Garder 1 MEC ou  
changer la taille de la  
zone 4 (compliqué)

Suivi sur 4 points, 2  
côtiers et 2 plus au  
large sur 4 fois/an

## QUELQUES RESULTATS

Avantage du satellite par rapport aux données *in-situ* =  
**sur-échantillonnage et représentativité sur toute la surface**

### Cas de la Guyane française



#### Prélèvements :

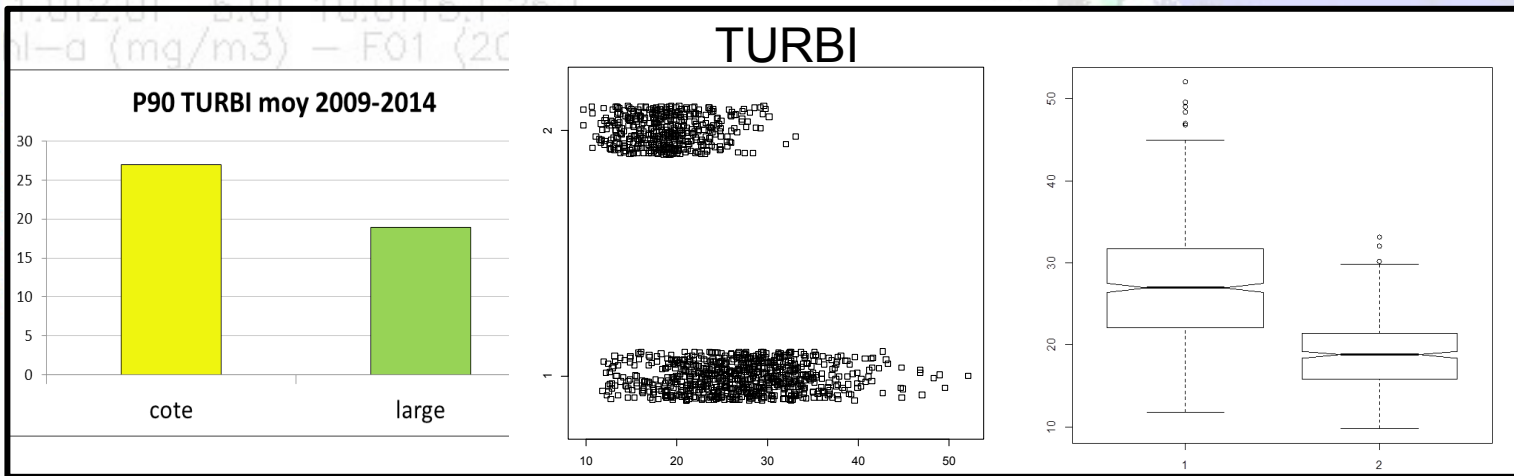
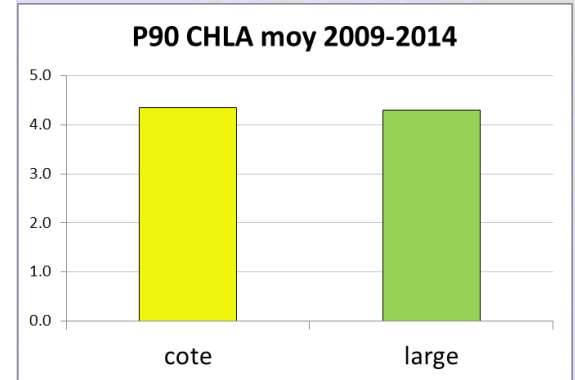
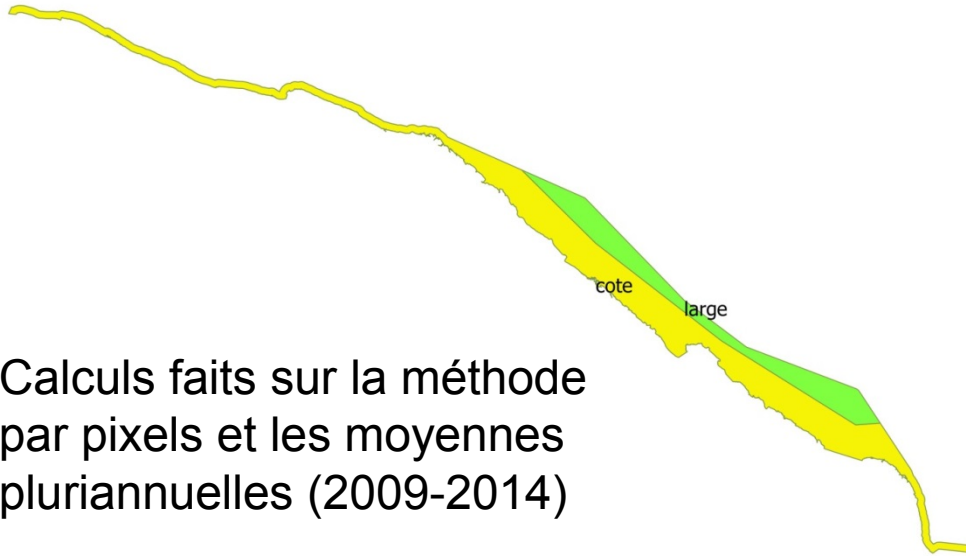
- Au mieux, 7 points sur 8 fois/an = **56 mesures**
- Analyse plus précise mais moins représentatif de la masse d'eau
- **Idéal pour des masses d'eau homogènes**
- Un échantillon ~1litre

#### Satellite : 1 pixel=1échantillon

- Au mieux, sans nuages :  
**1km/px = 1605 points sur 12 fois/an**  
~ **19 000 mesures**
- **300m/px = 25680 points sur 12 fois/an**  
~ **308 000 mesures**
- Analyse moins précise mais masse d'eau prise dans son intégralité
- **Idéal pour des masses d'eau hétérogènes**

