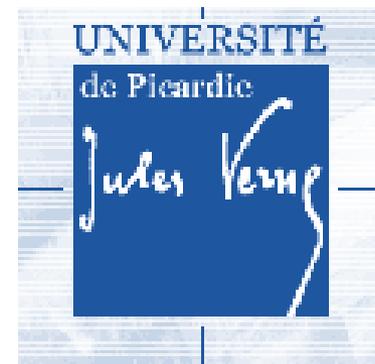


DU Guide Nature Marquenterre

- LES ECOSYSTEMES -



Jean-Paul Ducrotoy





Résumé

- L'écologie tente de comprendre comment les organismes interagissent avec leur environnement
- Facteurs biotiques et abiotiques influencent les organismes
- Climat et température sont les facteurs abiotiques les plus influents
- Les principaux types d'écosystèmes et biomes sont classés selon leurs caractéristiques biotiques et abiotiques
- Le monde est complexe et les écosystèmes sont dynamiques et en constante évolution



DU PAYSAGE AUX ECOSYSTEMES

- **STRUCTURE ET FONCTIONS DES ECOSYSTEMES**
- **APPROCHE HIERARCHISEE DES PAYSAGES**
- **CHESAPEAKE BAY (USA) : ECOSYSTEMES MODIFIES**



STRUCTURE ET FONCTIONS DES ECOSYSTEMES

1. INTRODUCTION
2. ORGANISATION STRUCTURELLE
3. ORGANISATION TROPHIQUE
4. ORGANISATION FONCTIONNELLE
5. EVOLUTION SPATIALE
6. EVOLUTION TEMPORELLE



STRUCTURE ET FONCTIONS DES ECOSYSTEMES

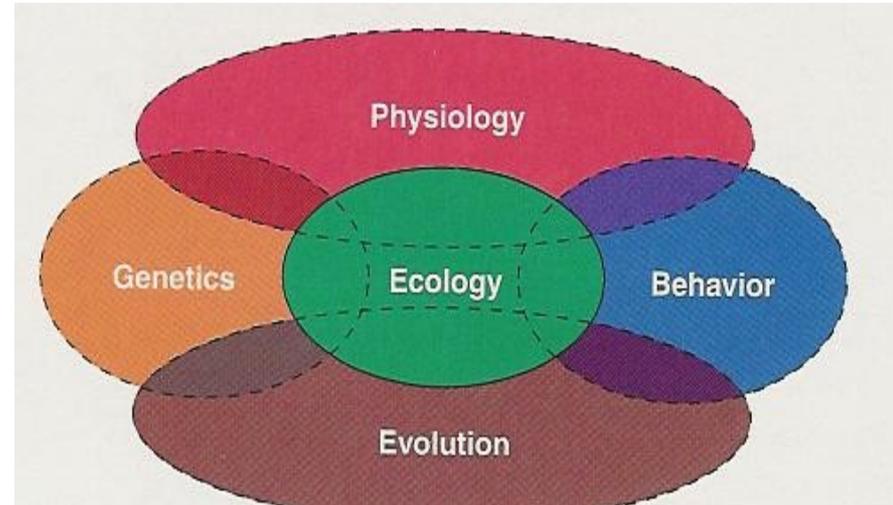
1. INTRODUCTION
2. ORGANISATION STRUCTURELLE
3. ORGANISATION TROPHIQUE
4. ORGANISATION FONCTIONNELLE
5. EVOLUTION SPATIALE
6. EVOLUTION TEMPORELLE

QU'EST-CE QUE L'ÉCOLOGIE ?

- E HAECKEL

“oekologie”

*Interrelations entre
organismes et
environnement*



- A G TANSLEY notion de “complexe”

- R L LINDEMANN aspects tropho-dynamiques

- E ODUM transferts d'énergie

- Aujourd'hui = DIVERSITÉ BIOLOGIQUE



Qu'est-ce que l'écologie scientifique?

Etude des interactions entre un organisme et son environnement

- L'écologie moderne implique de tester des théories (hypothèses) par l'expérimentation et l'observation
- Les modèles mathématiques utilisent des données réelles pour simuler les interactions entre les organismes et leur environnement - prévoir les évolutions possibles, etc

Qu'est-ce qu'une approche systemique?

■ Cybernétique

→ (Grec kubernetes = pilote - gouverne)

■ Wiener 1948

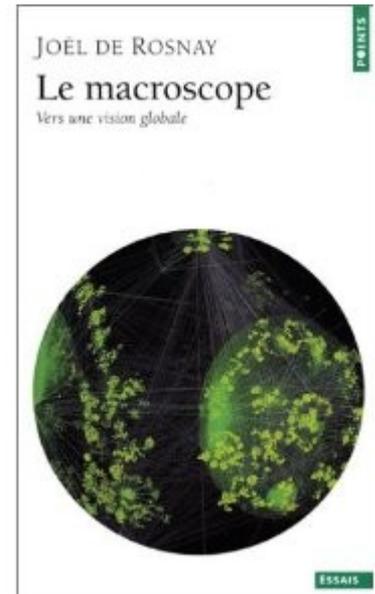
■ "steady state" - communication

■ Théorie des systèmes

■ Un ensemble d'éléments qui interagissent dynamiquement et sont organisés de façon à atteindre un BUT (De Rosnay, le Macroscopie)

→ cellule = se diviser et se multiplier

→ écosystème = équilibre





STRUCTURE ET FONCTIONS DES ECOSYSTEMES

1. INTRODUCTION
2. ORGANISATION STRUCTURELLE
 - 2.1. RESEAUX
 - 2.2. INTER-RELATIONS
3. ORGANISATION TROPHIQUE
4. ORGANISATION FONCTIONNELLE
5. EVOLUTION SPATIALE
6. EVOLUTION TEMPORELLE



L'environnement est constitué de :

- Facteurs abiotiques: éléments non vivants - température, la lumière, l'eau et les éléments nutritifs
- Facteurs biotiques: organismes vivants qui interagissent avec tout individu dans l'environnement - les membres de la même espèce, les ressources (nourriture), compétiteurs, prédateurs, etc
- Activités humaines qui peuvent modifier à la fois les facteurs biotiques et abiotiques de l'environnement
- Cette approche exige une approche multidisciplinaire



Fin du 19^e

- première moitié du 20^e siècle

- 1877: Biocénose (K. Möbius)
 - Un banc d'huîtres est une « Biocönose »,
ou une « communauté sociale »
- 1908: Biotope (F. Dahl)
 - «Principles and fundamental ideas of the biocenotic research»?
 - Le biotope est un complexe de facteurs, qui détermine les conditions physiques de l'existence d'une biocénose?
→(Biotope d'une biocénose)



LA BIOCENOSE

■ Facteurs biotiques

■ ESPECE

→ Interfécondité

■ POPULATION

→ Individus de la même espèce

→ ECOTYPE

■ COMMUNAUTE

→ Populations qui interviennent au même niveau de l' écosystème



LE BIOTOPE

■ Facteurs abiotiques

- Synergies
- Previsions
- Pollution

→ BIOSPHERE

- E SUESS 1875
- V I VERNADSKY 1929



FACTEURS ABIOTIQUES

- Lumière - *photosynthèse*
- Eau – *solide / liquide / gaz*
- Température
 - *homéothermie / poïkilothermie*
- Oxygène - *respiration*
- Salinité - *adaptations*
- Sol – *horizons + profile*

SYNERGIES
PRÉVISION
POLLUTION

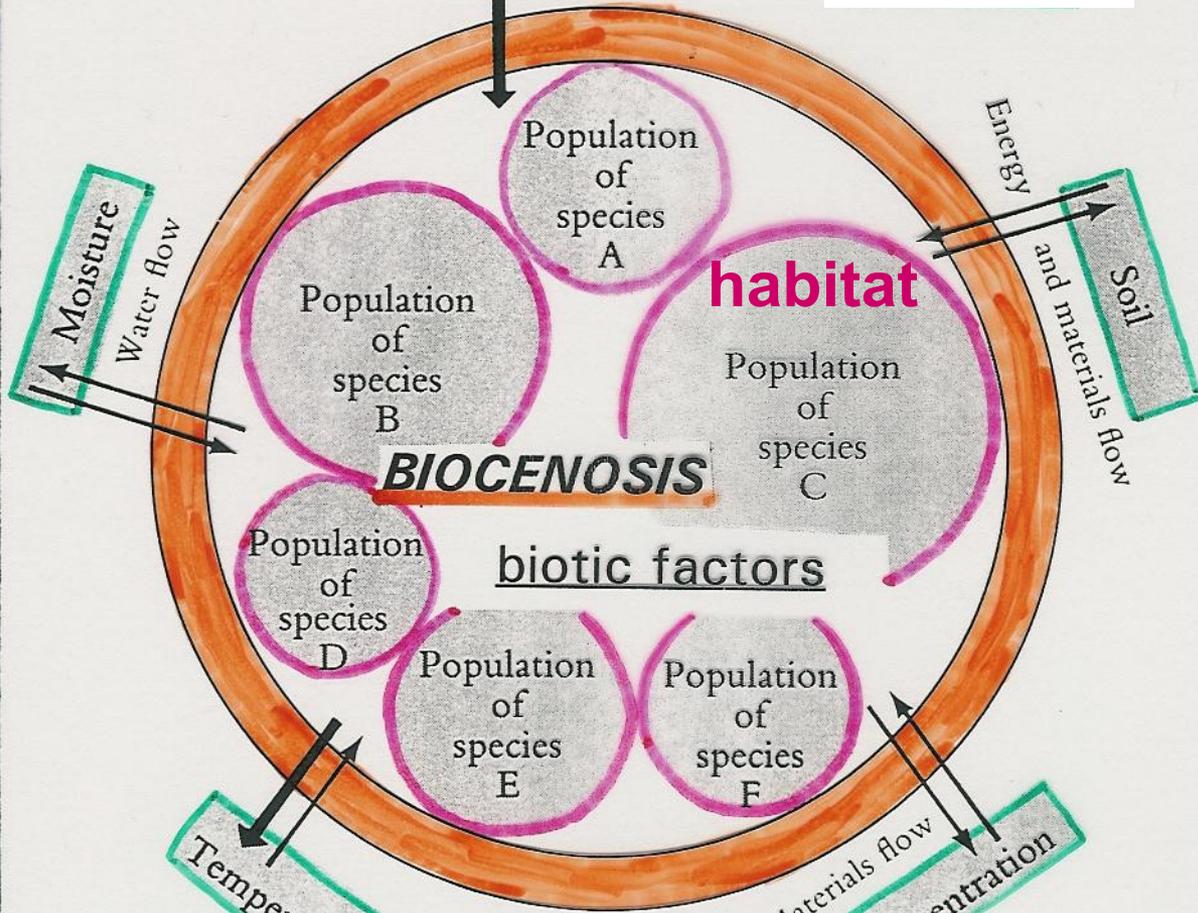
ECOSYSTEM

abiotic factors

Sunlight

Energy flow

BIOTOPE



Population of species A

Population of species B

habitat

Population of species C

BIOCENOSIS

biotic factors

Population of species D

Population of species E

Population of species F

Moisture
Water flow

Energy and materials flow
Soil

Temperature

Materials flow
Salt concentration



La vie sur Terre = un écosystème global = la biosphère

- Les organismes réagissent aux changements climatiques et autres facteurs abiotiques
 - ➔ production de modèles globaux et régionaux de distribution
- Les principaux facteurs abiotiques sont
 - ★ Température
 - ★ Lumière solaire
 - ★ Roches et sols
 - ★ Eau
 - ★ Vent
 - ★ Perturbations



Facteurs abiotiques principaux (1)

■ Température

- la plupart des organismes ne peuvent pas réguler leur température corporelle avec précision. Les températures extrêmes sont létales ($<0^{\circ}\text{C}$ = gel; $>45^{\circ}\text{C}$ - dénaturation des protéines). Les processus métaboliques sont également dépendante de la température. Distribution des espèces est liée à leur capacité à survivre au climat local

■ Eau

- la disponibilité de l'eau à travers la Terre est très variable. Les organismes terrestres doivent obtenir et conserver suffisamment d'eau



Facteurs abiotiques principaux (2)

■ Lumière du jour

- les plantes ont besoin de lumière pour la photosynthèse
- Intensité de la lumière et ombres jouent un rôle important dans les forêts
- dans les habitats aquatiques, diminution de l'intensité lumineuse et de la qualité avec la profondeur
- photopériode (durée du jour) - variations saisonnières

■ Vent

- amplifie l'effet de la température (refroidissement éolien)
- augmente la perte d'eau par évaporation et transpiration
- provoque aussi des dégâts mécaniques



Facteurs abiotiques principaux (3)

■ Les roches et les sols

- la structure physique, le pH et les minéraux sont des facteurs limitants pour plantes et herbivores
- dans les habitats aquatiques structure et composition de la roche-mère (ou substrat) jouent un rôle important

■ Perturbations

- catastrophes - volcans, incendies, ouragans, inondations - peuvent faire des ravages
- événements locaux suivis par la re-colonisation (bénéfique).



