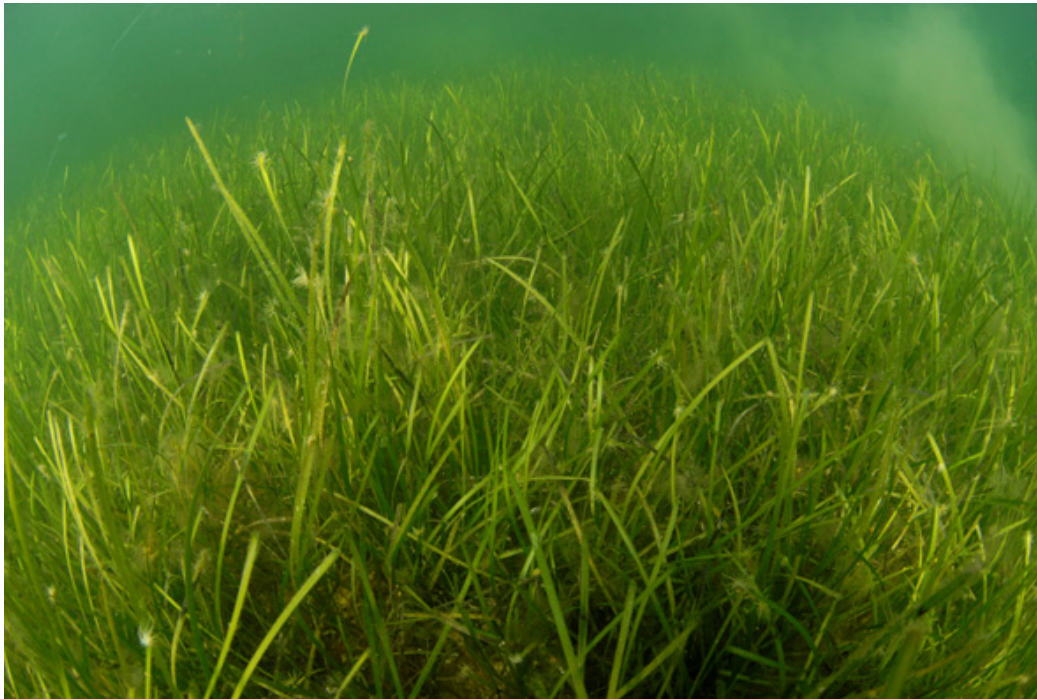


LA SUCCESSION VÉGÉTALE EN LIEN AVEC L'ÉVOLUTION DU NIVEAU D'EUTROPHISATION DES MILIEUX LAGUNAIRES



Ifremer

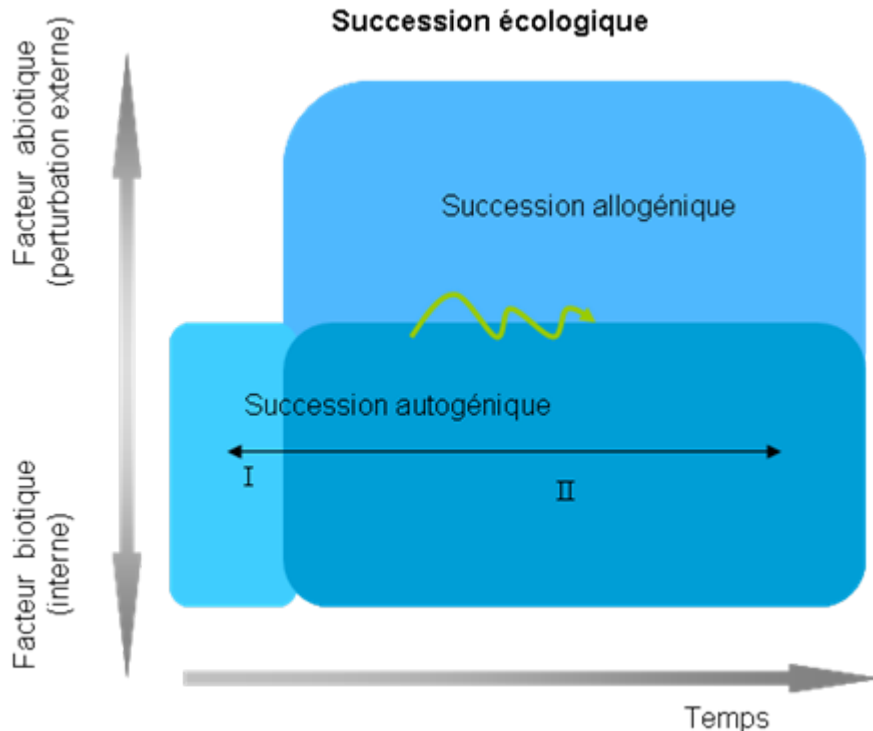


Cépralmar



La succession végétale

Succession écologique : processus naturel d'évolution et développement de l'écosystème. La succession s'apprécie du point de vue de l'écologie du milieu et donc, de manière systémique, en termes d'espèces mais aussi de structure d'occupation de l'espace. Ce cycle correspond aussi à une succession d'habitats et de communautés vivantes (succession de biocénoses).



Processus complexe caractérisé par une série d'étapes et gouverné par des processus constants de recyclage de la matière.

Processus itératif régulièrement interrompu par différents aléas (perturbations anthropiques et/ou naturelles du milieu (coexistence, généralement dans une structure « en mosaïque » de différents stades de maturité).

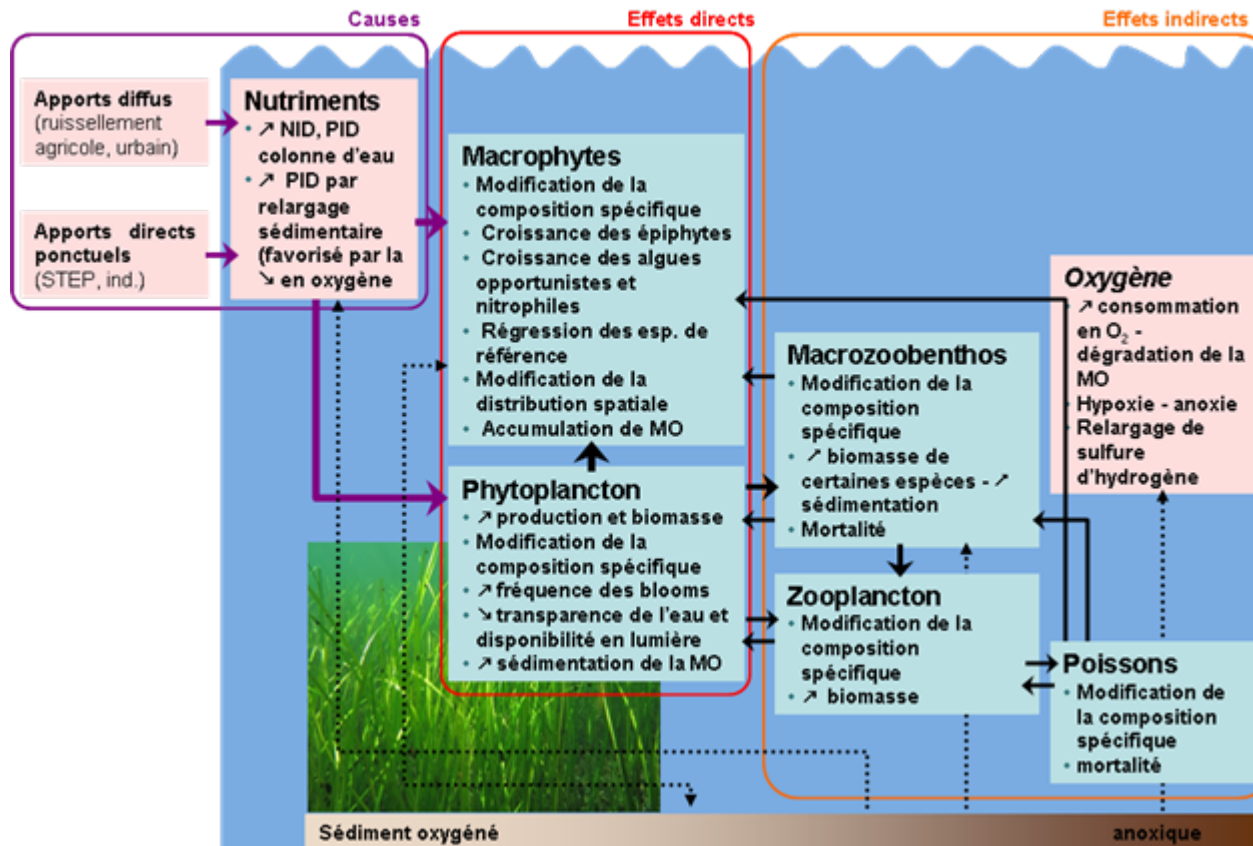
Processus évolutif qui consiste en une série d'étapes devant se succéder chronologiquement dans un ordre fonctionnellement contraint.

la **succession végétale** est une partie des étapes du développement de l'écosystème. Des processus semblables s'y appliquent.