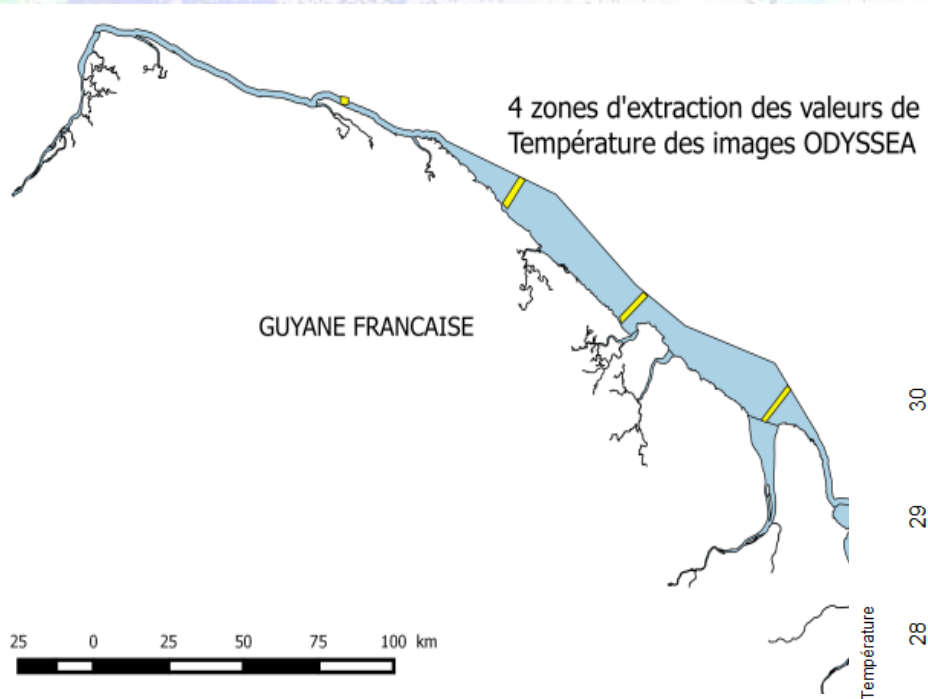
## Analyse dans un gradient côte-large

Calculs faits sur la méthode par pixels et les moyennes pluriannuelles (2009-2014)

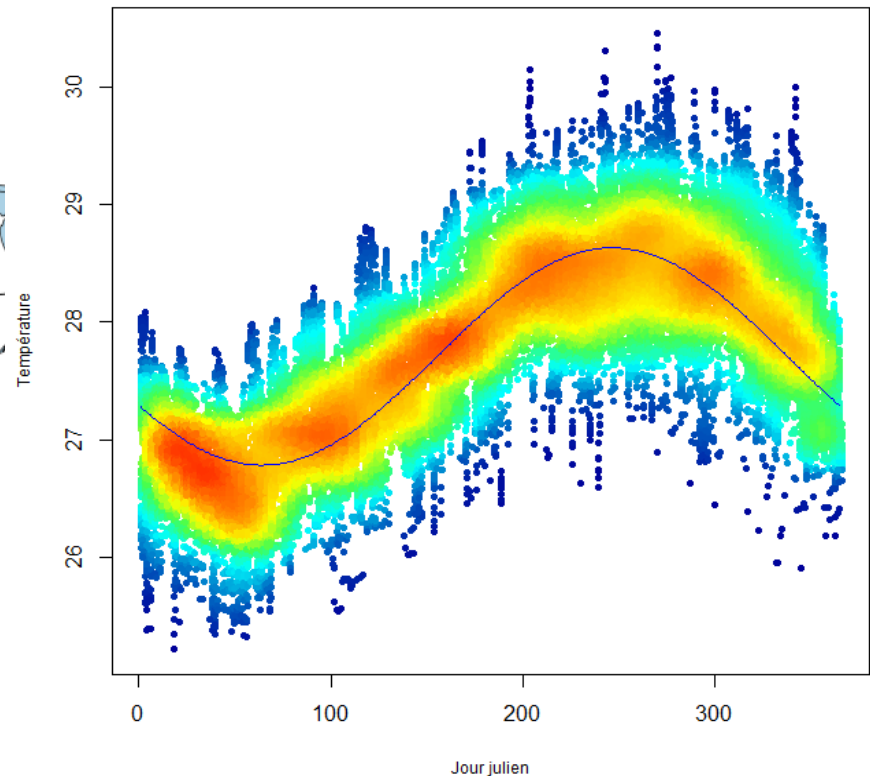




# Utilisation satellite dans la définition de la courbe de T° de référence DCE



SST Guyane - ODYSSEA 2011-2014



80 000 données sur 4 ans  
56 valeurs/jour

2

**PROBLEMES RENCONTRES**  
**SOLUTIONS MISES EN PLACE**

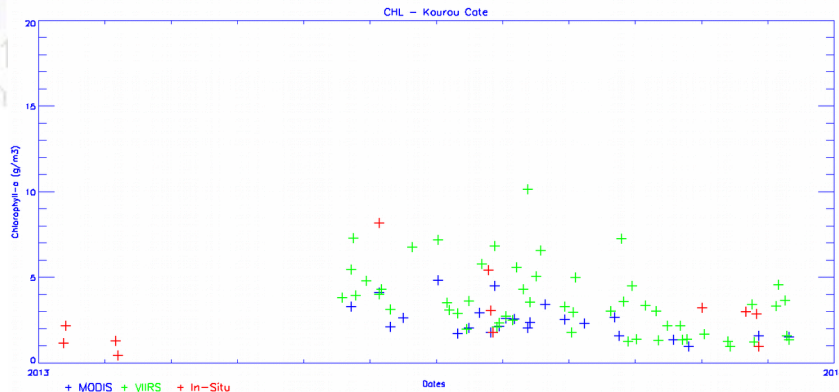
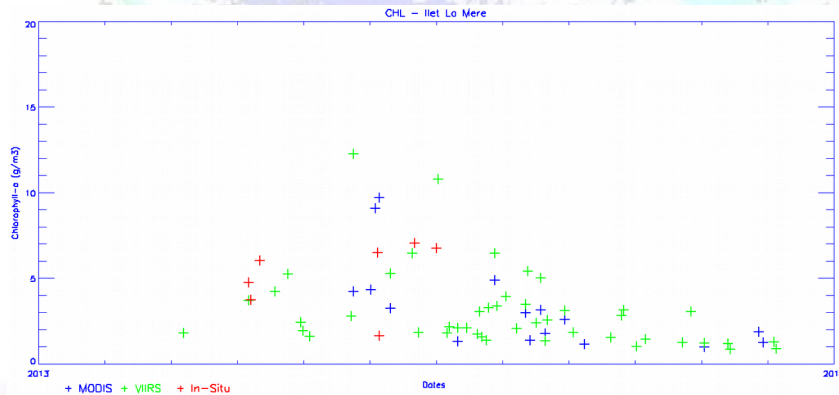


