

CYCLE ET QUALITE DE L'EAU *Bassins versants et zone côtière*

Jean-Paul Ducrotoy

Traitement et Qualité de l'Eau



Bibliographie

Ducrotoy J-P, 2010. Le restauration écologique des estuaires. Lavoisier Tec & Doc, Paris

Ducrotoy J.-P., Mazik K., Elliott M. 2011. Bio-sedimentary indicators. UOF, Paris

Gray JS & Elliott M, 2009. Ecology of marine sediments. Oxford

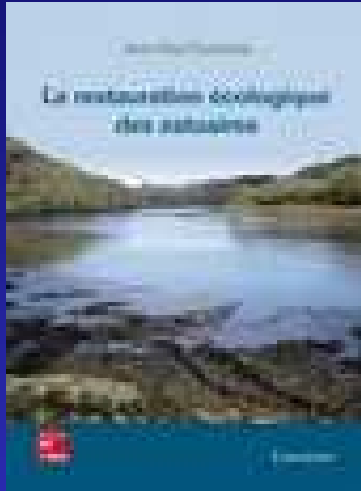
Lacaze J-C, 1993. La dégradation de l'environnement côtier. Masson

Little C, 2007. The biology of soft shores and estuaries. Oxford

McLusky & Elliott M, 2004. The estuarine ecosystem. Oxford

Verger F, 2009. Zones humides du littoral français. Belin

Lavoisier



La restauration écologique des estuaires

Environnement - pollution - eau - énergie
/ Ecologie

Sciences de la terre / Hydrologie, géologie
marine, océanographie, océanologie

Agriculture / Environnement, écologie,
pollution / Paysages, aménagement

La qualité de l'eau Application aux milieux estuariens et littoraux

Jean-Paul DUCROTOY

La qualité de l'eau

Application aux milieux estuariens et littoraux

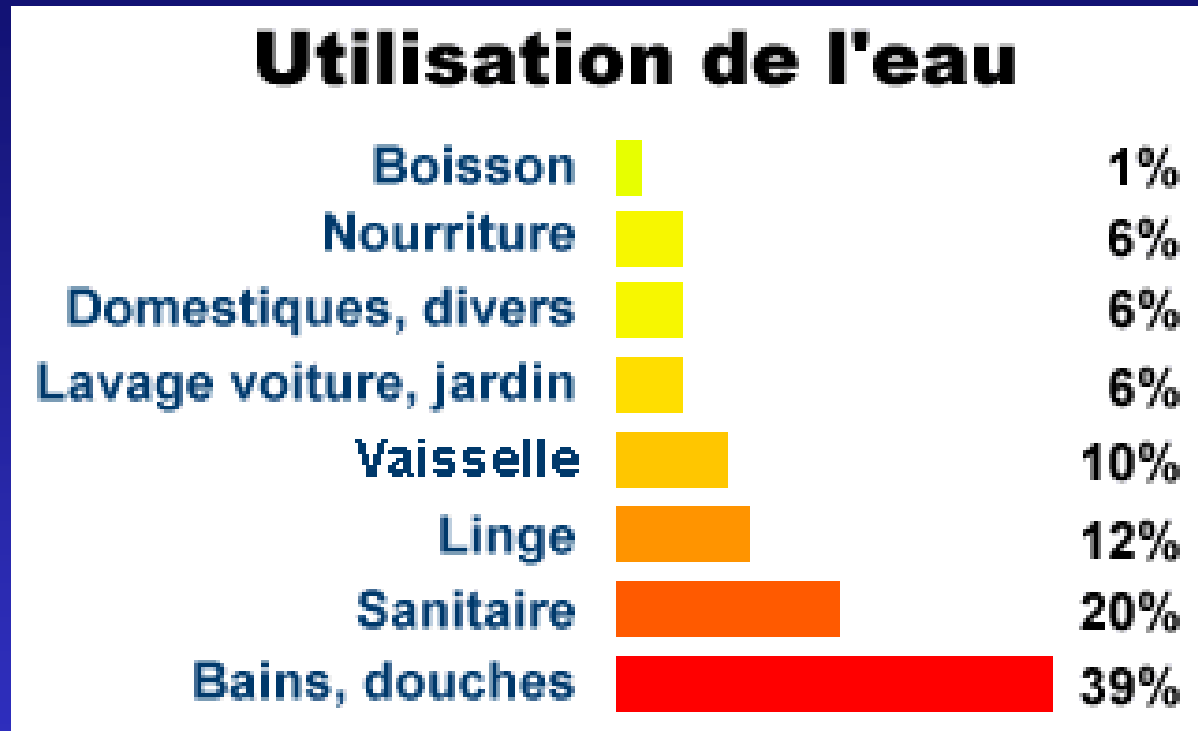
1. Introduction
2. L'eau pure et naturelle ?
3. Outils juridiques et administratifs : DCE
4. La qualité écologique
5. La biodiversité
6. Les indicateurs
7. Habitats et biotopes
8. L'approche écosystémique
 - Multi-scalaire
 - Fonctionnelle
 - Rôle des perturbations
9. Conclusion et perspectives

La qualité de l'eau

Application aux milieux estuariens et littoraux

1. Introduction
2. L'eau pure et naturelle ?
3. Outils juridiques et administratifs
4. La qualité écologique
5. La biodiversité
6. Les indicateurs
7. Habitats et biotopes
8. L'approche écosystémique
 - Multi-scalaire
 - Fonctionnelle
 - Rôle des perturbations
9. Conclusion et perspectives

La consommation d'eau des personnes



Tout habitant d'une grande ville française utilise en moyenne 150 l d'eau du robinet chaque jour. La consommation individuelle dans le tiers-monde est de 50 litres par jour et 300 litres par jour aux Etats-Unis

La qualité de l'eau

Application aux milieux estuariens et littoraux

- Introduction
- L'eau pure et naturelle ?
- Outils juridiques et administratifs
- La qualité écologique
- La biodiversité
- Les indicateurs
- Habitats et biotopes
- L'approche écosystémique
 - Multi-scalaire
 - Fonctionnelle
 - Rôle des perturbations
- Conclusion et perspectives

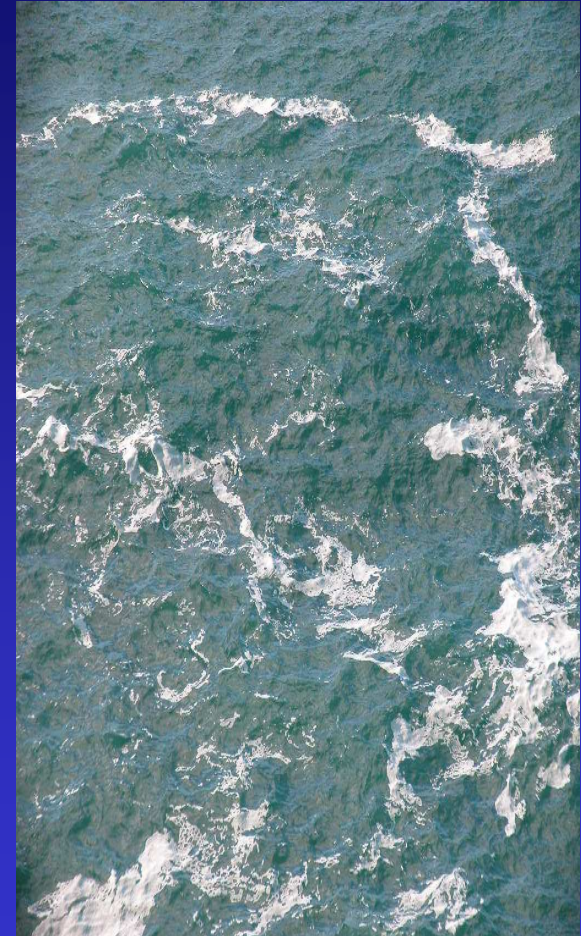
Qu'est-ce qu'une eau propre ?

- Même l'eau des rivières et des mers les plus saines n'est pas complètement pure
- N'importe quelle eau (même l'eau distillée) contient de nombreuses substances que l'on retrouve dans la mer :
 - *Bicarbonates*
 - *Sulfates*
 - *Sodium*
 - *Chlorures*
 - *Calcium*
 - *Magnésium*
 - *Potassium...*

L'eau naturelle ?

Certaines substances parviennent jusqu'aux estuaires. Elles proviennent :

- du sol, des formations géologiques et du terrain dans le bassin versant (bassin hydrographique);
- de la végétation et de la faune avoisinantes;
- des précipitations et des eaux qui s'écoulent par ruissellement sur les terres adjacentes;
- des processus biologiques, physiques et chimiques dans l'eau de la rivière;
- des activités humaines dans la région.



Comment l'eau des estuaires s'épure-t-elle?

En grande partie par les actions des **organismes vivants**

- L'**énergie solaire** actionne le processus de la **photosynthèse** chez les plantes aquatiques, lequel produit de l'**oxygène**
- Les **bactéries** se servent de cet oxygène pour **décomposer** certaines matières organiques, comme les plantes et les déchets animaux
 - Cette décomposition donne lieu à la production de dioxyde de carbone, de nutriments et d'autres substances dont les plantes et les animaux qui vivent dans l'eau ont besoin

Le cycle de purification continue lorsque ces plantes et ces animaux meurent : les bactéries les décomposent et fournissent ainsi de la nourriture à de nouvelles générations d'organismes

Le système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau : le SEQ-eau

- Depuis 1971, repose sur les mesures effectuées sur
 - la qualité physicochimique de l'eau :
 - *micropolluants organiques*
 - *nitrate et phosphore*
 - *paramètres d'oxygénation de l'eau*
 - la qualité biologique des cours d'eau, à partir d'un inventaire
 - *des végétaux*
 - *des invertébrés*
 - *ou des poissons*
- Le SEQ-eau est fondé sur la notion d'altération :
 - *micropolluants minéraux (métaux)*
 - *micropolluants organiques (pesticides, hydrocarbures)*
 - *matières phosphorées ou matières azotées contribuant à l'eutrophisation...*

les altérations sont appréciées selon les usages de l'eau (eau potable, irrigation...)

Les pollutions industrielles

Réduction due à

- un effort d'équipement
 - (mini stations d'épuration) pour traiter les rejets avant leur évacuation dans les eaux
- une volonté de changer d'image
 - en réponse à la sensibilité croissante de l'opinion aux questions environnementales
- la colère suite aux pollutions accidentelles
- une réglementation stricte, imposant les pollutions
 - rendant obligatoire des traitements et taxant les rejets
- la disparition de beaucoup d'activités parmi les plus polluantes
 - mines, tanneries, traitements de surfaces ...

LES POLLUTIONS URBAINES ET D'ORIGINE DOMESTIQUE : GERER LE BASSIN VERSANT

- Les rejets d'eaux domestiques, dites « eaux usées » altèrent la qualité des cours d'eau, par l'entraînement de matières organiques susceptibles d'engendrer des contaminations bactériennes
- Diminuées par le traitement des eaux usées, mais pas éliminées
 - Le volume des eaux usées, traitées à des degrés divers est considérable
Pour l'agglomération parisienne -10 millions d'habitants - représentent 30 m³/seconde, soit l'équivalent du débit moyen d'une rivière moyenne (l'Orne, l'Aude, l'Isère, la Drôme ont des débits moyens de l'ordre de 20 à 25 m³/seconde)
 - Les petites stations d'épuration peuvent même devenir à certaines périodes la principale source d'alimentation des cours d'eau

L'agriculture en position d'accusée

- 90 % des pesticides sont utilisés à des fins agricoles
 - 95 à 100.000 tonnes par an de matières actives répandues chaque année
 - la France troisième utilisateur mondial

Dans la quasi totalité des cas pour les nappes et dans la très grande majorité des cas pour les rivières, les pesticides détectés dans les eaux sont d'origine agricole

En 2011, 47 des 80 produits interdits par le Grenelle ont obtenu une dérogation

LA QUALITÉ MICROBIOLOGIQUE DE L'EAU

■ Risque infectieux

- risque microbiologique, lié aux bactéries, parasites et virus
- s'oppose au risque toxique, lié aux polluants minéraux (métaux lourds) ou organiques (pesticides...).

On assimile à tort qualité microbiologique et qualité bactérienne car les bactéries ne sont qu'un des éléments de la microbiologie qui comprend aussi l'analyse des parasites et des virus

Les parasites

- **agents unicellulaires du règne animal qui vivent aux dépens de leur hôte, végétal ou animal**
- **protozoaires.**

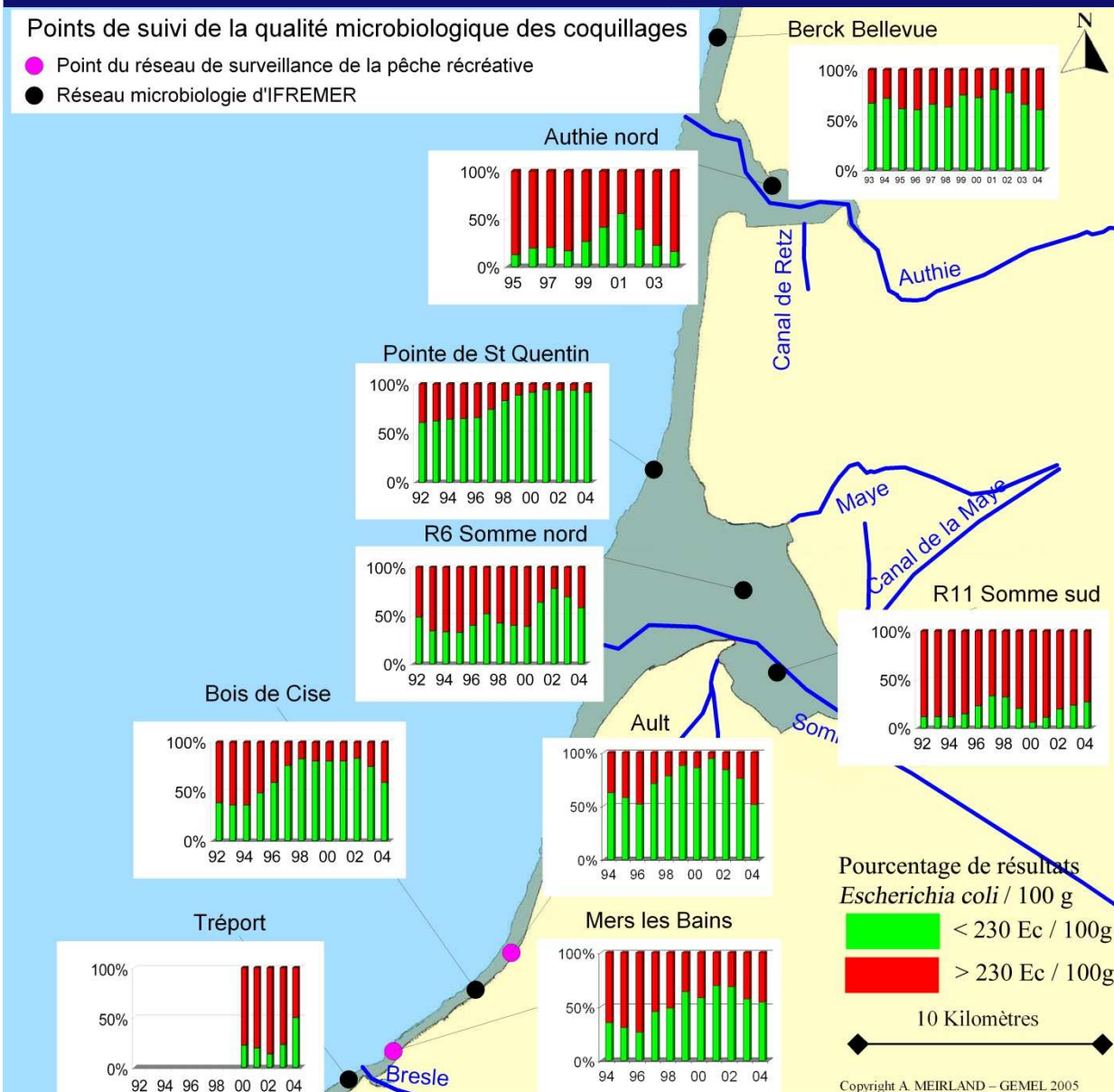
Les bactéries

- Se présentent par famille notamment selon leurs conditions de développement (bactéries aérobies ou anaérobies) ou leur taille
- Les principales bactéries se présentent sous forme de bâtonnet (les bacilles) ou spiralée (les vibrions).
- Sur les millions de bactéries, certaines peuvent être pathogènes, c'est-à-dire avoir un effet négatif sur la santé
 - Le bacille du choléra, la salmonelle ..., sont les bactéries pathogènes véhiculées par l'eau les plus connues.