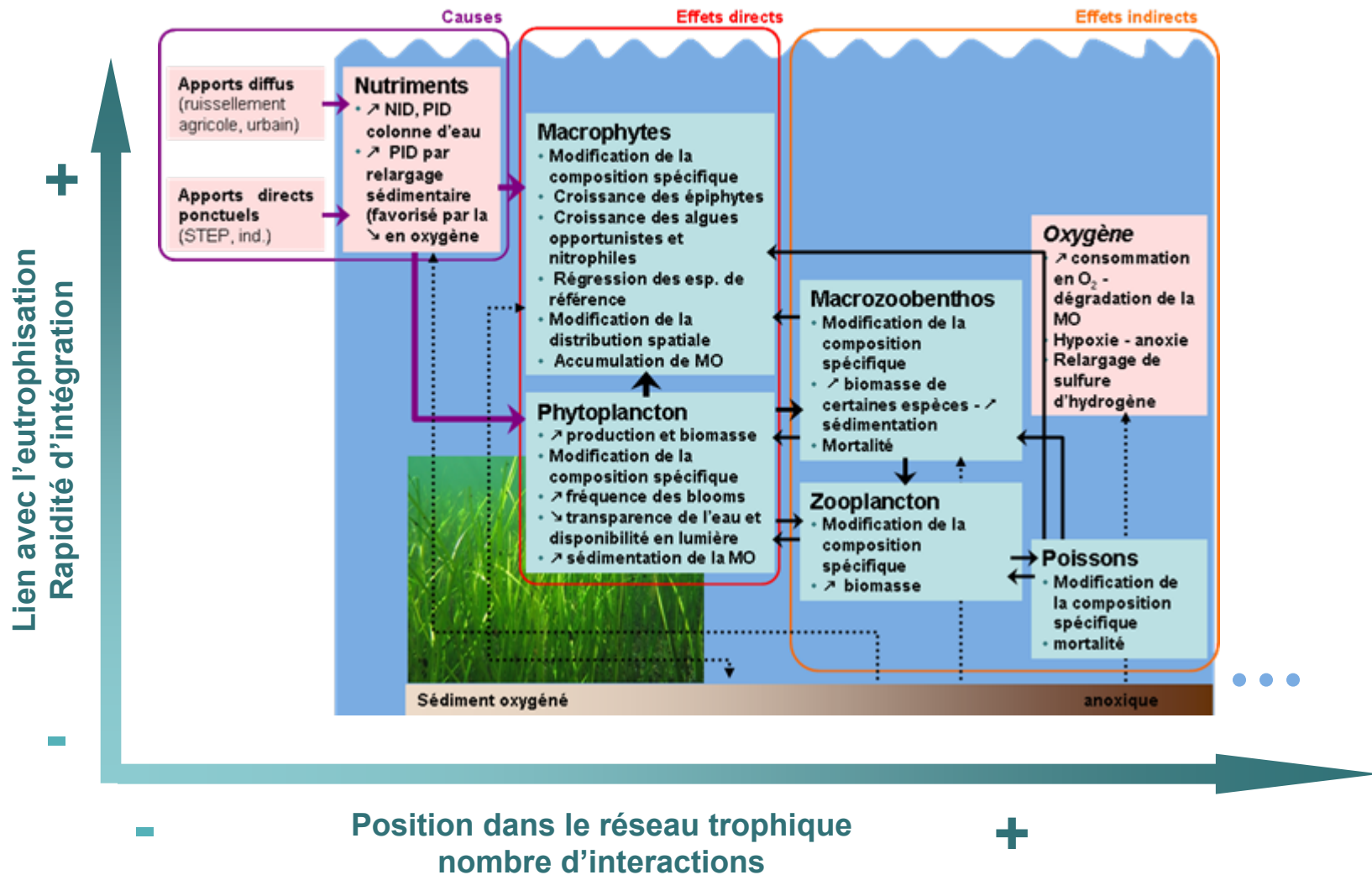
En milieu lagunaire :

- Les échelles de temps et d'espace sont réduites
- Les variabilités abiotiques et biotiques sont fortes
- Une forte pression anthropique

Pourquoi s'intéresser à la succession végétale ?



Pourquoi s'intéresser à la succession végétale ?



Pourquoi s'intéresser à la succession végétale ?

Milieu lagunaire

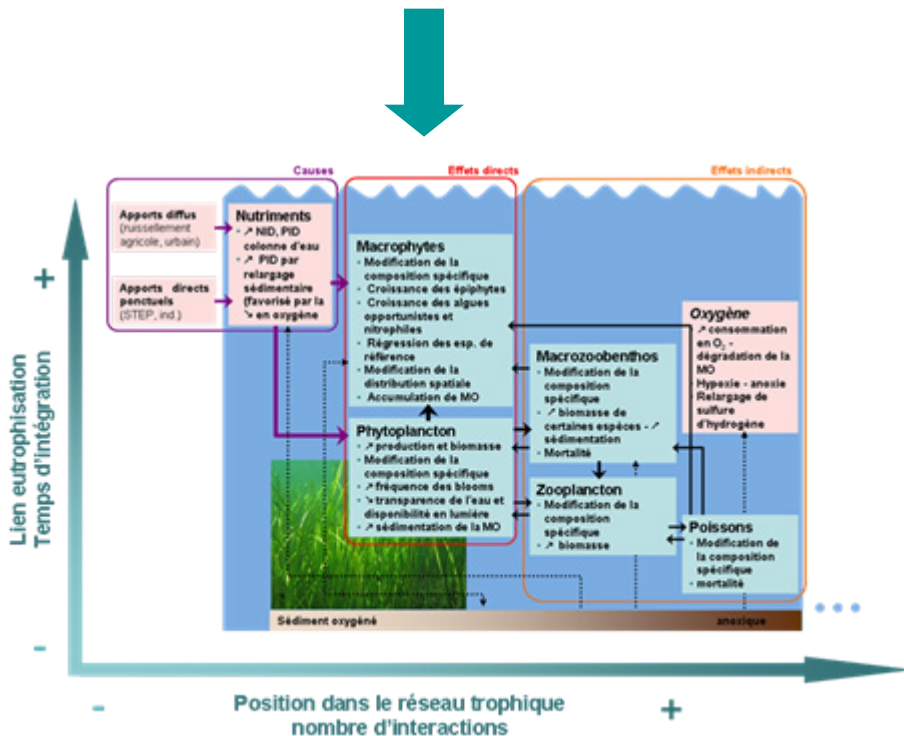
- Forte variabilité physico-chimique (saisonnalité)
- Fonctionnement indissociable des hydrosystèmes associés (BV, mer, zone humide)
- Milieu confiné
- Milieu soumis à de fortes pressions : **eutrophisation**

- «Transitional water quality paradox »
- Système gouverné par l'autotrophie (Production I) puis le recyclage de la matière organique