## VRAISEMBLANCE DE DONNÉES 'IN SITU-SATELLITE'

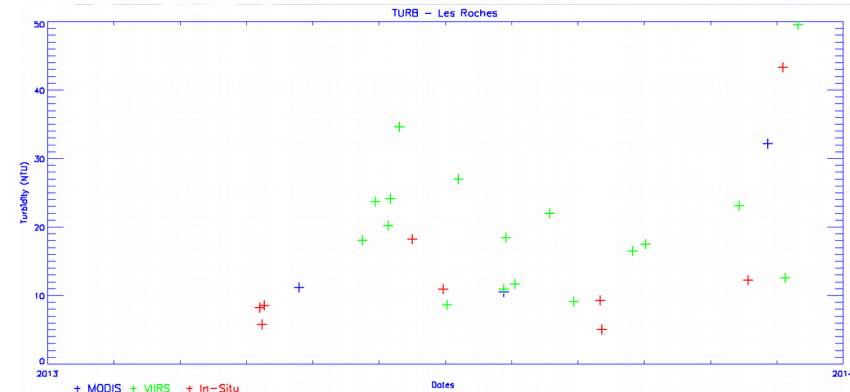
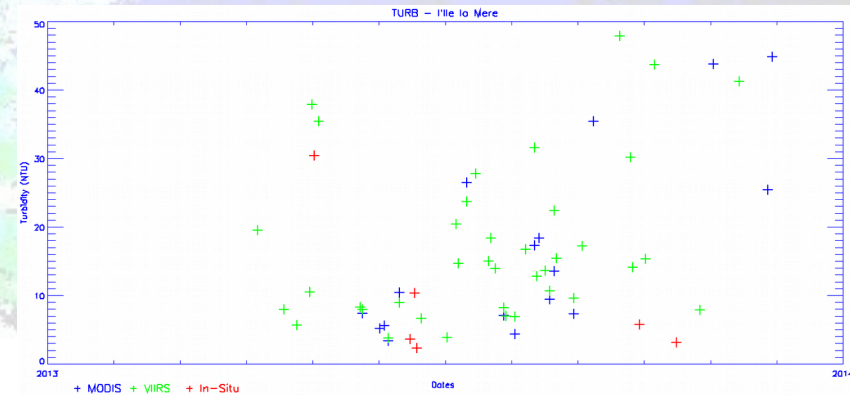
*Satellites-caméras* : MODIS, VIIRS

*Data in-situ* : analyses DCE 2013

### CHLA



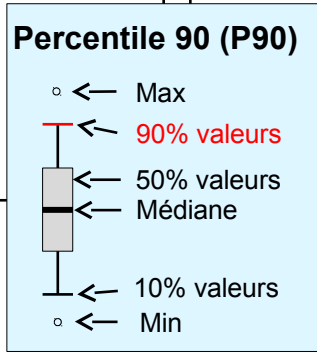
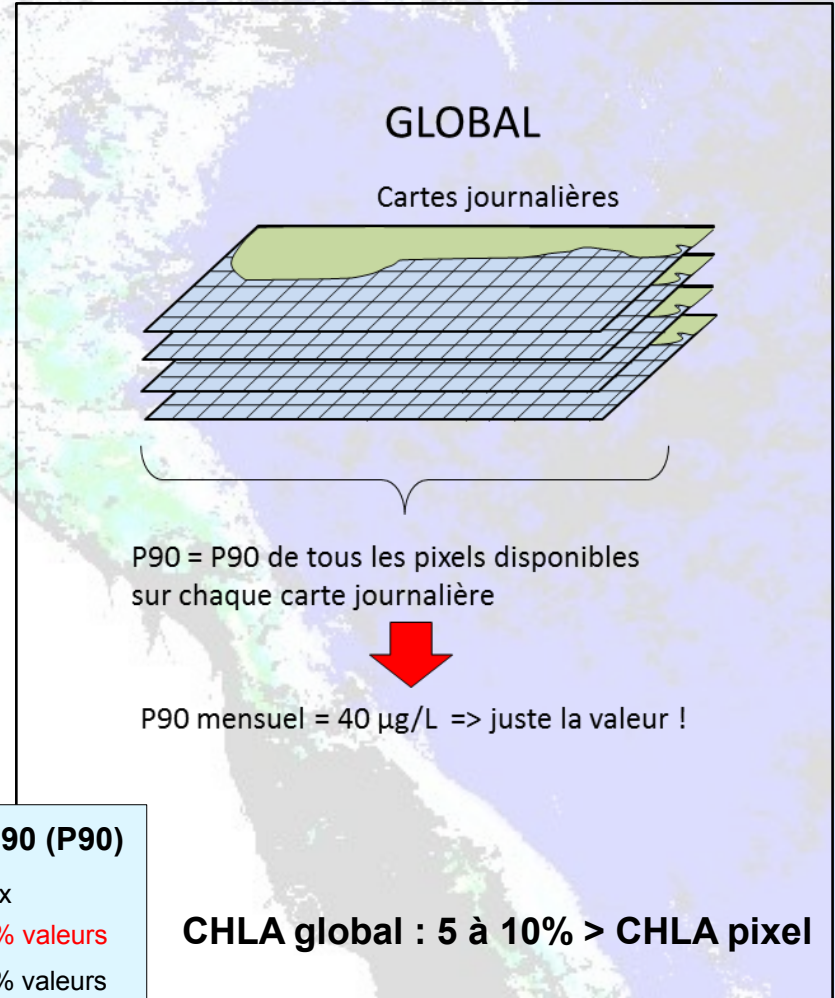
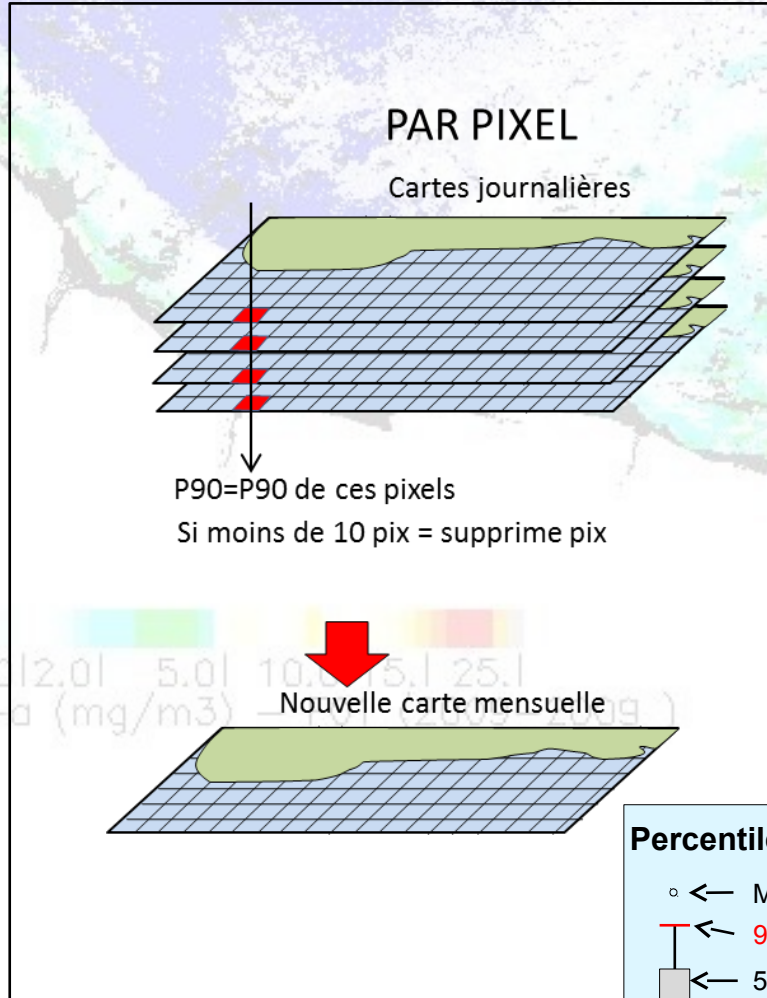
### TURBI