Les virus

- les plus petits parasites
- les derniers agents infectieux découverts
- taille, 10 à 100 fois moins importante que celle des bactéries
- tandis que les bactéries vivent de façon autonome, les virus ne sont pas capables de vivre seuls.
 - Dans l'environnement, le virus survit sous une forme inerte, le virion
 - Le virus se développe quand il a trouvé son hôte (animal, végétal, bactérie...)

Évolution de la qualité bactériologique des coquillages sur le littoral picard de 1992 à 2004 d'après le REMI et localisation des points de suivi de la pêche récréative.



- une contamination importante des coques du sud de la baie de Somme
- une contamination moins marquée au nord avec des cycles d'amélioration, comme en 1997 ou en 2002 et des cycles de décroissance de la qualité
- une très bonne qualité des moules sur la pointe de St Quentin (classées en qualité A)
- une mauvaise qualité du gisement de baie d'Authie
- une bonne qualité sur Berck Bellevue
- une amélioration des résultats depuis 1997 au Bois de Cise
- une qualité en amélioration au Tréport

Les procédés de traitements

Comment passer d'une eau « brute » à une eau destinée à la consommation ?

- La qualité des eaux superficielles détermine les traitements nécessaires à la production d'eau destinée à la consommation humaine
- Ces traitements, présentés en annexe sont classés en trois catégories :

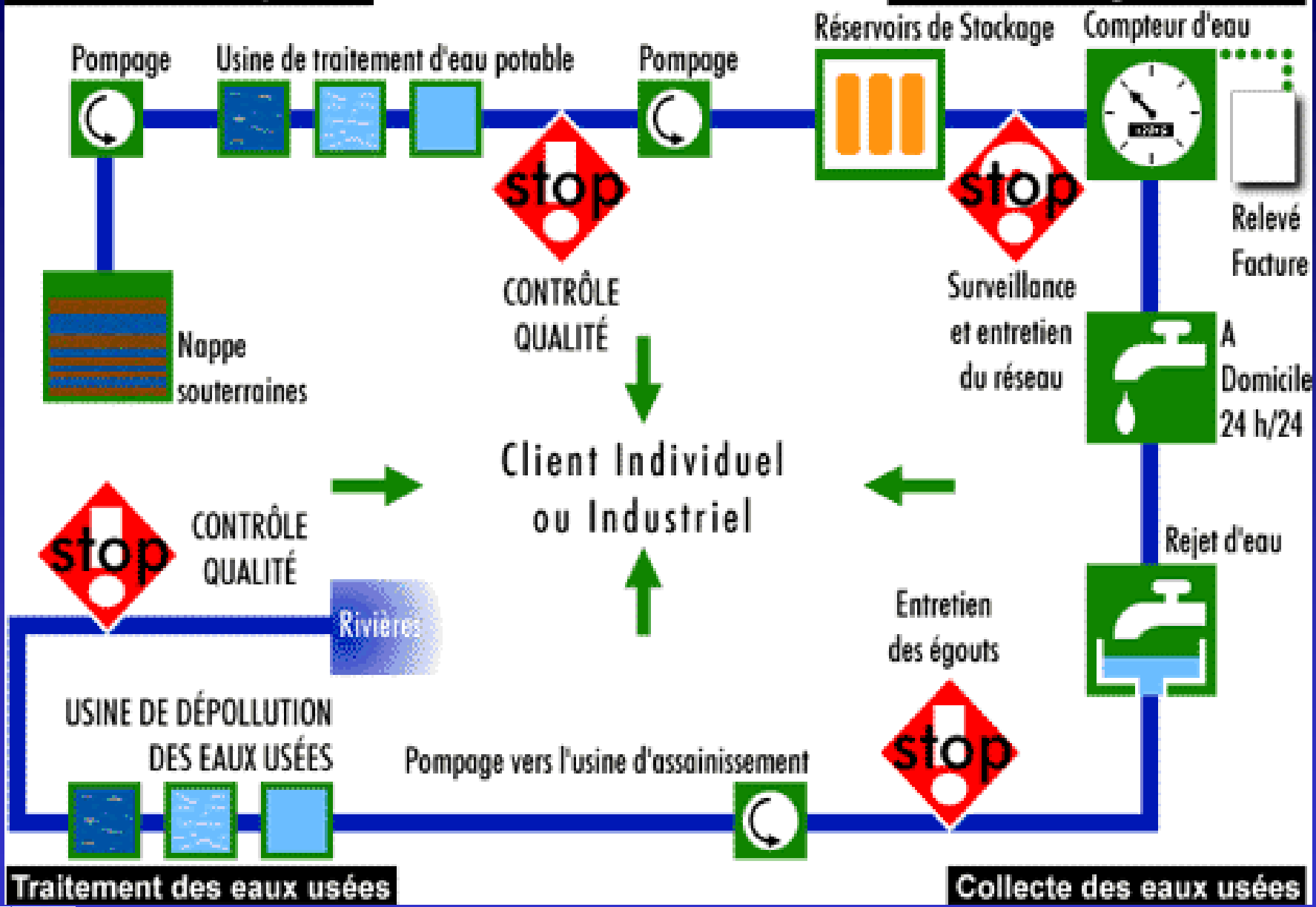
A1 - traitement physique simple et désinfection

A2 - traitement physique et chimique normal avec désinfection

A3 - traitement physique et chimique poussé avec affinage et désinfection

Production d'eau potable

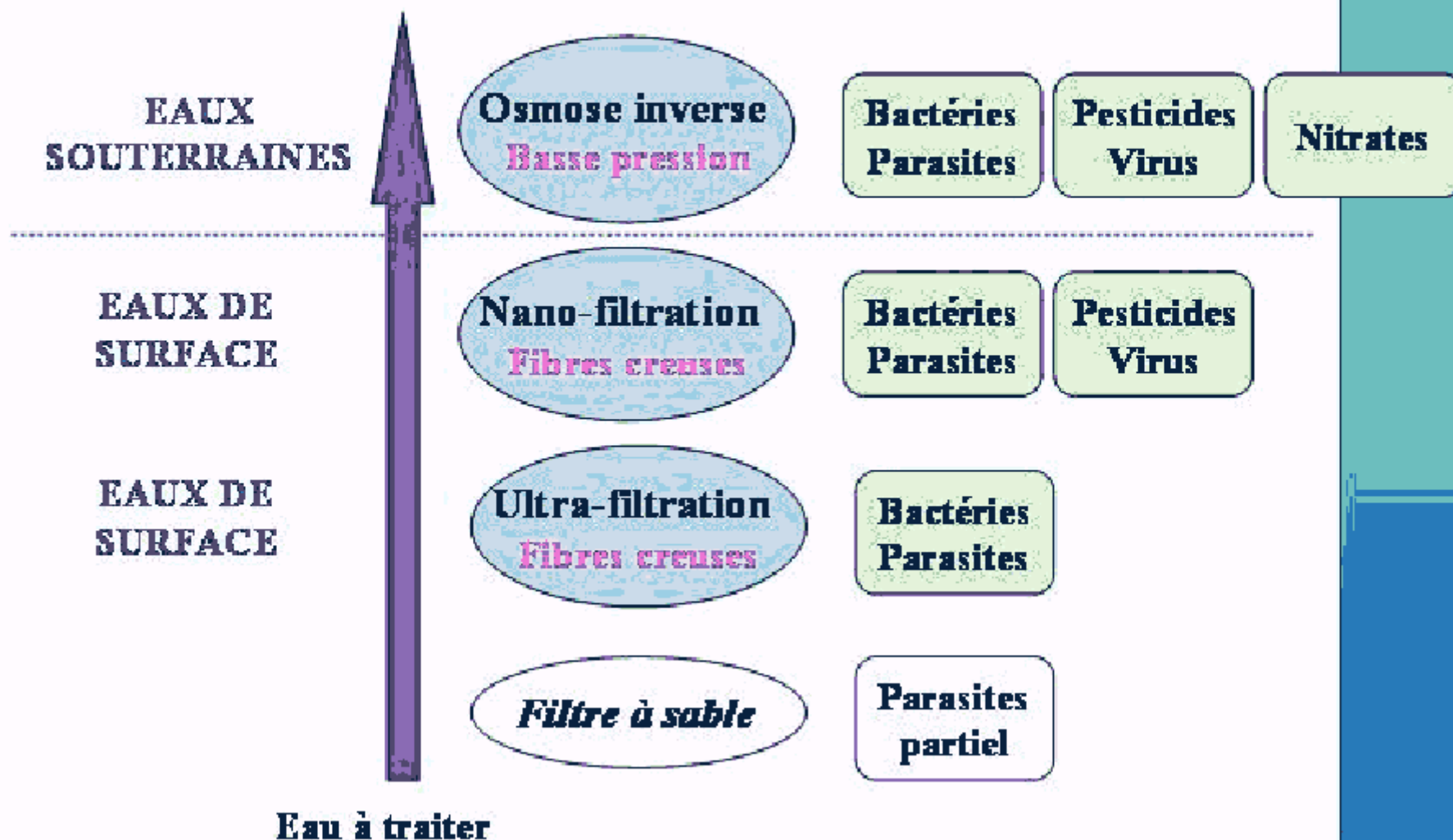
Distribution et gestion d'eau





PROCEDES MEMBRANAIRES

SECURISATION DE L'EAU POTABLE



La qualité de l'eau

Application aux milieux estuariens et littoraux

- Introduction
- L'eau pure et naturelle ?
- Outils juridiques et administratifs : DCE
- La qualité écologique
- La biodiversité
- Les indicateurs
- Habitats et biotopes
- L'approche écosystémique
 - Multi-scalaire
 - Fonctionnelle
 - Rôle des perturbations
- Conclusion et perspectives

La directive cadre européenne sur l'eau : DCE

- **Un cadre général** (*article 1er de la DCE*):
 - améliorer la qualité des écosystèmes
 - prévenir toute dégradation supplémentaire
 - promouvoir une utilisation durable de l'eau
 - réduire ou supprimer les émissions de **substances prioritaires**



La DCE, une ambition forte



- Pour les cours d'eau et les eaux côtières, deux objectifs pour 2015 (*article 4 de la DCE*) :
 - un bon état chimique
 - *déterminé par le respect de seuils de concentration de substances prioritaires et de substances dangereuses*
 - un bon état écologique
 - *déterminé par l'absence de ces substances et la présence d'indicateurs de faune et de flore*

La Directive Cadre sur l'eau

Directive 2000/60/CE



- « L'eau n'est pas un bien marchand comme les autres mais un patrimoine qu'il faut protéger, défendre et traiter comme tel » (*Considérant 1 de la DCE*)

Etat des lieux

- Etat des masses d'eau (proche de l'état naturel, dégradées...)
- Analyse des pressions
- Projection des tendances connues
- Prise en compte des investissements et règlements
- Estimation de l'état atteint en 2015:
 - bon état atteint
 - bon état susceptible de ne pas être atteint



Les masses d'eau

- ❑ Eaux de surfaces : rivières et lacs
- ❑ Eaux souterraines
- ❑ Eaux côtières et de transition



Catégories et types

ME naturelles

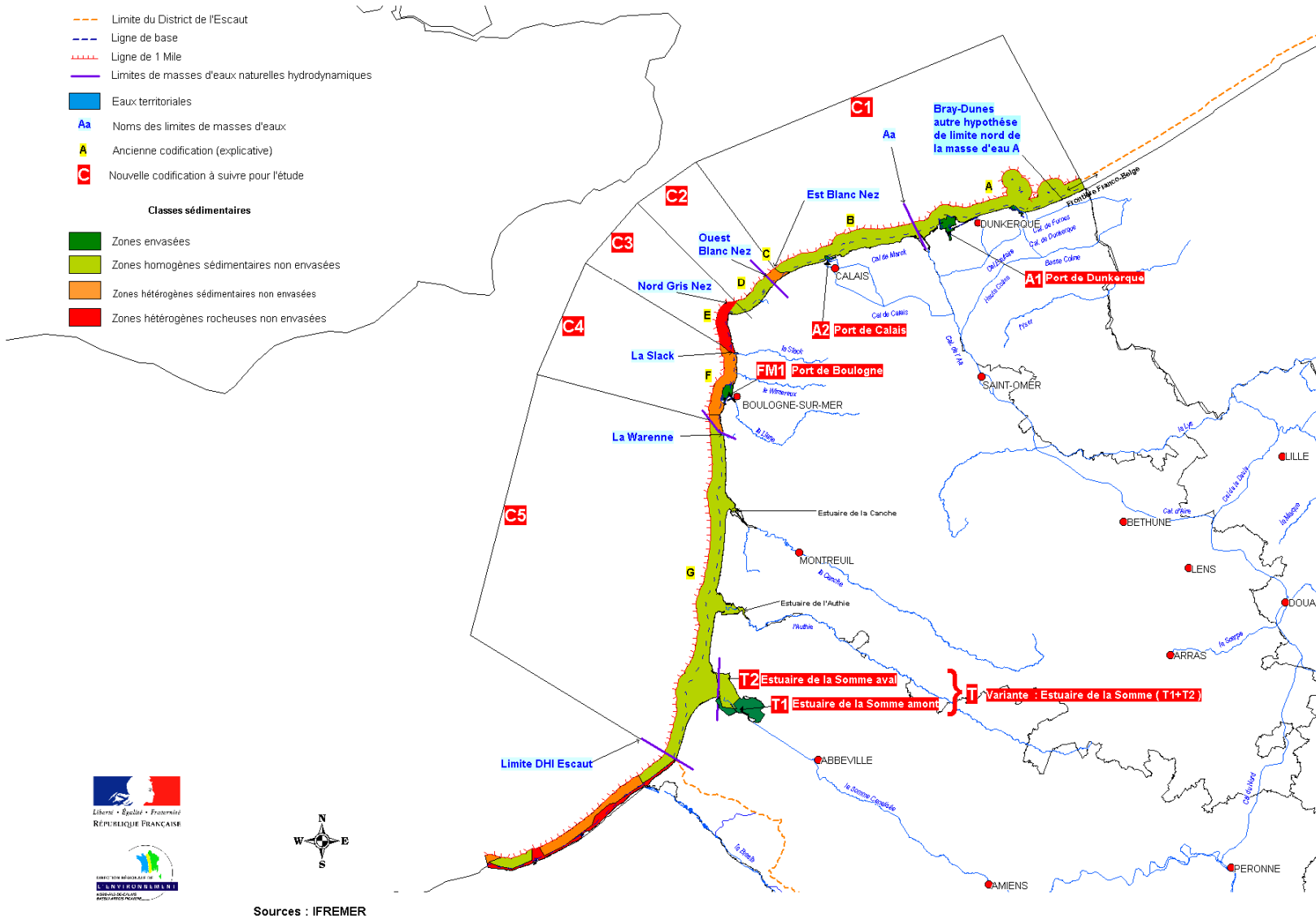
ME fortement modifiées

ME artificielles

Analyse des pressions, des impacts et des utilisations de l'eau

- a/ rassembler les données disponibles sur les usages de l'eau, tant du point de vue **technique** qu'**économique**.
- b/ évaluer les *pressions* sur les milieux.
- c/ identifier les *impacts* sur l'état des masses d'eau.
- d/ identifier les *utilisations de l'eau*.

Document de travail (11/06/03) : DHI Escaut - Découpage ECT - Hypothèse 4 classes sédimentaires



Sources : IFREMER

Découpage des masses d'eau côtières et de transition de la partie française du district hydrographique Escaut, Somme et côtiers Manche Mer du Nord

Etendue de la masse d'eau	Codage initial	Codage pour l'étude
- de la limite sud de la masse d'eau belge (éventuellement prolongée jusqu'à Bray-Dunes) jusqu'au l'est du Blanc Nez,	A + B	Masse d'eau C1
- de l'est du Blanc Nez au nord du – Gris Nez,	C + D	Masse d'eau C2
- du Gris Nez à la Slack,	E	Masse d'eau C3
- de la Slack à la Warenne,	F	Masse d'eau C4
- de la Warenne – à la limite sud du district (falaise morte d'Ault)	G	Masse d'eau C5

Etendue de la masse d'eau	Codage pour l'étude	Variante à étudier
-de la limite des eaux douces à la limite de la zone sédimentaire envasée (au sud d'une ligne le Hourdel,/ le Crotoy)	Masse d'eau T1	Masse d'eau T
-de la limite de la zone sédimentaire envasée (au sud d'une ligne le Hourdel,/ le Crotoy) à la ligne St Quentin-Le Hourdel	Masse d'eau T2	

Etendue de la masse d'eau	Qualification de la masse d'eau	Codage pour l'étude
Circonscription administrative du Port de Dunkerque	Artificielle	Masse d'eau A1
Circonscription administrative du Port de Calais	Artificielle	Masse d'eau A1
Circonscription administrative du Port de Boulogne	Fortement modifiée	Masse d'eau FM 1

Une rupture avec le système communautaire antérieur

- Avant la DCE: **Approche sectorielle** (une trentaine de directives d'usages et de rejets), par exemple D 76/464...
- Avec la DCE: **Approche globale** autour d'objectifs environnementaux, obligation de résultat pour le milieu.