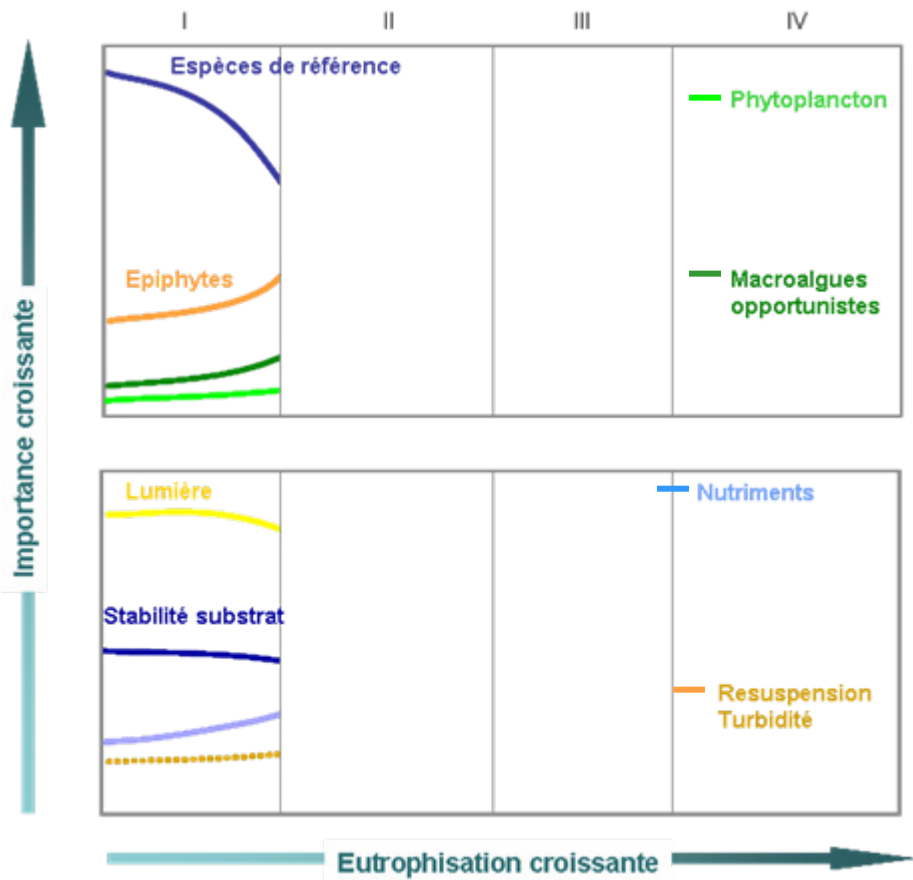
- Printemps : phase d'intense production (accélération des processus)
- Eté : phase de conditions extrêmes (processus exacerbés)

→ Suivi des macrophytes : début juin

→ Suivi de la colonne d'eau et du phytoplancton : été



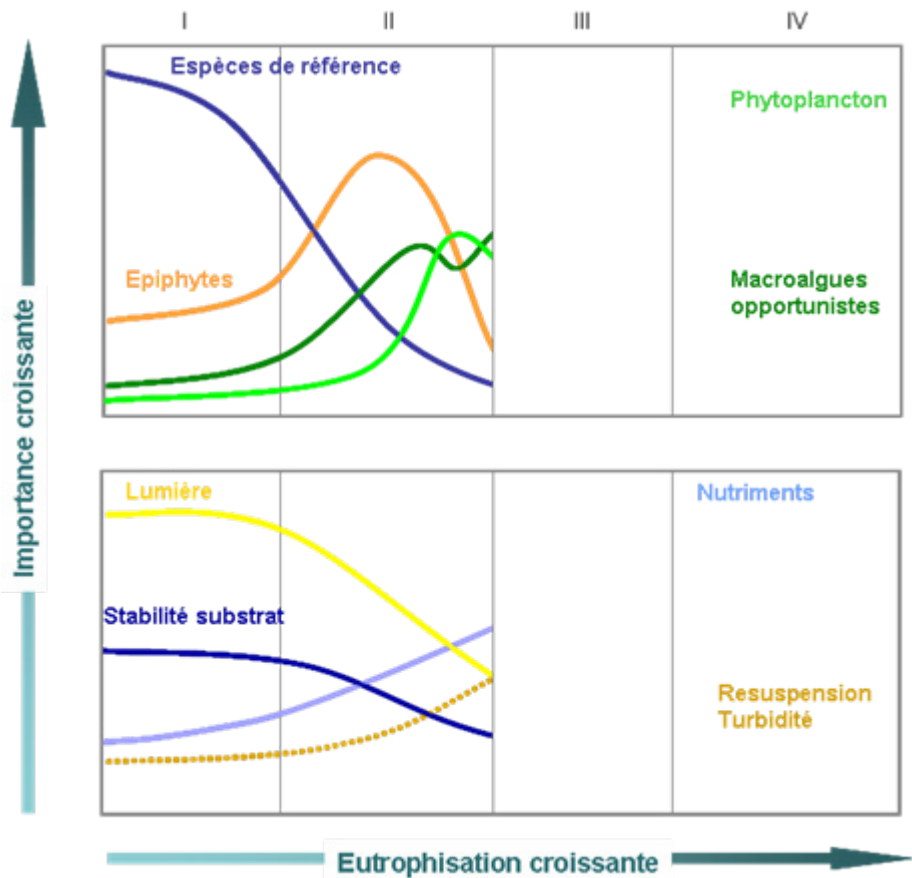
Le diagramme de Schramm (J Applied Phycology 1999)



- Développement des épiphytes et début d'accroissement des macroalgues

Photos J Oheix

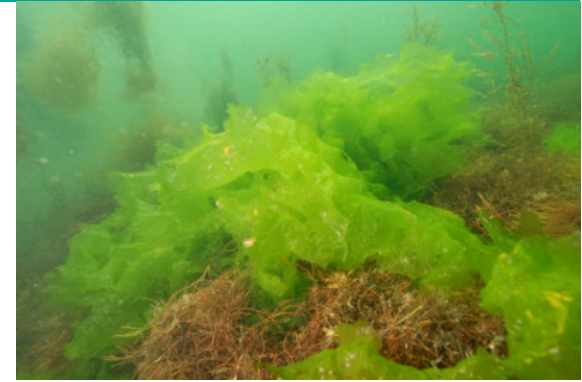
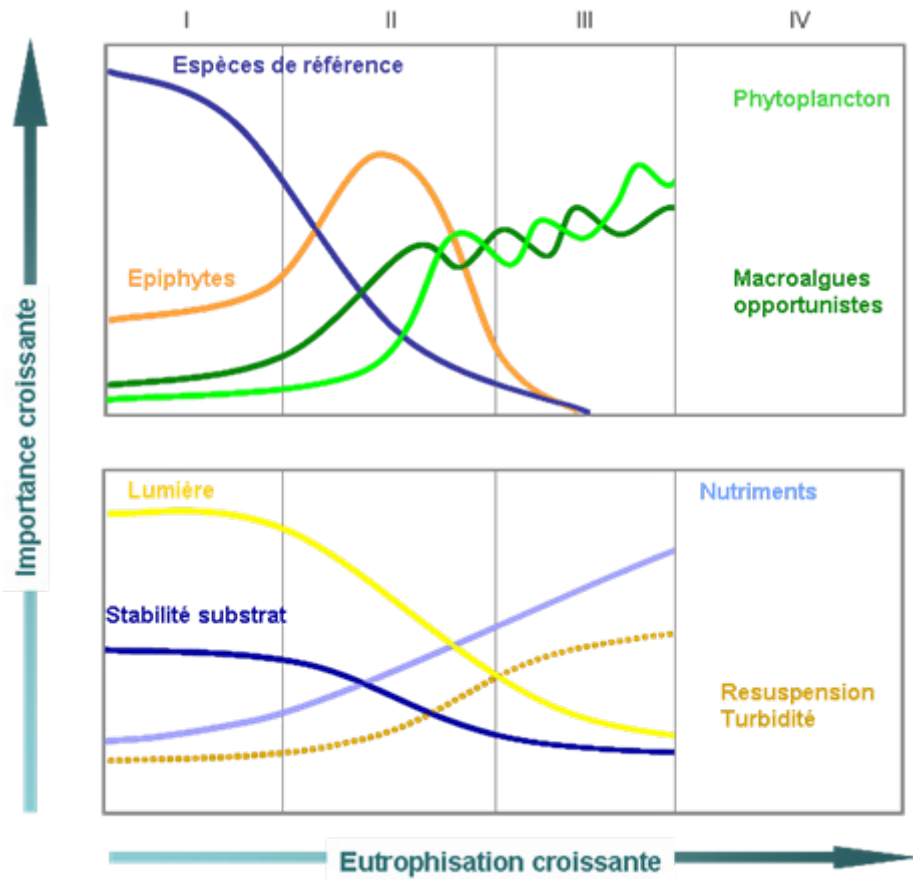
Le diagramme de Schramm



