

# Guide méthodologique pour le suivi de la qualité du milieu marin en Nouvelle-Calédonie

**Séminaire du 30 avril 2010**

[action ZONECO 2009-2010]

Date : avril 2010

Auteurs : G. Bouvet et B. Beliaeff

Mots-clés : indicateur – lagon – pressions – menaces – grille – valeur seuil

# Organisation de la journée

- |               |   |
|---------------|---|
| 08:30 – 09:00 | Accueil   |
| 09:00 – 09:30 | Présentation du projet, des objectifs et de l'organisation du séminaire   |
| 09:30 – 10:15 | Expérience australienne AIMS & GBRMPA<br>Par Britta Schaffelke<br><i>(pause)</i>  |
| 10:30 – 11:15 | Expérience européenne<br>Par Lionel Gardes (Agence des Aires Marines Protégées)   |
| 11:15 – 12:00 | Synthèse / première proposition de démarche pour la Nouvelle-Calédonie / discussions  |
| 13:30 – 14:30 | Présentation de la synthèse des consultations des gestionnaires en termes d'objectifs et de priorités de gestion / Identification des priorités communes et des synergies / discussions |
| 14:45 – 17:00 | Face aux objectifs identifiés, présentation des tableaux d'indicateurs / discussions  |
| 17:00 – 17:30 | Présentation des opérations prévues en phase 2 du projet ZONECO.  |

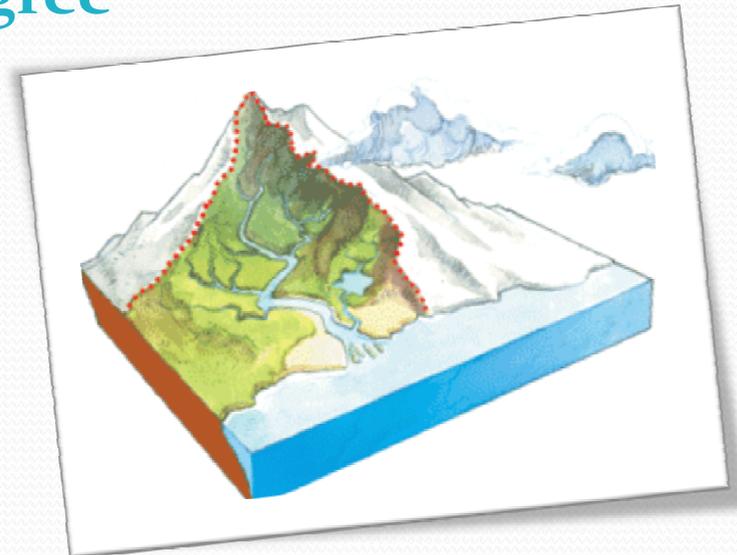
# Objectifs

Evaluation de la qualité du milieu marin en Nouvelle-Calédonie

 **Rédaction d'un guide méthodologique dans le cadre d'une approche intégrée**

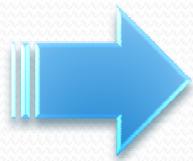
Échéance : juin 2011

Séminaire : avril 2010



# Démarche générale suivie

Un suivi... pour faire quoi exactement ?



Répondre à des objectifs de gestion

Première étape :

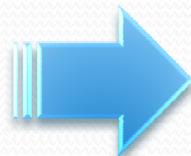


**Identifier les objectifs de gestion**



# Démarche générale... [suite]

Comment répondre à ces besoins ?

 Utiliser des indicateurs

Deuxième étape :

 Identifier de bons indicateurs



# Les étapes de notre travail

**1** **Compilation bibliographique**  
[pressions ; menaces ; indicateurs existants ; valeurs seuils]

**2** **Consultation des collectivités**  
[besoins ; objectifs ; zones prioritaires ; dispositifs en cours ; moyens]

**3** **Consultation des scientifiques**  
[évaluation de l'existant]

**4** **Séminaire (étape)**



# Objectifs du séminaire

- ❑ **Expériences extérieures** à la NC : Australie / Europe
- ❑ **Une démarche pour la NC ?**
- ❑ Les **besoins des gestionnaires** en NC
- ❑ Le contenu des **suivis actuels**
- ❑ Les **indicateurs** face aux objectifs de gestion
- ❑ Proposition de présentation du **guide final** : les fiches
- ❑ Proposition de **démarche pour la phase 2** de l'opération



# Expériences extérieures à la NC

## Australie : monitoring in the Great Barrier Reef

- Britta Schaffelke (AIMS)

## Europe : Directive Européenne Cadre sur l'Eau

- Lionel Gardes (AAMP)



# *Les grandes lignes de la Directive européenne Cadre sur l'Eau*

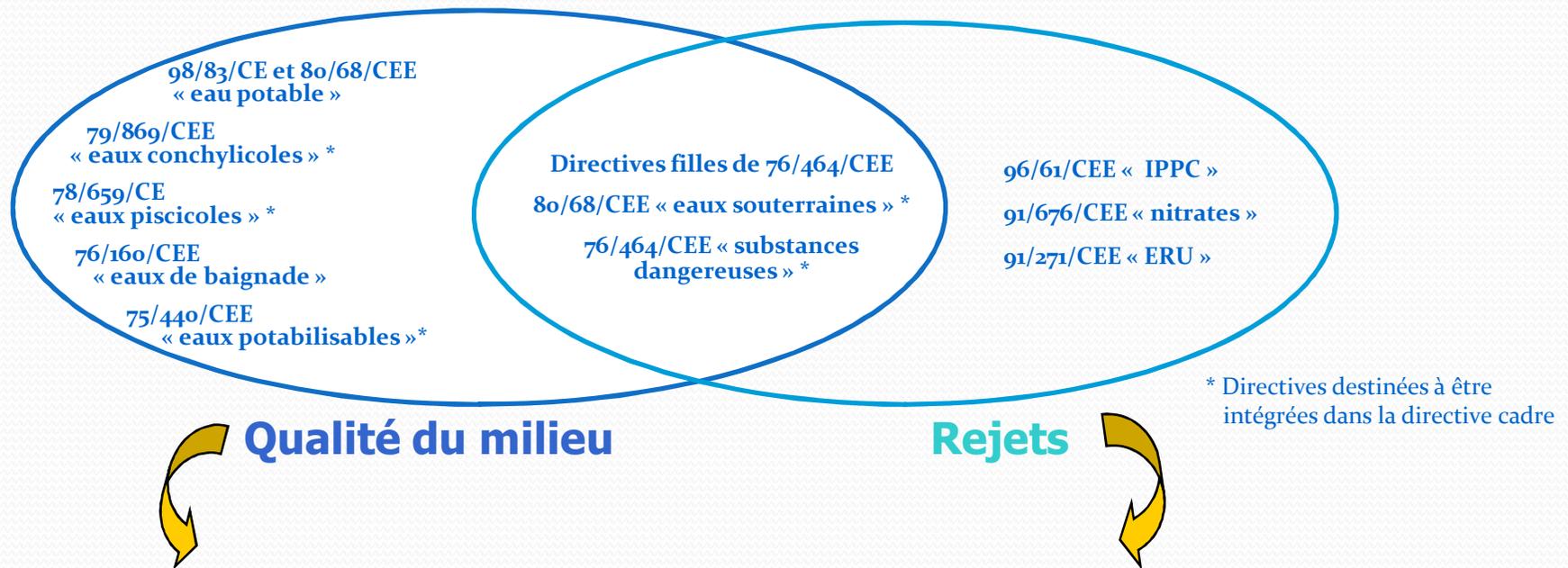
*directive 2000/60/CE  
établissant un cadre pour une politique  
communautaire dans le domaine de l'eau*

--

*(transposée en droit français par la LEMA  
2006-1772 du 30 déc. 2006)*

# Contexte

- Depuis 1975 : plus de 30 directives ou décisions
  - nécessaire harmonisation
  - évolution d'une approche sectorielle (usages, qualité du milieu ou rejets) à une approche intégrée de la qualité de l'eau