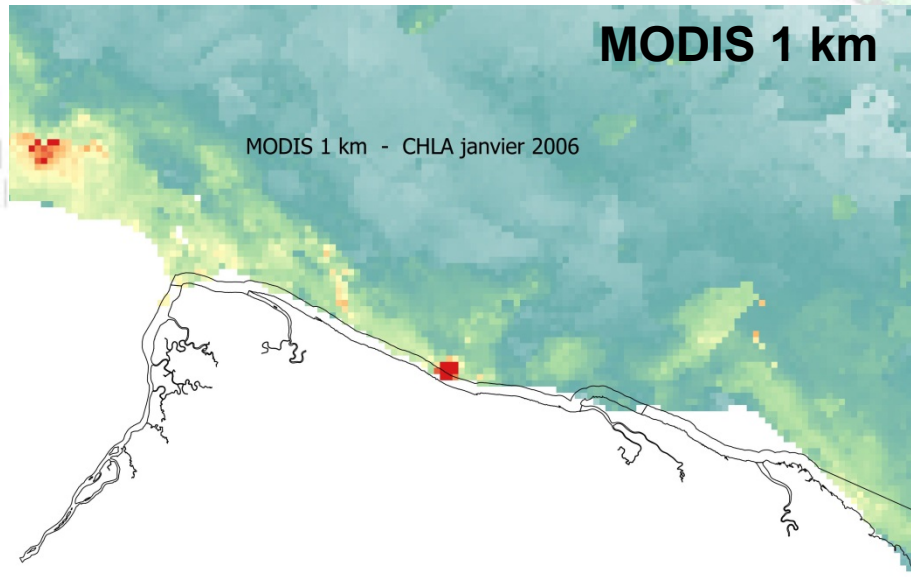
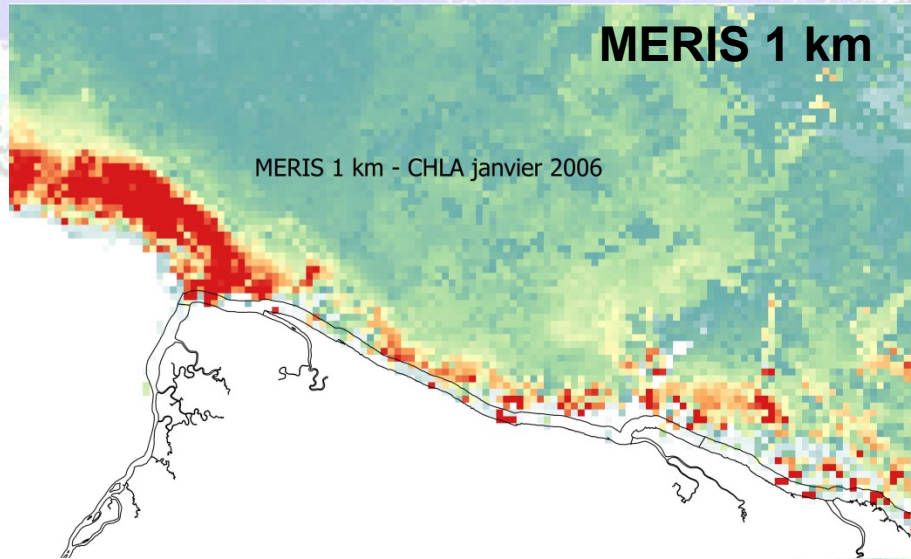
*Bonne concordance pour CHLA et TURBI, mais besoin d'aller plus loin => travail en cours CNRS (Vincent Vantrepotte)*