Photos J Oheix

- Développement du phytoplancton
- Compétition épiphytes-macrophytes pérennes (lumière et nutriments), compétition macrophytes pérennes et opportunistes (espace, lumière, effet d'étouffement)
- Réduction du régime de lumière disponible pour macrophytes pérennes (limitation de la croissance et de la densité des phanérogames) + amplification par déstabilisation du substrat

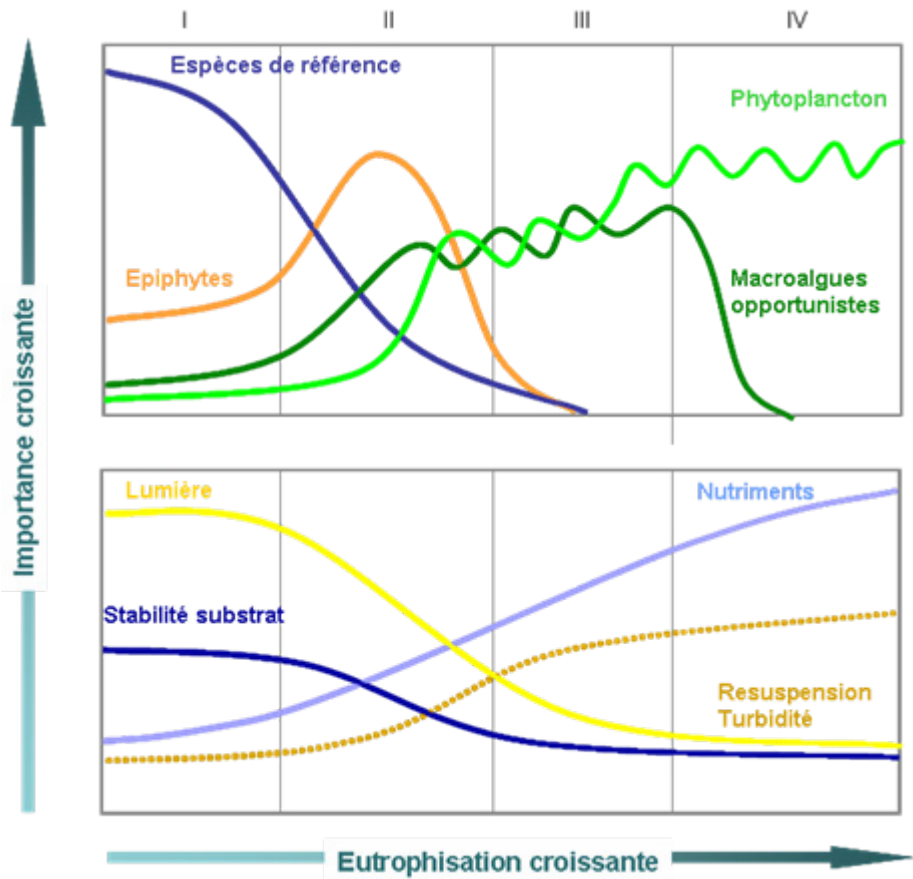
Le diagramme de Schramm



Photos J Oheix

- Fortes biomasses de macroalgues opportunistes et de phytoplancton
- Compétition macrophytes - phytoplancton (lumière, nutriments)
- Réduction accrue du régime de lumière pour macrophytes opportunistes

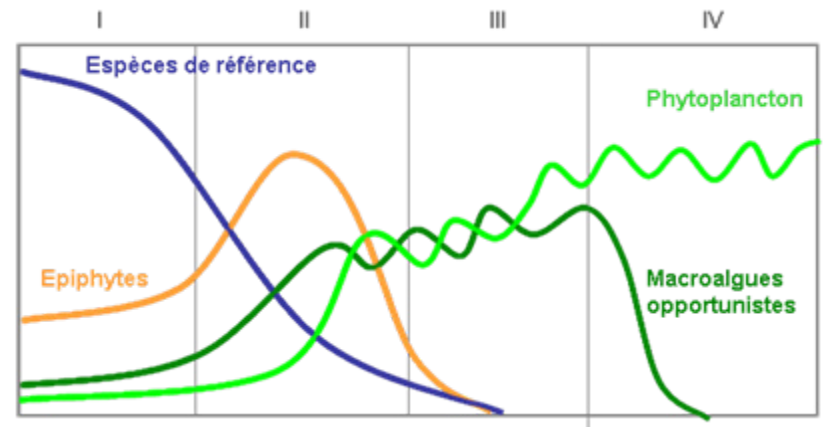
Le diagramme de Schramm



Photos J Oheix

- Augmentation de la biomasse phytoplanctonique, disparition des macroalgues opportunistes
- Accélération de la régénération par la prolifération des filtreurs
- Disponibilité permanente de nutriments par reminéralisation rapide

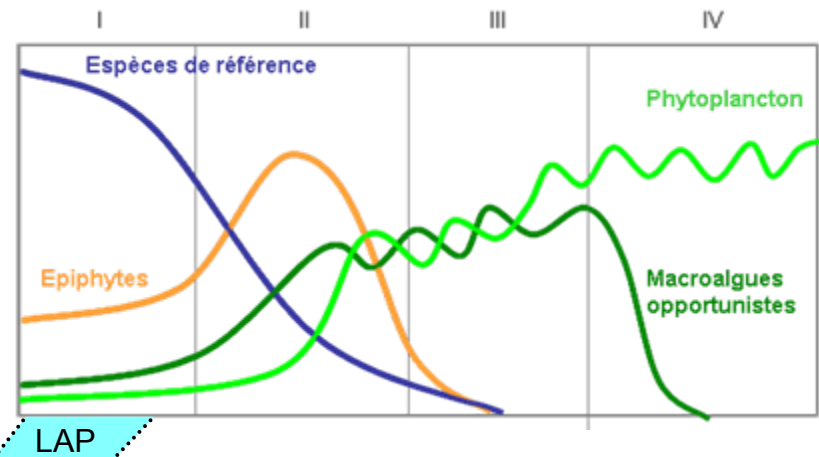
Le diagramme de Schramm - diagnostic macrophytes



Recouvrement relatif des espèces de référence (RR)	Richesse spécifique (RS)	
	nb sp \geq 3	nb sp < 3
RR > 75%	Très bon	
50% \leq RR < 75%	Bon	
5% \leq RR < 50%	Moyen	
0 < RR < 5%	Médiocre	
Absentes	Médiocre	Mauvais

Le diagramme de Schramm - diagnostic macrophytes

Très bon état : les espèces de référence dominant ($\geq 75\%$)

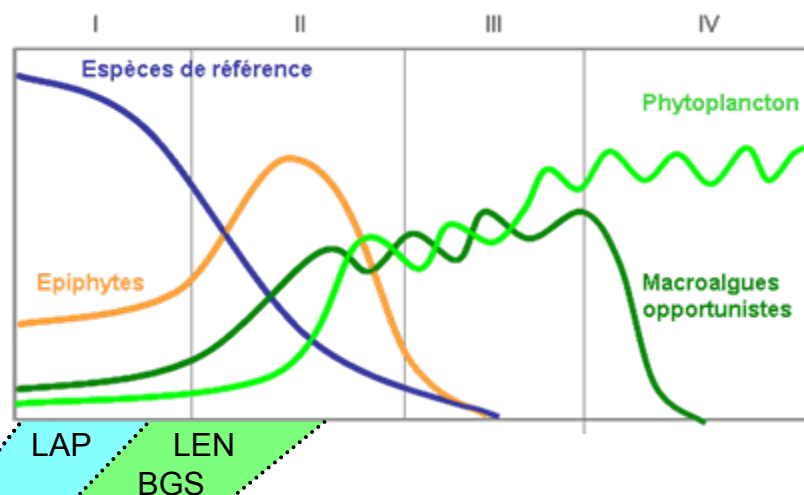


Recouvrement relatif des espèces de référence (RR)	Richesse spécifique (RS)	
	nb sp \geq 3	nb sp $<$ 3
RR $>$ 75%	Très bon	
50% \leq RR $<$ 75%	Bon	
5% \leq RR $<$ 50%	Moyen	
0 $<$ RR $<$ 5%	Médiocre	
Absentes	Médiocre	Mauvais

Le diagramme de Schramm - diagnostic macrophytes

Très bon état : les espèces de référence dominant ($\geq 75\%$)

Bon état : les espèces de référence dominant (50 à 75 %), les algues opportunistes prolifèrent localement.