BIOSPHERE

partie de la Terre où la vie existe (= zone of life)

A l'intersection de

- Lithosphere
- Hydrosphere
- Atmosphere

Les trois forment la :

Geosphere

BIOSPHERE



La biosphere une enveloppe terrestre

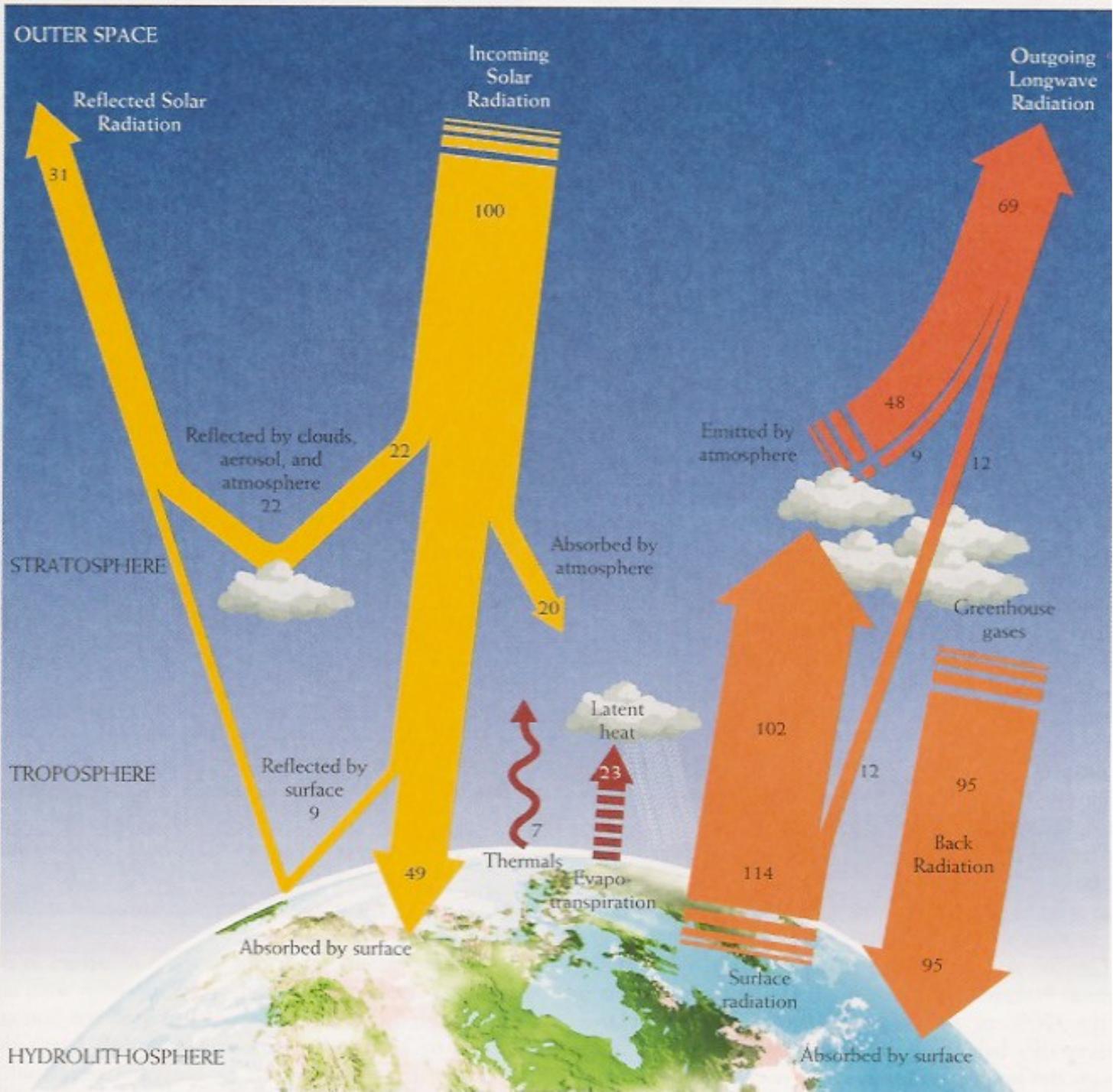
- reçois **l'énergie** du soleil
- une region ou l'**eau liquide** existe en quantités substantielles
- les organismes y élaborent des **macromolécules organiques** dispersées dans substrat aquatique
- **Une interface** entre phases *liquide / solide / gazeuse* de la matière



STRUCTURE ET FONCTIONS DES ECOSYSTEMES

1. INTRODUCTION
2. ORGANISATION STRUCTURELLE
 - 2.1. RESEAUX
 - 2.2. INTER-RELATIONS
3. ORGANISATION TROPHIQUE
4. ORGANISATION FONCTIONNELLE
5. EVOLUTION SPATIALE
6. EVOLUTION TEMPORELLE

% solar radiation





■ **Première loi de la thermodynamique**

- l'énergie n'est ni créée ni détruite, mais reste constante pour l'univers
- loi de conservation

■ **Deuxième loi de la thermodynamique**

- tendance au désordre maximal
- entropie



FLUX D'ENERGIE

- RELATIONS TROPHIQUES
- CYCLES BIOGEOCHIMIQUES
 - Cycle de l'eau
 - Cycle du carbone
 - Cycle des nutriments
 - Azote
 - Phosphore
 - Silice



STRUCTURE ET FONCTIONS DES ECOSYSTEMES

1. INTRODUCTION
2. ORGANISATION STRUCTURELLE
3. ORGANISATION TROPHIQUE
 - 3.1. Structure trophique
 - 3.2. Chaînes et réseaux alimentaires
 - 3.3. Productivité
4. ORGANISATION FONCTIONNELLE
5. EVOLUTION SPATIALE
6. EVOLUTION TEMPORELLE



Structure trophique

AUTOTROPHES

1. Système de production primaire

- Algues et plantes
- Utilisent l'énergie solaire et fabriquent les composé organiques
 - Dioxyde de carbone
 - Eau
 - Nutriements

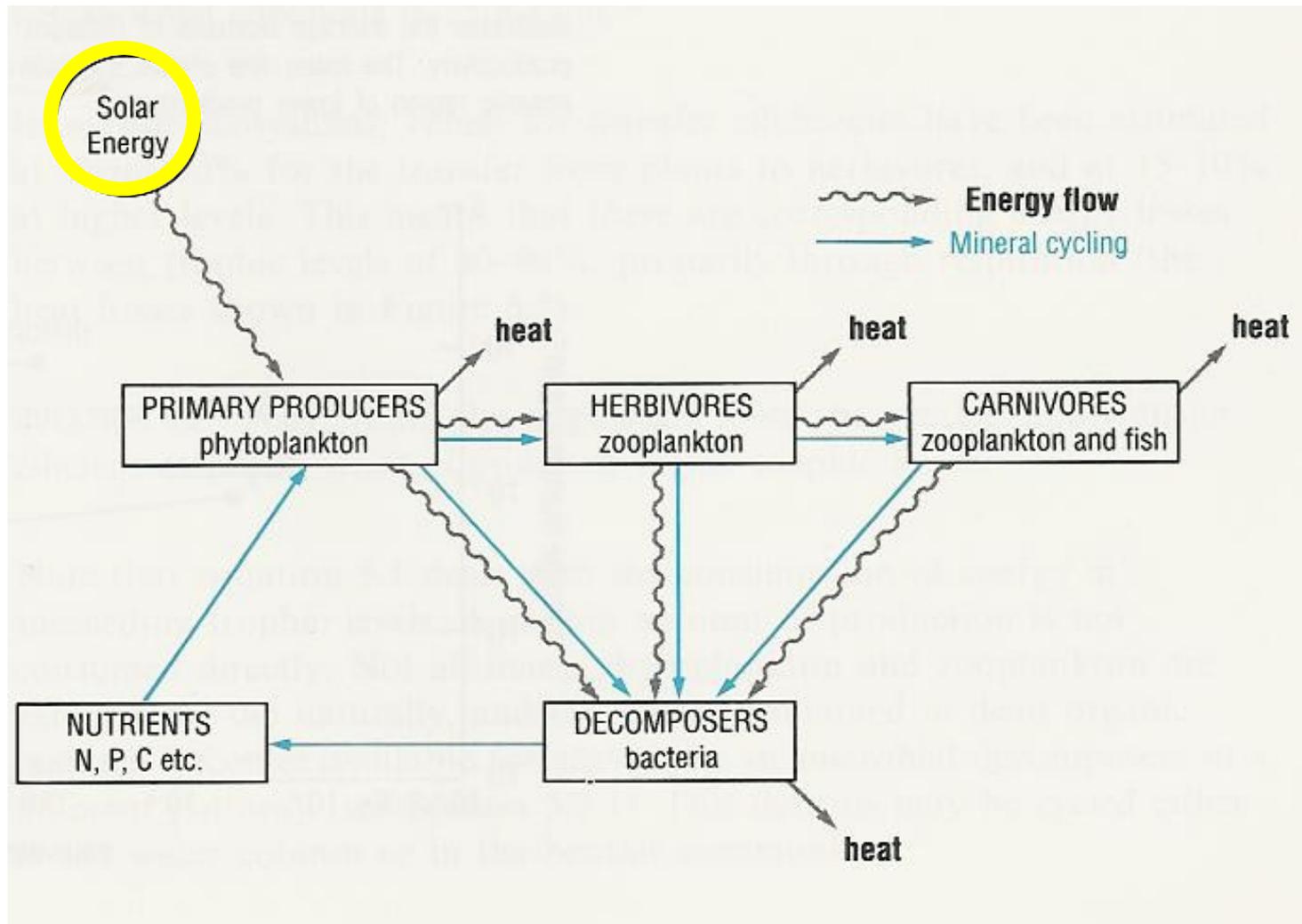
HETEROTROPHES

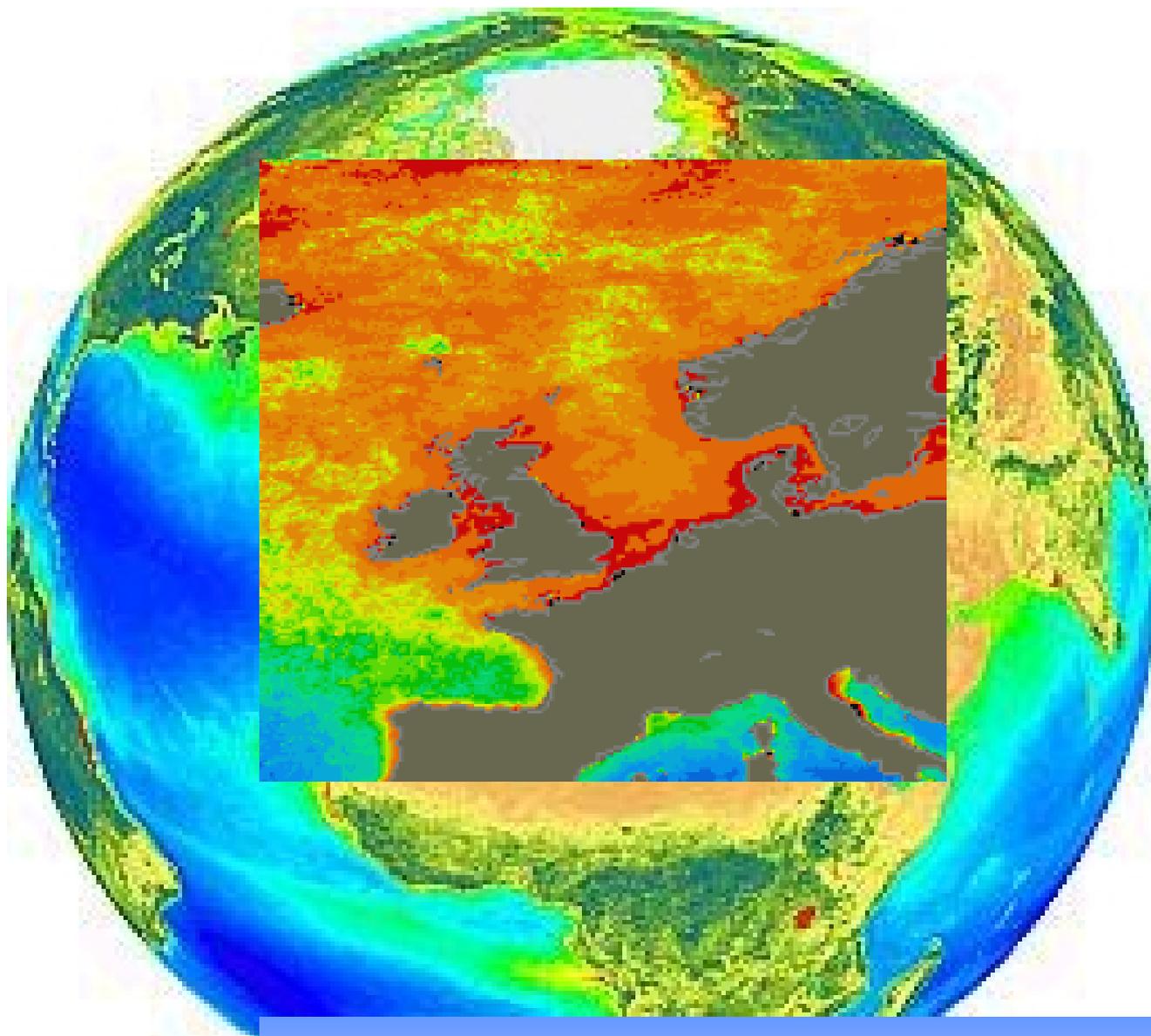
2. Consommateurs primaires (herbivores) et secondaires (prédateurs)