Continuité avec le système français

- Confirmation de la gestion intégrée par bassin hydrographique
- Reprise du principe pollueur-payeur
- Association des acteurs locaux via le Comité de bassin, les Commissions Consultatives Départementales, les CLE des SAGE...
- Révision prévue du SDAGE: occasion d'un débat national sur la politique de l'eau

Les grandes nouveautés



- Participation du public
- Prise en compte de l'économie dans les choix techniques
- Obligation de résultat pour les milieux
- Dimension internationale

LES PROGRAMMES DE SURVEILLANCE

Trois types de contrôles obligatoires

- impliquent la mise en place d'un réseau de mesures adapté aux objectifs du contrôle
- **contrôles de surveillance** destinés à suivre l'évolution générale des masses d'eau du district et l'évaluation de leur changement à long terme,
- **contrôles opérationnels** destinés au suivi spécifique des masses d'eau identifiées comme problématiques et l'évaluation de l'effet des mesures qui y sont mis en œuvre,
- **contrôles additionnels** requis pour les zones protégées, qui viennent en complément des deux premiers et qui ne peuvent être proposés qu'après la définition des zones protégées tout en ne concernant que les eaux de surfaces

Bon état chimique

- [concentration de la substance] < EQS
EQS = Norme de Qualité Environnementale
- Directive fille définissant les EQS



La pollution par les Substances dans la DCE

- Art 1 : « ...réduire progressivement les rejets, émissions et pertes de substances prioritaires, et arrêter ou supprimer progressivement les rejets, émissions et pertes de substances dangereuses prioritaires. »
- Annexes V : « ...substances [autres que prioritaires] déversées en quantités significatives dans une masse d'eau... » en distinguant les polluants synthétiques et les polluants non synthétiques

Substances prioritaires (33)

- SP Dangereuses : ARRÊT des rejets...
- SP : Réduction des rejets ...
- SP : 33
 - SP Dangereuses : 11
 - SP : 8
 - SP en cours d'examen (D?) : 14



Substances significatives

(autres que prioritaires)

- Substances rejetées en quantités significatives dans une masse d'eau (= substances pertinentes)
- Ces rejets constituent une pression significative, c-à-d empêchant la masse d'eau d'atteindre le bon état ($[c] > EQS$)
- Approche « émissions » et/ou « milieu »
- Listes spécifiques à des bassins ou à des masses d'eau (?)

Plans de gestion (article 13)

- Objectifs de qualité et de quantité des eaux retenus (en 2009) pour 2015.
- Définit **les dispositions et les priorités d'action** (ou *mesures* selon le vocabulaire de la directive) à mettre en œuvre pour atteindre les objectifs assignés
 - L'objectif de *bon état* des eaux étant la règle, le *plan de gestion* justifie les **dérogations** à cet objectif, sur la base soit de l'analyse de l'échéancier technique des travaux, soit d'une analyse économique, soit de contraintes liées aux conditions naturelles (incluant notamment les temps de transfert des polluants).

Dimension internationale



- Création de districts internationaux
- Coordination obligatoire entre les Etats membres concernés
- Réseau d'*intercalibration* (inter-étalonnage) déployé au plan européen
 - Comparer les propositions des Etats membres pour le *bon état*
 - Désignation des projets de sites d'inter-étalonnage

Implique

- un état des lieux **coordonné**
- un plan de gestion **commun**

La Directive Cadre Stratégie Milieu Marin DCSMM

La directive cadre Stratégie pour le milieu marin établit des régions marines européennes sur la base de critères géographiques et environnementaux. Elle consiste en:

- une évaluation détaillée de l'état de l'environnement marin
- une définition de « bon état écologique » au niveau régional

Mécanismes propres à la DCSMM

établissement d'objectifs environnementaux clairs et mise en place de programmes de surveillance

- pour atteindre un bon état écologique des eaux marines de l'UE d'ici 2021, et
- pour protéger les ressources desquelles dépendent activités économiques et sociales

La stratégie a pour but la protection et la conservation du milieu marin

La qualité de l'eau

Application aux milieux estuariens et littoraux

- Introduction
- L'eau pure et naturelle ?
- Outils juridiques et administratifs
- La qualité écologique
- La biodiversité
- Les indicateurs
- Habitats et biotopes
- L'approche écosystémique
 - Multi-scalaire
 - Fonctionnelle
 - Rôle des perturbations
- Conclusion et perspectives

QUALITE ECOLOGIQUE

- se définit par rapport aux perturbations
- ne peut ignorer les hiérarchies écologiques
 - **APPROCHE MULTISCALEAIRE**
 - **APPROCHE FONCTIONNELLE** *qui intègre les différentes hiérarchies*

Comment évaluer la qualité ?

- Besoin d'une approche régionale
- Différencier les évolutions naturelles
 - *recherche d'indicateurs*
 - espèces clés
 - bio-indicateurs
 - indices de qualité
- Comprendre l'influence des activités humaines

Comment objectiver la QUALITE ECOLOGIQUE ?

Rechercher les limites fonctionnels &
évolutives

→ *BESOIN D'ETUDIER DES ECOSYSTEMES
PERTURBES*

prévisions

approche expérimentale

intercomparaisons

appréciation de la qualité écologique DANS LE CADRE DE LA DCE

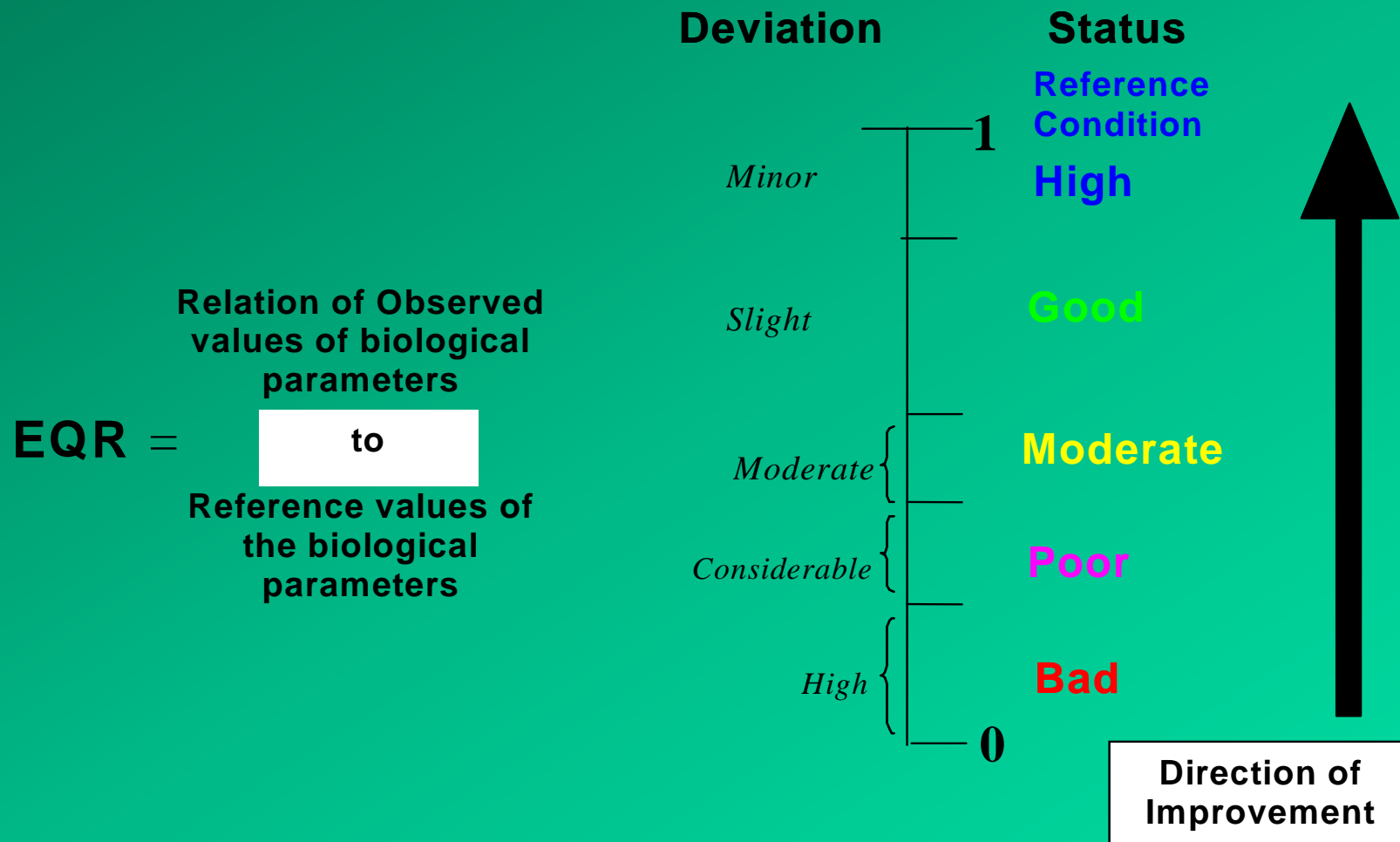
- Mise en œuvre de **suivis des descripteurs écologiques** (biologiques, hydro-morphologiques et physico-chimiques) des masses d'eau
 - Phytoplancton
 - Algues macroscopiques et angiospermes
 - Faune invertébrée benthique
 - Ichtyofaune
 - Hydrologie
 - Morphologie
 - Qualité physico-chimique

*La **qualité microbiologique**, considérée comme un descripteur de pression n'entre pas dans les éléments de qualité retenus par la DCE*

Biological and Chemical Status

Ecological Status Classification	Biological Quality Elements				Physico-chemical Quality Elements		
	Phytoplankton	Macroalgae / angiosperms	Benthic Invertebrate fauna	Fish fauna	General	Specific synthetic pollutants	Specific non-synthetic pollutants
High	Undisturbed, normal.	Undisturbed. No detectable changes	Undisturbed. All sensitive taxa present.	Undisturbed	Undisturbed	Close to zero & at least below the limits of detection	Within the range of background levels
Good	Slight change from type specific. No accelerated growth or imbalance.	Slight change from type specific. No accelerated growth or imbalance.	Diversity and abundance slightly outside range. Most sensitive taxa present.	Slight change in abundance of sensitive species.	Allow ecosystem functioning for biological quality elements.	<EQSs	<EQSs
Moderate	Composition, abundance, biomass bloom frequency and intensity moderately differ from type specific conditions.	Composition and abundance moderately distorted from type specific conditions.	Diversity and abundance moderately outside range. Taxa indicative of pollution present. Many of sensitive taxa absent.	Moderate proportion of sensitive species absent due to anthropogenic impacts.	Conditions consistent with achievement of values specified for biological quality elements.	Conditions consistent with achievement of values specified for biological quality elements.	Conditions consistent with achievement of values specified for biological quality elements.
Poor	Biological communities deviate substantially from undisturbed conditions.						
Bad	Large portions of biological communities are absent						

Overall Classification Objective

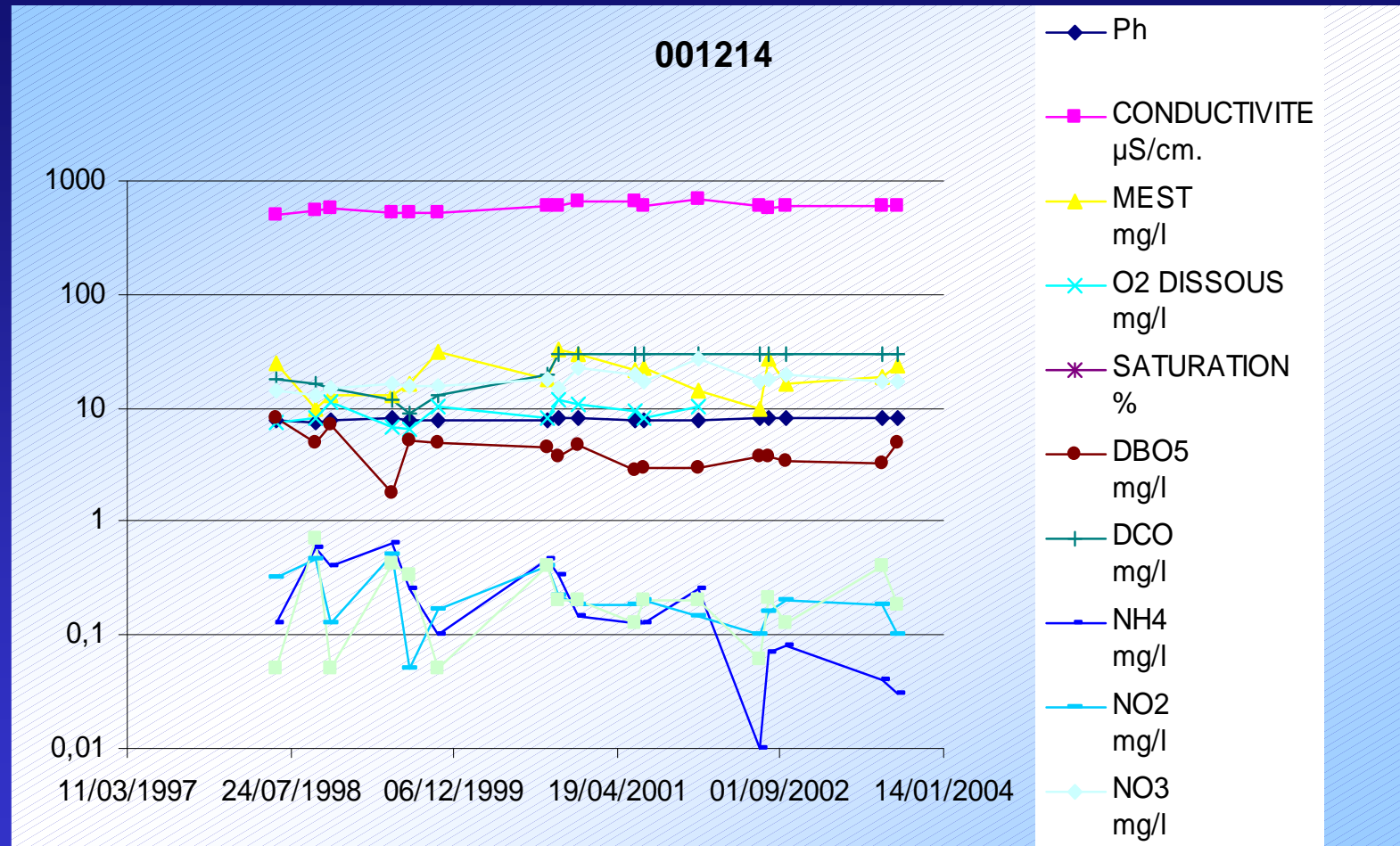


Borja's AMBI groupings give an overview of the type of community and its make up of sensitive and opportunistic species

I	Species very sensitive to organic enrichment and present under unpolluted conditions
II	Species indifferent to enrichment, always present in low densities
III	Species tolerant to excess organic matter enrichment. Populations stimulated by slight unbalanced situations
IV	Second-order opportunistic species (slight to pronounced unbalanced situations)
V	First-order opportunistic species (pronounced unbalanced situations)

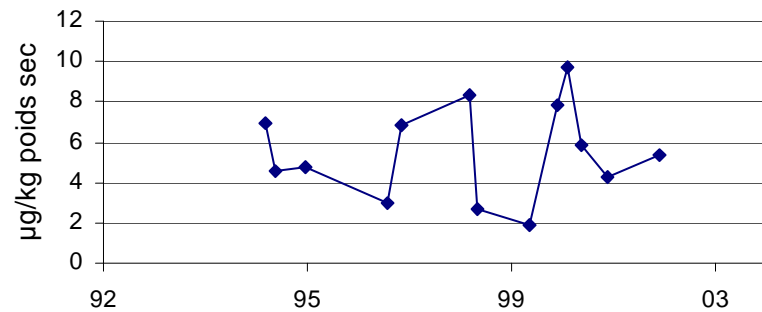
*AZTI Marine Biotic Index (Borja *et al.* 2000)