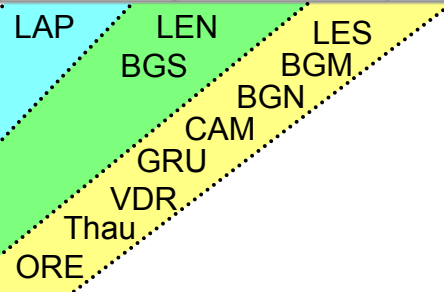
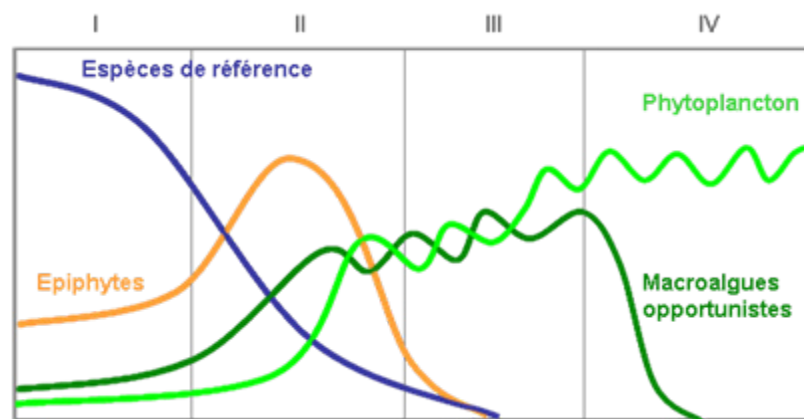
Recouvrement relatif des espèces de référence (RR)	Richesse spécifique (RS)	
	nb sp \geq 3	nb sp < 3
RR > 75%	Très bon	
50% ≤ RR < 75%	Bon	
5% ≤ RR < 50%	Moyen	
0 < RR < 5%	Médiocre	
Absentes	Médiocre	Red

Le diagramme de Schramm - diagnostic macrophytes

Très bon état : les espèces de référence dominant ($\geq 75\%$)

Bon état : les espèces de référence dominant (50 à 75 %), les algues opportunistes prolifèrent localement.

Etat moyen : les espèces de référence ne dominant plus (entre 5 et 50 %) mais sont présentes, les espèces opportunistes prolifèrent. La diversité est satisfaisante.



Recouvrement relatif des espèces de référence (RR)	Richesse spécifique (RS)	
	nb sp ≥ 3	nb sp < 3
RR > 75%	Très bon	
50% \leq RR < 75%	Bon	
5% \leq RR < 50%	Moyen	
0 < RR < 5%	Médiocre	
Absentes		

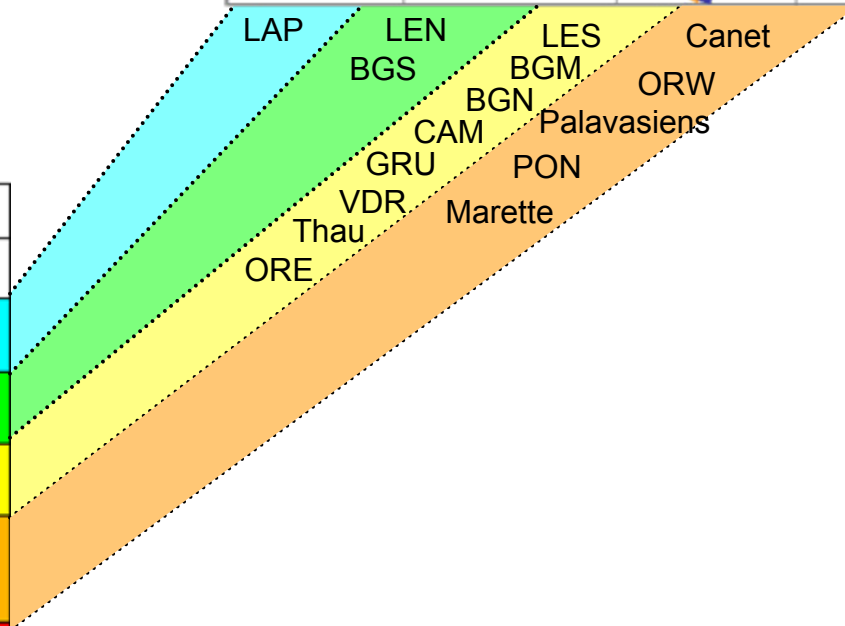
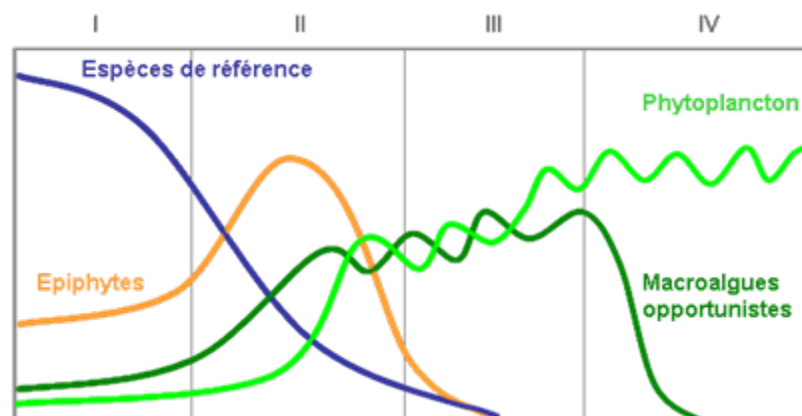
Le diagramme de Schramm - diagnostic macrophytes

Très bon état : les espèces de référence dominant ($\geq 75\%$)

Bon état : les espèces de référence dominant (50 à 75 %), les algues opportunistes prolifèrent localement.

Etat moyen : les espèces de référence ne dominant plus (entre 5 et 50 %) mais sont présentes, les espèces opportunistes prolifèrent. La diversité est satisfaisante.

Etat médiocre : les espèces de référence sont très faiblement représentées ($<5\%$). La diversité est réduite.



Recouvrement relatif des espèces de référence (RR)	Richesse spécifique (RS)	
	nb sp ≥ 3	nb sp < 3
RR $> 75\%$	Très bon	
$50\% \leq RR < 75\%$	Bon	
$5\% \leq RR < 50\%$	Moyen	
$0 < RR < 5\%$	Médiocre	
Absentes		

Le diagramme de Schramm - diagnostic macrophytes

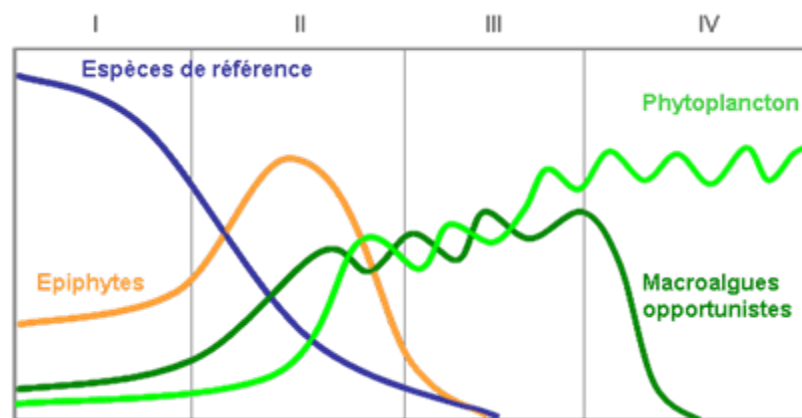
Très bon état : les espèces de référence dominant ($\geq 75\%$)

Bon état : les espèces de référence dominant (50 à 75 %), les algues opportunistes prolifèrent localement.