3. Décomposeurs

- Invertébrés et bactéries
- Utilisent les DETRITUS et remettent en circulation l' énergie emmagasinée par les plantes

STRUCTURE TROPHIQUE DE LA MER DU NORD

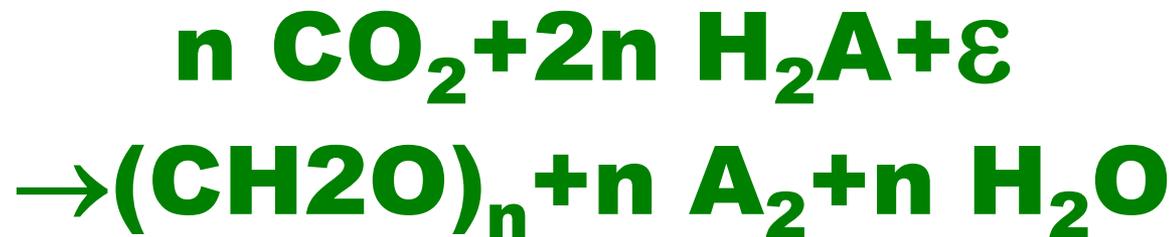




Production primaire

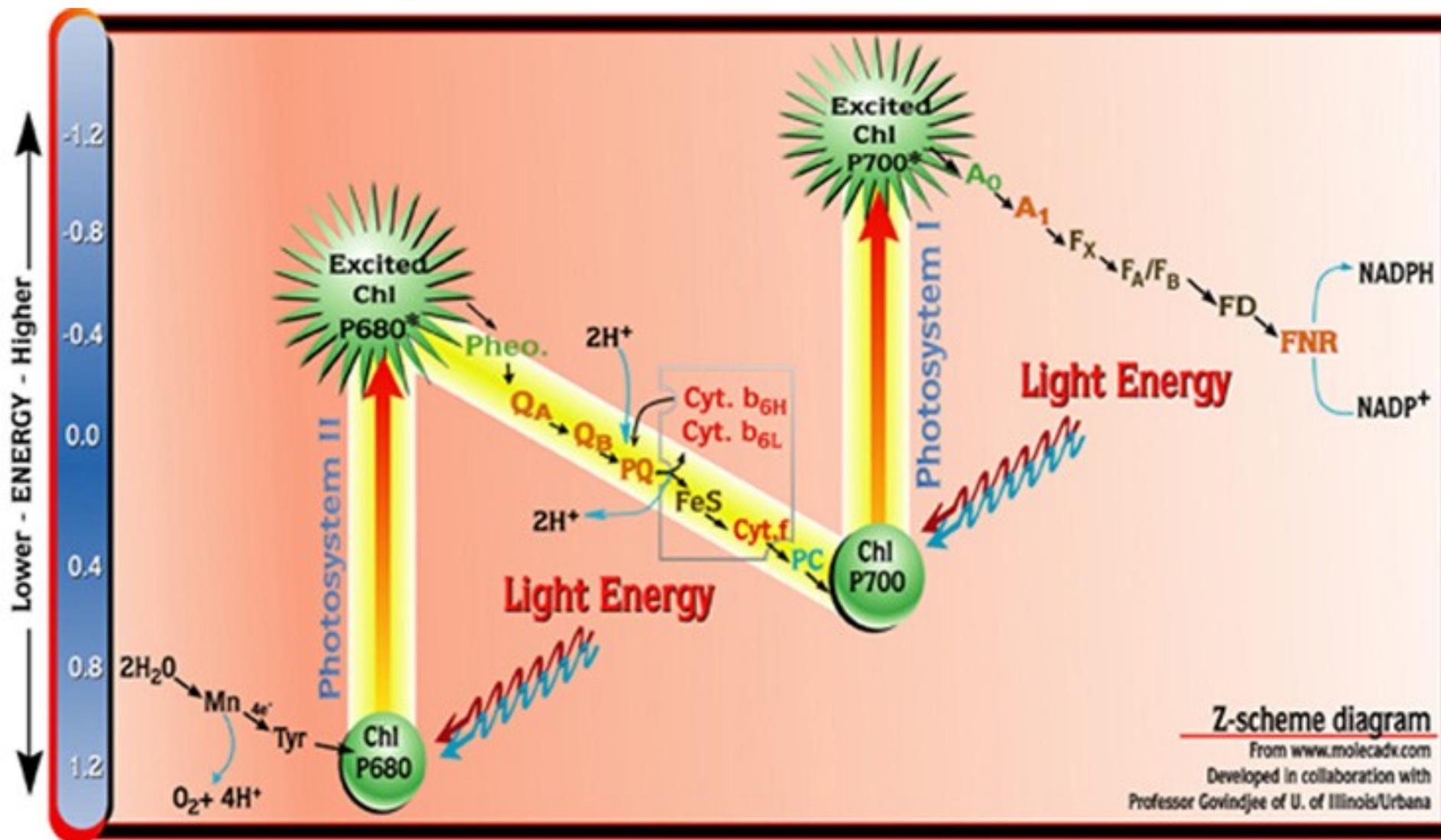
Photosynthèse

A=O oo A=S



■ processus par étapes

- a) électrons excités à l'intérieur de la chlorophylle
- b) électrons élevés à un niveau énergétique supérieur
 - glucides
 - liaisons phosphate à haute énergie
 - adénosine triphosphate ATP
 - composés riches en énergie

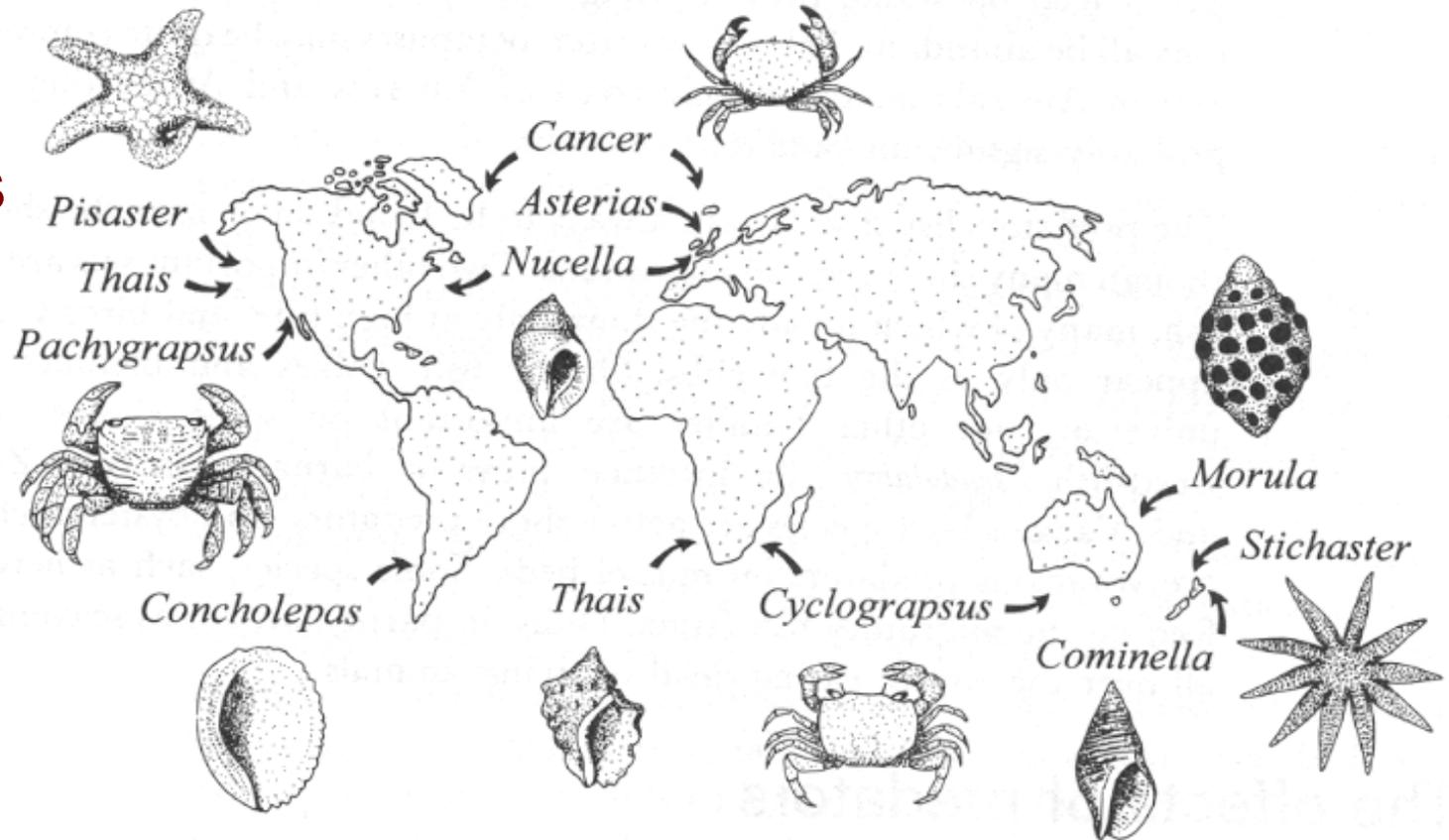


Relative contribution of phytoplankton and microphytobenthos to total estuarine autochthonous primary production

Estuary	Phyto-plankton (%)	Micro-phytobenthos (%)	Other	Reference
Wadden Sea, Netherlands	50	50		Cadée and Hegeman (1974)
Lynher estuary, UK	36.5	63.5		Joint (1978)
	33	33	33% detritus	Reise (1985)
Langebaan Lagoon, South Africa	23	22	55% macrophytes	Fielding <i>et al.</i> (1988)
North Inlet, South Carolina, USA	18.4	36.3	13.7% macroalgae	Pinckney (1994)
			31.7% <i>Spartina</i>	
Westerschelde, Netherlands		17		de Jong and de Jonge (1995)
Oosterschelde, Netherlands				
Pre-1985		16		de Jong <i>et al.</i> (1994)
Post-1985		30		
Weeks Bay, Alabama, USA		20.6		Schreiber and Pennock (1995)