Exemple de suivi en Baie de Somme

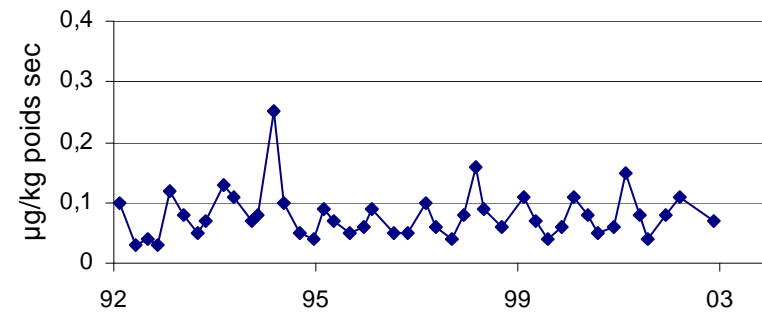


Micropolluants - Baie de Somme

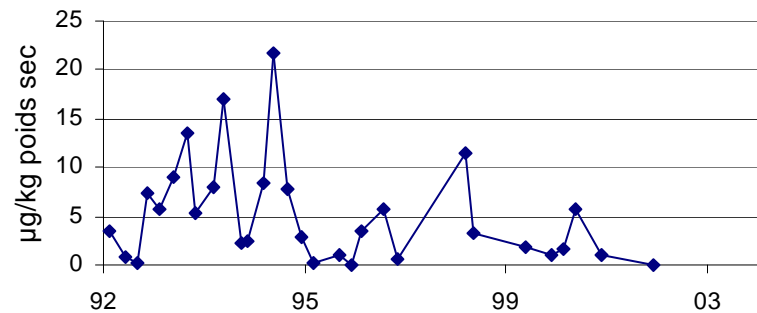
Pointe de St Quentin - DDT



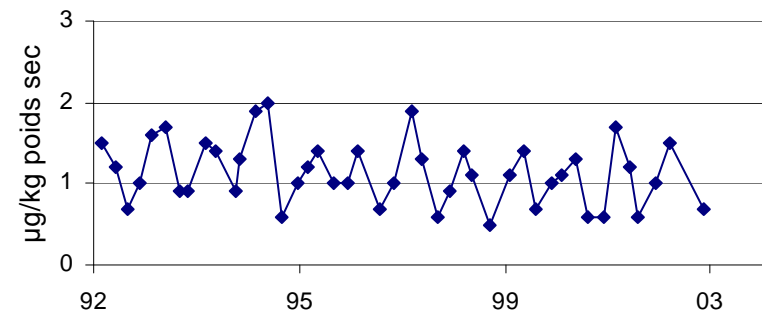
Pointe de St Quentin - Mercure



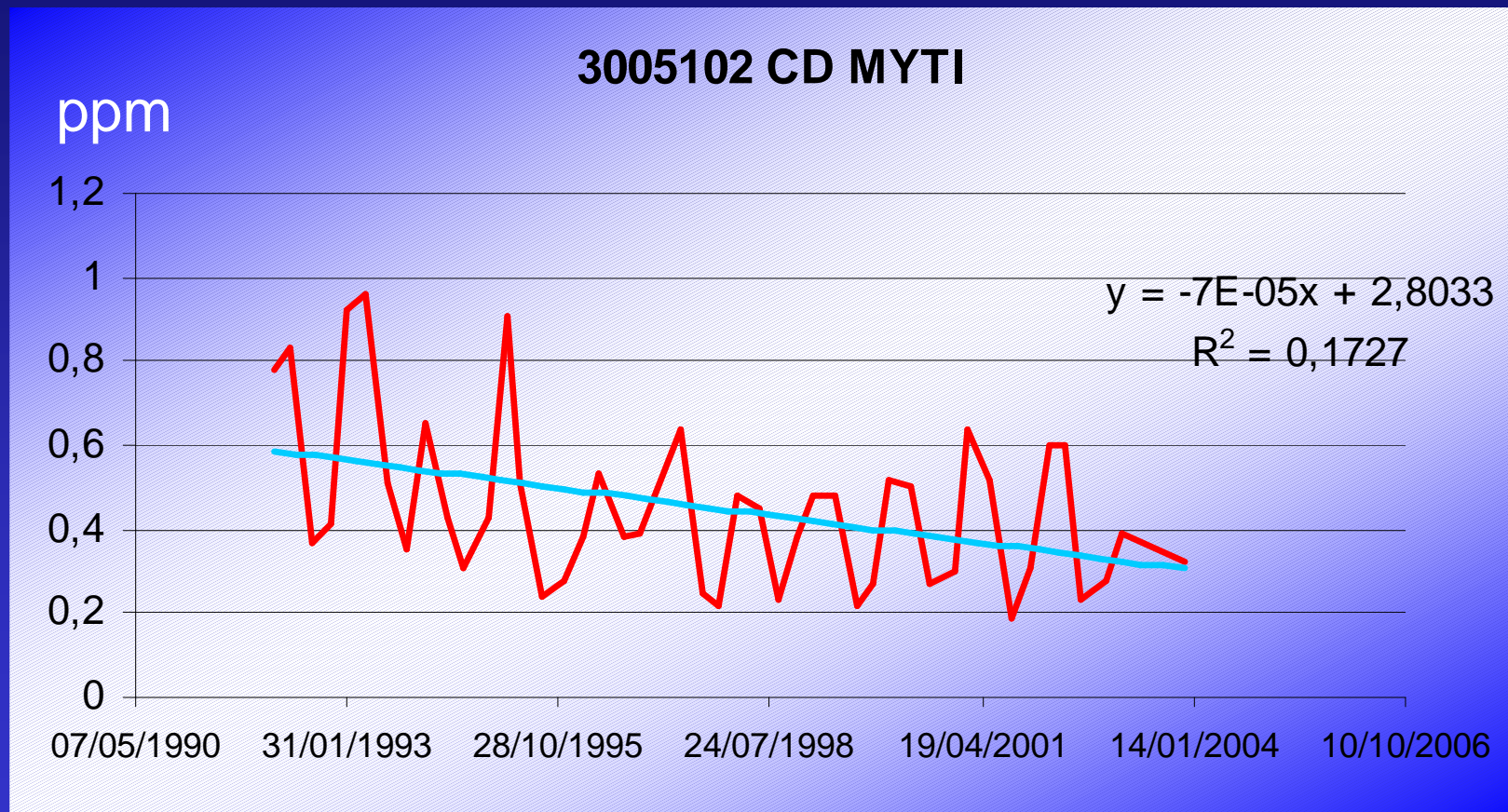
Pointe de St Quentin - Lindane



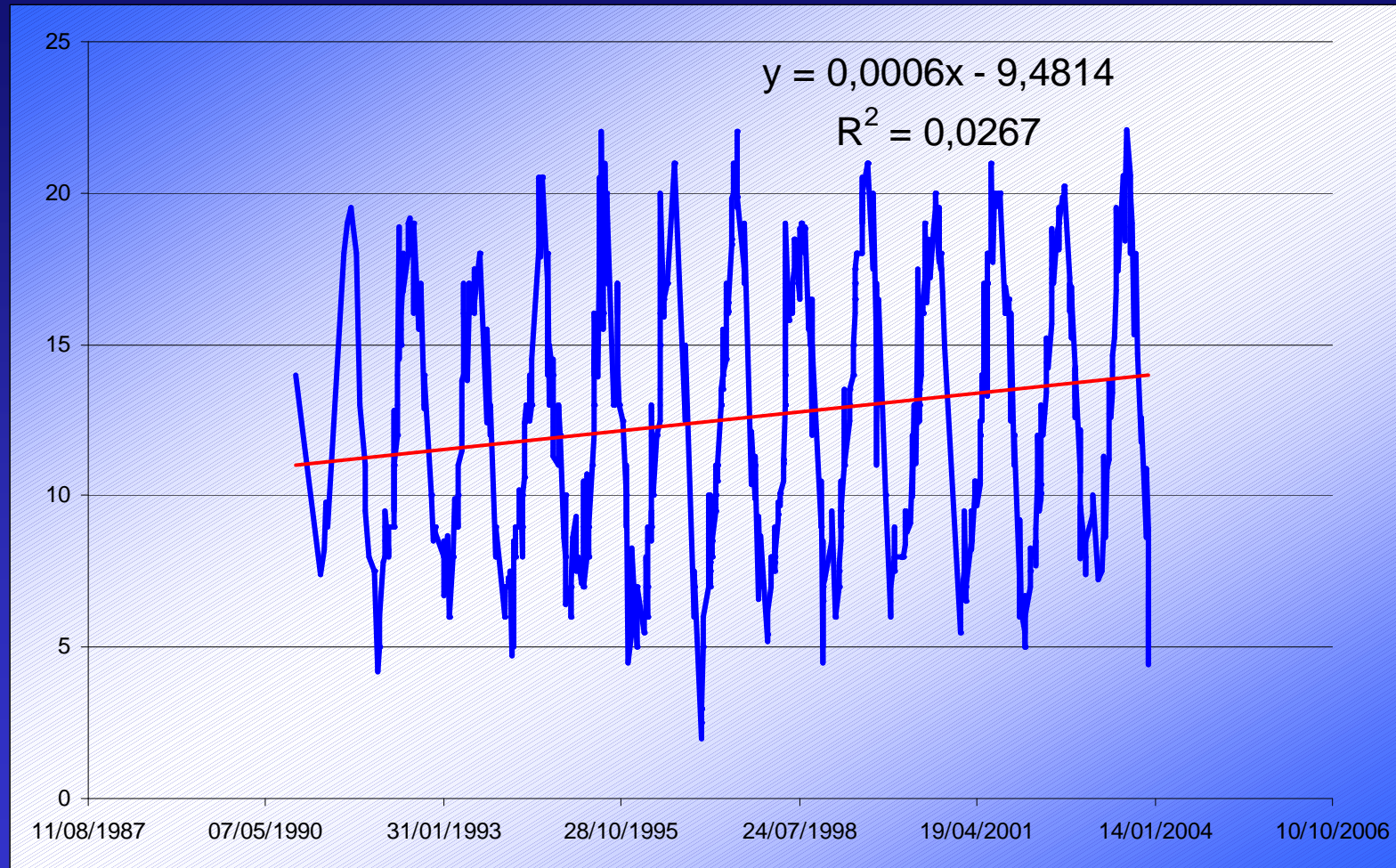
Pointe de St Quentin - Plomb



Concentrations de Cadmium chez la moule *Mytilus edulis* Baie de Somme - France



Température de l'eau- Baie de Somme



Bon état d'une masse d'eau

- Bon état ≠ bonne qualité
- Bon état = **écart à une référence** (très bon état)

*L'état de référence est défini **par type** de masse d'eau*

- Eaux de surface :
 - Bon état (ou potentiel) écologique
 - **Bon état chimique**
- Eaux souterraines
 - Bon état quantitatif
 - **Bon état chimique**

La qualité de l'eau

Application aux milieux estuariens et littoraux

- Introduction
- L'eau pure et naturelle ?
- Outils juridiques et administratifs
- La qualité écologique
- **La biodiversité**
- Les indicateurs
- Habitats et biotopes
- L'approche écosystémique
 - Multi-scalaire
 - Fonctionnelle
 - Rôle des perturbations
- Conclusion et perspectives

Scarborough - Holbeck



Biodiversité intertidale

- Aspects structurels
- Aspects fonctionnels
 - variations des facteurs biotiques et abiotiques
 - échelle spatio-temporelle ?
 - ➔ *Expérimentation*
 - ➔ *Echantillonnage structuré*



DIVERSITE BIOLOGIQUE

■ Aspects

→ *esthétiques*

→ *culturels*

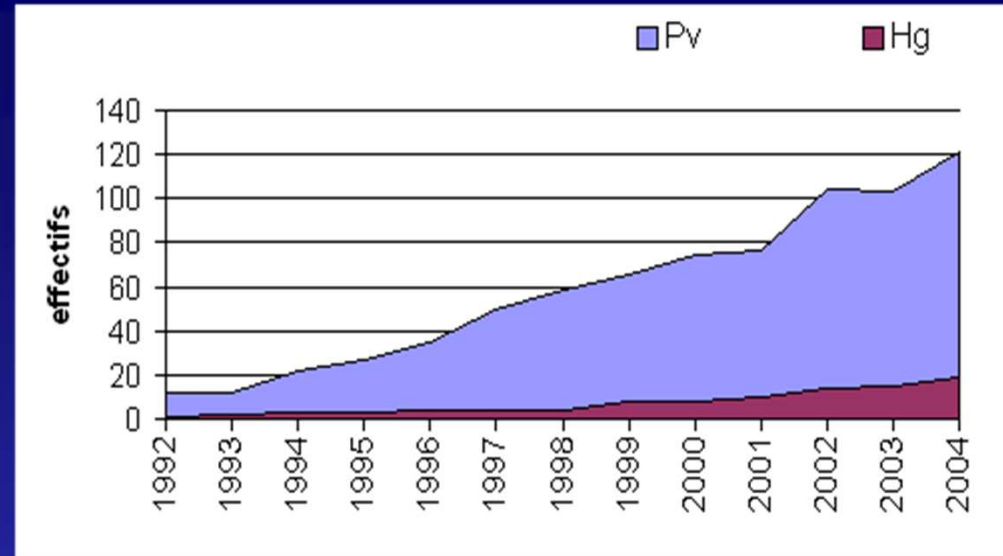
→ *écologiques*

→ *scientifiques*

→ *utilitaristes*

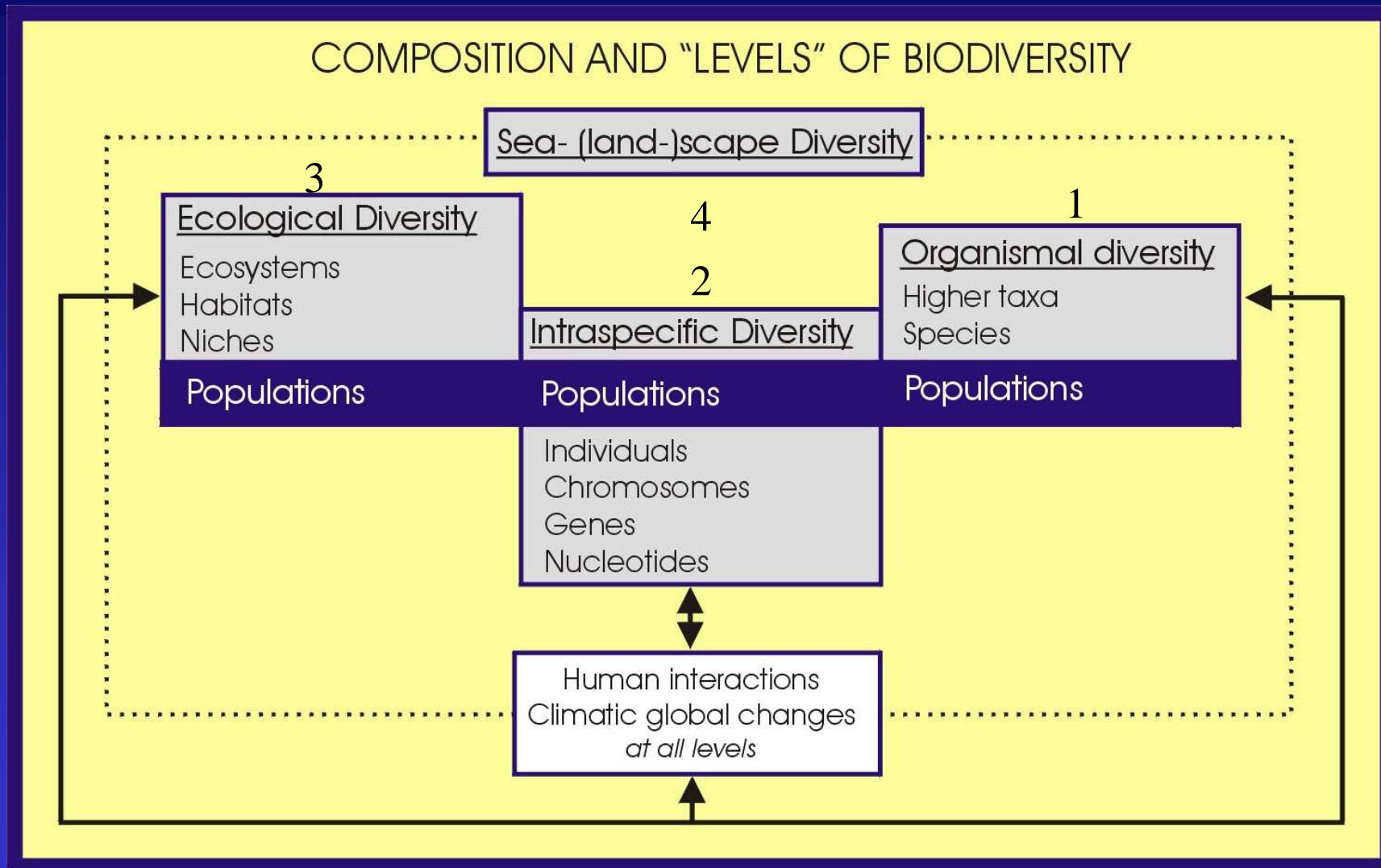
→ *politiques*




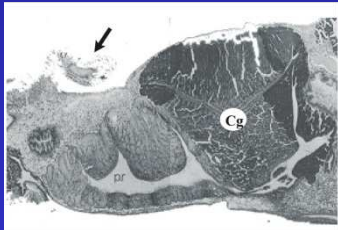

Effectifs maximaux de phoques en baie de Somme ; en bleu, Pv, *Phoca vitulina* (Phoque veau marin) et en rouge, Hg, *Halichoerus grypus* (Phoque gris)



- Population de Phoques gris (*Halichoerus grypus*) et de Phoques veaux marins (*Phoca vitulina*)
- Se déplacent dans la baie au gré des marées, sur les bancs de sable
- Suivi de l'âge, du sexe, de la reproduction et des échouages
- Sur les individus retrouvés morts, une autopsie est réalisée, ainsi qu'une recherche de PCB (Polychlorobiphényles)

WHAT IS BIODIVERSITY ?