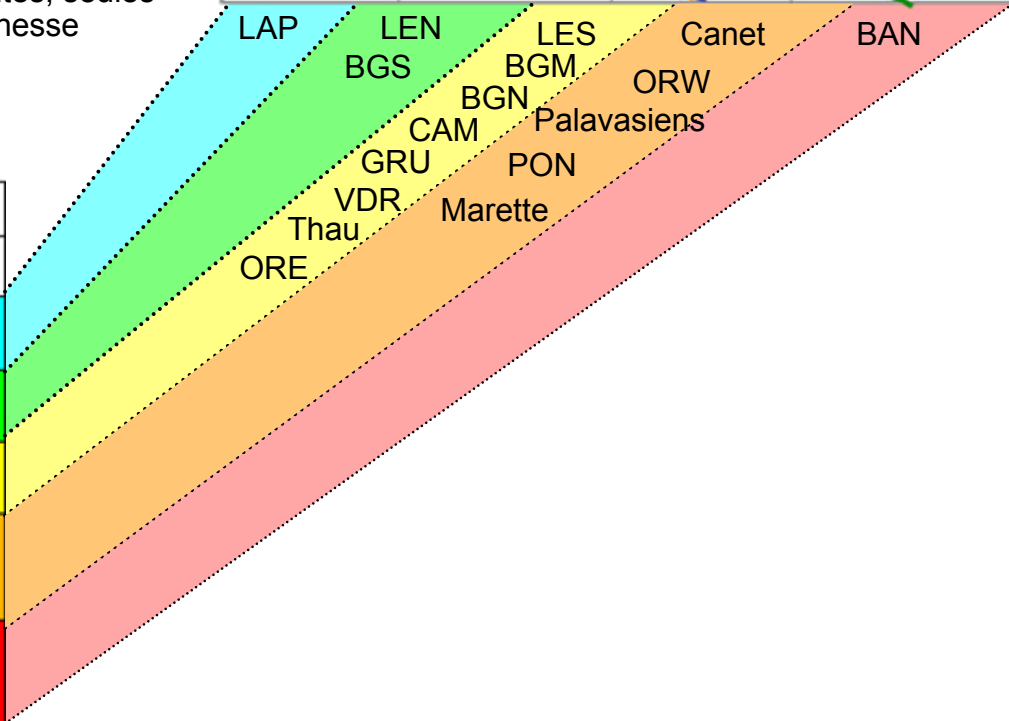
État moyen : les espèces de référence ne dominant plus (entre 5 et 50 %) mais sont présentes, les espèces opportunistes prolifèrent. La diversité est satisfaisante.

Etat médiocre : les espèces de référence sont très faiblement représentées ($<5\%$). La diversité est réduite.

Mauvais état : les espèces de référence sont absentes, seules les espèces opportunistes peuvent proliférer. La richesse spécifique est faible.



Recouvrement relatif des espèces de référence (RR)	Richesse spécifique (RS)	
	nb sp ≥ 3	nb sp < 3
RR $> 75\%$	Très bon	
$50\% \leq RR < 75\%$	Bon	
$5\% \leq RR < 50\%$	Moyen	
$0 < RR < 5\%$	Médiocre	
Absentes		



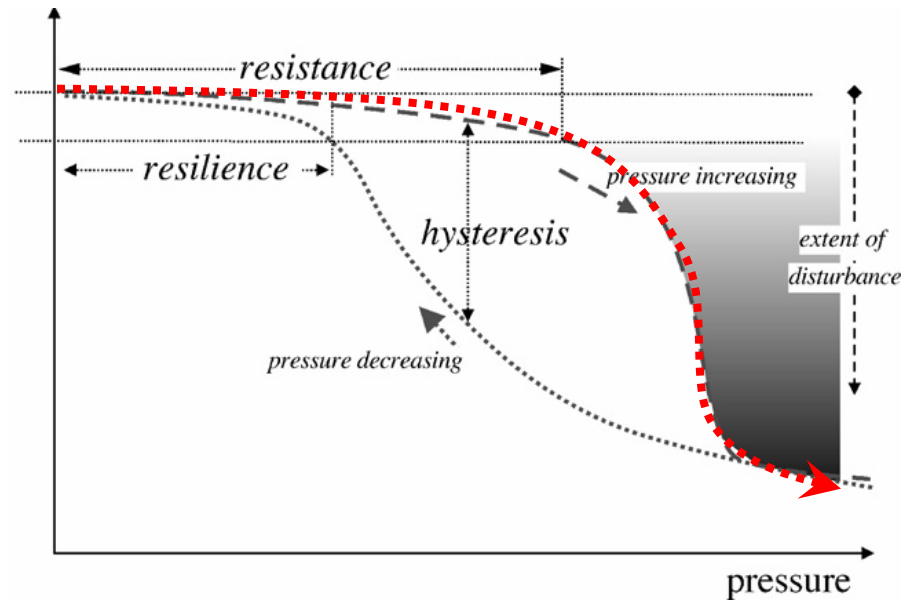
Déterminisme du développement des macrophytes

- **Capacité écophysiological** (traits spécifiques) : photosynthétique, potentiel de croissance, morphologie, cycle de vie ...)
- **Facteur limitant** ou **favorisant** la production (N, P, Intensité lumineuse, température)
- **Compétition interspécifique** (macrophytes, microphytes)

Dégradation / restauration

Notion d'hystérésis :
« retard de l'effet sur la cause »

Tett *et al* 2007



Dégradation

État vert à jaune : Capacités intrinsèques des espèces opportunistes à utiliser les nouvelles conditions de manière optimale.

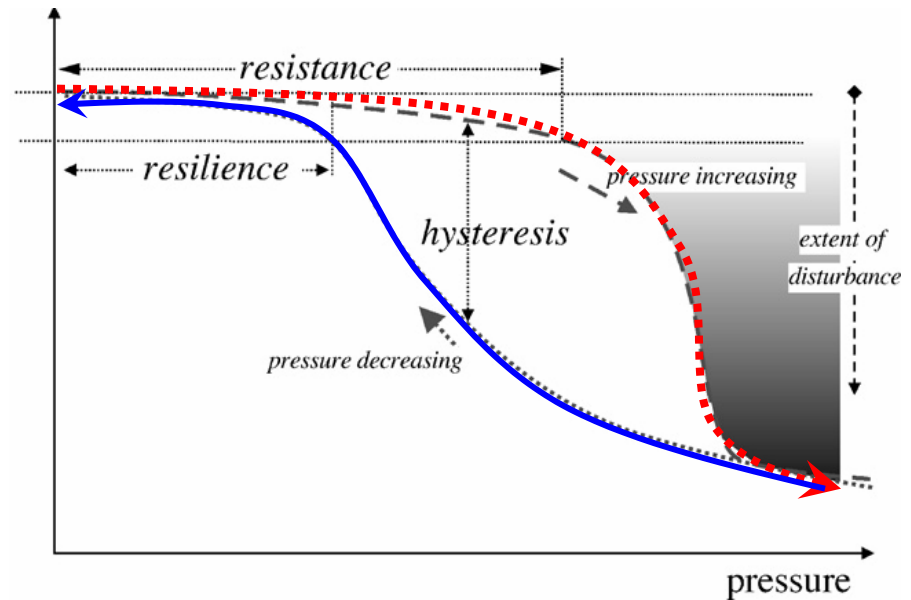
État jaune à orange : Les mécanismes indirects d'interaction (compétition) et de rétroaction (réduction de régime de lumière) qui gouvernent, amplifient et accélèrent la poursuite de la succession végétale.

Dégradation / restauration

Notion d'hystérésis :

« retard de l'effet sur la cause »

Tett et al 2007



Dégradation

État vert à jaune : Capacités intrinsèques des espèces opportunistes à utiliser les nouvelles conditions de manière optimale.

État jaune à orange : Les mécanismes indirects d'interaction (compétition) et de rétroaction (réduction de régime de lumière) qui gouvernent, amplifient et accélèrent la poursuite de la succession végétale.