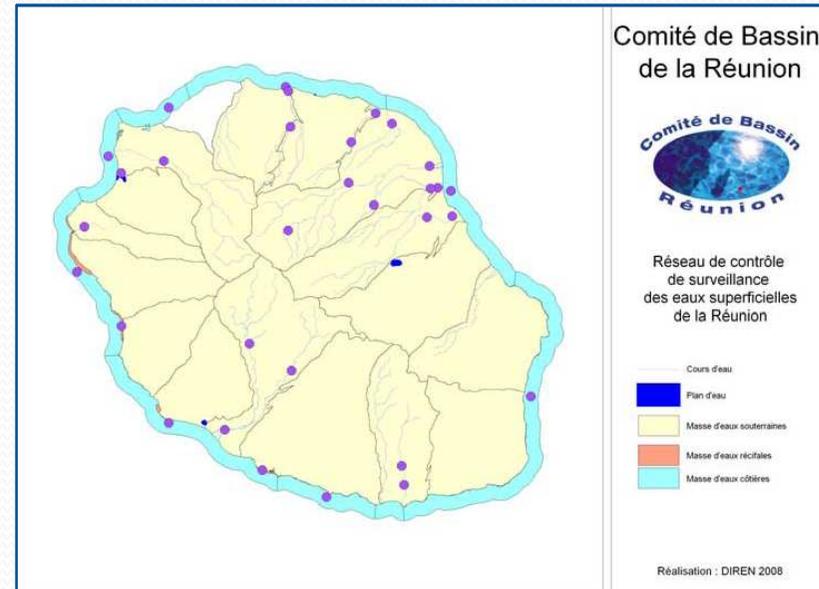
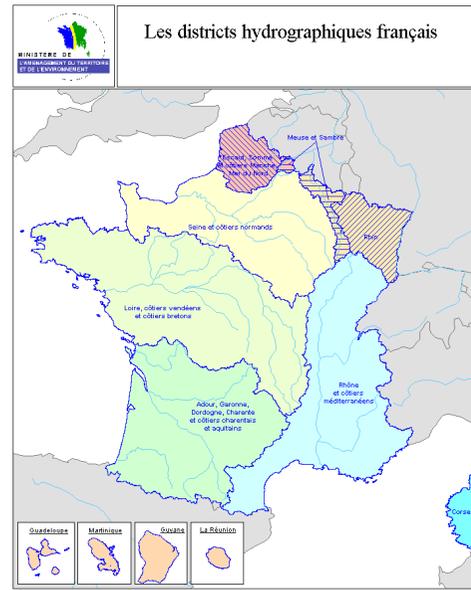
## Gestion intégrée de la qualité de l'eau

- Certaines directives ont été abrogées, d'autres maintenues comme application de la DCE

# Grands principes

## □ Gestion par bassin versant et planification

SDAGE



- La masse d'eau – unité d'objectif et d'évaluation
- Protection des écosystèmes
- Tarification incitant à une bonne gestion
- Consultation du public
- Obligation de moyens ➡ obligation de résultats

# Objectifs

## □ 2015 : Bon état des eaux

### ▪ Eaux de surface

(continentales, côtières et de transition)

### → BE écologique

▪ Eaux artificielles (canaux) et fortement modifiées (par ex. port)

### → BP écologique = notion de **bon potentiel**

mais possibilités (limitées) de délais ou d'objectifs moins stricts sur justification

## □ Lutte contre la pollution

Réduction/suppression des rejets de substances prioritaires/dangereuses

### → BE chimique (eaux de surface)

# Calendrier

## ✓ 2004 : Etat des lieux

- Analyse des caractéristiques du district
  - ⇒ caractérisation des milieux
  - ⇒ identification des activités et des impacts
  - ⇒ analyse économique des utilisations de l'eau
- Registre des zones protégées

## ✓ 2006 : Définition du programme de surveillance et mise en œuvre

## ✓ 2009 : Programmes de mesures de gestion & Plans de gestion (SDAGE)

→ objectif d'atteinte du bon état en 2015

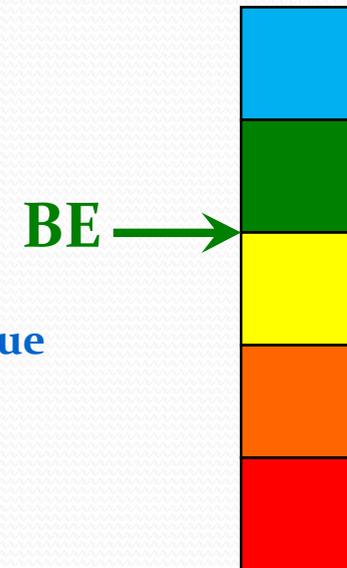
→ puis nouveau cycle jusqu'en 2021

# Le bon état (BE) des eaux

## BE Ecologique :

« expression de la qualité de la structure et du fonctionnement des écosystèmes aquatiques associés aux eaux de surface »

- ❑ basé sur un ensemble d'« éléments de qualité »  
(biologie, hydromorphologie, physico-chimie)
- ❑ défini pour chaque type de masse d'eau  
les valeurs-seuils changent selon le contexte biogéographique  
(hydrodynamisme x sédimentologie)
- ❑ qualifié selon 5 classes
- ❑ caractérisé par l'écart aux conditions de références  
(conditions représentatives d'une eau de surface pas ou très peu influencée par l'activité humaine = très bon état)



# Le bon état (BE) des eaux

## BE Chimique (eaux de surface) :

□ Objectif : respect de seuils de concentration\*

→ Normes de Qualité Environnementales (NQE) définies pour les 41 substances prioritaires visées par la directive (métaux, pesticides, etc.) à partir de tests écotoxicologiques.

\* En principe le même pour toutes les masses d'eau

# Le programme de surveillance DCE

## Contrôles de surveillance

- ❑ Obtenir une connaissance générale représentative de l'état des masses d'eau (ME) et en suivre l'évolution sur le long terme
  - ❑ Affiner la connaissance des ME à « doute »
  - ❑ Suivre les transferts frontaliers et vers le milieu marin
- S'apparente à un réseau de **connaissance patrimoniale**

# Le programme de surveillance DCE

## Contrôles opérationnels

Pour les ME « à risque » et les ME soumises à des rejets de substances prioritaires ou d'autres rejets significatifs de substances

- Suivre l'impact des activités humaines sur les eaux
- Affiner la connaissance des problèmes et orienter les actions (programme de mesures de gestion)
- Evaluer l'impact des mesures prises