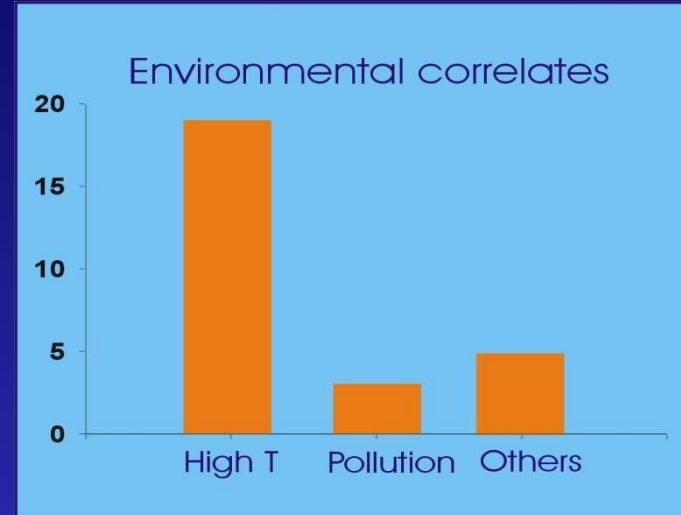
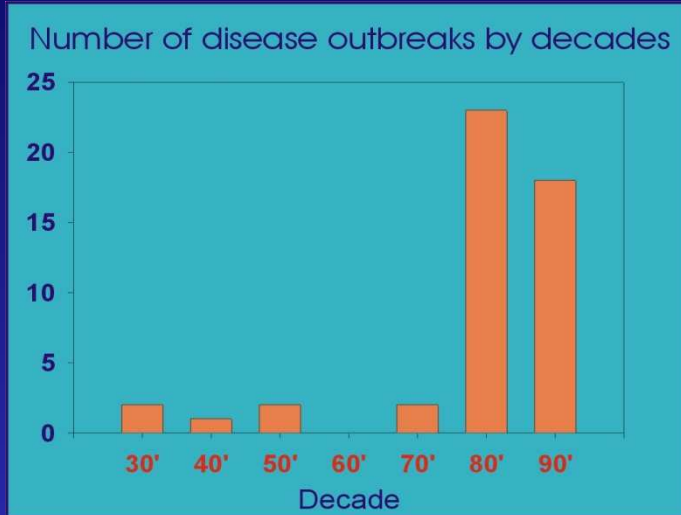


<u>Direct threats</u>	<u>Changes</u>
<ul style="list-style-type: none"> Fishing activities Loss of natural habitat 	<p>Causes of local extinction</p>  
<ul style="list-style-type: none"> Biological invaders 	<p>Competitor for space <i>e.g. Caulerpa taxifolia</i></p> 
<ul style="list-style-type: none"> Chemical pollutants 	<p>Physiological disturbance Effects on metabolic activities, reproduction, growth. <i>e.g. imposex</i></p> 
<ul style="list-style-type: none"> Climatic changes 	<p>Disease outbreaks and mass mortality events Thermophilic species migrations</p> 

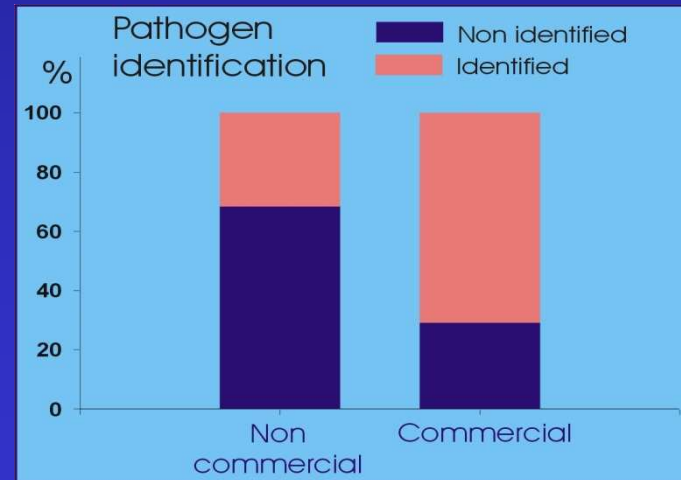
CAUSES OF MARINE BIODIVERSITY CHANGES?

EMERGING MARINE DISEASES

CLIMATE LINKS AND ANTHROPEGENIC FACTORS



Reports of the frequency of epidemics and the number of new diseases have increased recently



Last event in the Mediterranean:
The 1999 mass mortality of invertebrates

La qualité de l'eau

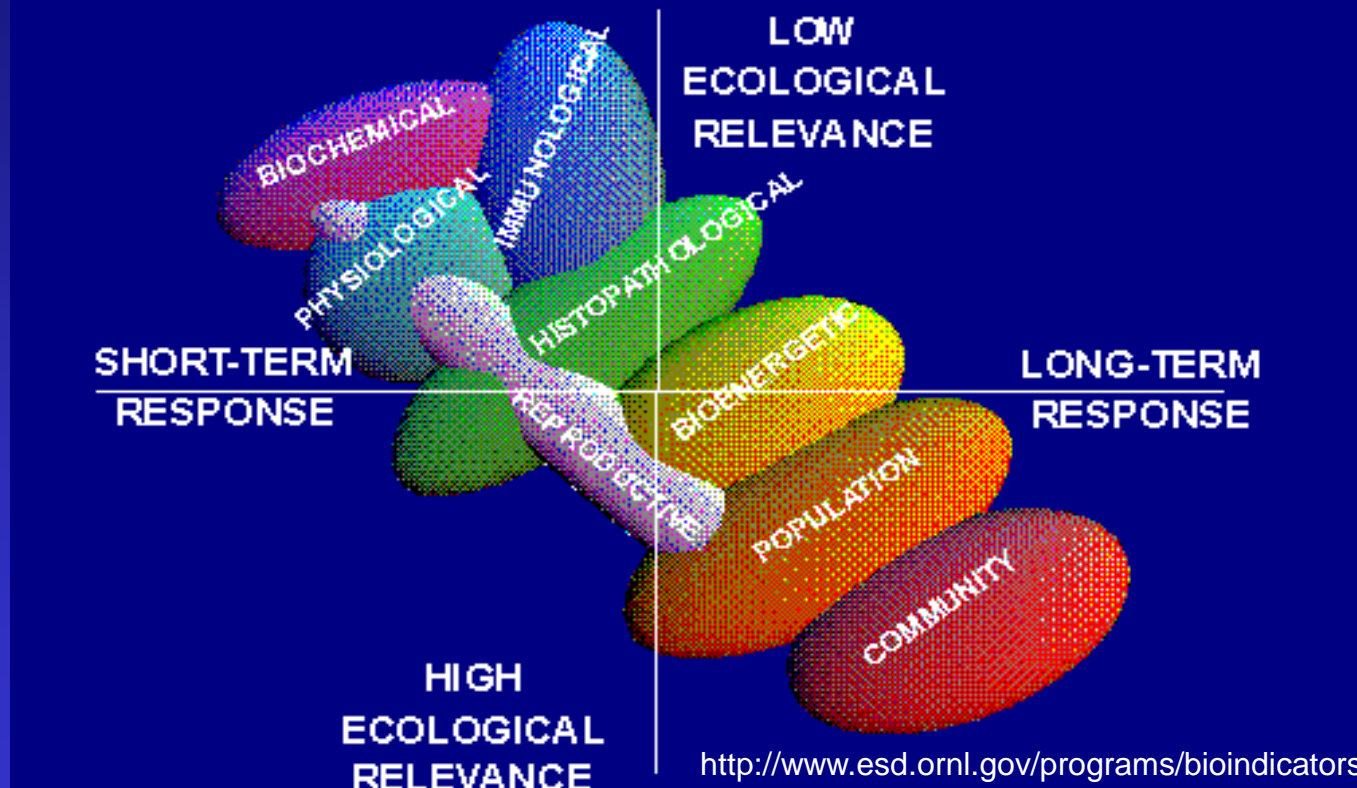
Application aux milieux estuariens et littoraux

- Introduction
- L'eau pure et naturelle ?
- Outils juridiques et administratifs
- La qualité écologique
- La biodiversité
- **Les indicateurs**
- Habitats et biotopes
- L'approche écosystémique
 - Multi-scalaire
 - Fonctionnelle
 - Rôle des perturbations
- Conclusion et perspectives



CONCEPT AND DEFINITIONS : What are indicators?

Relationships between biological organization level / response / ecological relevance



http://www.esd.ornl.gov/programs/bioindicators/con_def.htm

By measuring health responses in terms of response times and levels of biological organization, one can establish causal relationships between stressors and biological effects.

CONCEPT AND DEFINITIONS : What are indicators?

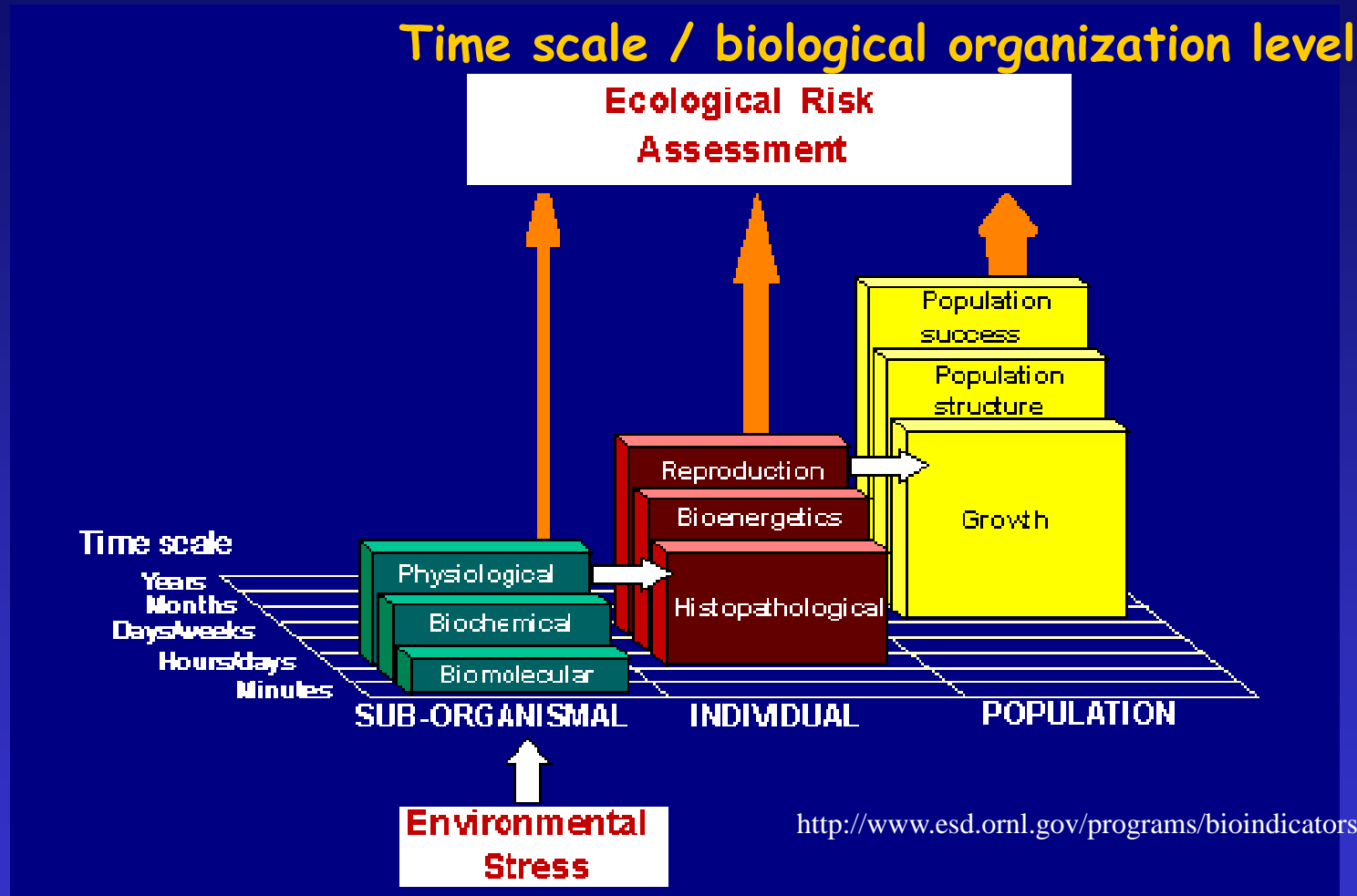
Bioindication refers to different scales

- spatial (site, regional, european)
- biological organization level
- time (including palaeontological)
- *type of biotope*



CONCEPT AND DEFINITIONS

What are indicators?



If **properly calibrated** to higher level responses, the lower-level responses can be effectively used in the Ecological Risk Assessment Process



CONCEPT AND DEFINITIONS :

What are indicators?

They are data selected from a larger statistical whole, because they possess a particular significance and **representativeness**

- they condense information
- they simplify the often-complex environmental phenomena approach
- thus they become precious communication tools





CONCEPT AND DEFINITIONS :

What are bioindicators?



BIOINDICATOR

Indicator of long term effects on populations or communities



BIOMONITOR

Indicator of pollutant bioavailabilities



BIOMARKER

Indicator of early effects on organisms



GLOBAL ASSESSMENT OF THE MARINE ENVIRONMENT HEALTH



CONCEPT AND DEFINITIONS :

What are bioindicators?



BIOINDICATOR

organisms or groups of organisms, which, by reference to biochemical, cytological, physiological, ethologic or ecological variables, allow in a practical and safe way, to characterise the state of an ecosystem or an ecocomplexe and to highlight their natural or caused modifications

BIOMONITOR

BIOMARKER

GLOBAL ASSESSMENT OF THE MARINE ENVIRONMENT HEALTH

PHYSICAL CHEMICAL PARAMETERS

(temperature, salinity, turbidity, nutrients, oxygen, etc.)





CONCEPT AND DEFINITIONS :

What are bioindicators?



BIOINDICATOR

generally defined as measures of stressor exposure or effects of stressors at lower levels of biological organisation (sub-cellular to organism)

BIOMONITOR

BIOMARKER

GLOBAL ASSESSMENT OF THE MARINE ENVIRONMENT HEALTH

PHYSICAL CHEMICAL PARAMETERS

(temperature, salinity, turbidity, nutrients, oxygen, etc.)





CONCEPT AND DEFINITIONS :

What are bioindicators?



BIOINDICATOR

BIOMONITOR

BIOMARKER

Species which may concentrate chemical pollutants at higher levels than the physical medium (water or sediment)

GLOBAL ASSESSMENT OF THE MARINE ENVIRONMENT HEALTH

PHYSICAL CHEMICAL PARAMETERS

(temperature, salinity, turbidity, nutrients, oxygen, etc.)





CONCEPT AND DEFINITIONS :

What are bioindicators?



BIOINDICATOR

Indicator of long term effects on populations or communities

BIOMONITOR

Indicator of pollutant bioavailabilities

BIOMARKER

Indicator of early effects on organisms

GLOBAL ASSESSMENT OF THE MARINE ENVIRONMENT HEALTH

PHYSICAL CHEMICAL PARAMETERS

(temperature, salinity, turbidity, nutrients, oxygen, etc.)



CONCEPT AND DEFINITIONS :

Key terms associated with biodiversity indicators ?