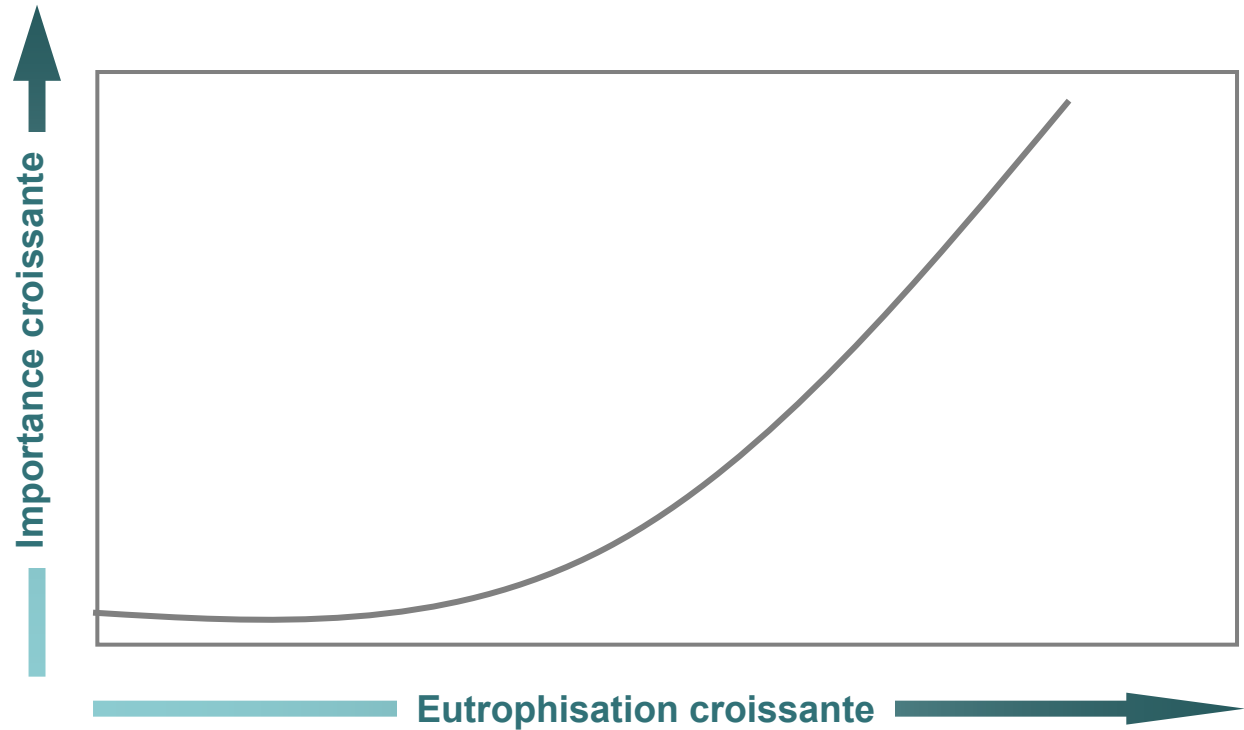
Restauration

Résistance à la pression + capacité de résilience du milieu (vigueur, structure du système, niveau de dégradation).

→ Ne suit pas le même schéma que la dégradation. Retour possible à un état stable « d'origine » ou à un nouvel état stable.

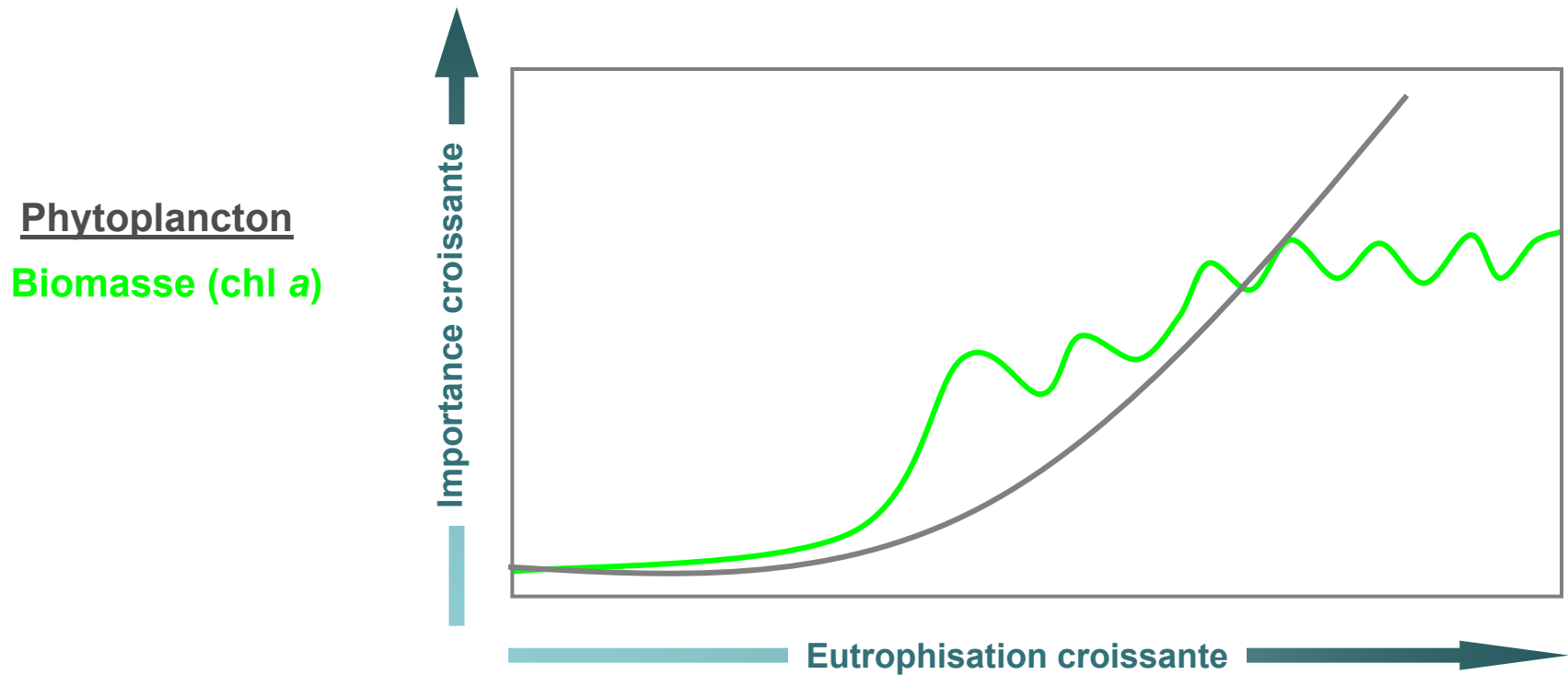
Déterminisme du développement des microphytes

Phytoplancton
Biomasse (chl *a*)