# Le programme de surveillance DCE

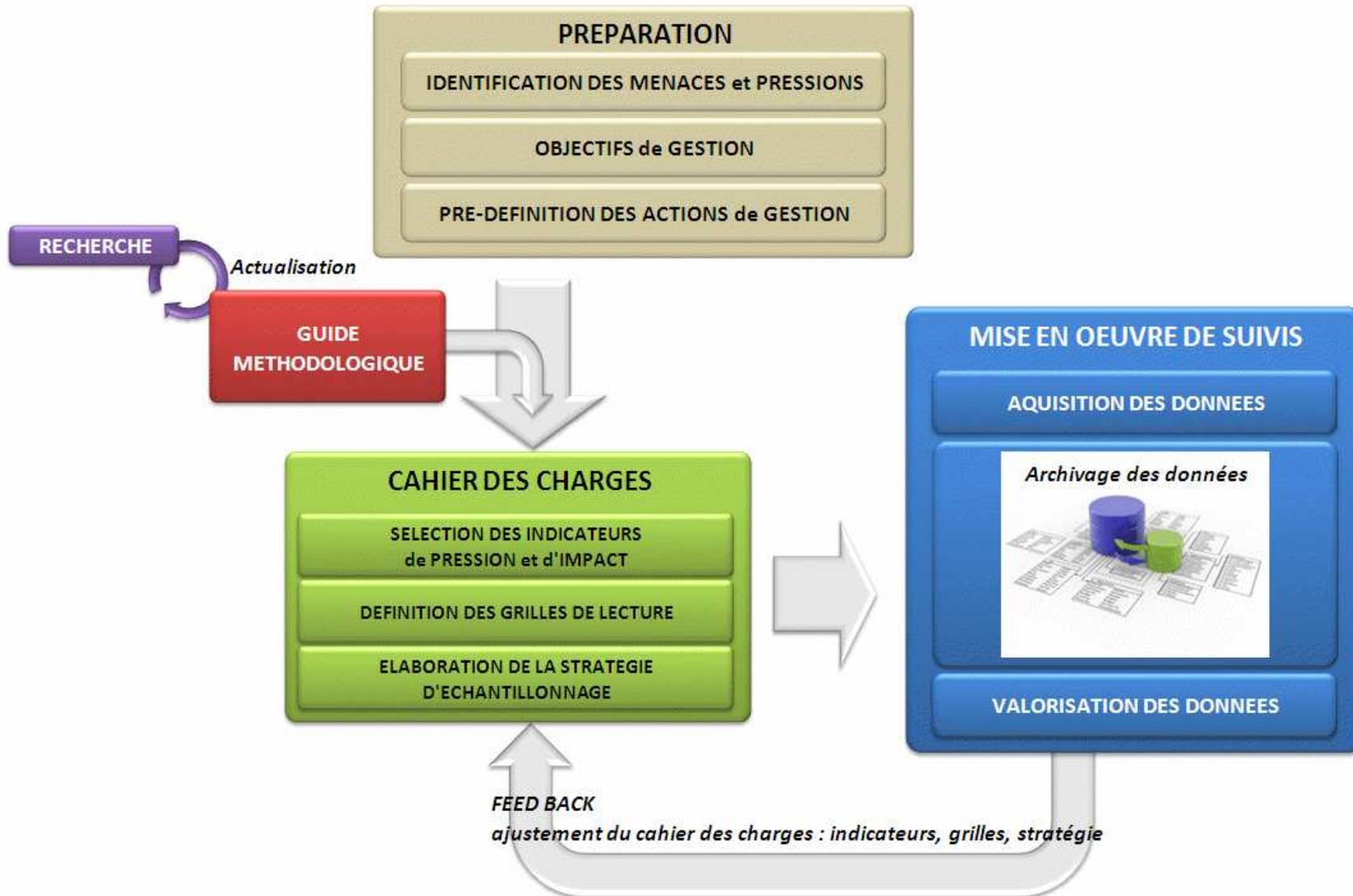
## Contrôles d'enquête

Etudes permettant d'évaluer les causes de dépassement anormal des normes ou de déterminer l'ampleur des pollutions accidentelles

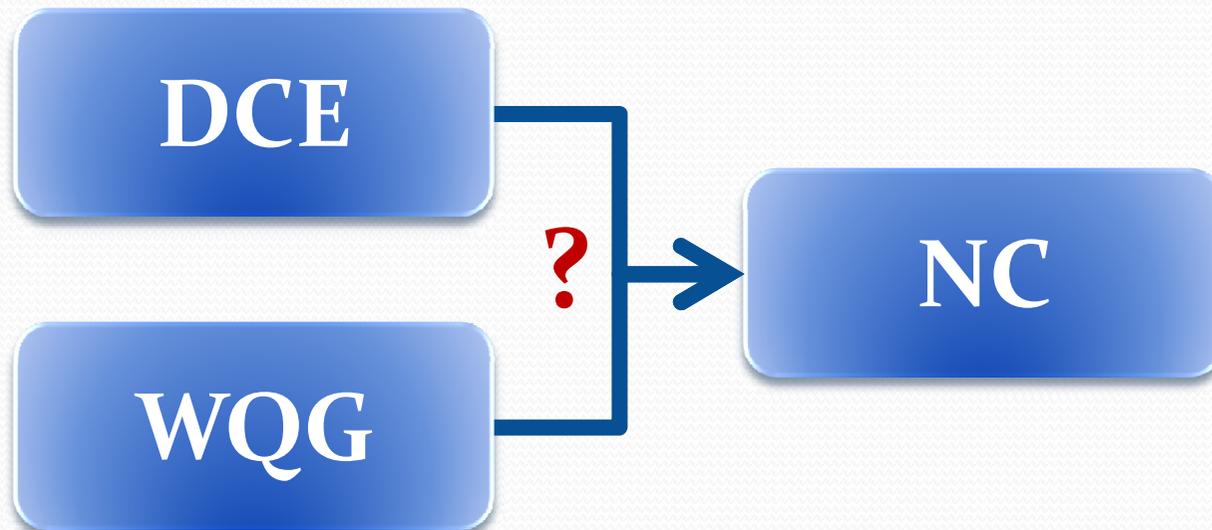
## Contrôles additionnels

- Inventaire des suivis mis en place dans le cadre des « zones protégées »
- Contrôles additionnels pour certains captages en E sup et sites Natura 2000

# Cadre logique général



# Une démarche pour la NC ?



# Besoins des gestionnaires

## Rappel des « exigences » réglementaires

### Province des Iles

ICPE , carrière, DPM →

Etude d'impact

# Besoins des gestionnaires

## Rappel des « exigences » réglementaires

### Province Nord



Aires protégées →

Programme de suivi

ICPE, carrière, DPM →

Etude d'impact

# Besoins des gestionnaires

## Rappel des « exigences » réglementaires

### Province Sud



Défrichement →

Programme de suivi

Aires protégées →

Programme de suivi

ICPE, carrière, DPM →

Programme de suivi

Projets impactant les écosystèmes d'intérêt patrimonial →

Etude d'impact

# Besoins des gestionnaires

## Rappel des exigences réglementaires

### ☐ Provinces

➔ identification de seuils

➔ identification de programmes de suivi

Paramètres	Valeurs limites des caractéristiques du rejet	Flux maximal journalier et en pointe horaire	Méthode
Volume journalier et en pointe horaire	-	145 m <sup>3</sup> /jour et 24 m <sup>3</sup> /heure	-
Température	≤ 28° Celsius	-	-
pH	6,5 ≤ pH ≤ 8,5	-	-
DBO <sub>5</sub>	≤ 25 mg/l	3,0 Kg/jour et 0,5 Kg/heure	-
DCO	≤ 125 mg/l	11,3 Kg/jour et 1,9 Kg/heure	-
Matières en suspension totales	≤ 35 mg/l	4,4 Kg/jour	-
Azote global (Ngl)	≤ 50 mg/l	-	-
Chlore total	-	-	-

Paramètres	Valeurs limites des caractéristiques du rejet	Flux maximal journalier et en pointe horaire	Méthode
Volume journalier et en pointe horaire	-	145 m <sup>3</sup> /jour et 24 m <sup>3</sup> /heure	-
Température	≤ 30° Celsius	-	-
pH	6,5 ≤ pH ≤ 8,5	-	-
DBO <sub>5</sub>	≤ 25 mg/l	-	-
DCO	≤ 125 mg/l	3,0 Kg/jour et 0,5 Kg/heure	NF T 90
Matières en suspension totales	≤ 35 mg/l	11,3 Kg/jour et 1,9 Kg/heure	NF T 90
Azote global (Ngl) [1]	≤ 20 mg/l	4,4 Kg/jour et 0,7 Kg/heure	NF T 90
Chlore libre [3]	= 0 mg/l	2,9 Kg/jour et 0,5 Kg/heure	NF EN 87 [1] cf. 2.4.1
Coliformes totaux [2]	≤ 500 u / 100 ml	0 g/jour et 0 g/heure	[2] cf. 2.4.2
Coliformes fécaux [2]	≤ 100 u / 100 ml	-	[2] cf. 2.4.2
Streptocoques fécaux [2]	≤ 100 u / 100 ml	-	[2] cf. 2.4.2