Reference points: they give the means to measure progress and identify needs at political level

They are:

Base lines (zero points) permitting changes to be measured against a certain date or a certain state

Targets which reflect tangible performance objectives

Thresholds which are used as early warning systems for problems

La qualité de l'eau

Application aux milieux estuariens et littoraux

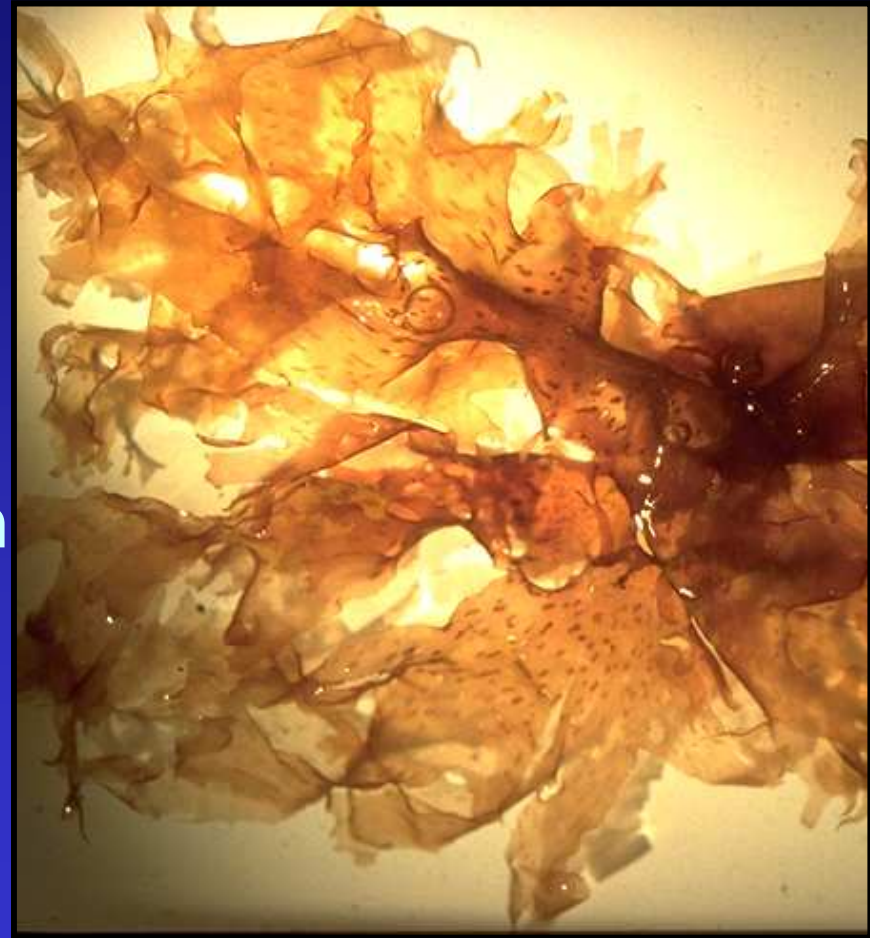
1. Introduction
2. L'eau pure et naturelle ?
3. Outils juridiques et administratifs
4. La qualité écologique
5. La biodiversité
6. Les indicateurs
7. Habitats et biotopes
8. L'approche écosystémique
 - Multi-scalaire
 - Fonctionnelle
 - Rôle des perturbations
9. Conclusion et perspectives

How to measure changes in the estuarine environment?

- Physical (i.e. hydrodynamics) conditions operate on a
 - geological (transgression)
 - oceanic (wave exposure)
 - climatic basis
- Benthos integrates all environmental parameters
 - highly correlated to conditions at the substratum interface

Classification des « BIOTOPES »

- Contexte régional
 - adaptations
 - reproduction
 - stratégies démographiques
 - potentiel de dispersion
- Conditions climatiques (océaniques)



Cockle beds:
muddy sands with
Cearatoderma edue



*Pygospio
elegans*
knolls

Muds with
Mya arenaria



Mobile sands with
*Haustorius
arenarius*



Stable sands with
*Arenicola
marina*



Salt marshes



Benthos survey *bi-annual*

**HYDRO-
SEDIMENTARY
SURVEY**

SHELL
*length, width,
height, weight*

MEAT
*Fresh - freeze
dried - ADW*

BIOTOPE DATA



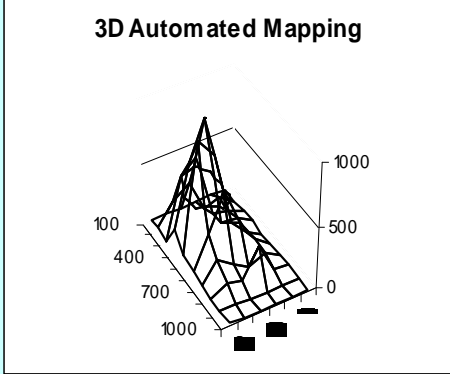
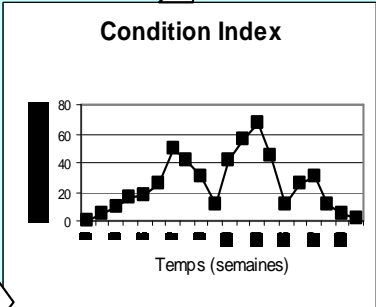
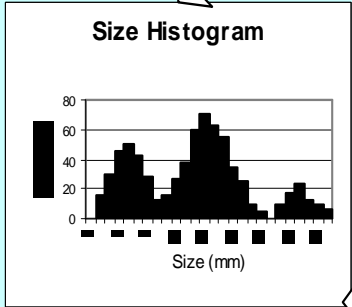
Electronic calipers



Automatic scale

DENSITIES
transects

**associate
fauna**

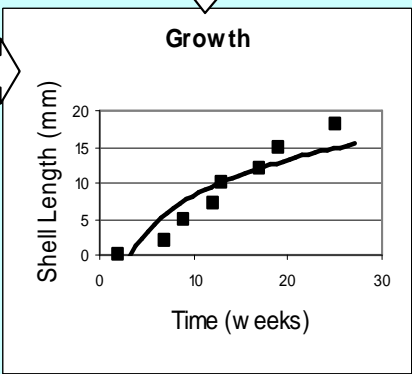


sediments

water quality

**PILOT
STATION**

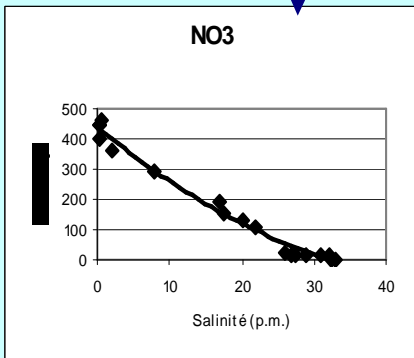
*climate altitude
sediment*



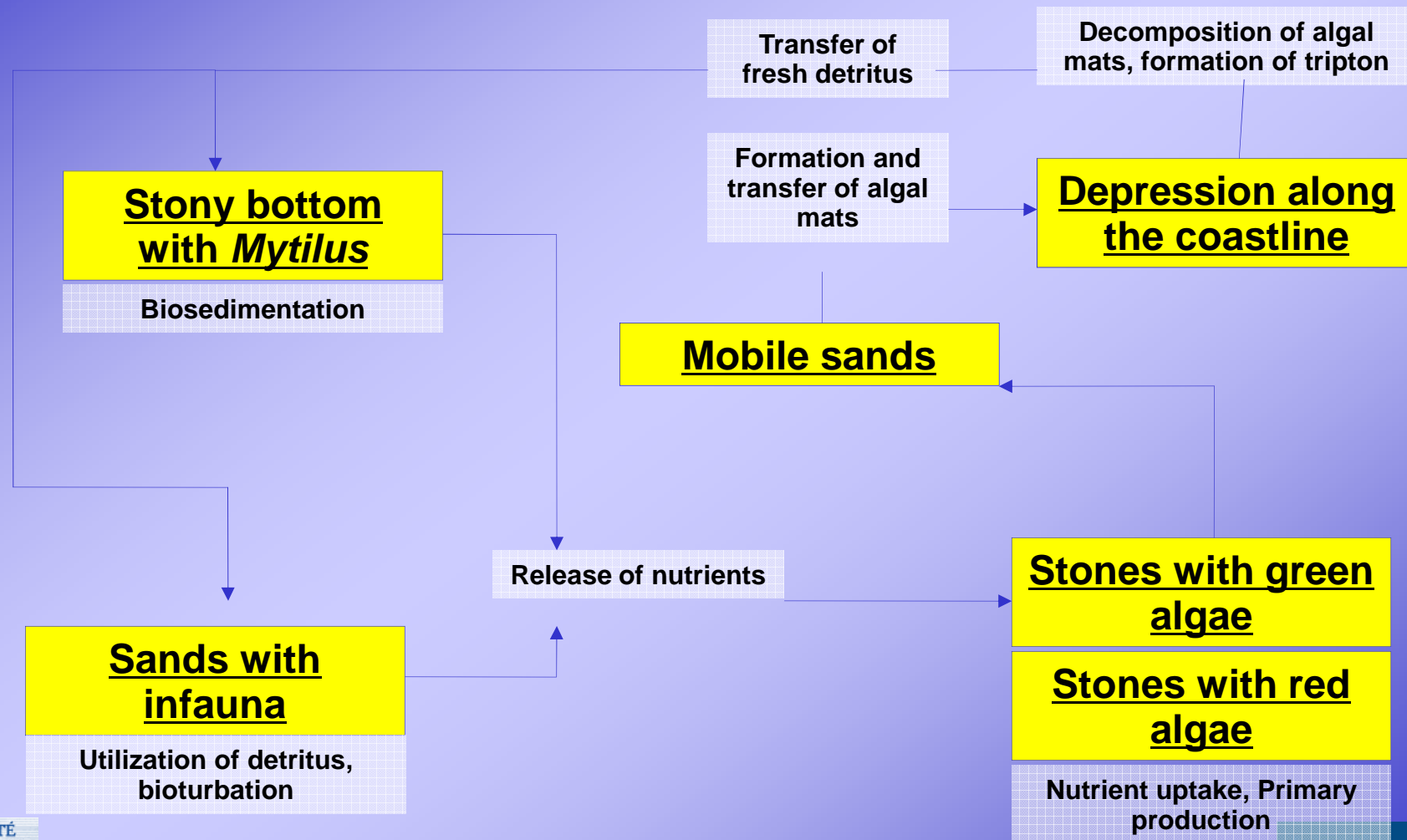
DEATH / SURVIVAL RATE

PRODUCTIVITY

PREDICTION MODEL



Functional interrelationships between the benthic biotopes in the coastal zone



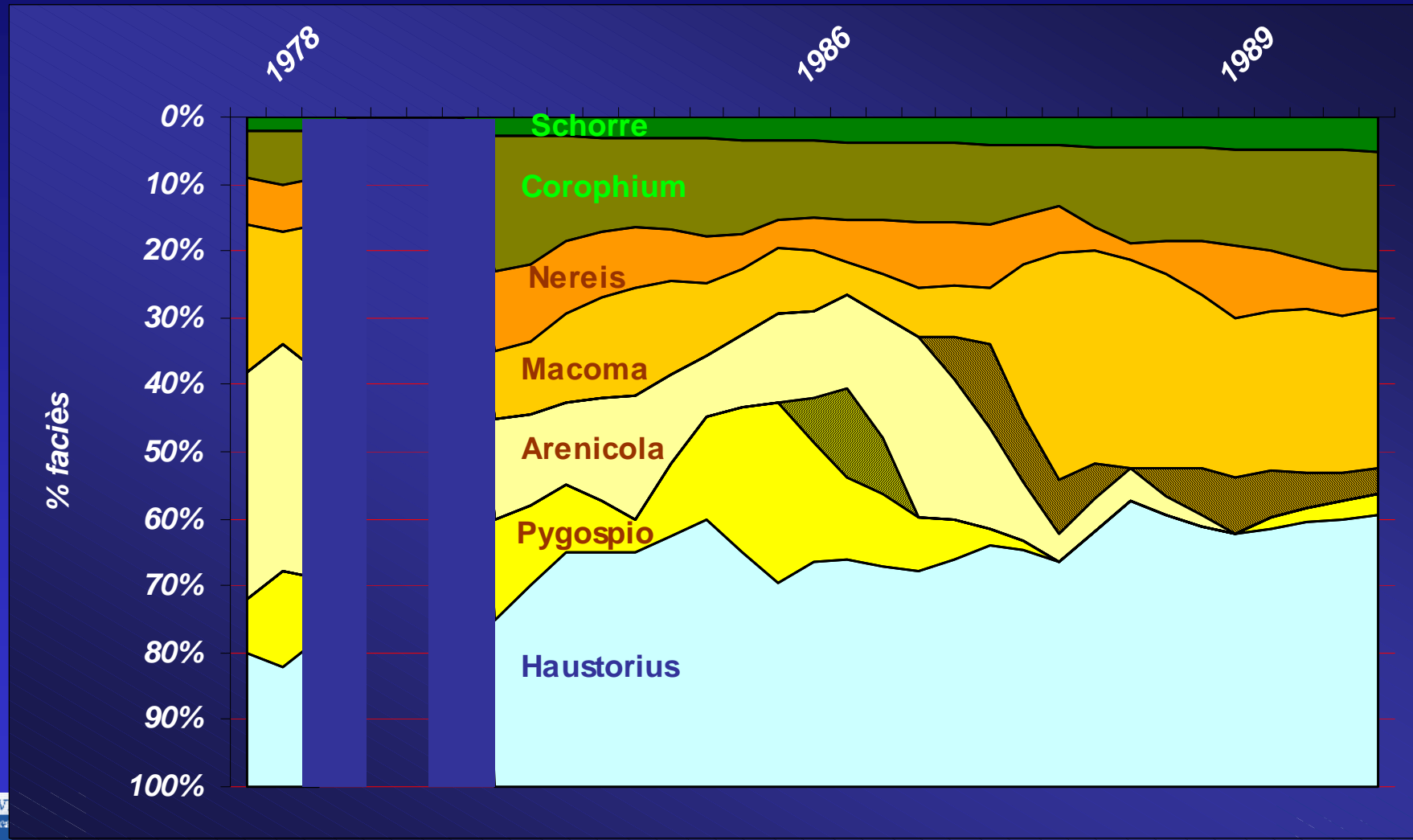
The facies or biotopes result from a balance between:

- *hydrodynamic parameters*
- *physico-chemical parameters*
 - salinity
 - pollutants (continental inputs)
- *the local geomorphology*
 - ⇒ sheltered or exposed habitats
- *regional sedimentary characteristics*
 - ⇒ type of deposit
- *the regional living environment*
 - ⇒ recruitment of young stages, species richness...

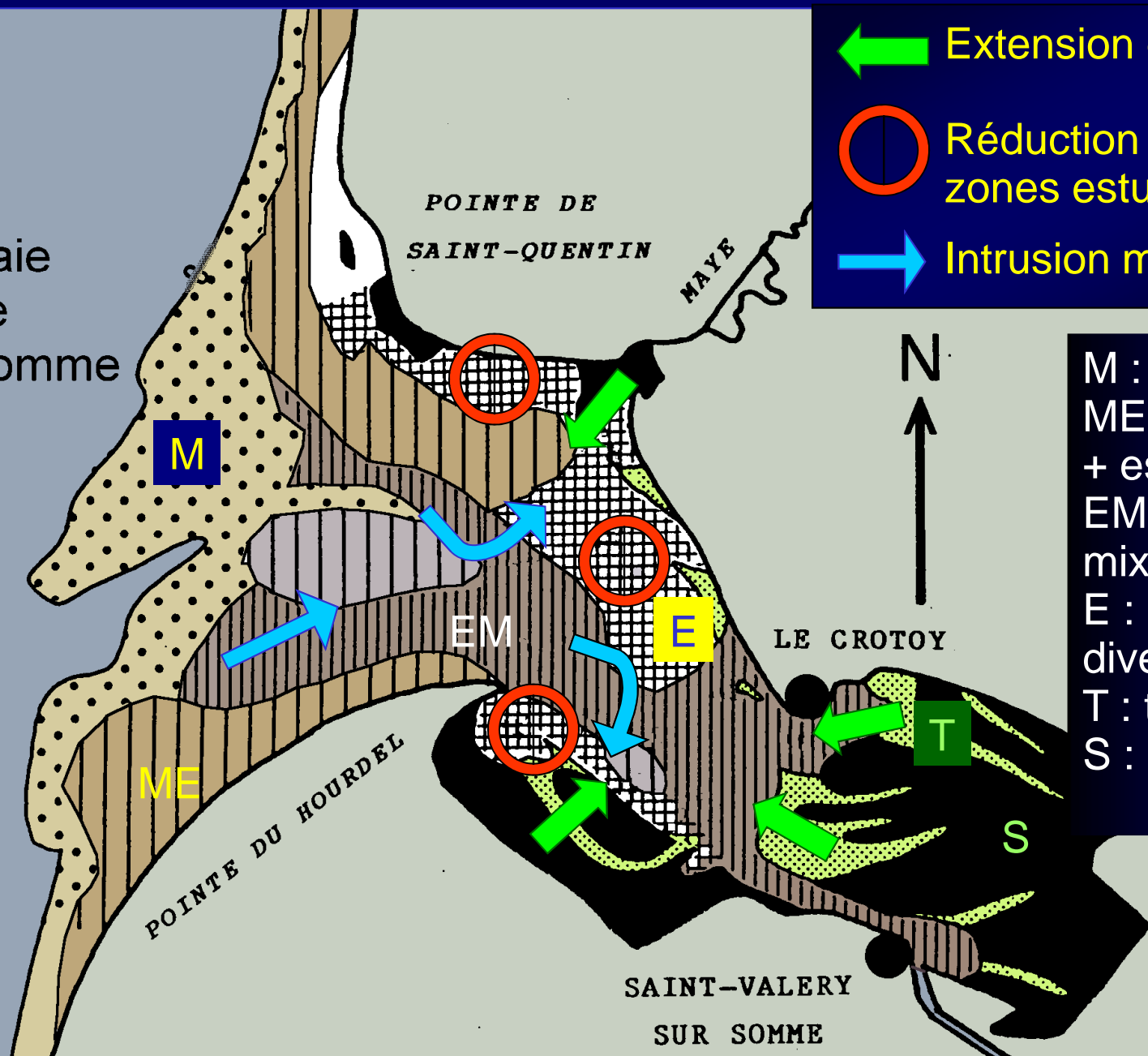
Baie de Somme



Evolution des faciès - Somme



Baie de Somme



- ← Extension du schorre
- Réduction des zones estuariennes
- Intrusion marine

M : marin
ME : marin + estuarien
EM : estuarien mixte
E : estuarien diversifié
T : transition
S : schorre