Production primaire du phytoplancton et microphytobenthos dans les estuaires

- Gastéropodes
- Echinodermes
- Crabes
- Poissons
- Oiseaux



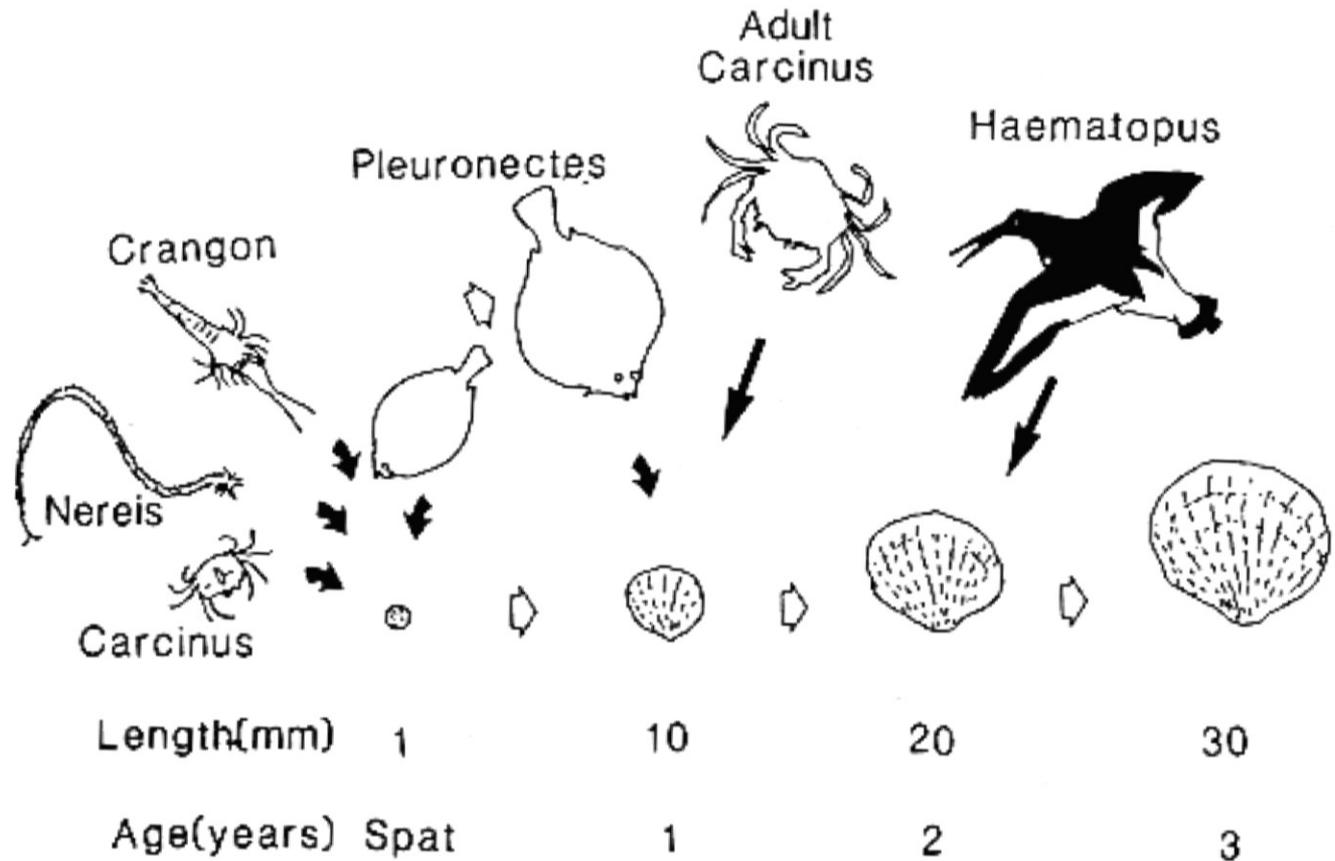
Prédateurs du littoral rocheux

Spectre de prédation

*Cerastoderma
edule*

G₀ G₃

Vasière
Ile de Sylt
Mer des
Wadden



Régime alimentaire



	Huitrier	Courlis	Barge	Chevalier gambette	B maubèche	B variable
<i>Macoma balthica</i>						
<i>Cerastoderma edule</i>						
<i>Mytilus edulis</i>						
<i>Hydrobia ulvae</i>						
<i>Corophium volutator</i>						
<i>Nereis diversicolor</i>						
<i>Nephtys hombergii</i>						
Oligochaetes						

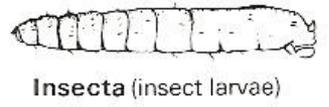
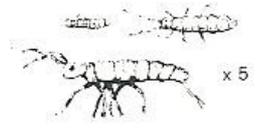
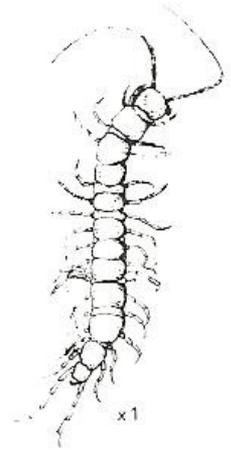
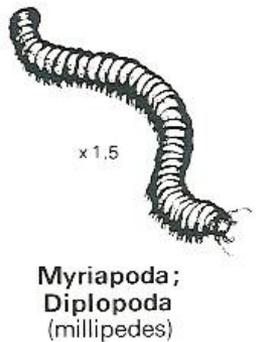
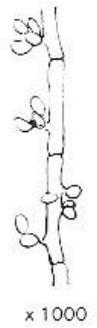
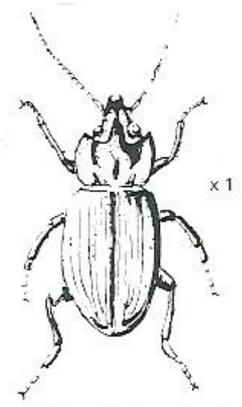
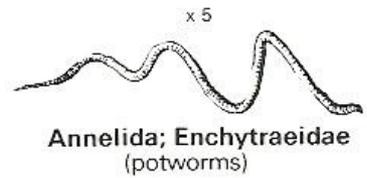
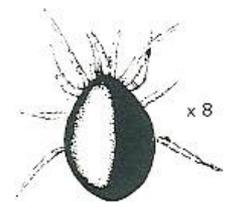
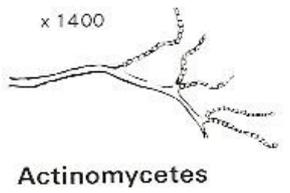
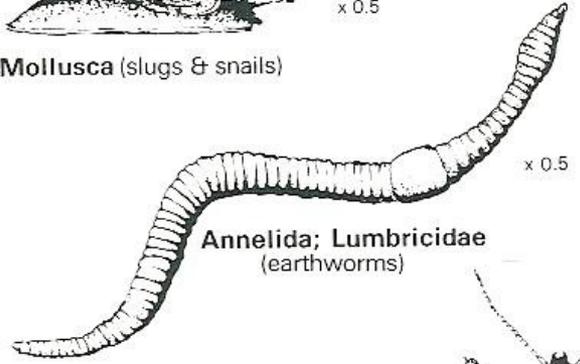
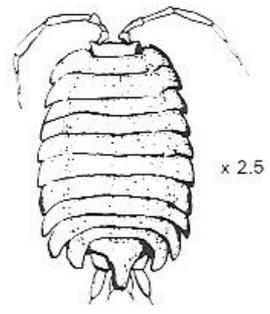
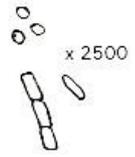
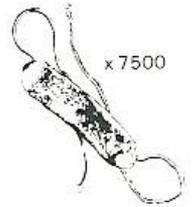


DECOMPOSEURS

- Consomment les détritits (organismes morts, faeces...), recyclent la matière organique et régénèrent les nutriments
- Constituent un réseau qui complète les réseaux constitués par les producteurs et les consommateurs

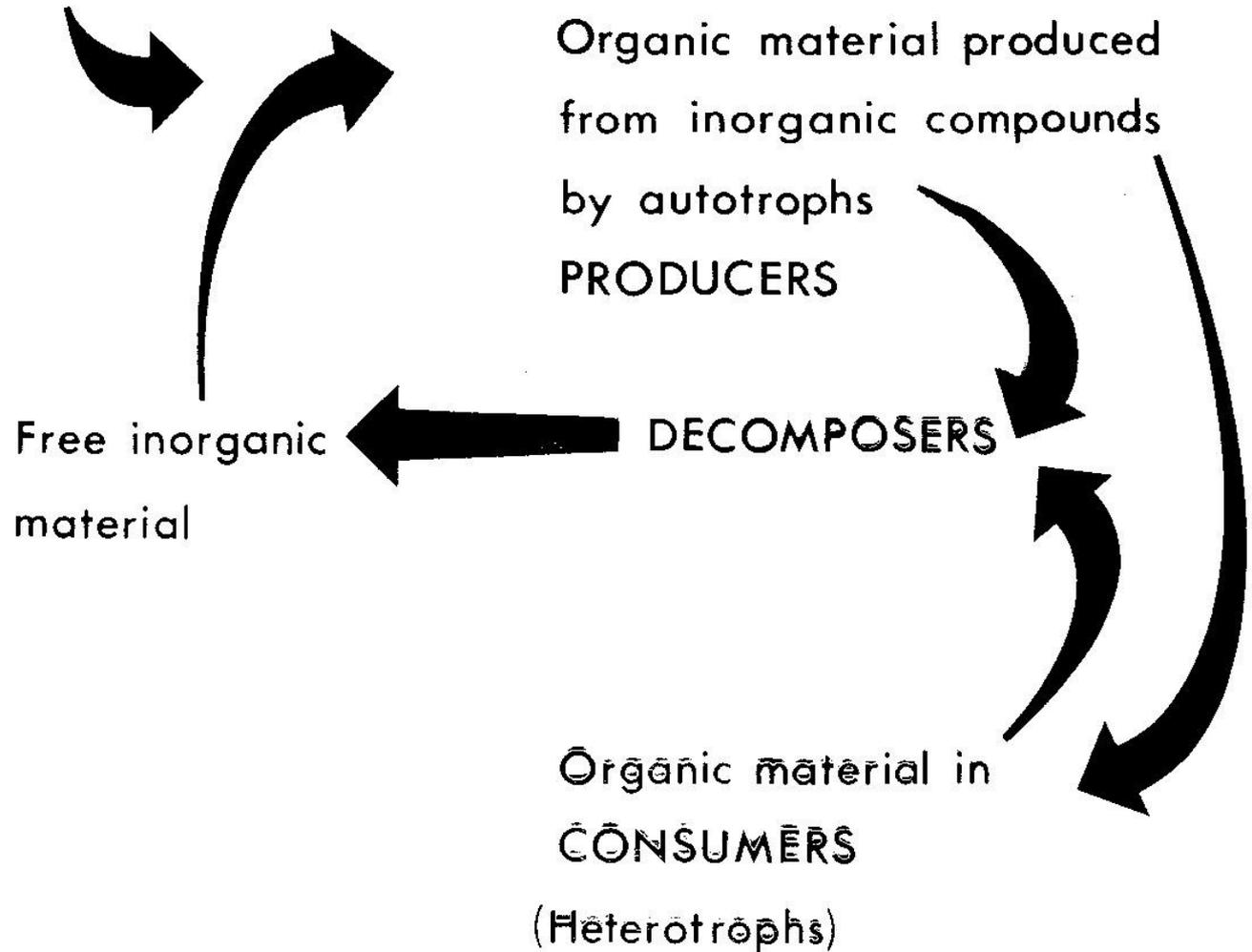
DECOMPOSEURS DU SOL

D
E
C
O
M
P
O
S
E
U
R
S
D
U
S
O
L



LES DECOMPOSEURS UN ROLE ESSENTIEL

Photosynthesis
& chemosynthesis





STRUCTURE ET FONCTIONS DES ECOSYSTEMES

1. INTRODUCTION
2. ORGANISATION STRUCTURELLE
3. **ORGANISATION TROPHIQUE**
 - 3.1. Structure trophique
 - 3.2. Chaînes et réseaux alimentaires
 - 3.3. Productivité
4. ORGANISATION FONCTIONNELLE
5. EVOLUTION SPATIALE
6. EVOLUTION TEMPORELLE



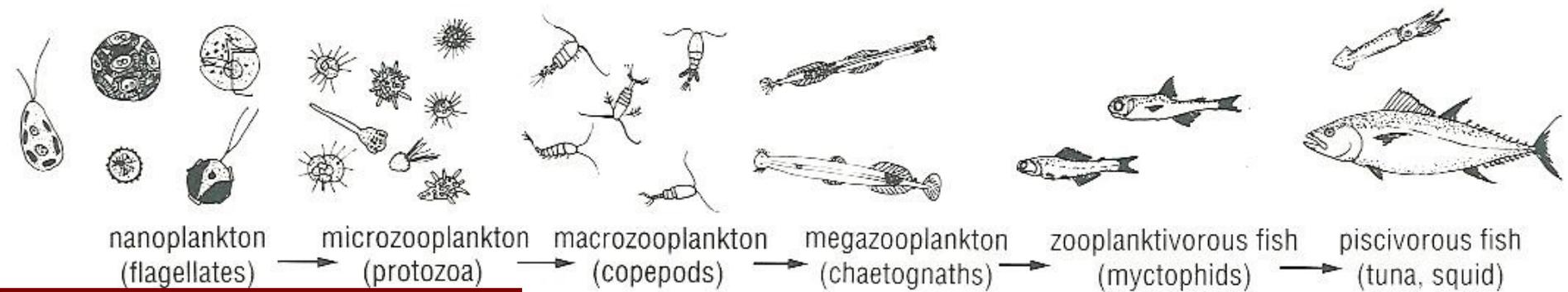
CHAÎNES ALIMENTAIRES ET TRANSFERTS D'ÉNERGIE

La trophodynamique examine les facteurs qui influent sur les transferts d'énergie et de matière entre les niveaux trophiques (Lindeman 1942)