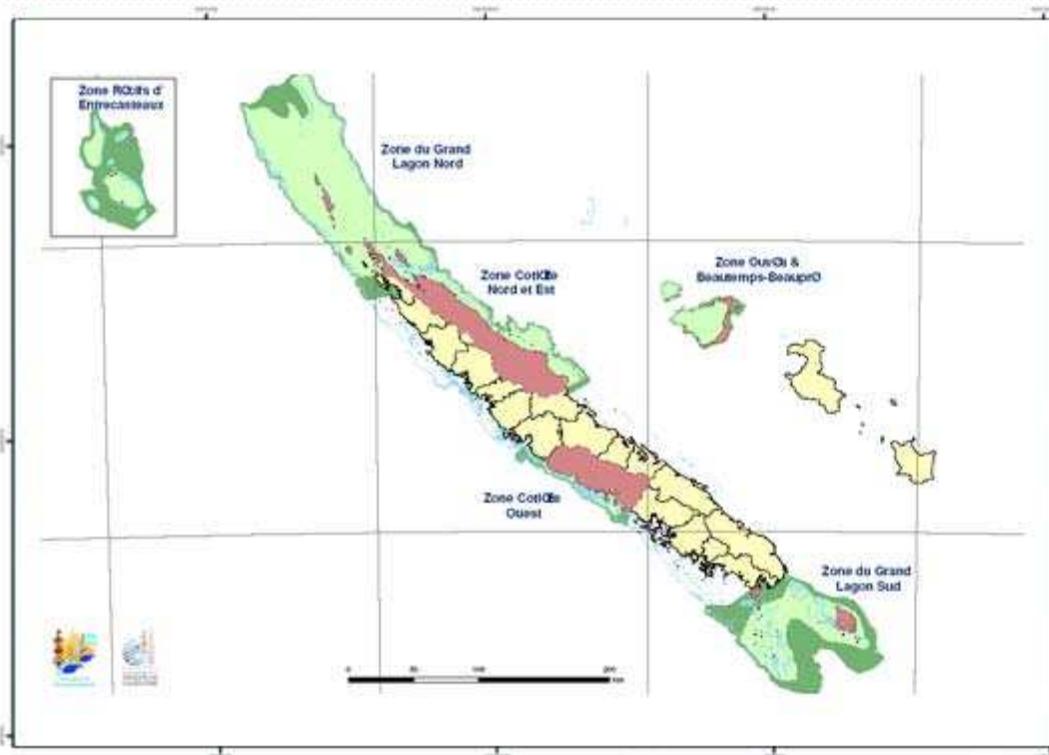
  

Paramètres	Valeurs limites des caractéristiques du rejet	Flux maximal journalier et en pointe horaire	Méthode
Volume	240 m <sup>3</sup> /jr	-	-
pH	6,0 < pH < 8,5	-	-
Température	≤ 30° Celsius	-	-
MES	≤ 35 mg/l	-	-
DBO <sub>5</sub>	≤ 25 mg/l	-	-
DCO	≤ 125 mg/l	-	-
Azote total	≤ 15 mg/l	-	-
Phosphore total	≤ 10 mg/l	-	-
Coliformes totaux	10 000 u / l	-	-
Coliformes fécaux	2 000 u / l	-	-
Streptocoques fécaux	100 u / 100 ml	-	-



# Besoins des gestionnaires

## Contexte Patrimoine Mondial



La protection et la gestion de **vastes superficies**, dans le cadre de zones où la pêche est interdite, et la gestion proactive de la **qualité de l'eau** ainsi que les règlements sur la pêche aideront à maintenir la résilience des récifs face aux **changements climatiques**. Il faudra améliorer la surveillance et le suivi pour faire face aux impacts potentiels de la **pêche** et de **l'exploitation minière** et, dans une moindre mesure, de l'agriculture et de l'aquaculture. Il est probable qu'à l'avenir le **tourisme** connaisse une expansion et il doit être bien planifié et bien géré.

PN, PS, PIL, Gouvernement →

Programmes de suivi

# Besoins des gestionnaires

## Problèmes considérés comme majeurs

	PIL	PN	PS	Gouv
Déforestation (feu, espèces envahissante, terrassement, etc.)		1	1	1
Tourisme (notamment ancrage des bateaux)	1	probable	1	1
Eau, assainissement, gestion des déchets	1	1	1	
Influences des industries extractives (mines et carrières)		probable	1	
Espèces envahissantes => appauvrissement de la biodiversité	probable	probable	1	
Installations portuaires	1	probable	2	
Aménagement des zones côtières	1	probable	1	
Habitat et urbanisation		probable	1	
Routes		probable	1	
Pêche	probable	probable	2	1
Agriculture	probable	probable	2	
Aéroports, aérodromes			2	
Industries de transformation			2	



**Le changement global n'a pas été cité comme un problème majeur en NC**

# Besoins des gestionnaires

## Zones prioritaires

- réserves marines
- zones inscrites au Patrimoine Mondial
- zones d'influence des activités à impact majeur

PS : mines, usines, step, gros élevages, etc.

PIL : zones portuaires, zones touristiques



# Besoins des gestionnaires

## Les urgences en matière de suivi

- mise en place d'un suivi Patrimoine Mondial
- mise en place d'un suivi pour les AMP
- mise en place d'indicateurs de performance pour les mesures de gestion (PN)
- mise en place d'indicateurs « utilisés ailleurs » (PN)



# Besoins des gestionnaires

## Contraintes pratiques

### Gouvernement

Eloignement géographique

Large surface des zones concernées

### provinces

Mise en œuvre des techniques « terrain » par les équipes existantes

Traitement, valorisation de l'info

# Besoins des gestionnaires

**La réglementation** (ICPE, AMP, écosyst, etc.)

**Contexte** (Patrimoine Mondial)

**Menaces et pressions**

➔ **des besoins et des objectifs communs**



# Besoins des gestionnaires

Localisation des zones « prioritaires »

Diversité des moyens disponibles

Diversité des conformations

➔ Des besoins et des objectifs locaux





## Paramètres les + « populaires » en NC

POPULARITE NC	DESCRIPTEURS		US		Egypte	Australie		NOUVELLE-CALEDONIE								
			Floride	Hawaii	CWP	GBRMPA	MacKay	ZAC Panda	Zac Dumbéa	Goro Nickel	Koniambo	RORC	RAP	Ballande	PIL Juncker	
	compartment	paramètre														
89 %	substrat	substrat - pourcentage de recouvrement		1		1			1	1	1	1	1		1	1
89 %	poissons	poissons - densité		1					1	1	1	1	1	1		1
78 %		poissons - biomasse		1					1	1	1	1		1	1	1
78 %		poissons - richesse spécifique		1					1	1		1	1	1		1
67 %		poissons - abondance							1	1		1	0	1	1	1
56 %	eau	conductivité			1		1	1	1	1	1	1			1	
56 %		matière en suspension			1	1	1	1	1	1	1	1			1	
56 %		pH				1	1	1	1	1	1	1			1	
56 %		salinité		1		1	1		1	1	1	1			1	
56 %		température		1		1	1	1	1	1	1	1			1	
56 %		turbidité		1		1	1		1	1	1	1			1	
56 %	benthos	benthos - bédouilles - densité									1	1			1	1
56 %		benthos - trocas - densité									1	1			1	1
44 %	eau	azote - ammonium (NH4+)	1		1		1	1	1	1	1	1				
44 %		phosphore - Total Phosphorus (TP)	1		1		1	1	1	1	1	1				
44 %	sédiment	metal - nickel							1	1		1			1	
44 %		metal - plomb			1				1	1		1			1	
44 %	benthos	benthos - oursins - densité							1	1	1				1	





# Les suivis actuels

- des différences importantes entre la NC et l'étranger
- NC : l'utilisation dominante en d'indicateurs d'impact
- NC : les pressions parfois pas évaluées
- hors NC : utilité de certains suivis (ex : NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>) ?
- les objectifs poursuivis ne sont pas toujours affichés

**objectif**



**indicateurs**



# Les « indicateurs » disponibles

S.C. Jameson et R. Kelty, “A Review of Indicators of Land-based Pollution Stress on Coral Reefs,” 2004.

R. Fichez et al., “A review of selected indicators of article, nutrient and metal inputs in coral reef lagoon systems” 18 (2005): 125–147.

G. De'ath et KE. Fabricius, “Water quality of the Great Barrier Reef: distributions, effects on reef biota and trigger values for the protection of ecosystem health. Final Report to the Great Barrier Reef Marine Park Authority.” (Australian Institute of Marine Science, Townsville, 2008), 104 pp.

S. English, C. Wilkinson, et V. Baker, *Survey Manual for tropical marine resources*, A.I.M.S. Townsville., 1997.

P. Chabanet et al., “Human-induced physical disturbances and their indicators on coral reef habitats: A multi-scale approach” 18 (2005): 215–230.

S. Job et S. Virly, “Définition d’indicateurs de suivi de l’état de santé des zones récifo-lagonaires de Nouvelle-Calédonie face au changement climatique..” 2009.

Elodie Fontan, IRD.