## METHODES DE CALCUL DU P90



## PROBLEME DU MASQUE 'TERRE'



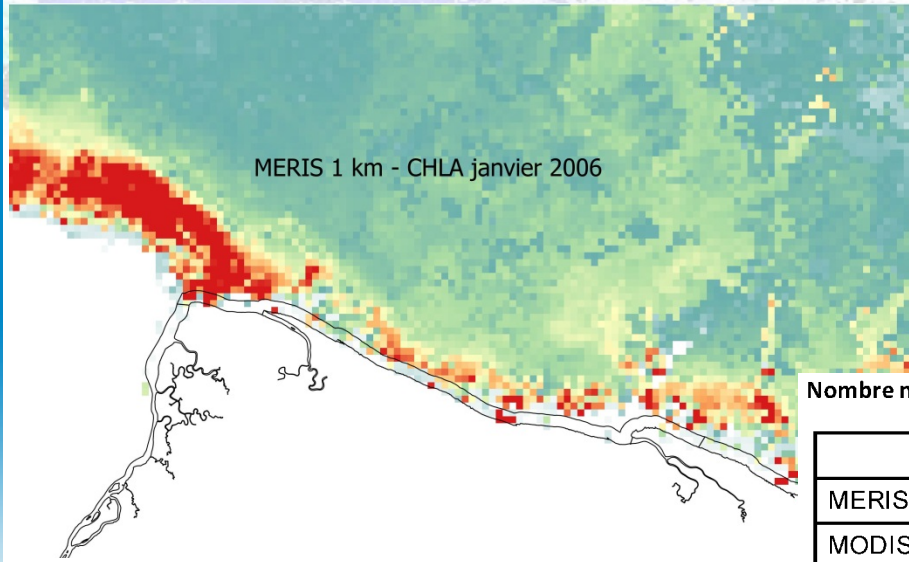
**Faible nombre de pixels zone 4**

Le masque « terre » de MERIS (ESA) est moins pénalisant que celui de MODIS (NASA)

		CHLA moyenne (2003-2009)	
		Pixels OK	% pixels vides
Zone 1	MODIS	178	28
	MERIS	235	3
Zone 2	MODIS	778	14
	MERIS	903	< 1
Zone 3	MODIS	238	23
	MERIS	304	1
Zone 4	MODIS	32	77
	MERIS	125	12



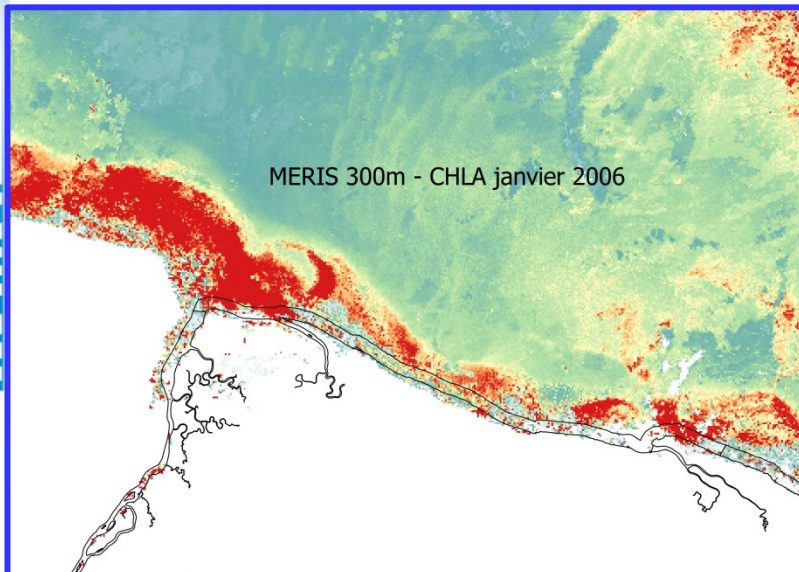
## UTILISATION DE LA RÉOLUTION DE 300M



**Augmentation du taux d'échantillonnage avec MERIS 300m = x16 fois**

Nombre maximum de pixels disponibles avec la camera MODIS (1 km) et MERIS (300m)

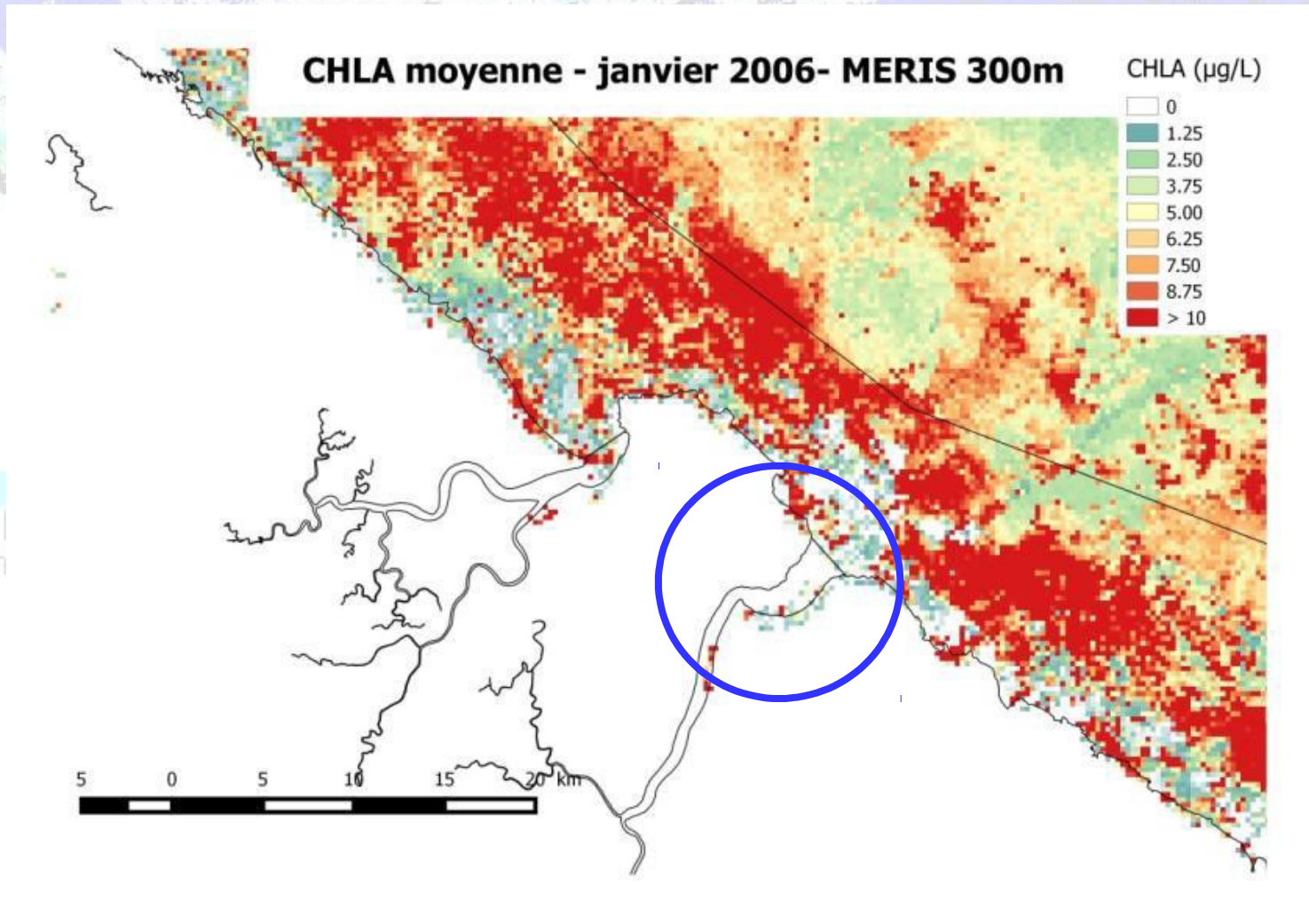
MERIS 300m →				
MODIS 1 km →				





## UTILISATION DE LA RÉOLUTION DE 300M

Problèmes de navigation ?