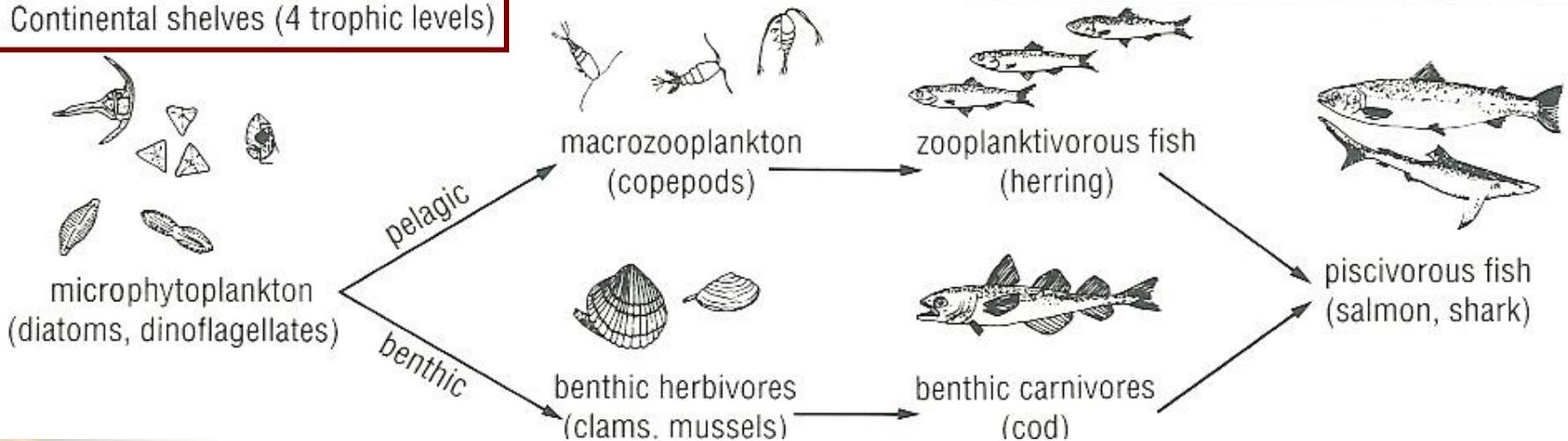
- écoulement unidirectionnel de l'énergie
- taille et durée des génération d'organismes
- efficacité écologique
 - 80-90% perdus par la respiration
 - dépend du nombre de niveaux trophiques

COMPARAISON DE CHAINES ALIMENTAIRES DANS 3 MILIEUX OCEANIQUES DIFFERENTS

I. Open ocean (6 trophic levels)

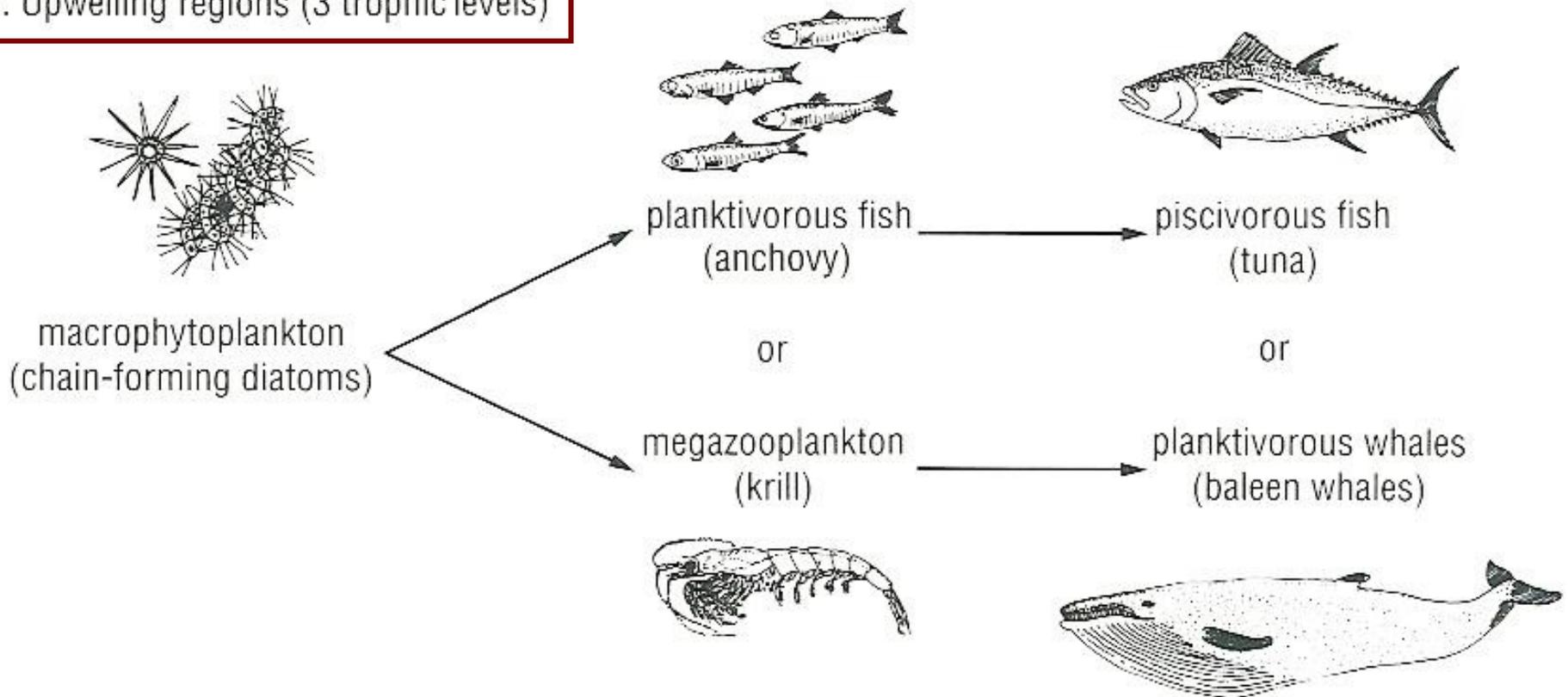


II. Continental shelves (4 trophic levels)



COMPARAISON DE CHAINES ALIMENTAIRES DANS 3 MILIEUX OCEANIQUES DIFFERENTS

III. Upwelling regions (3 trophic levels)





STRUCTURE ET FONCTIONS DES ECOSYSTEMES

1. INTRODUCTION
2. ORGANISATION STRUCTURELLE
3. ORGANISATION TROPHIQUE
 - 3.1. Structure trophique
 - 3.2. Chaînes et réseaux alimentaires
 - 3.3. Productivité
4. ORGANISATION FONCTIONNELLE
5. EVOLUTION SPATIALE
6. EVOLUTION TEMPORELLE



STRUCTURE ET FONCTIONS DES ECOSYSTEMES

1. INTRODUCTION
2. ORGANISATION STRUCTURELLE
3. ORGANISATION TROPHIQUE
4. **ORGANISATION FONCTIONNELLE**
5. EVOLUTION SPATIALE
6. EVOLUTION TEMPORELLE



Complexité Ecologique

Comprendre la vie est compliqué!

- Les interactions avec l'environnement sont nombreuses, elles peuvent être liées et souvent varier dans le temps et l'espace - un système dynamique.
- L'écologie appliquée vise à comprendre les risques environnementaux liés aux activités humaines. Les politiciens veulent des réponses maintenant, alors que des données environnementales fiables doivent s'appuyer sur des études à long terme.



ORGANISATION FONCTIONNELLE

■ PROCESSUS

Type de transformation effectué par une espèce ou une population

■ FONCTION ECOLOGIQUE

Rôle rempli par une espèce ou une population

•••••
• SUR LA CARTE DE VISITE •
• DE L'ESPECE : •
• Niche = PROFESSION •
• Habitat = ADRESSE •
•••••



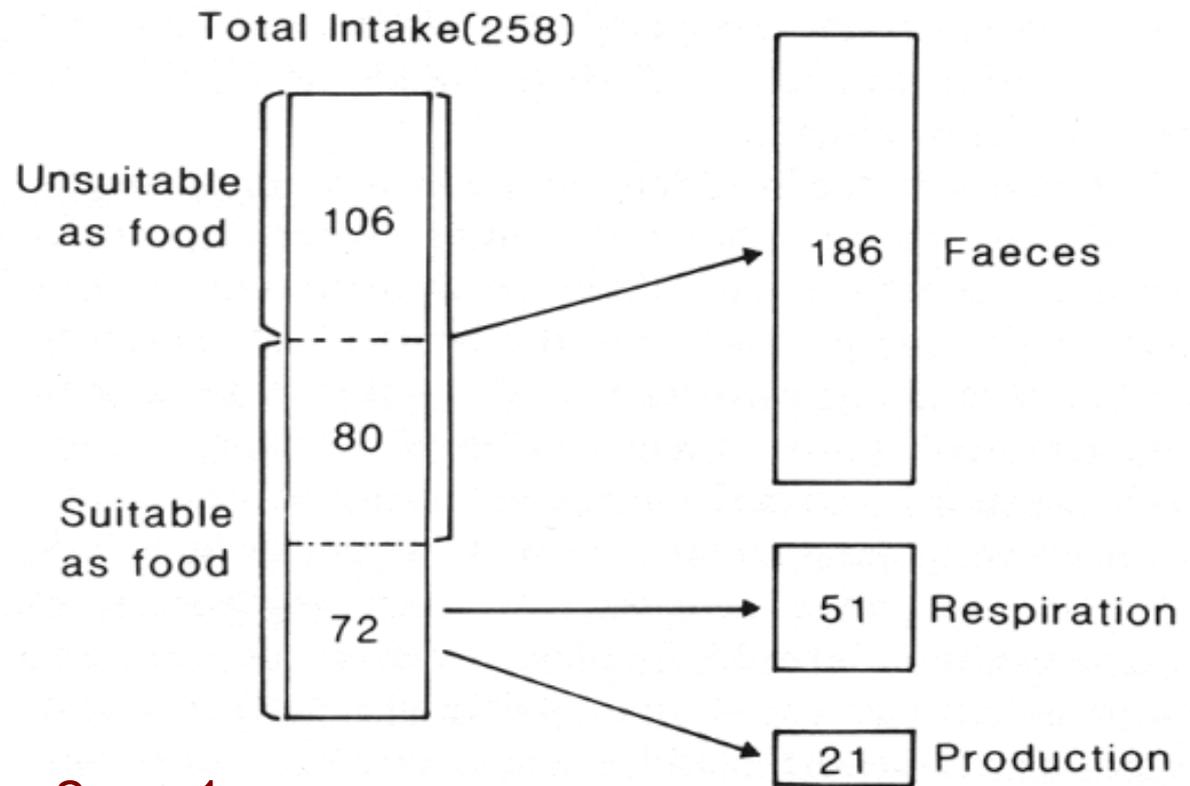
Le facteur écologique

- Tout élément variable du milieu où vit l'organisme, provoquant de ce dernier des réactions écophysiologicals adaptatives de retour, héréditairement affermies au cours du processus d'évolution
 - ❖ Facteur limitant : restraint les possibilités de développement dans le milieu

Budget énergétique au niveau d'une population

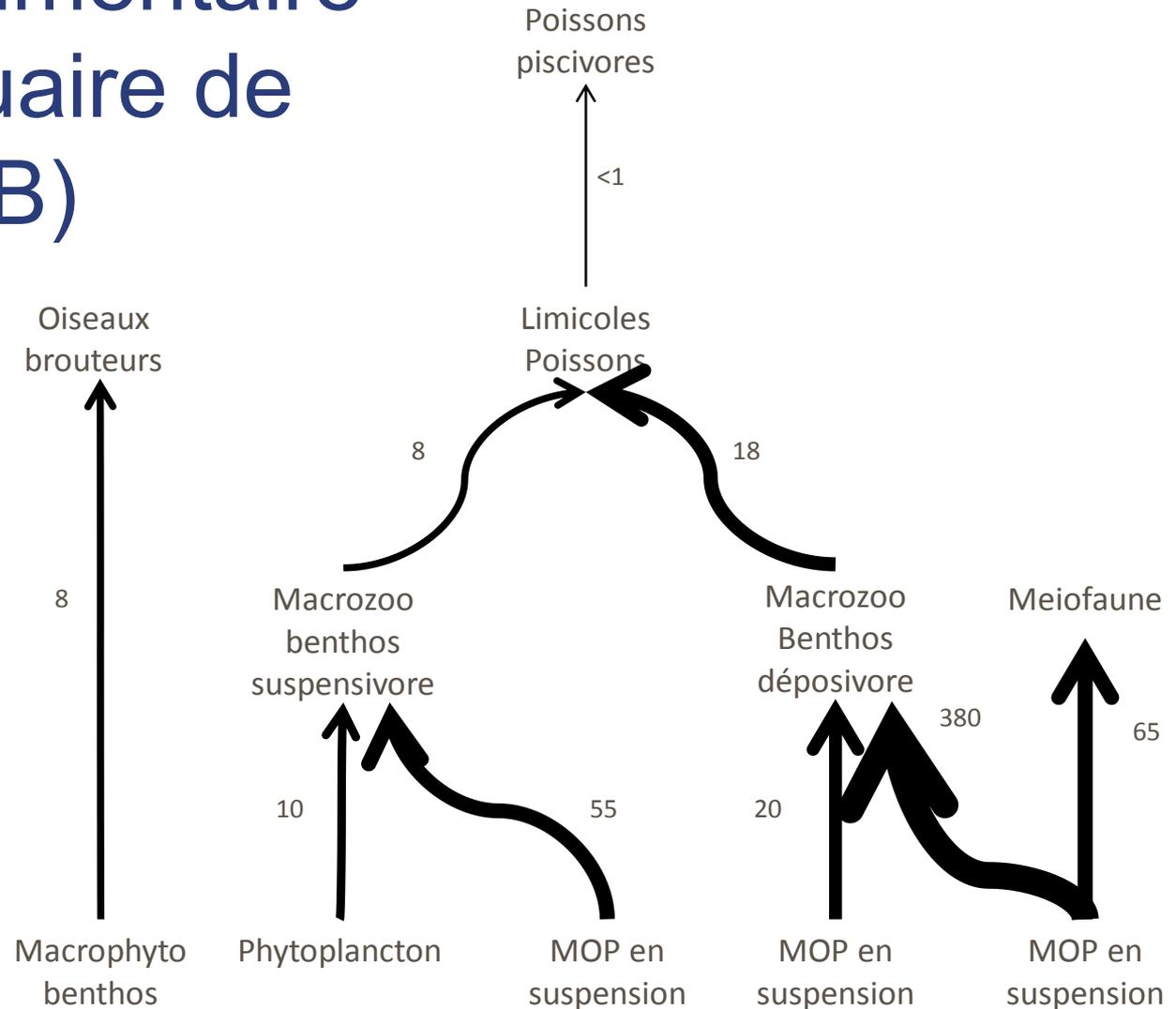
Macoma balthica
G₁⁺
Tidal flat
Wadden Sea