**180 paramètres  
potentiellement utilisables**



# Suivi basique (récif corallien)

CIBLE	TYPE	PARAMETRE	EXISTENCE DE SEUIL PAR DEFAUT
eau	pression	courant : vitesse et direction	
		lumière : transmission	
		transparence de l'eau	
		pH	OUI
		salinité	OUI
		température	OUI
		turbidité	OUI

Jameson et Kelty 2004

# Aires Marines Protégées

CIBLE	PRECISION SUR LA CIBLE	TYPE	PARAMETRE	EXISTENCE DE SEUIL PAR DEFAUT
eau	-	pression	contaminants	OUI
	-	pression	nutriments	OUI
	-	pression	salinité	OUI
	-	pression	taux de sédimentation	OUI
	-	pression	temperature	OUI
	-	pression	turbidité	OUI
organismes-benthos	-	impact	pourcentage de recouvrement	
organismes-benthos-coraux	-	impact	composition spécifique et structure de taille	
organismes-benthos-coraux	-	impact	espèces ou genre touchés par le blanchissement	
organismes-benthos-coraux	-	impact	étendue des maladies coralliennes	
organismes-benthos-coraux	-	impact	étendue du blanchissement sur le récif	
organismes-benthos-coraux	-	impact	pourcentage de blanchissement de la colonie	
organismes-benthos-coraux	-	impact	recrutement	
organismes-benthos-échinodermes	acanthaster	impact	densité	
organismes-benthos-échinodermes	oursins	impact	densité	
organismes-benthos-mollusques	bénitier	impact	densité	
poissons	poissons commerciaux	impact	abondance	
		impact	biomasse	
		impact	composition spécifique	
		impact	densité	
		impact	juvéniles	
		impact	taille	

# Changement global

ECOSYSTEME CONCERNE	PRECISION SUR LA PRESSION	CIBLE	PRECISION SUR LA CIBLE	TYPE	PARAMETRE	EXISTENCE DE SEUIL PAR DEFAUT
-	augmentation de la température	eau	chlorophylle a	impact	chlorophylle a : concentration	OUI
-	augmentation de la température	eau	plancton	impact	Ratio pico/microplancton	
-	variation des précipitations	eau	plancton	impact	Ratio pico/microplancton	
-	activité cyclonique	eau	plancton	impact	Ratio pico/microplancton	
herbier	augmentation de la température	organismes-benthos-herbier	-	impact	Extension géographique	
mangrove	augmentation de la température	mangrove	-	impact	position géographique	
mangrove	hausse du niveau de la mer	mangrove	-	impact	Positionnement des marges terrestres et maritimes	
mangrove	hausse du niveau de la mer	mangrove	-	impact	Positionnement du trait de côte	
mangrove	variation des précipitations	mangrove	-	impact	Wetland Cover Index : ratio tannes/superficie totale des formations	
récif corallien	augmentation de la température	organismes-benthos-coraux	-	impact	blanchissement	
récif corallien	dessalure	organismes-benthos-coraux	-	impact	blanchissement	
récif corallien	acidification des océans	organismes-benthos-coraux	-	impact	microbioérosion par la microflore perforante	
récif corallien	augmentation de la température	organismes-benthos-coraux	-	impact	Occurrence de maladies coralliennes	

# Charge sédimentaire

ECOSYSTEME CONCERNE	CIBLE	TYPE	PARAMETRE	EXISTENCE DE SEUIL PAR DEFAUT
-	eau	pression	lumière : atténuation	
-		pression	lumière : radiation photosynthétique	
-		pression	lumière : radiation ultraviolette	
-		pression	lumière : transmission	OUI
-		pression	matière en suspension	
-		pression	matière en suspension	OUI
-		pression	taux de sédimentation maximum	OUI
-		pression	taux de sédimentation moyen	OUI
-		pression	teneur des sédiments piégés en CaCO <sub>3</sub>	
-		pression	turbidité (secchi)	OUI
-		pression	turbidité	OUI
-		sédiment	pression	taux d'accumulation



# Charge sédimentaire... [suite]

ECOSYSTEME CONCERNE	PRECISION SUR LA PRESSION	CIBLE	PRECISION SUR LA CIBLE	TYPE	PARAMETRE	EXISTENCE DE SEUIL PAR DEFAUT
herbier	-	organismes-benthos	-	impact	richesse spécifique, densité	
herbier	-	organismes-benthos-herbier	-	impact	densité des pieds (nb de pieds / m <sup>2</sup> )	
herbier	-	organismes-benthos-herbier	-	impact	hauteur maximum de la canopée	
herbier	-	organismes-benthos-herbier	-	impact	indice de fragmentation de l'herbier	
herbier	-	organismes-benthos-herbier	-	impact	limites bathymétrique de l'herbier	
herbier	-	organismes-benthos-herbier	-	impact	limites de l'enveloppe géographique de l'herbier	
herbier	-	organismes-benthos-herbier	-	impact	pourcentage de recouvrement des phanérogames par espèces	
herbier	-	organismes-benthos-herbier	-	impact	pourcentage total de recouvrement en phanérogames	
herbier	-	organismes-benthos-herbier	-	impact	surface de l'herbier	
herbier	-	sédiment	-	pression	granulométrie	
récif corallien	dragage	organismes-benthos-coraux	-	impact	Coelibite index (bioérosion)	
récif corallien	-	organismes-benthos-coraux	-	impact	coraux : composition spécifique	
récif corallien	-	organismes-benthos-coraux	-	impact	coraux : diversité	
récif corallien	-	organismes-benthos-coraux	gorgone	impact	expression du gene fructose-1.6-bisphosphatase	
récif corallien	-	organismes-benthos-coraux	-	impact	indice histopathologique	
récif corallien	-	organismes-benthos-coraux	-	impact	coraux : richesse spécifique	
récif corallien	-	organismes-benthos-coraux	-	impact	coraux : taux de croissance	
récif corallien	-	organismes-benthos-coraux	-	impact	coraux : taux de recouvrement	

Jameson et Kelty 2004 + Elodie Fontan (IRD)

# Contamination

OBJECTIF	ECOSYSTEME CONCERNE	PRECISION SUR LA PRESSION	CIBLE	PRECISION SUR LA CIBLE	TYPE	PARAMETRE	EXISTENCE DE SEUIL PAR DEFAUT
C° METALLIQUE	récif corallien	-	organismes-benthos	anémone	impact	Activity levels of carbonic anhydrase (CA)	
C° METALLIQUE	récif corallien	-	organismes-benthos-coraux		impact	Concentration en métaux	
C° ORGANIQUE	récif corallien	activité humaine	eau	-	pression	Antifouling agents (TBTO)	OUI
C° ORGANIQUE	récif corallien	activité humaine	eau	-	pression	Bunker oil (oil slick)	OUI
C° ORGANIQUE	récif corallien	activité humaine	eau	-	pression	Dispersed oil	OUI
C° ORGANIQUE	récif corallien	activité humaine	eau	-	pression	Oil dispersant	OUI
C° ORGANIQUE	récif corallien	activité humaine	eau	-	pression	PCB (polychlorinated biphenyls)	OUI
C° ORGANIQUE	récif corallien	agriculture	eau	-	pression	Pesticides & herbicides	OUI
C° ORGANIQUE	récif corallien	activité humaine	eau	-	pression	Surfactants	OUI
C° ORGANIQUE	récif corallien	agriculture : herbicides et pesticides	organismes-benthos-coraux	-	impact	Coral fecundity and recruitment	OUI
C° BACTERIENNE	récif corallien	-	organismes-benthos-coraux	-	impact	Coral mucus	
C° BACTERIENNE	récif corallien	-	organismes-benthos-coraux	-	impact	Coral surface microlayer (CSM)	

Jameson et Kelty 2004 + Fichez et al. 2005 + Linton et al. 2003 + El Helwe 2006

# Eutrophisation

PRECISION SUR LA PRESSION	CIBLE	PRECISION SUR LA CIBLE	TYPE	PARAMETRE	EXISTENCE DE SEUIL PAR DEFAUT
activité humaine	eau	chlorophylle a	impact	chlorophylle a : concentration	OUI
ferme aquacole		chlorophylle a	impact	chlorophylle a : concentration	OUI
eaux usées		-	pression	Concentration en NH4+ dans l'eau	OUI
ruissellement et engrais		-	pression	Concentration en NO2 et NO3 dans l'eau	OUI
-		-	pression	Concentration en PO4(3-) Soluble reactive phosphorus	OUI
-		-	pression	Dissolved inorganic nitrogen	OUI
-		phytoplancton	pression	phytoplancton : classe de taille	
ferme aquacole		plancton	pression	abondance du nanophytoplancton	
ferme aquacole		-	pression	azote dissous total	
-		-	pression	concentration en sels nutritifs	
-		phytoplancton	pression	phytoplancton : biomasse	
-		phytoplancton	pression	production phytoplanctonique	
-		organismes-benthos	-	impact	métabolisme benthique et flux de nutriments
-	organismes-benthos-algues	-	impact	Modification du recouvrement de certaines algues benthiques	
-	sédiment	-	pression	concentration en sels nutritifs	