1.0 | 2.0 |  
chl-a (m

## Approche satellite (300 m) des MET

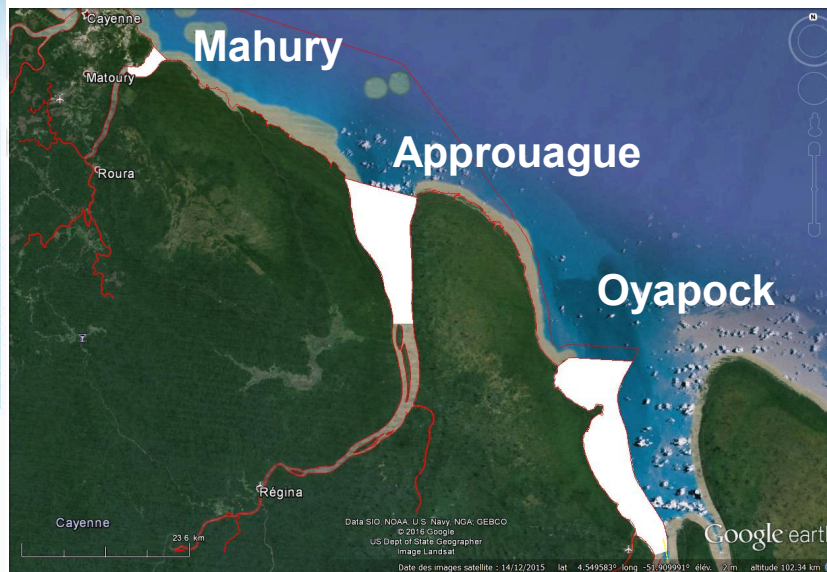


MERIS 300 m


Suivi de 4 MET/9 et dans le domaine estuarien uniquement

La résolution des capteurs n'est pas compatible avec le suivi des cours d'eau étroits

Résultats prometteurs pour les suivis avec la haute résolution et les nouveaux algorithmes.





## Approche satellite (300m) des MET

### OC5 méthode par pixel

	Approuague	Mahury
2003	354	12
2004	608	25
2005	621	19
2006	316	8
2007	282	12
2008	770	28
2009	104	1

105

Avec OC5 et la méthode 'par pixel' nous pouvons créer des cartes mais on perd beaucoup de données

### OC5 méthode globale

	Approuague	Mahury
2003	4633	209
2004	6440	368
2005	7010	300
2006	4508	239
2007	3956	171
2008	7809	344
2009	2774	163

1794

Avec OC5 et la méthode 'globale' nous ne pouvons créer des cartes mais on récupère de données

### Han 2016 (méthode globale)

	Approuague	Mahury	Maroni	Oyapock
2003	22617	1201	8728	35972
2004	24717	1796	11592	38749
2005	26219	1414	10222	37139
2006	19574	1297	9400	28726
2007	12963	597	4987	14675
2008	25219	1293	9886	36114
2009	13530	622	5243	19160

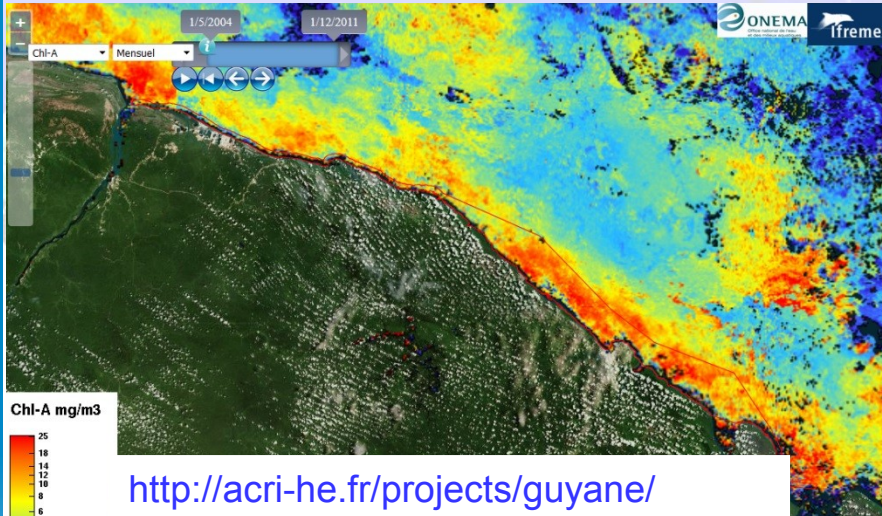
8220

Avec Han ou OC5-HT et la méthode 'globale' nous ne pouvons créer des cartes mais on récupère beaucoup de données