La qualité de l'eau

Application aux milieux estuariens et littoraux

1. Introduction
2. L'eau pure et naturelle ?
3. Outils juridiques et administratifs
4. La qualité écologique
5. La biodiversité
6. Les indicateurs
7. Habitats et biotopes
8. L'approche écosystémique
 - Multi-scalaire
 - Fonctionnelle
 - Rôle des perturbations
9. Conclusion et perspectives

ATTRIBUTS & PROCESSUS

■ Attributs structurels

- effectifs
- âge
- taille
- poids
- assemblages

■ Attributs fonctionnels

- reproduction
- spéciation
- prédation
- pathologie
- perturbations

- L 'approche écosystémique
 - L 'approche multiscalaire
 - L 'approche fonctionnelle
 - Le rôle des perturbations

HIERARCHIES

■ Taxonomie

bios - ordre - classe - genre - espèce

■ Génétique

génomome - chromosome - gène - allèle

■ Ecologique

biosphère - biome - paysage

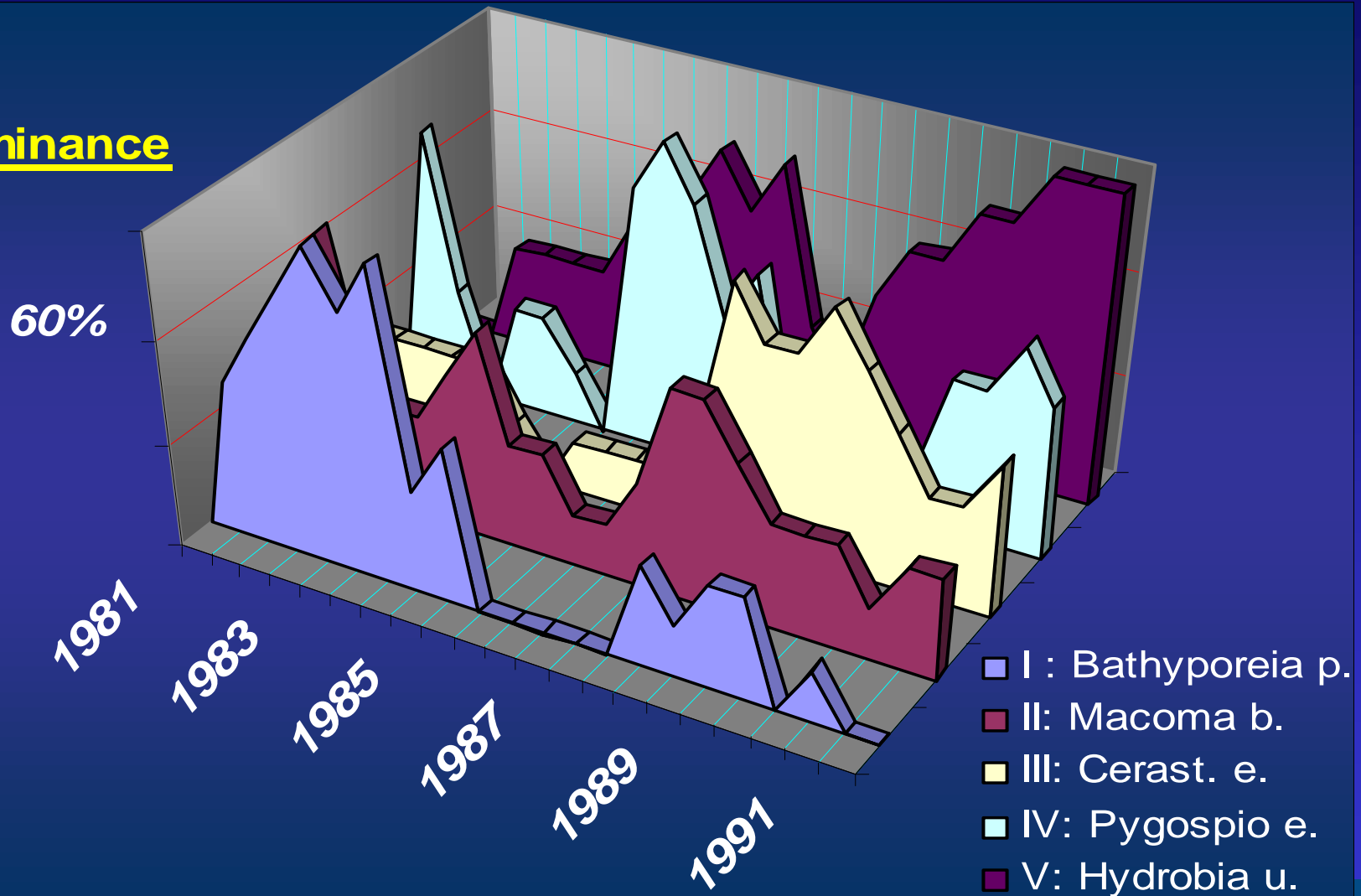
écosystème - communauté - population

ECHELLES SPATIO-TEMPORELLES

- Evolutions temporelles
 - *groupes écologiques*
- Emprise spatiale des attributs structurels
 - *mais plusieurs niveaux de fonctionnement*

Evolution temporelle : LCS

dominance



COMMUNAUTÉS ET ECOSYSTEMES

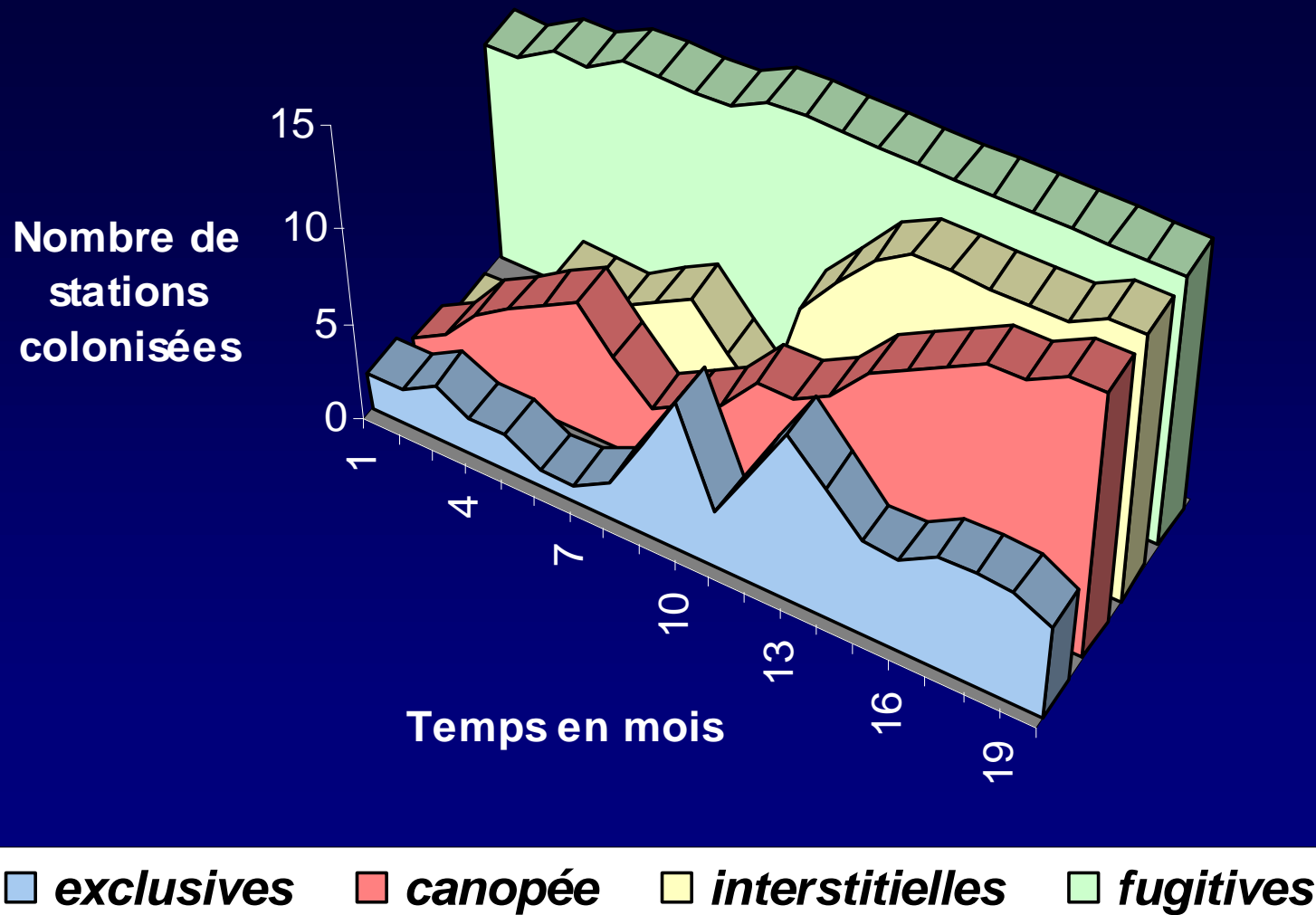
- Communautés : dynamique de la distribution des organismes et des effectifs
- Ecosystèmes : thermodynamique de l'énergie et de la matière
 - *la qualité est donc bien plus que la richesse spécifique*

- L 'approche écosystémique
 - L 'approche multiscalaire
 - L 'approche fonctionnelle
 - Le rôle des perturbations

Groupes fonctionnels algaires adaptés de DAYTON (1975) et STENECK et DETHIER (1994).

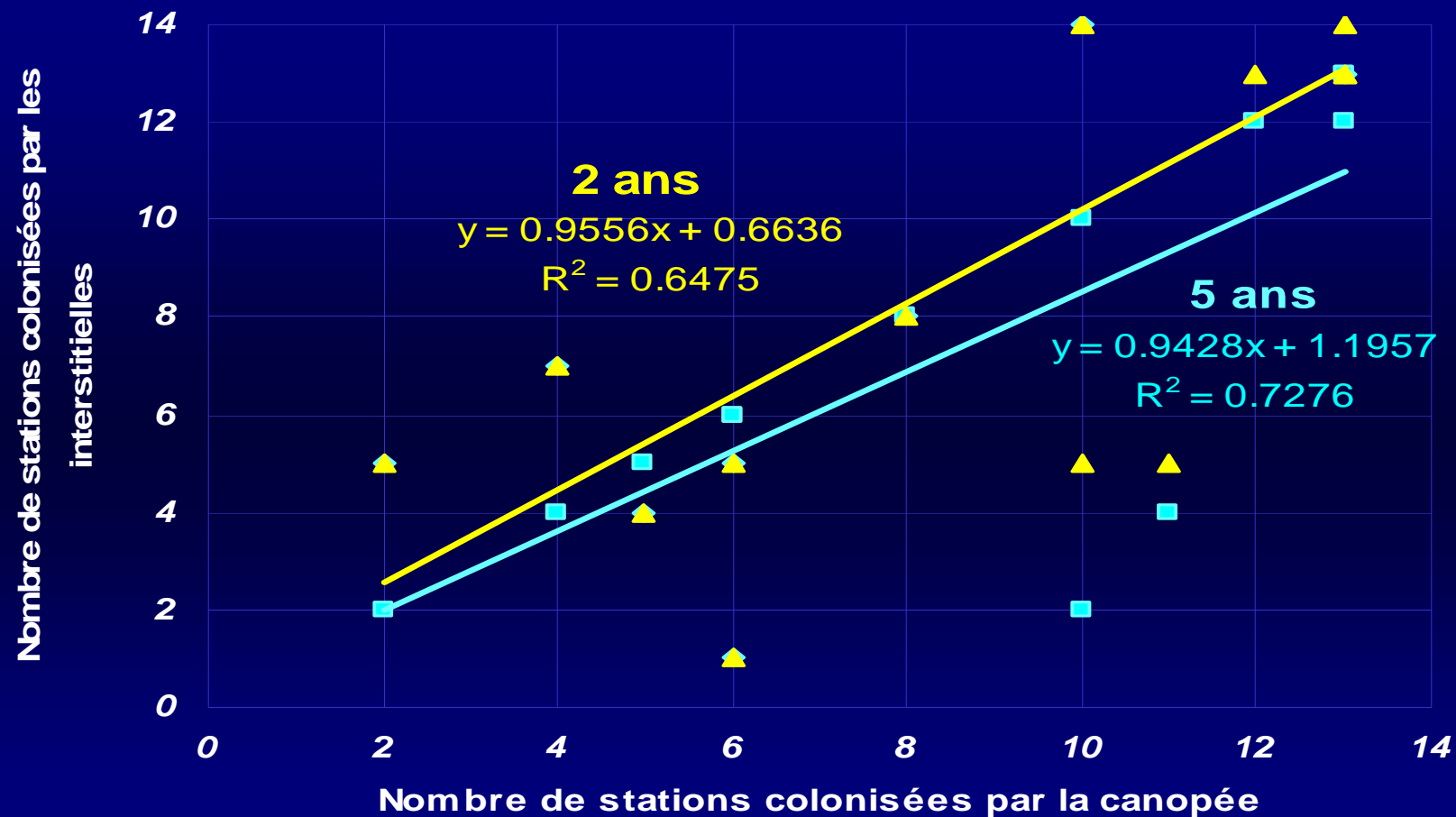
Exclusives	Canopée	Interstitielles	Fugitives
<i>Rhodothamniella sp.</i>	<i>Fucus serratus</i>	<i>Cladophora rupestris</i>	<i>Enteromorpha sp.</i>
<i>Laurencia pinnatifida</i>	<i>Chondrus crispus</i>	<i>Ceramium nodulosa</i>	<i>Blidingia minima</i>
	<i>Fucus vesiculosus</i>	<i>Dictyosiphon sp.</i>	<i>Porphyra sp.</i>
<i>Encroûtantes</i>	<i>Laminaria sp.</i>	<i>Membranoptera sp.</i>	<i>Ulva sp.</i>
<i>Corallina officinalis</i>		<i>Palmaria palmata</i>	