Dupouy et al. 2008 + Fichez et al. 2005 + Linton et al. 2003 + El Helwe 2006

# Eutrophisation [herbier]

ECOSYSTEME CONCERNE	CIBLE	TYPE	PARAMETRE	EXISTENCE DE SEUIL PAR DEFAUT
herbier	organismes-benthos	impact	richesse spécifique, densité	
herbier	organismes-benthos-herbier	impact	biomasse des phanérogames (/m <sup>2</sup> )	
herbier	organismes-benthos-herbier	impact	biométrie foliaire	
herbier	organismes-benthos-herbier	impact	densité des pieds (nb de pieds / m <sup>2</sup> )	
herbier	organismes-benthos-herbier	impact	hauteur maximum de la canopée	
herbier	organismes-benthos-herbier	impact	indice de broutage	
herbier	organismes-benthos-herbier	impact	indice de fragmentation de l'herbier	
herbier	organismes-benthos-herbier	impact	limites bathymétrique de l'herbier	
herbier	organismes-benthos-herbier	impact	limites de l'enveloppe géographique de l'herbier	
herbier	organismes-benthos-herbier	impact	pourcentage de recouvrement des phanérogames par espèces	
herbier	organismes-benthos-herbier	impact	pourcentage total de recouvrement en phanérogames	
herbier	organismes-benthos-herbier	impact	surface de l'herbier	
herbier	sédiment	pression	granulométrie	

⇒ Elodie Fontan (IRD ; ZONECO)

# Eutrophisation... [récif]

ECOSYSTEME CONCERNE	PRECISION SUR LA PRESSION	CIBLE	PRECISION SUR LA CIBLE	TYPE	PARAMETRE	EXISTENCE DE SEUIL PAR DEFAULT
récif corallien	-	eau	phytoplancton	pression	chlorophylle a : concentration	OUI
récif corallien	-	eau	phytoplancton	pression	chlorophylle a : concentration par télédétection	OUI
récif corallien	human fecal waste	organismes-benthos	-	pression	concentration en isotope d15N	OUI
récif corallien	-	organismes-benthos	-	impact	Alkaline phosphatase activity	
récif corallien	-	organismes-benthos	-	impact	Modification du recouvrement du substrat	
récif corallien	human fecal waste	organismes-benthos	-	pression	niveau de coprostanol dans les tissus	
récif corallien	-	organismes-benthos-algues	-	pression	C:N:P ratio	
récif corallien	-	organismes-benthos-coraux	-	pression	concentration en isotope d13C	
récif corallien	-	organismes-benthos-coraux	-	impact	Fécondité corallienne	
récif corallien	-	organismes-benthos-coraux	-	impact	bioérosion	
récif corallien	-	organismes-benthos-coraux	-	impact	Modification du recouvrement en coraux	
récif corallien	-	organismes-benthos-coraux	-	impact	recrutement corallien	
récif corallien	-	organismes-benthos-mollusques	bénitier	impact	densité des zooxanthelle	
récif corallien	-	organismes-benthos-mollusques	bénitier	impact	taux de croissance des bénitiers	

Fichez et al. 2005 + Jameson et Kelty 2004

# Fréquentation touristique

ECOSYSTEME CONCERNE	PRECISION SUR LA PRESSION	CIBLE	PRECISION SUR LA CIBLE	TYPE	PARAMETRE	EXISTENCE DE SEUIL PAR DEFAUT
herbier	ancrage des bateaux	organismes-benthos	-	impact	richesse spécifique, densité	
	ancrage des bateaux	organismes-benthos-herbier	-	impact	biomasse des phanérogames (/m <sup>2</sup> )	
	ancrage des bateaux	organismes-benthos-herbier	-	impact	biométrie foliaire	
	ancrage des bateaux	organismes-benthos-herbier	-	impact	densité des pieds (nb de pieds / m <sup>2</sup> )	
	ancrage des bateaux	organismes-benthos-herbier	-	impact	hauteur maximum de la canopée	
	ancrage des bateaux	organismes-benthos-herbier	-	impact	indice de broutage	
	ancrage des bateaux	organismes-benthos-herbier	-	impact	indice de fragmentation de l'herbier	
	ancrage des bateaux	organismes-benthos-herbier	-	impact	limites de l'enveloppe géographique de l'herbier	
	ancrage des bateaux	organismes-benthos-herbier	-	impact	pourcentage de recouvrement des phanérogames par espèces	
	ancrage des bateaux	organismes-benthos-herbier	-	impact	pourcentage total de recouvrement en phanérogames	
	ancrage des bateaux	organismes-benthos-herbier	-	impact	surface de l'herbier	
	piétinement	organismes-benthos	-	impact	richesse spécifique, densité	
	piétinement	organismes-benthos-herbier	herbier intertidaux	impact	biomasse des phanérogames (/m <sup>2</sup> )	
	piétinement	organismes-benthos-herbier	herbier intertidaux	impact	biométrie foliaire	
	piétinement	organismes-benthos-herbier	herbier intertidaux	impact	densité des pieds (nb de pieds / m <sup>2</sup> )	
	piétinement	organismes-benthos-herbier	herbier intertidaux	impact	indice de fragmentation de l'herbier	
	piétinement	organismes-benthos-herbier	herbier intertidaux	impact	limites de l'enveloppe géographique de l'herbier	
	piétinement	organismes-benthos-herbier	herbier intertidaux	impact	pourcentage de recouvrement des phanérogames par espèces	
	piétinement	organismes-benthos-herbier	herbier intertidaux	impact	pourcentage total de recouvrement en phanérogames	
	piétinement	organismes-benthos-herbier	herbier intertidaux	impact	surface de l'herbier	

=> Elodie Fontan (IRD ; ZONECO)+ indicateur PAMPA (non mentionnés)





**ZoNéCo**

Pour une gestion durable des ressources marines de la ZEE de Nouvelle-Calédonie

**Les « indicateurs »**

Ifremer



**180 paramètres  
potentiellement utilisables**



**Nécessité de faire  
un choix**



# 1<sup>ère</sup> proposition pour le guide final\*

## MENACES

## PRESSIONS

## ECOSYSTEMES

## OUTIL DE GESTION

**Industrie minière**

**Agriculture**

**Tourisme**

**Chasse**

**Indicateurs de pression :**  
 Taux de mortalité  
 Taux de blanchissement  
 Recouvrement du substrat

**Apport sédimentaire**

**Eutrophisation**

**Métaux**

**Contaminants organiques**

**Indicateurs d'impact :**  
 Concentration dans  
 Taux de mortalité

**Suivi herbier**

**Suivi mangrove**

**Suivi récifal**

**Indicateurs de pression :**  
 pH  
 Turbidité  
 Concentration en pesticides

**Indicateurs d'impact :**  
 Taux de blanchissement  
 Recouvrement du substrat

**AMP**

**Patrimoine mondial**

**Indicateurs de pression :**  
 Nombre de bateaux au mouillage  
 Température  
 Salinité  
 Turbidité  
 pH

**Indicateurs d'impact :**  
 Recouvrement du substrat  
 Richesse spécifique des poissons

\* Il s'agit d'une proposition qui sera amenée à évoluer et à être précisée

# 1<sup>ère</sup> proposition pour le guide final\*

## Agriculture

### Indicateurs de pression :

Turbidité

pH

**Taux de sédimentation**

Concentration en pesticides

### Indicateurs d'impact :

Imposex chez les gastéropodes

Taux de blanchissement

Recouvrement du substrat

## Taux de sédimentation

Groupe : apport sédimentaire

Type : indicateur de pression

### Pertinence

Reconnue comme ayant de sévères répercussions sur l'environnement, la mise en place des techniques d'exploitation à ciel ouvert nécessite l'élimination de toute la couverture végétale ainsi que le décapage des cuirasses et/ou sols ferrallitiques. Il en résulte une déstabilisation totale des manteaux d'altération qui a pour conséquence d'augmenter la quantité de matériel particulaire naturellement drainé, depuis les bassins versants vers le milieu lagunaire. Les conséquences prévisibles sont, une augmentation des phénomènes d'hyper-sédimentation qui, au-delà des contraintes physiques sur le milieu, sont accompagnés de tous les risques inhérents comme : La réduction de la lumière ou de l'oxygène dissous et la pollution par les éléments métalliques dans les différents compartiments de l'environnement. Bien évidemment, cette C° peut également atteindre l'homme par la voie de la chaîne trophique.

### Type de zones concernées

Tous les réceptacles naturels tels que les baies, les formations estuariennes (prodeltas) et bassins naturels de décantation sont concernés par le suivi des apports en matières particulaires.

### Paramètre

Le paramètre suivi est le taux d'accumulation des sédiments dans le milieu naturel. Il s'exprime généralement en g/cm<sup>2</sup>/an pour un site donné.