Values in $\text{kJ m}^{-2} \text{yr}^{-1}$



Réseau alimentaire dans l'estuaire de l'Ythan (GB)

Flux de matière en $\text{gC} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{a}^{-1}$



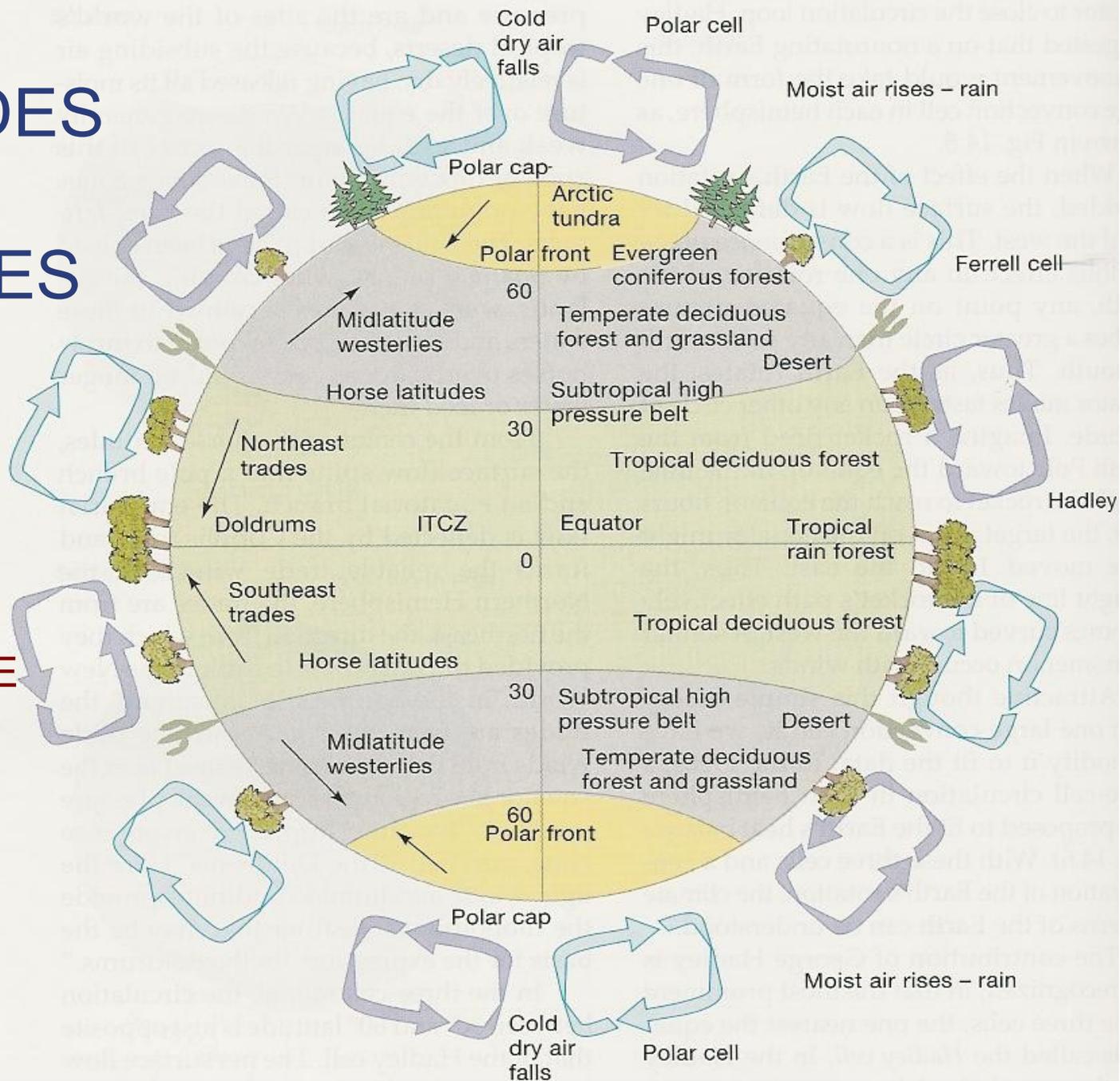


STRUCTURE ET FONCTIONS DES ECOSYSTEMES

1. INTRODUCTION
2. ORGANISATION STRUCTURELLE
3. ORGANISATION TROPHIQUE
4. ORGANISATION FONCTIONNELLE
5. **EVOLUTION SPATIALE**
6. EVOLUTION TEMPORELLE

LES GRANDES REGIONS CLIMATIQUES

MODELE DE
CIRCULATION
ATMOSPHERIQUE
SUR UN GLOBE
IDEAL ET
UNIFORME
RECHAUFFE A
L'EQUATEUR ET
REFROIDI AUX
POLES





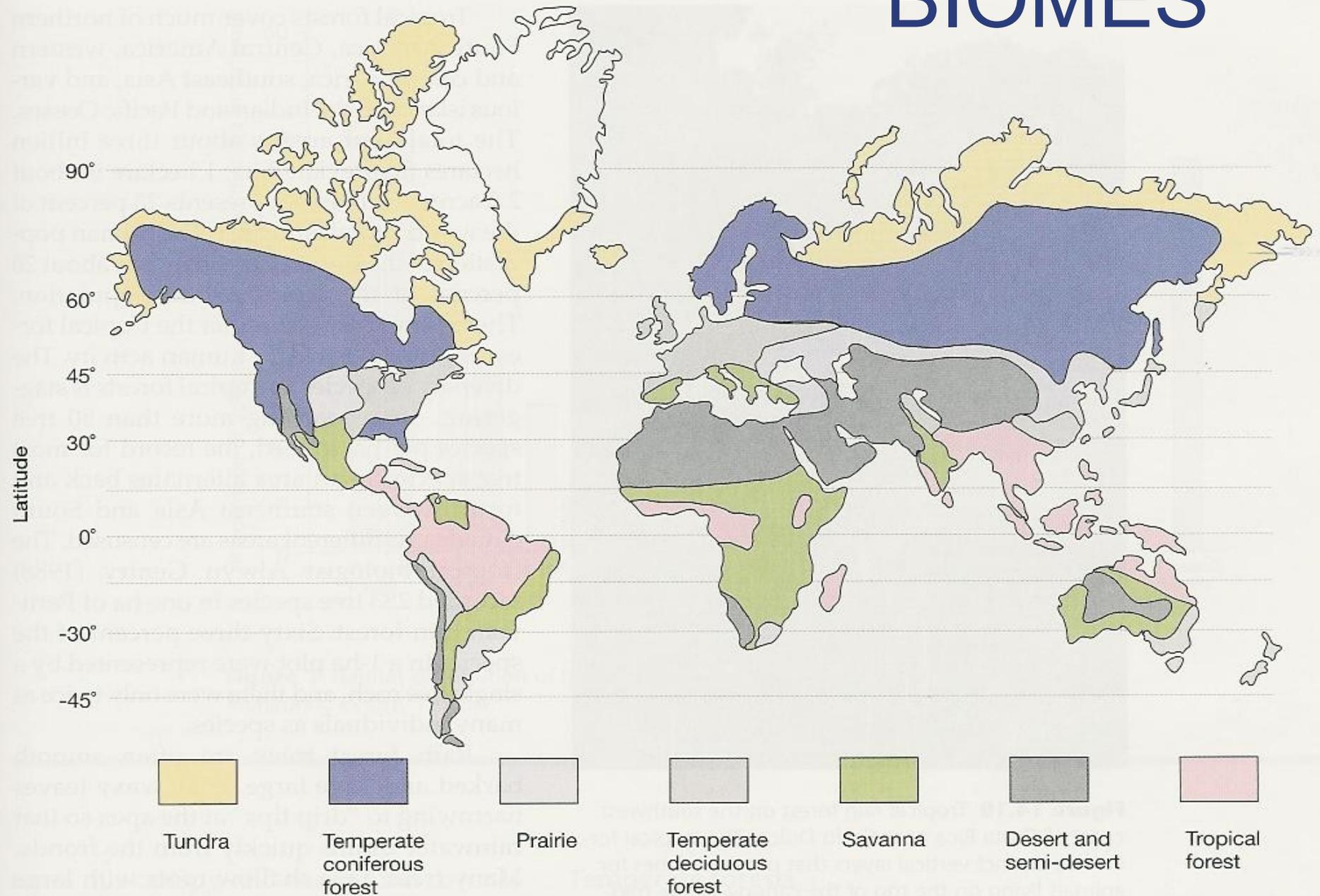
Grands types d'écosystèmes aquatiques et de biomes

Les biomes aquatiques occupent la majeure partie de la biosphère et de la surface de la Terre

- 75% sont recouverts par les océans (biomes marins)
- La concentration en sel des biomes d'eau douce est $< 3\%$ (marins $> 3\%$)
- Les principaux biomes aquatiques sont: Lacs, rivières, estuaires, zones intertidales, les récifs coralliens, Oceanic pélagiques, les zones abyssales