Recolonisation à Holbeck

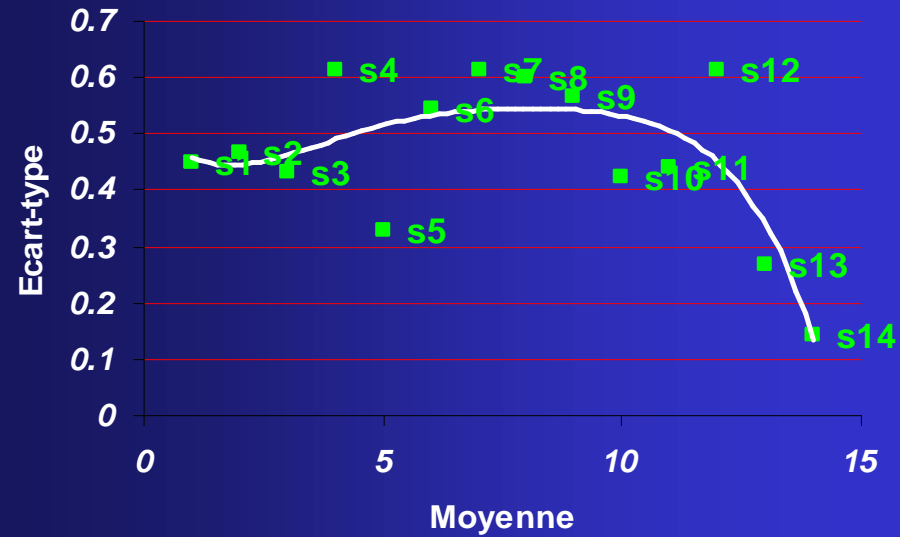
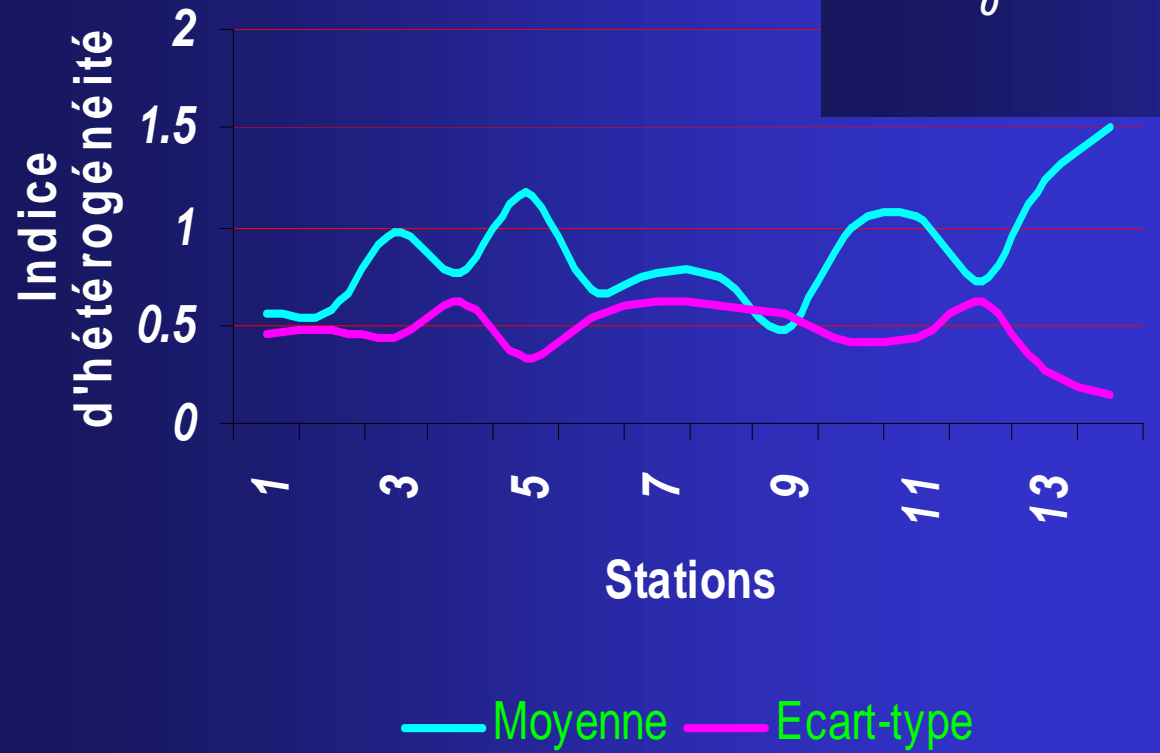


■ *exclusives* ■ *canopée* ■ *interstitielles* ■ *fugitives*

Relation entre la canopée et les algues interstitielles

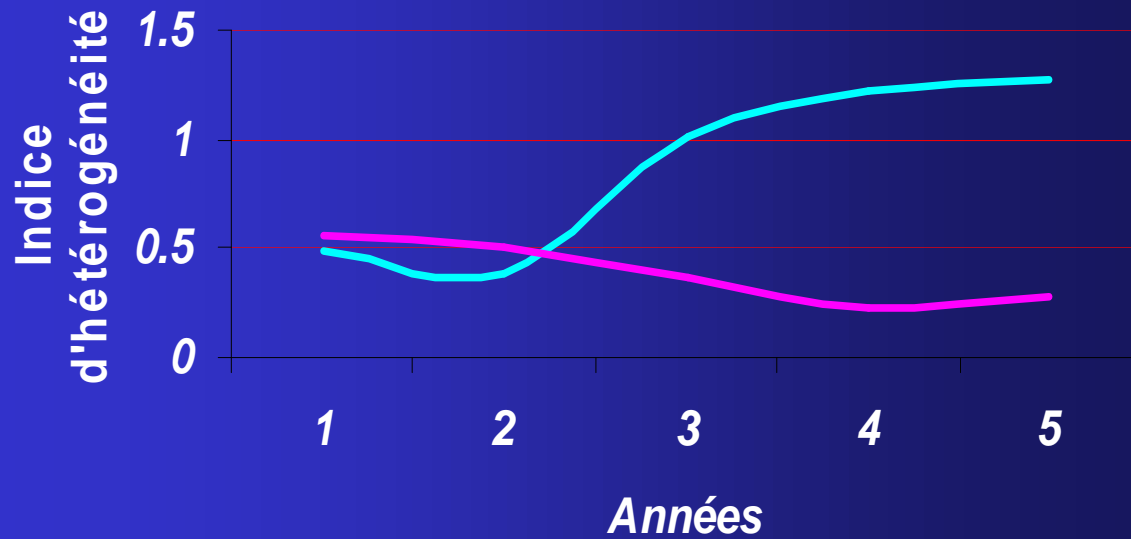


Espace



Holbeck radiale HN

Temps



— Moyenne — Ecart-type

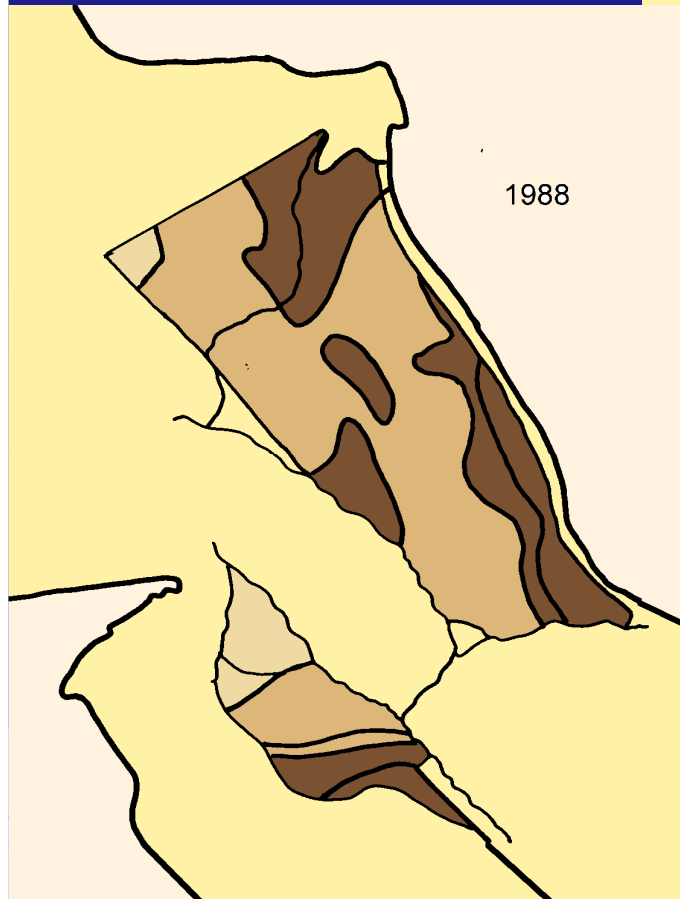
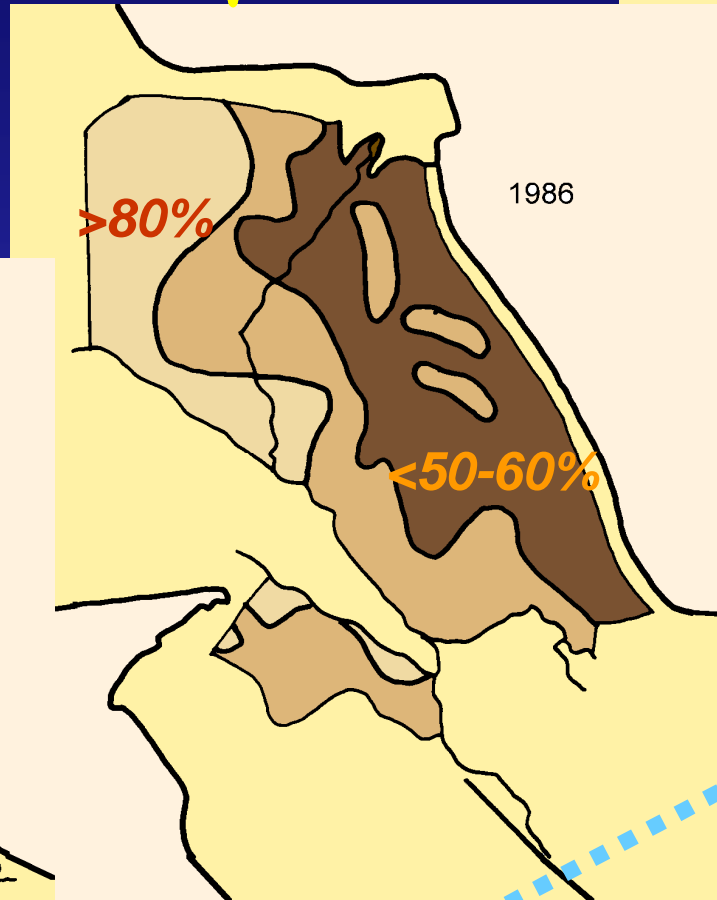
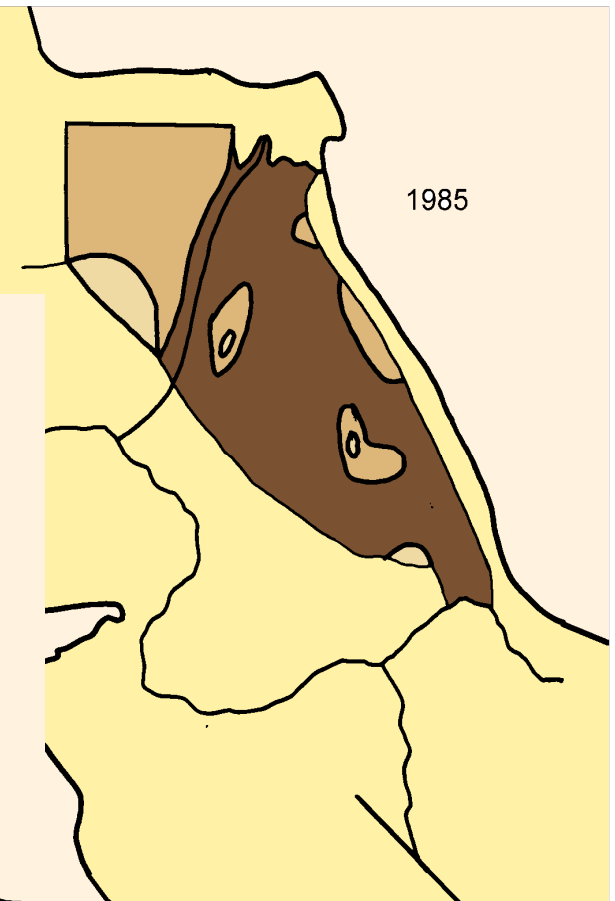


Holbeck radiale HN



- L 'approche écosystémique
 - L 'approche multiscalaire
 - L 'approche fonctionnelle
 - Le rôle des perturbations

% pondéral sables fins 200-500 μ m



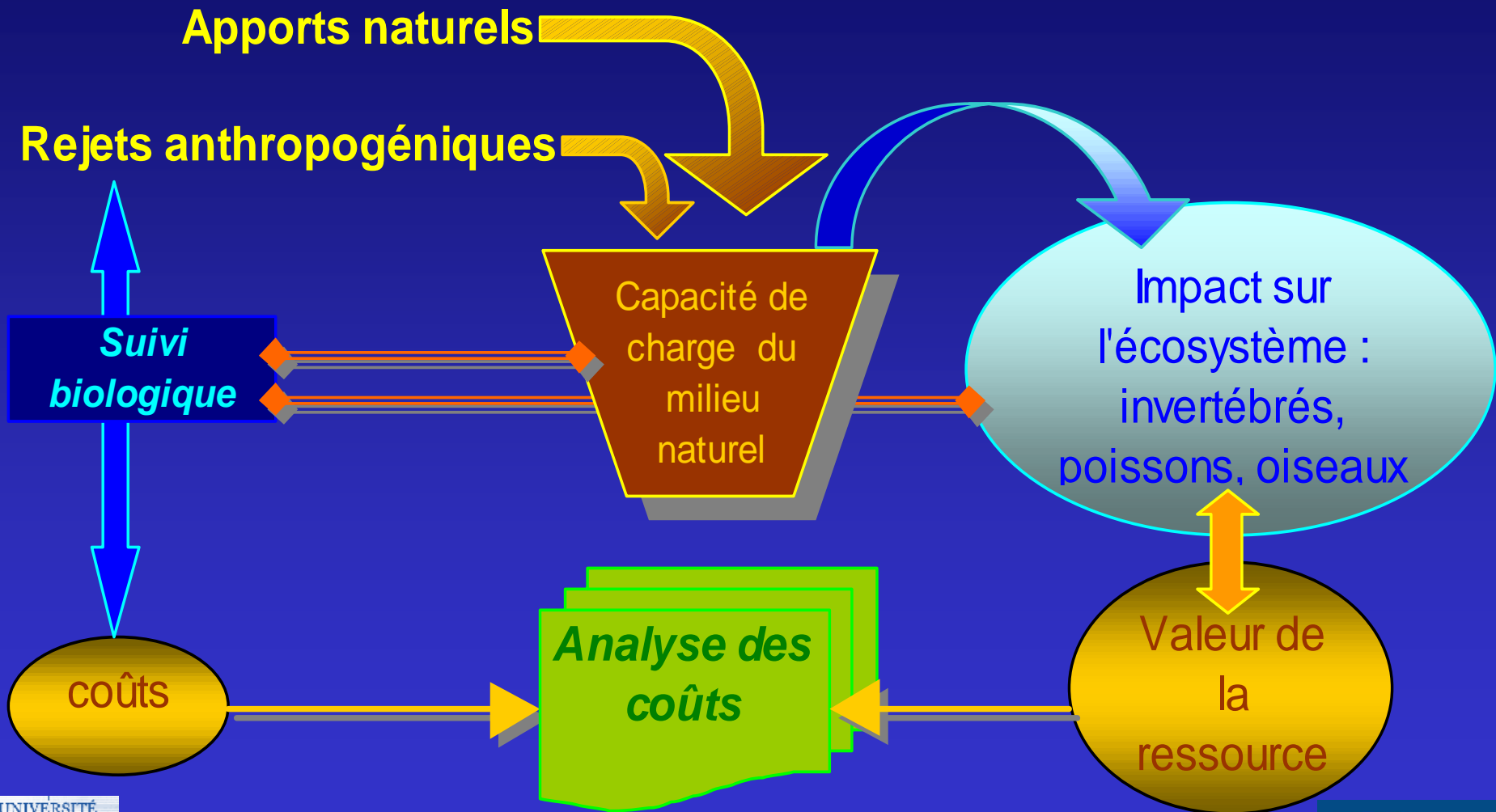
D'après
LAFITE
1986 & 1988

La qualité de l'eau

Application aux milieux estuariens et littoraux

1. Introduction
2. L'eau pure et naturelle ?
3. Outils juridiques et administratifs
4. La qualité écologique
5. La biodiversité
6. Les indicateurs
7. Habitats et biotopes
8. L'approche écosystémique
 - Multi-scalaire
 - Fonctionnelle
 - Rôle des perturbations
9. Conclusion et perspectives

Capacité assimilatrice



INTEGRITE ECOLOGIQUE

- Présence de tous les attributs
- Réalisation de tous les processus à un niveau approprié
- Aspects évolutifs
- Aspects biogéographiques

→ *HETEROGENEITE
SPATIO-TEMPORELLE*

→ *METHODE BIO-GEO-
MORPHOLOGIQUE*

VICARIANCE

Fragmentation des écosystèmes Conservation - Restauration?

- Attributs structurels et fonctionnels / propriétés des écosystèmes
- Rôle des espèces accompagnatrices dans la résilience
- Isolement



OBJECTIFS DE QUALITE

- Réhabilitation – Restauration des habitats dégradés
- Feed-back monitoring
- Exploitation qui se rapproche des perturbations naturelles
- Niveau du paysage
- Bassins versants
- Socio-économie

Gestion et aménagement

- Conditions limites de résistance
 - Indicateurs
 - Diversité
 - Vicariance
- Effet des perturbations
 - *outil expérimental*



Education

Diffusion des connaissances

- Publications - Internet
- Rapports sur l'état de santé des écosystèmes
- Education
- Organisations non gouvernementales (ONG)