### Méthodologie

- Calcul
- Eléments de stratégie d'échantillonnage
- Opérations de terrain
- Opérations de laboratoire

### Grille de lecture

■ < 15 mg/cm<sup>2</sup>/j

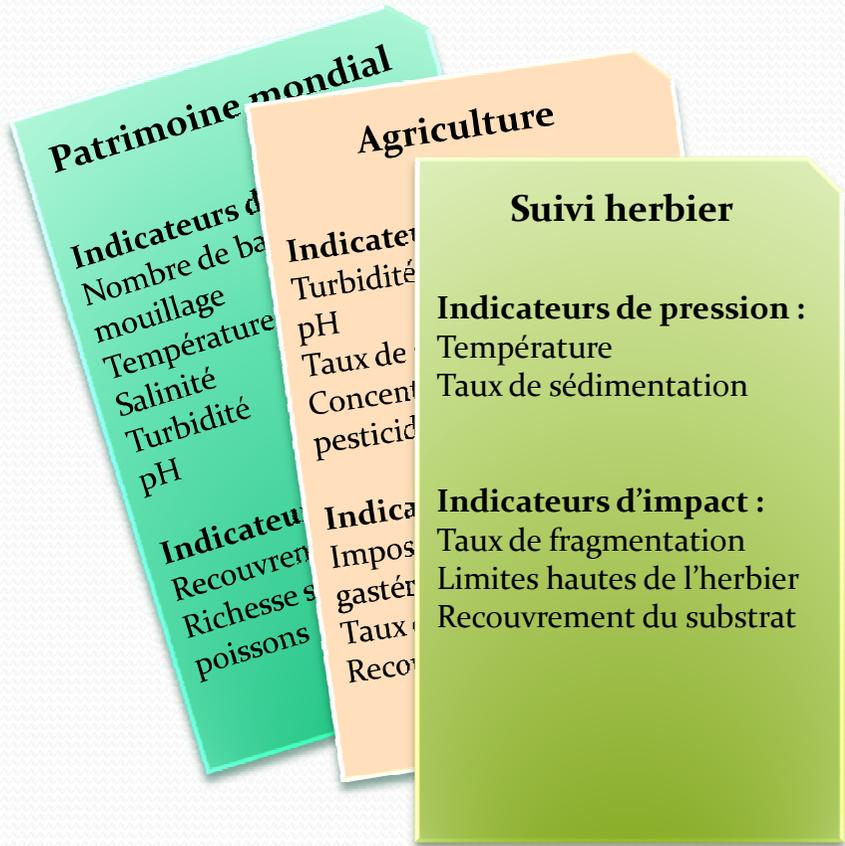
■ > 15 mg/cm<sup>2</sup>/j

### Références

- (1) - Faure .....  
(2) - Bonneau, Mand Souchier, B. 1979. Pédologie 2: Constituants et propriétés du sol. Masson, Paris, 459 p.  
(3) - Valette-Silver N.J., 1993. The use of sediments cores to reconstruct Historical trends in C° of estuarine and coastal sediments, Estuaries, Vol. 16, n°38, pp 577-588.  
(4) - Heussen S., Ratti C. and Carbonne J., 1989. The PPS3 times series sediment trap and the trap sample processing techniques used during the ECOMARGE experiment. Continental Shelf Research, Vol 10, pp 943-958.

*\* Il s'agit d'une proposition qui sera amenée à évoluer et à être précisée*

# 1<sup>ère</sup> proposition pour le guide final\*



**Programme de suivi pour un herbier dans une zone patrimoine mondiale et soumis à une pression agricole**

**Indicateurs de pression :**  
Température  
Taux de sédimentation  
Turbidité  
pH  
Concentration en pesticides

**Indicateurs d'impact :**  
Taux de fragmentation  
Limites hautes de l'herbier  
Recouvrement du substrat

\* Il s'agit d'une proposition qui sera amenée à évoluer et à être précisée

# Critères de choix

Lien avec l'objectif

Sensibilité

Grilles de lecture accessibles facilement ?

Faisabilité

- terrain
- laboratoire
- bureau

180



# Interactions nécessaires

- **Avec des personnes ressources**
  - Herbiers - Dumas et coll. (ZONECO)
  - Changement global - Ganachaud et coll. (ZONECO)
  - Patrimoine Mondial – Wantiez
  - Eutrophisation – Arfi et coll.
  - Habitat – Andrefouët ?
  - *Tricots rayés* - Bonnet et coll. (ZONECO)
  - SIH – Berthou et coll. (ZONECO)
  - etc.
- **Lien avec le CNRT « Le Nickel et son Environnement »**
  - Charge sédimentaire : contribution J.-M. Fernandez
  - Contamination métallique (JMF)

# Les fiches indicateurs

## Taux de sédimentation

Groupe : apport sédimentaire

Type : indicateur de pression

### Pertinence

Reconnue comme ayant de sévères répercussions sur l'environnement, la mise en place des techniques d'exploitation à ciel ouvert nécessite l'élimination de toute la couverture végétale ainsi que le décapage des cuirasses et/ou sols ferrallitiques. Il en résulte une déstabilisation totale des manteaux d'altération qui a pour conséquence d'augmenter la quantité de matériel particulaire naturellement drainé, depuis les bassins versants vers le milieu lagunaire. Les conséquences prévisibles sont, une augmentation des phénomènes d'hyper-sédimentation qui, au-delà des contraintes physiques sur le milieu, sont accompagnés de tous les risques inhérents comme : La réduction de la lumière ou de l'oxygène dissous et la pollution par les éléments métalliques dans les différents compartiments de l'environnement. Bien évidemment, cette C° peut également atteindre l'homme par la voie de la chaîne trophique.

### Type de zones concernées

Tous les réceptacles naturels tels que les baies, les formations estuariennes (prodeltas) et bassins naturels de décantation sont concernés par le suivi des apports en matières particulaires.

### Paramètre

Le paramètre suivi est le taux d'accumulation des sédiments dans le milieu naturel. Il s'exprime généralement en  $g/cm^2/an$  pour un site donné.

### Méthodologie

- Calcul
- Eléments de stratégie d'échantillonnage
- Opérations de terrain
- Opérations de laboratoire

### Grille de lecture

-  < 15  $mg/cm^2/j$
-  > 15  $mg/cm^2/j$

### Références

- (1) - Faure .....  
 (2) - Bonneau, Mand Souchier, B. 1979. Pédologie 2: Constituants et propriétés du sol. Masson, Paris, 459 p.  
 (3) - Valette-Silver N.J., 1993. The use of sediments cores to reconstruct Historical trends in C° of estuarine and coastal sediments, Estuaries, Vol. 16, n°38, pp 577-588.  
 (4) - Heussner S., Ratti C. and Carbonne J., 1989. The PPS3 times series sediment trap and the trap sample processing techniques used during the ECOMARGE experiment. Continental Shelf Research, Vol 10, pp 943-958.

## Pertinence

## Type de zones concerné

## Paramètre

## Méthodologie

- Calcul (→ métrique)
- Eléments de stratégie d'échantillonnage
- Opérations de terrain
- Opérations de laboratoire

## Grille de lecture

 < 15  $mg/cm^2/j$

 > 15  $mg/cm^2/j$



# Grilles de lecture

Littérature

ou

Données NC

ou

Dires d'expert



## Grille de lecture par défaut

  $< 15 \text{ mg/cm}^2/\text{j}$  ➔ action de gestion

  $> 15 \text{ mg/cm}^2/\text{j}$  ➔ action de gestion

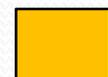
## Grille de lecture adaptée à une zone et un usage

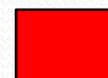
Données locales



  $< 5 \text{ mg/cm}^2/\text{j}$  ➔ action de gestion

  $< 10 \text{ mg/cm}^2/\text{j}$  ➔ action de gestion

  $< 15 \text{ mg/cm}^2/\text{j}$  ➔ action de gestion

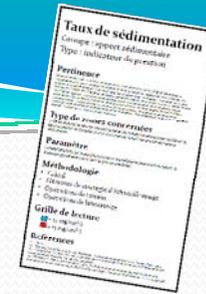
  $> 15 \text{ mg/cm}^2/\text{j}$  ➔ action de gestion