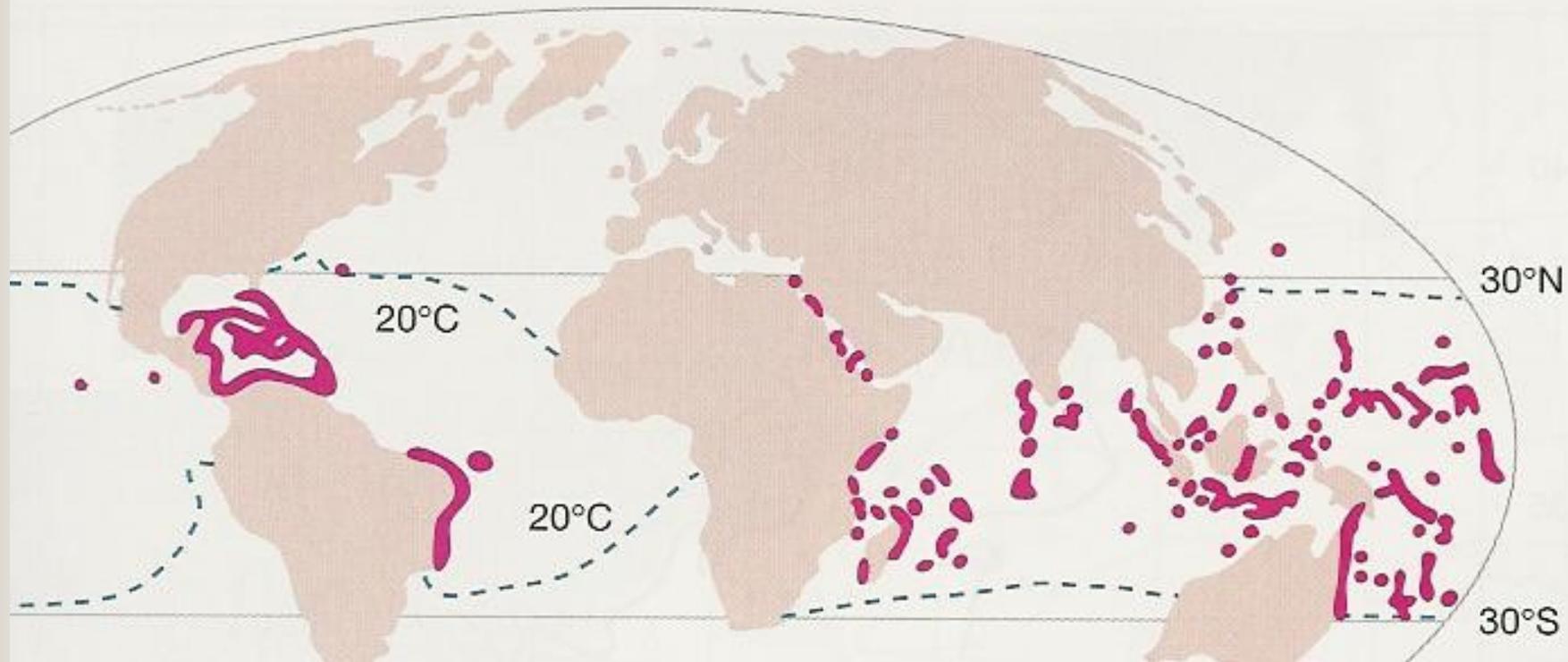
MAJOR CLIMAX COMMUNITIES

BIOMES

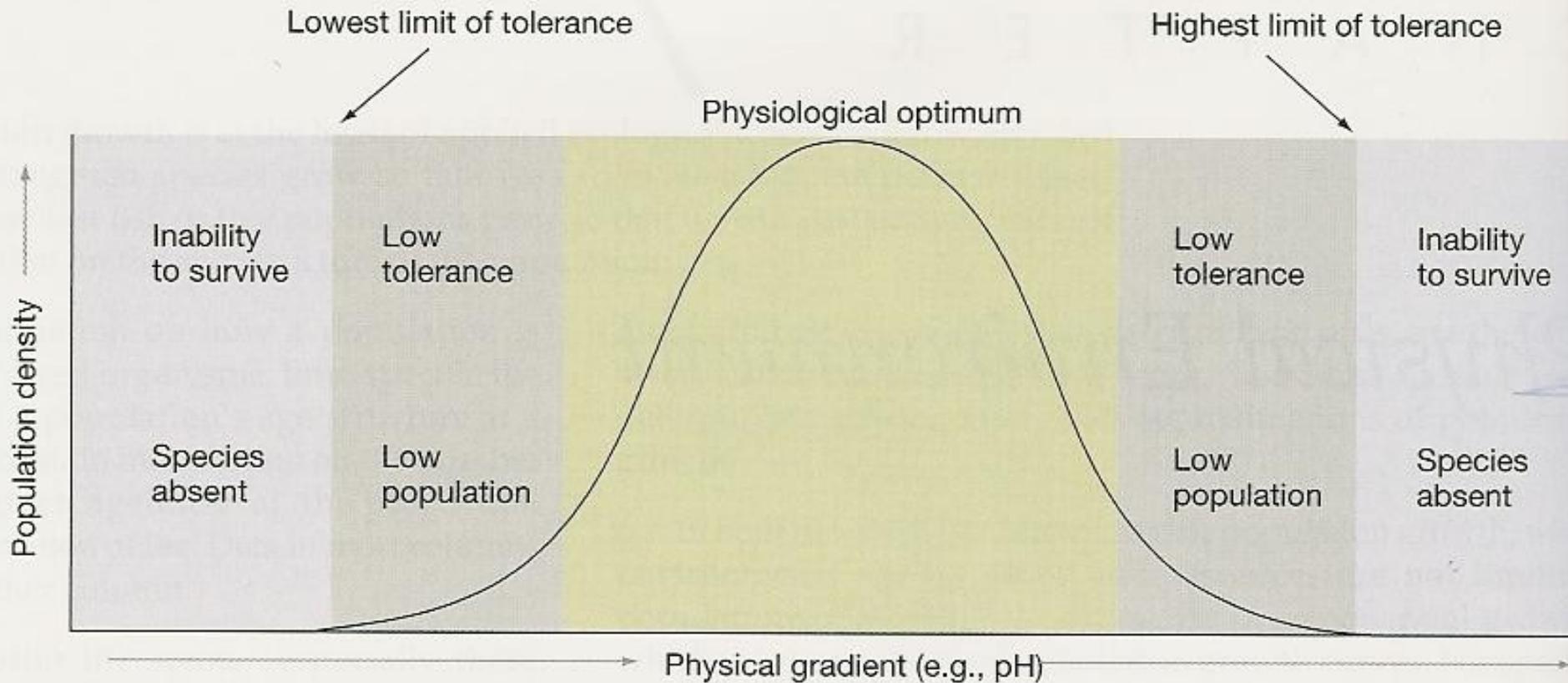


Distribution mondiale des récifs coralliens

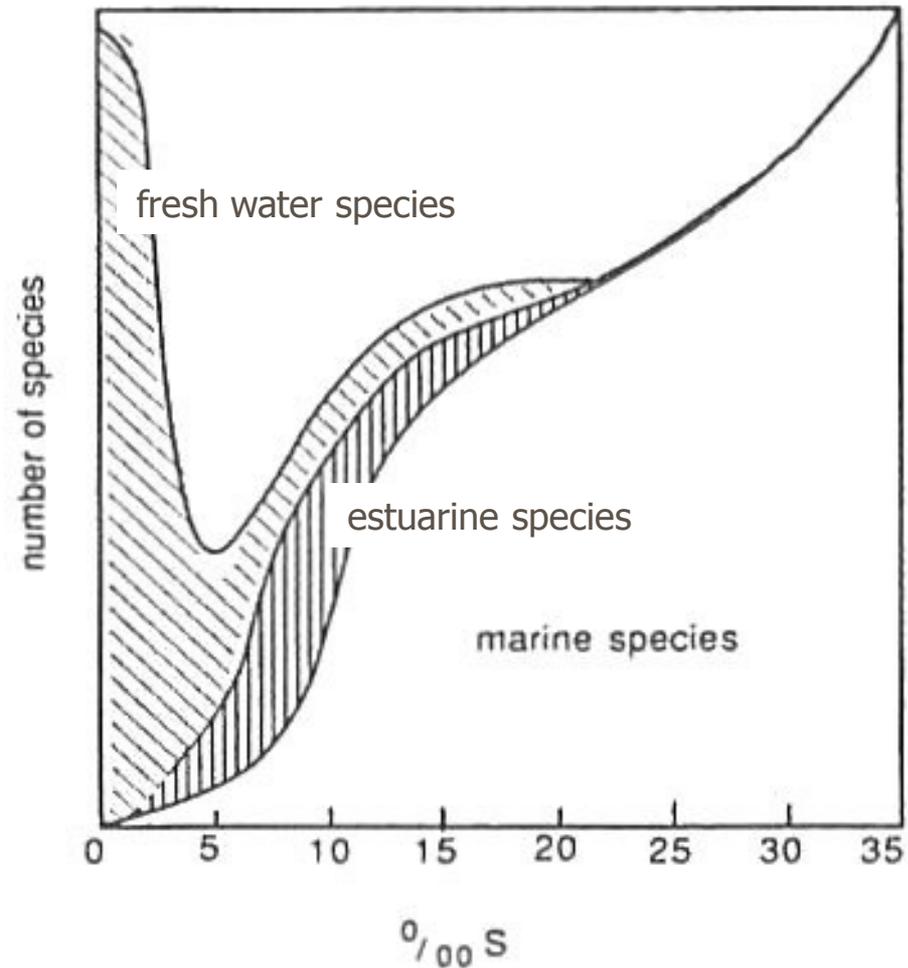
Leur distribution coïncide avec l'isotherme 20



LA NOTION DE GRADIENT



Influence de
la salinité
sur la
répartition
des animaux
benthiques
*de l'eau douce
à l'estuaire
puis à la mer*



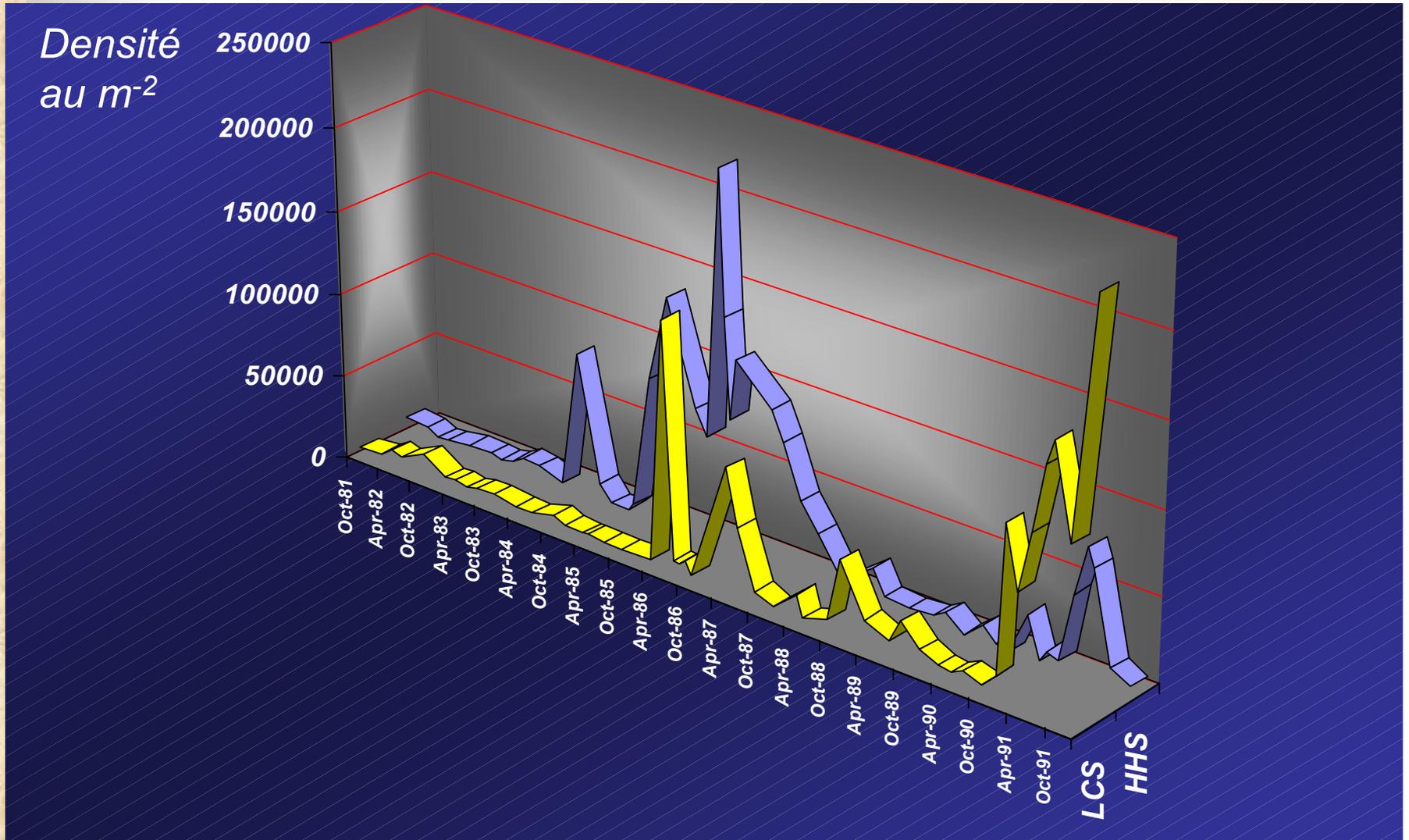
Nombre d'espèces donnés en
unités relatives
(source: Lalli & Parsons, 1993)