**Peut-on imaginer le suivi de tous les MET ?**



# PROBLEMES ET SOLUTIONS

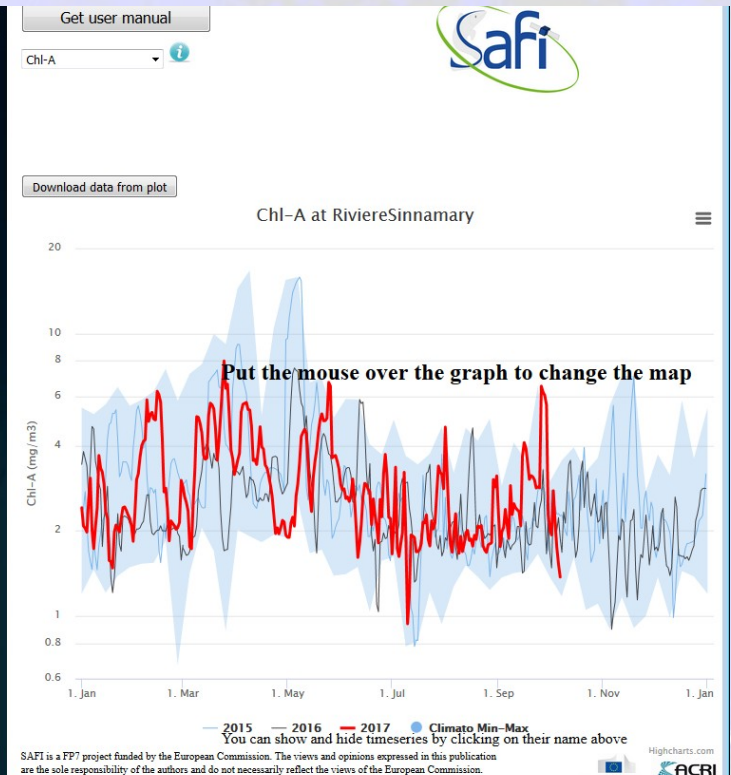
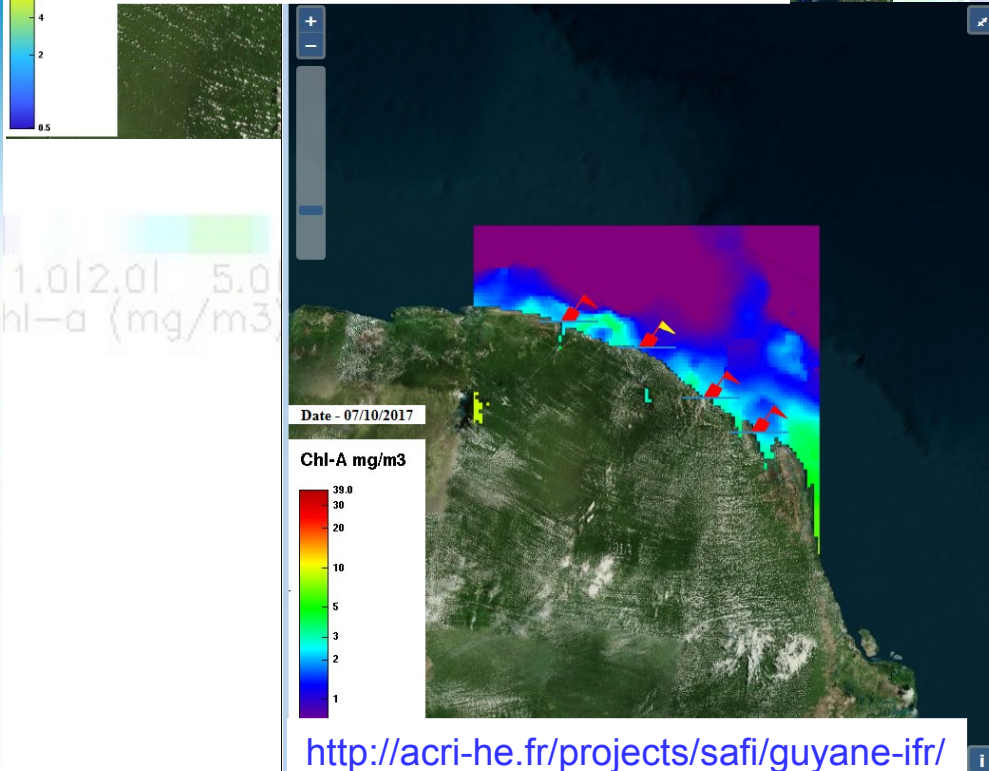


## DÉMONSTRATEUR OPÉRATIONNEL

- Moy mensuelle
- P90 mensuel
- P90 annuel
- P90 6 ans

Récupération des images TIF et JPG via le Web

Mais au besoin toute autre information ou produit dérivé







3

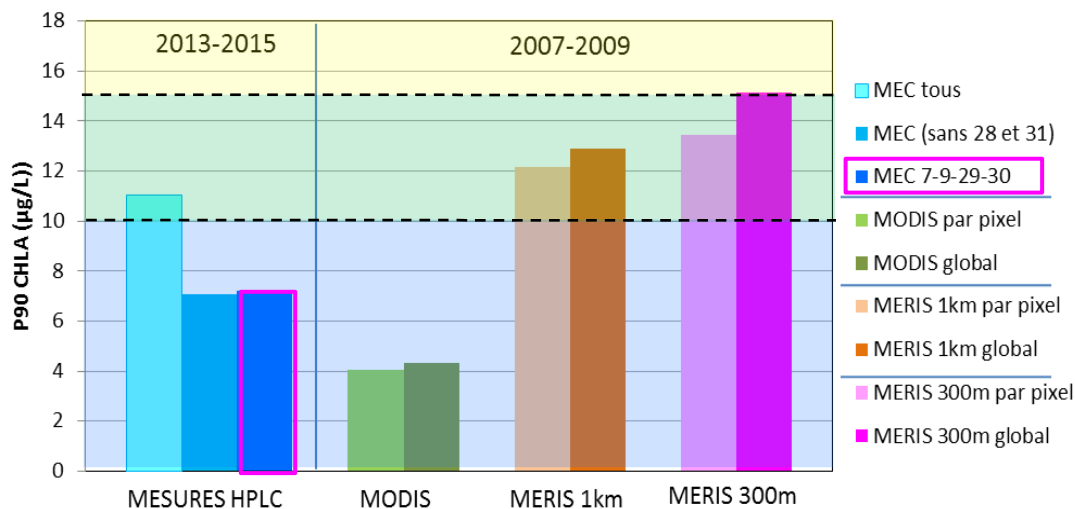
COMPARAISONS DE CAMERAS, ALGOS  
ET METHODES DE CALCUL





## CHLA DE LA MEC GUYANE

P90 CHLA et grille DCE Mer du Nord



OC5-MERIS semble surestimer la P90CHLA par rapport aux mesures in-situ HPLC

Avec les produits de l'ESA (MERIS) l'on sort de la zone 'très bon' selon méthode utilisée (grille Manche-Atlantique)

Il serait toujours possible d'ajuster linéairement les données satellite pour qu'elles collent au mieux aux mesures in-situ