**ZoNéCo**

Pour une gestion durable des ressources marines de la ZEE de Nouvelle-Calédonie

**Les fiches indicateurs**



# Grilles de lecture

Littérature

plus de 650 valeurs seuils  
recensées

plus de 140 paramètres  
concernés



Plusieurs valeurs seuils par  
paramètre

## Ex : chlorophylle a



CRITERE 1	CRITERE 2	CRITERE 3	CRITERE 4	SAISON	SEUIL	unité	ref biblio					
estuaires	south-east Australia	-	-	-	4	µg/L	Australian and NZ guidelines 2000					
	tropical Australia	-	-	-	2	µg/L						
	south-west Australia	-	-	-	3	µg/L						
	south central Australia - low rainfall area	-	-	-	5	µg/L						
marine	-	-	-	-	0.45	µg/L	De'ath et al. 2008					
	-	-	-	été	0.63	µg/L						
	-	-	-	hiver	0.32	µg/L						
	GBR	Enclosed coastal (Wet Tropics)	-	-	-	2	µg/L	GBRMPA website				
						2	µg/L					
						0.45	µg/L					
						0.45	µg/L					
						0.4	µg/L					
	south-east Australia	-	-	-	-	1	µg/L	Australian and NZ guidelines 2000				
						inshore	eaux claires coralliennes		-	0.7	µg/L	
							eaux turbides macrotidales		-	1.4	µg/L	
						offshore	eaux claires coralliennes		-	0.5	µg/L	
							eaux turbides macrotidales		-	0.9	µg/L	
						south-west Australia	inshore		-	-	-	0.7
offshore							-		-	-	0.3	µg/L
south central Australia - low rainfall area						-	-		-	-	1	µg/L



ZoNéCo

Pour une gestion durable des ressources marines de la ZEE de Nouvelle-Calédonie

Les fiches indicateurs



# Grilles de lecture

## Compléter les grilles de lecture par défaut



état	estuaire	lagon	action
	< 20 mg/cm <sup>2</sup> /j	< 15 mg/cm <sup>2</sup> /j	action de gestion 1
	> 20 mg/cm <sup>2</sup> /j	> 15 mg/cm <sup>2</sup> /j	action de gestion 2

# Les fiches indicateurs

## Paramètres avec valeurs seuils



		PARAMETRES ou GROUPE DE PARAMETRES
<b>Paramètres généraux</b>		Température
		Salinity
		pH
		DBO5
		Oxygène dissous
<b>Nutriments</b>	<b>Azote</b>	Dissolved inorganic nitrogen (DIN) = $(\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-)$
		Nitrogen isotope ratio ( $\delta^{15}\text{N}$ ) of fleshy macroalgae
		Particulate Nitrogen (PN)
		Total nitrogen
		NH4+
		oxyde d'azote
	<b>Phosphore</b>	filterable reactive phosphate
		Total phosphorus
		Particulate Phosphorus (PP)
		Soluble reactive phosphorous (SRP) = $(\text{PO}_4^{-3})$
	C:N:P ratio of fleshy macroalgae	
	Chlorophylle a	
<b>Charge sédimentaire</b>		Transparence de l'eau
		Turbidité
		Matière en suspension
		Taux de sédimentation
		Profondeur Secchi
<b>Contaminants</b>		Pesticides & herbicides
		métaux
		PCB (polychlorinated biphenyls)
		TBT
		Surfactants
		hydrocarbures et dérivés
	Chlore (libre)	



ZoNéCo

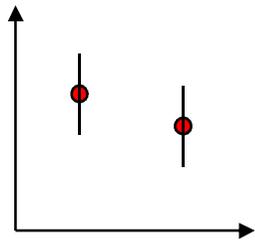
Pour une gestion durable des ressources marines de la ZEE de Nouvelle-Calédonie

## Les fiches indicateurs

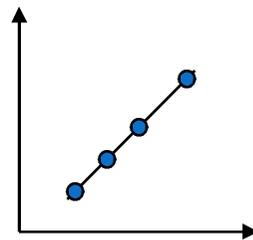


# Eléments de stratégie d'échantillonnage

**DETECTER**  
avec de  
**bonnes chances**



une différence  
entre niveaux moyens



une tendance

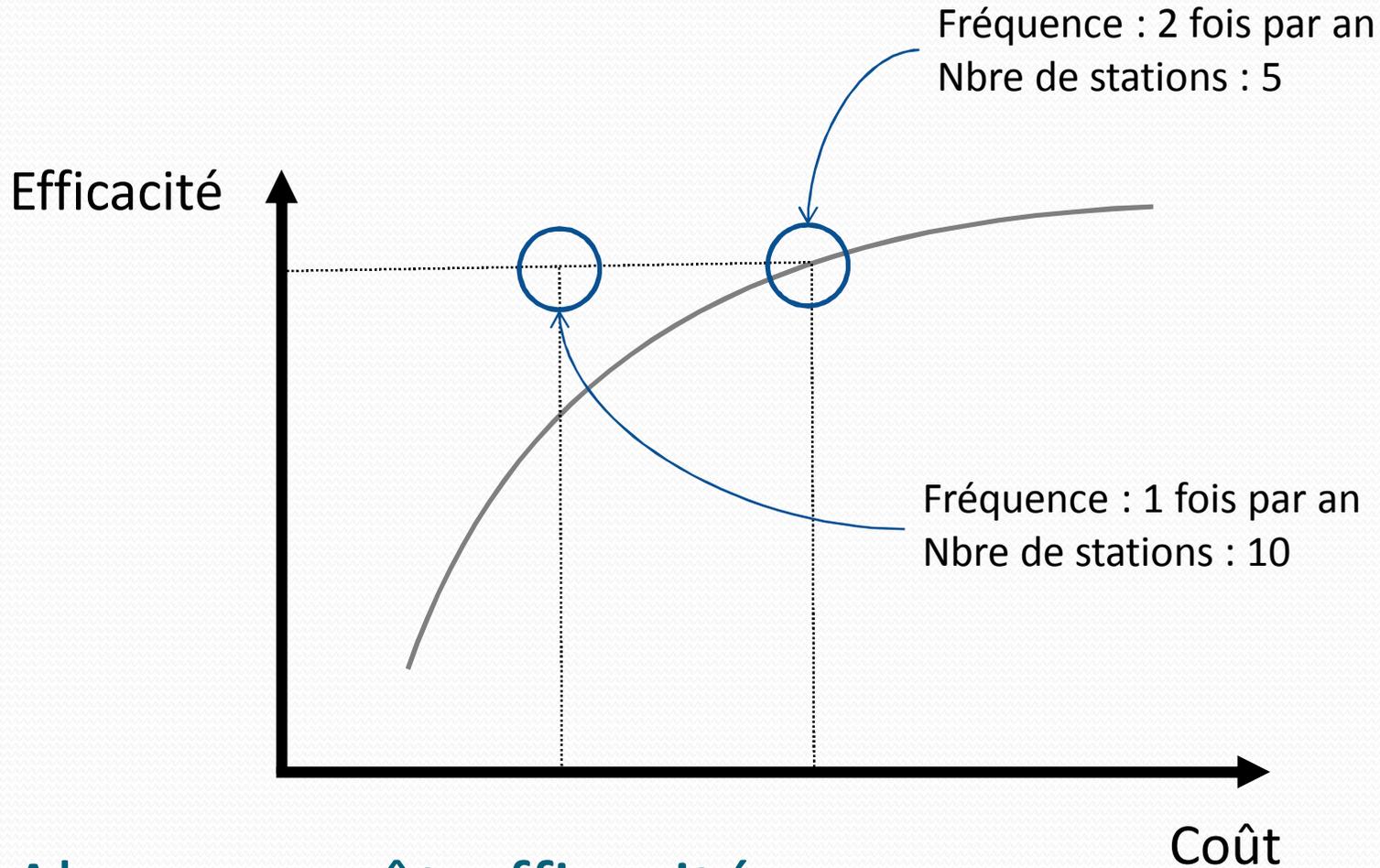


Eléments qui doivent être  
pris en compte dans la  
stratégie d'échantillonnage

→ Calcul d'optimisation



# Éléments de stratégie d'échantillonnage



Abaques coût-efficacité

# Opérations prévues

Mai 2010 - juin 2011

- Clotûre de la phase 1  
Restitution de l'Avant-Projet Sommaire
- Démarrage de la phase 2 : rédaction du guide
  - compilation et synthèse des travaux phase 1
  - sélection des indicateurs
  - réalisation de fiches « indicateurs »
  - rubriques méthodologiques
  - gestion et exploitation de la donnée
- Séminaire d'étape : février 2011
- Livraison du guide : juin 2011





**ZoNéCo**

Pour une gestion durable des ressources marines de la ZEE de Nouvelle Calédonie

Ifremer



Merci de votre attention