STRUCTURE ET FONCTIONS DES ECOSYSTEMES

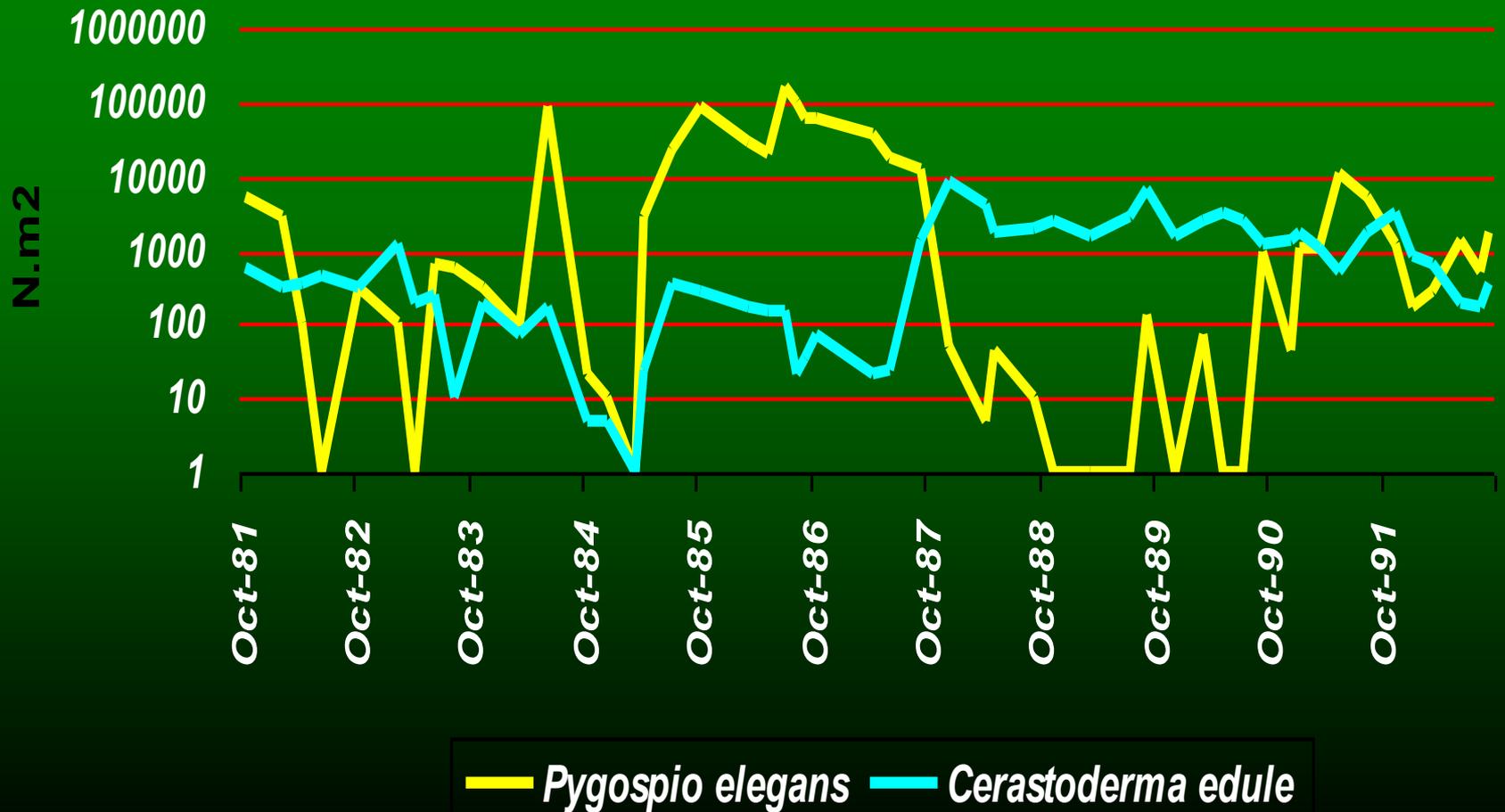
1. INTRODUCTION
2. ORGANISATION STRUCTURELLE
3. ORGANISATION TROPHIQUE
4. ORGANISATION FONCTIONNELLE
5. EVOLUTION SPATIALE
6. EVOLUTION TEMPORELLE

Station-pilotes - Somme



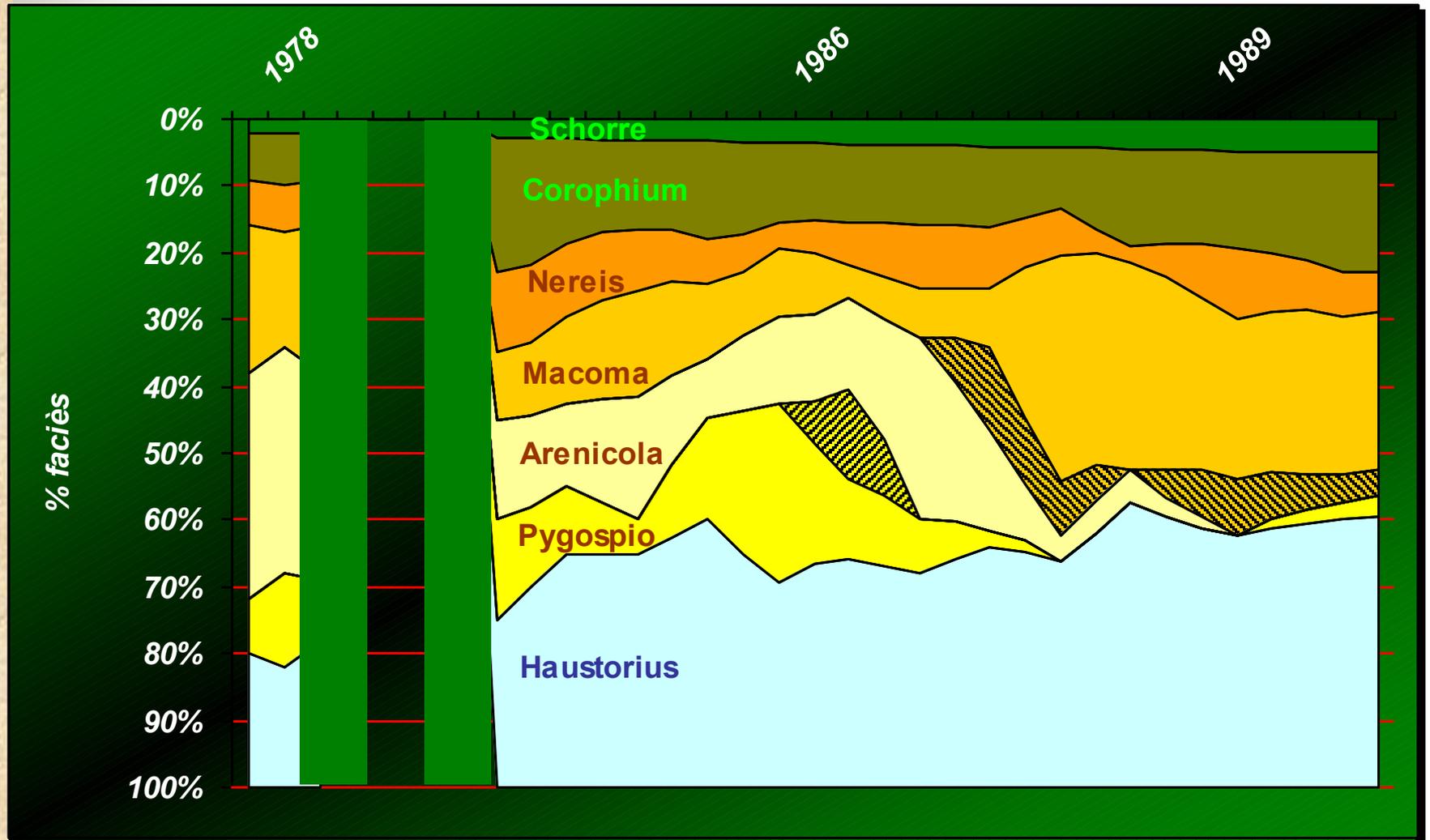
Inter-specific competition

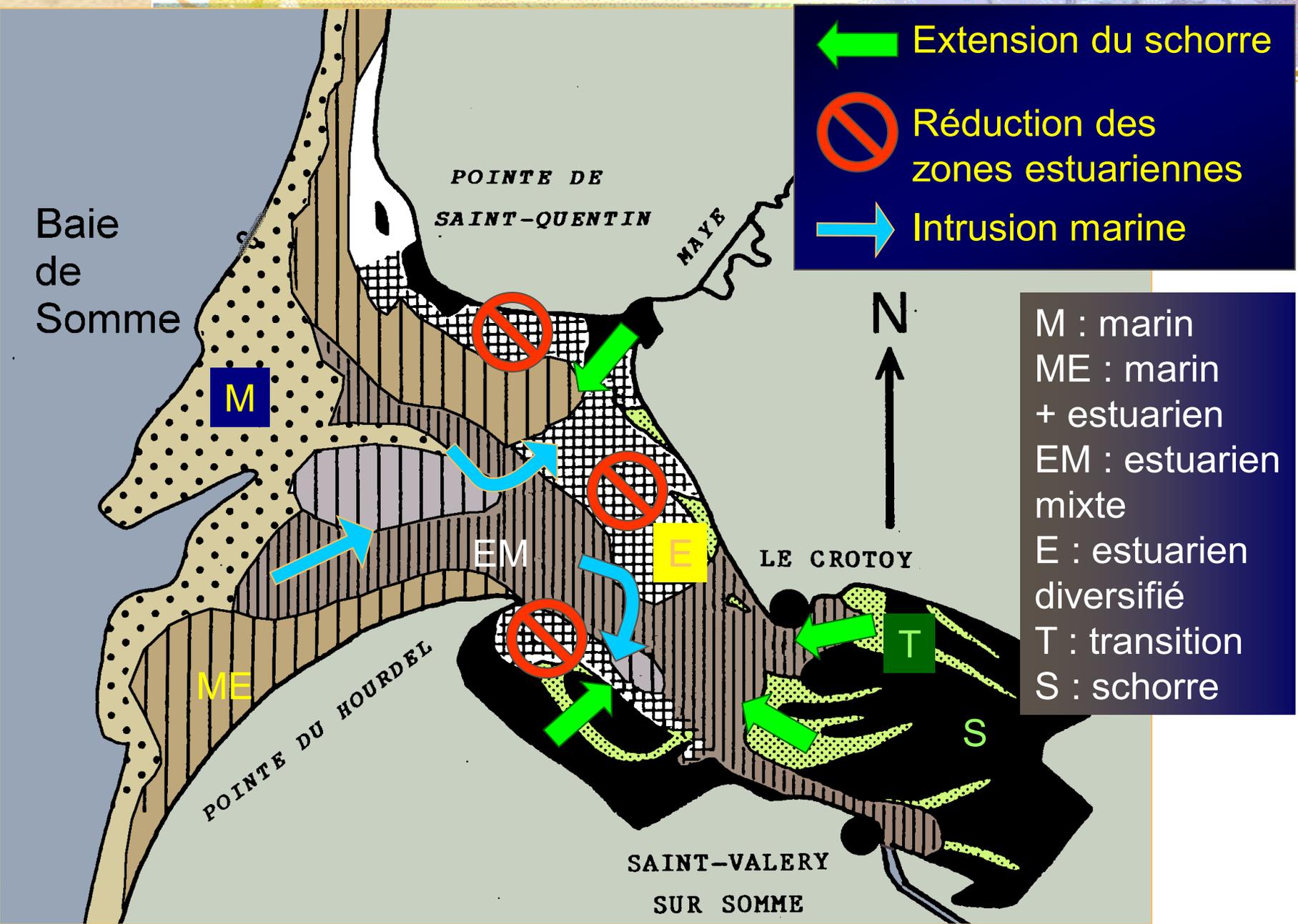
LCS baie de Somme



Spatial evolution

Bio-sedimentary facies Somme

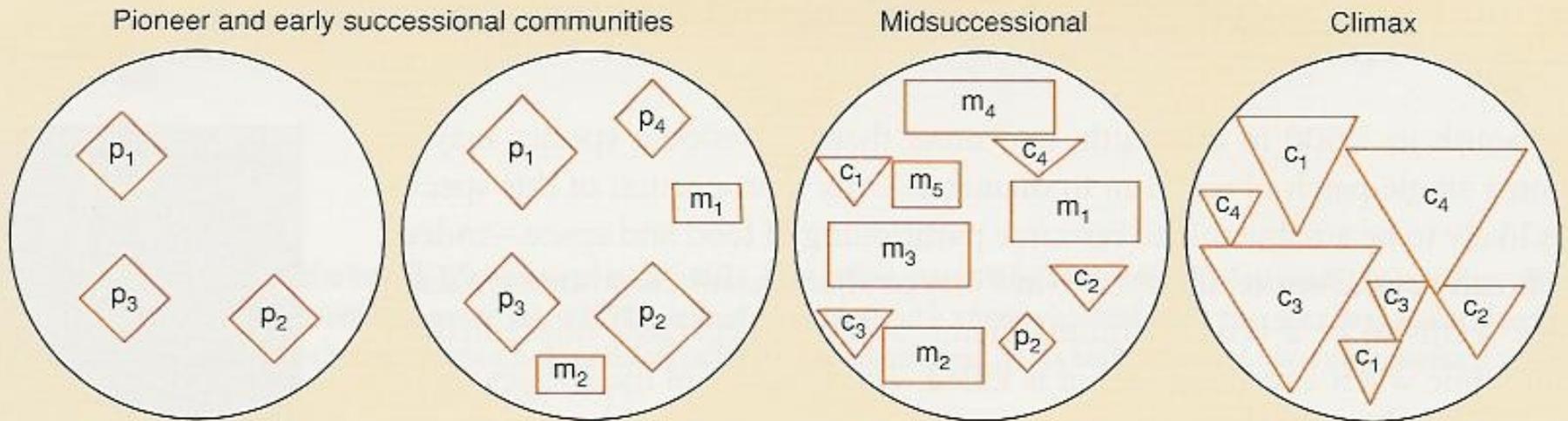




LE CLIMAX

STADE EVOLUTIF ULTIME DANS LA VIE D'UN ECOYSTEME

- BIOMASSE ET/OU PRODUCTIVITE MAXI ?
- DIVERSITE BIOLOGIQUE MAXI ?
- EQUILIBRE ?



p: esp pionnières – m: mi-succession – c: climaciques