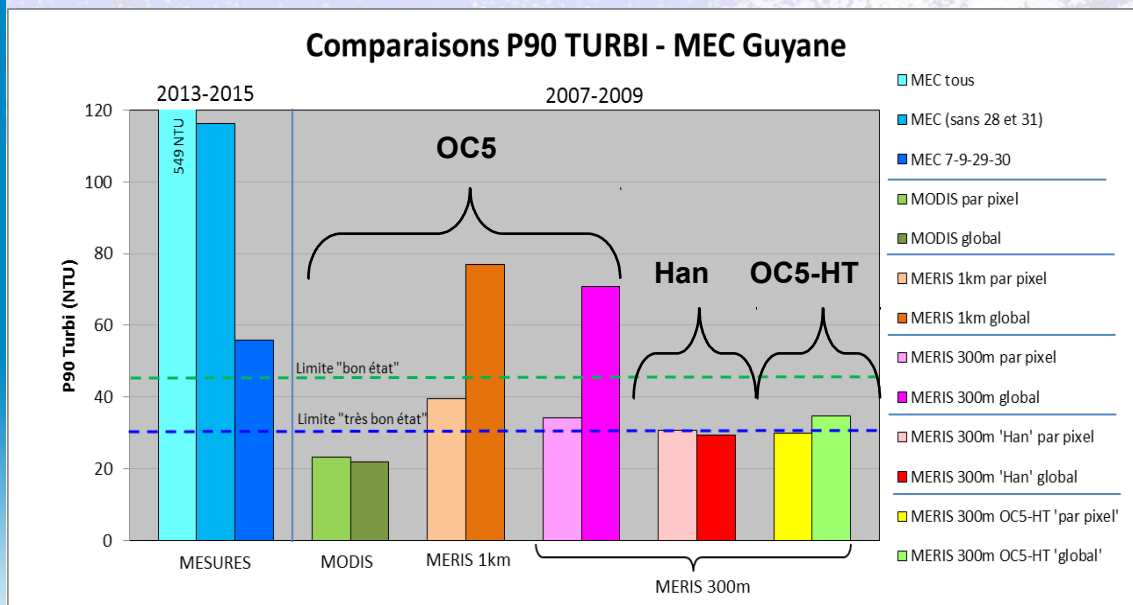
	Très bon	Bon	Moyen	Mauvais	Très mauvais
MEC et MET Mer du Nord	[0 - 10]				
MEC et MET Manche-Atlantique	[0 - 5]				

Mais la vraie valeur est où ? Dans les données *in-situ* ou satellite ?



Dans aucune des deux

## TURBIDITE MEC GUYANE



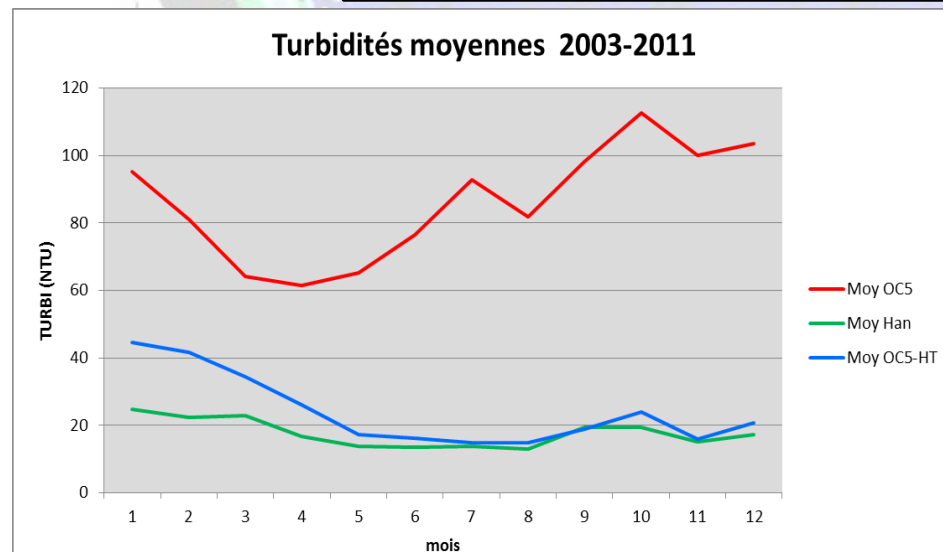
Comparaisons entre plusieurs cameras, algos et méthodes de calcul

- **OC5 (chl a et turbidité)**
- **Han et al. 2016, semi-analytique**
- **OC5-HT, nvx. rapports réflectances côtières TURBI**

Avec **Han** et **OC5-HT** on retrouve la variabilité naturelle de la turbidité en Guyane car on exploite mieux les pixels côtiers



Prélèvements à 0.5, 1.5m et 2m de profondeur face à la Montagne d'Argent



# CONCLUSIONS

Les images satellite sont actuellement utilisées comme support/complément des données de terrain pour la réalisation des indices/indicateurs, mais pourraient être aussi utilisées à la place des données de terrain.

## Avantages

- Meilleure perception spatio-temporelle que les mesures ponctuelles
- Fort taux d'échantillonnage
- Possibilité de suivi en temps réel et automatiser les procédures
- Moindre coût que les mesures

## Désavantages

- Moindre précision que la mesure de terrain
- Dépendance de la disponibilité des satellites
- Nombre restreint de paramètres, donc il faut qd même continuer avec les sorties de terrain



## BIBLIOGRAPHIE EDITEE

Lampert, Luis. 2015. « Etude sur la température de surface de la mer des eaux guyanaises dans le contacte DCE ». Scientifique et technique RST.Dyneco 2015-02. Brest, France: IFREMER. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00294/40509/>

Lampert, Luis, Bryère, et Francis Gohin. 2015. « Etude de la variation des paramètres température, biomasse et turbidité sur plus de 10 années dans les eaux marines guyanaises par imagerie satellite ». Expertise Onema. Brest, France : IFREMER. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00294/40531/>

Lampert, Luis, Philippe Bryère, et Francis Gohin. 2016. « Etude de la variation des paramètres biomasse (Chla) et turbidité sur plus de 10 années dans les eaux marines guyanaises par imagerie satellite. - Phase 2 : utilisation de la résolution à 300 m ». <http://archimer.ifremer.fr/doc/00369/47992/>.

Lampert, Luis. 2017. « Mesures de turbidité satellitaire des eaux fortement chargées en MES – Utilisation de l’algorithme OC5-HT en Guyane française », février. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00373/48427/>.