- Potentiellement, sans limitation une croissance exponentielle

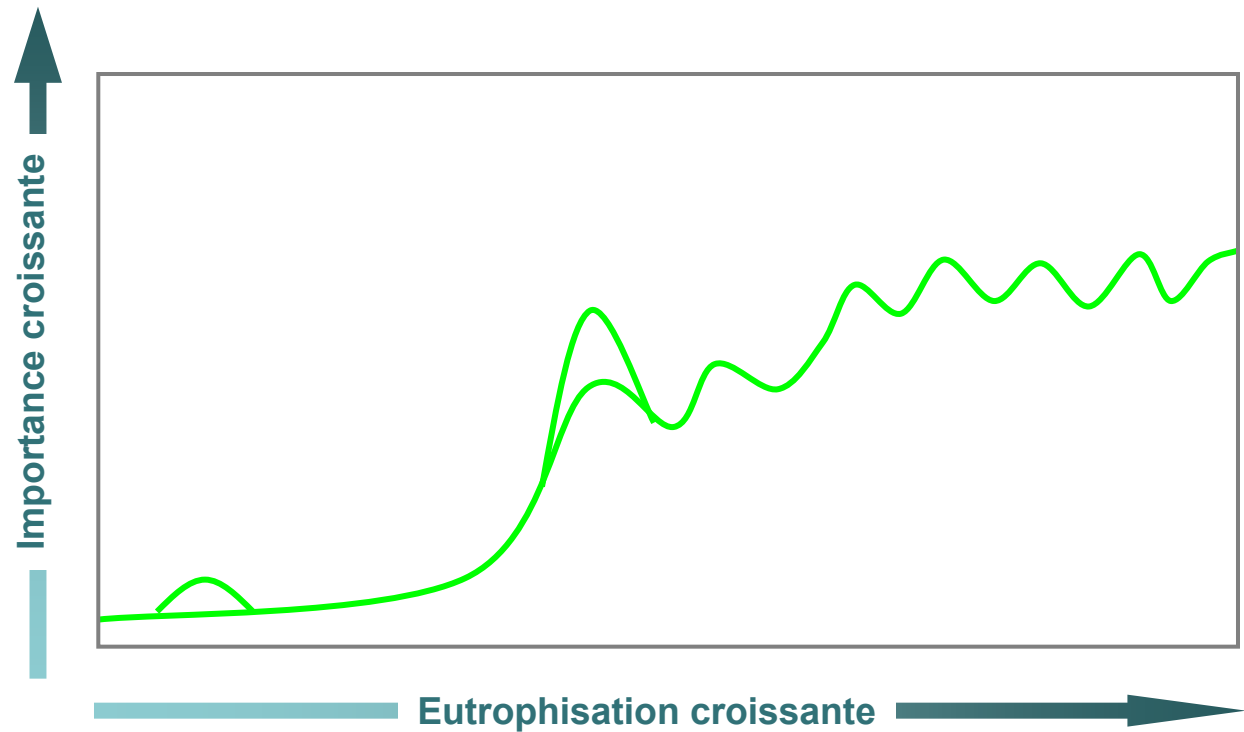
Déterminisme du développement des microphytes



- Potentiellement, sans limitation une croissance exponentielle
 - limitation / facilitation : nutriment, espace, lumière, compétition trophique, salinité
- Courbe logistique

Déterminisme du développement des microphytes

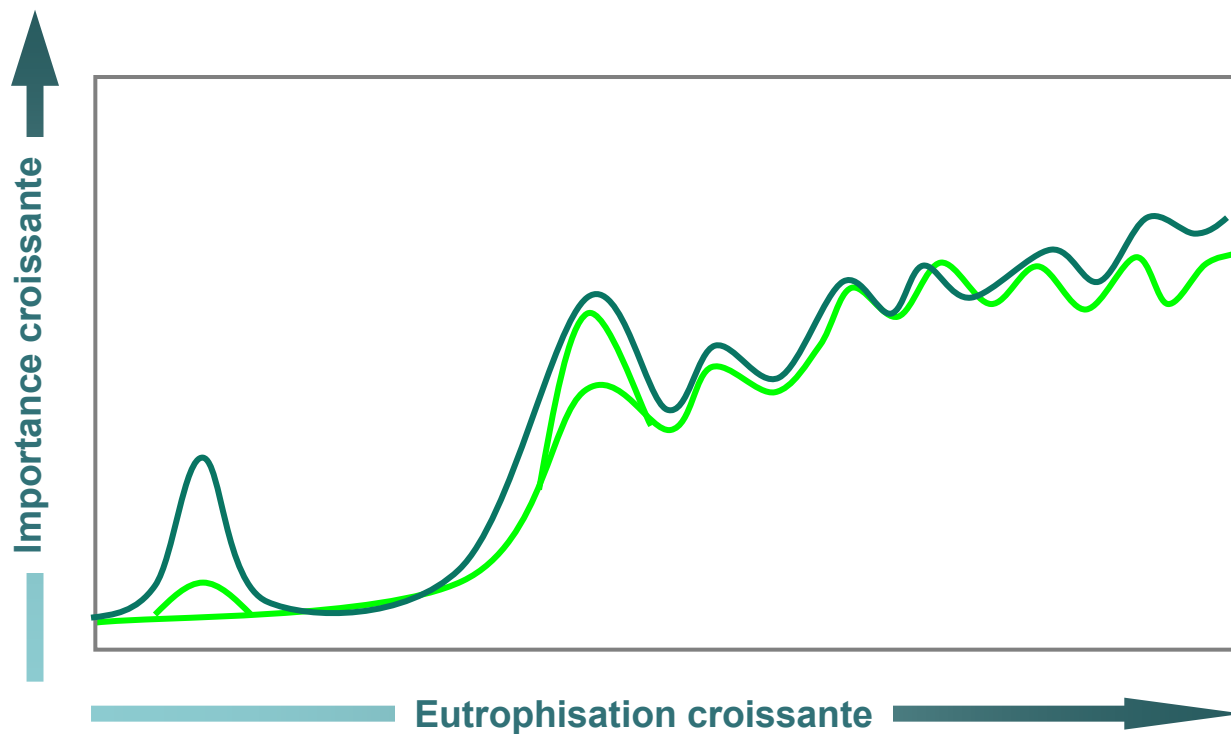
Phytoplancton
Biomasse (chl a)



- Potentiellement, sans limitation une croissance exponentielle
 - limitation / facilitation : nutriment, espace, lumière, compétition trophique, salinité
- Courbe logistique

Déterminisme du développement des microphytes

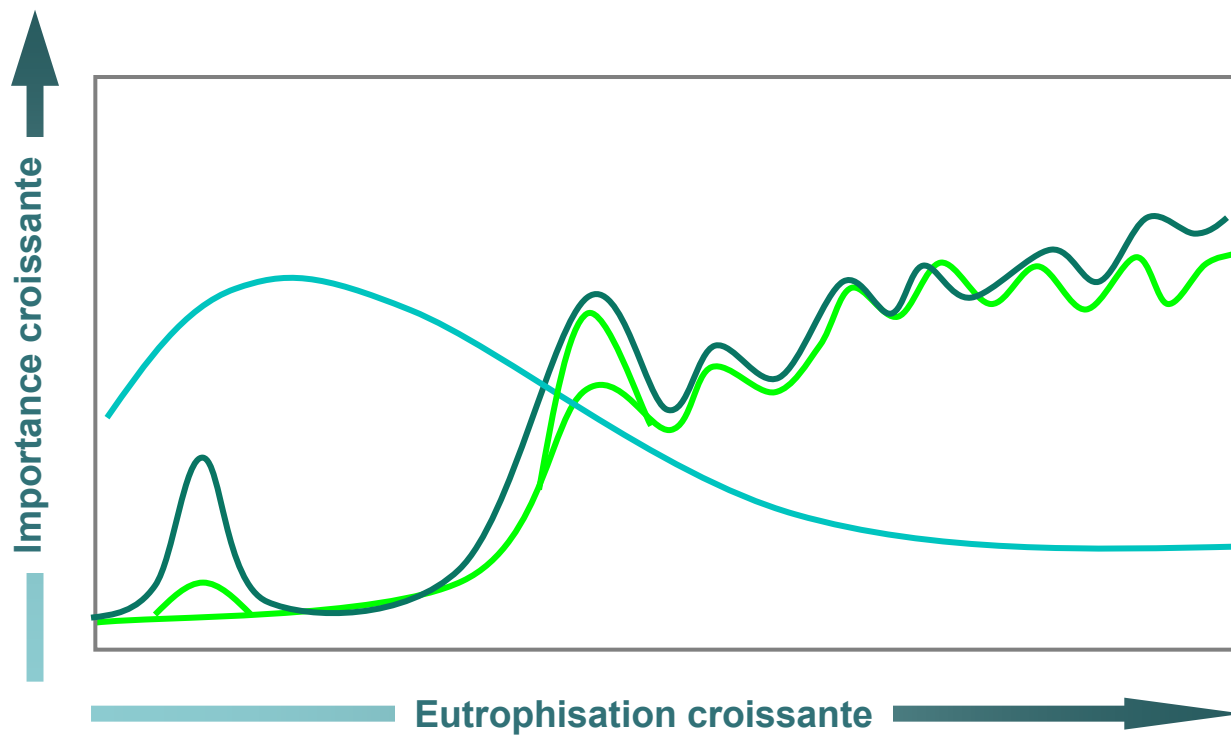
Phytoplancton
Biomasse (chl *a*)
Abondance (nb ind.)



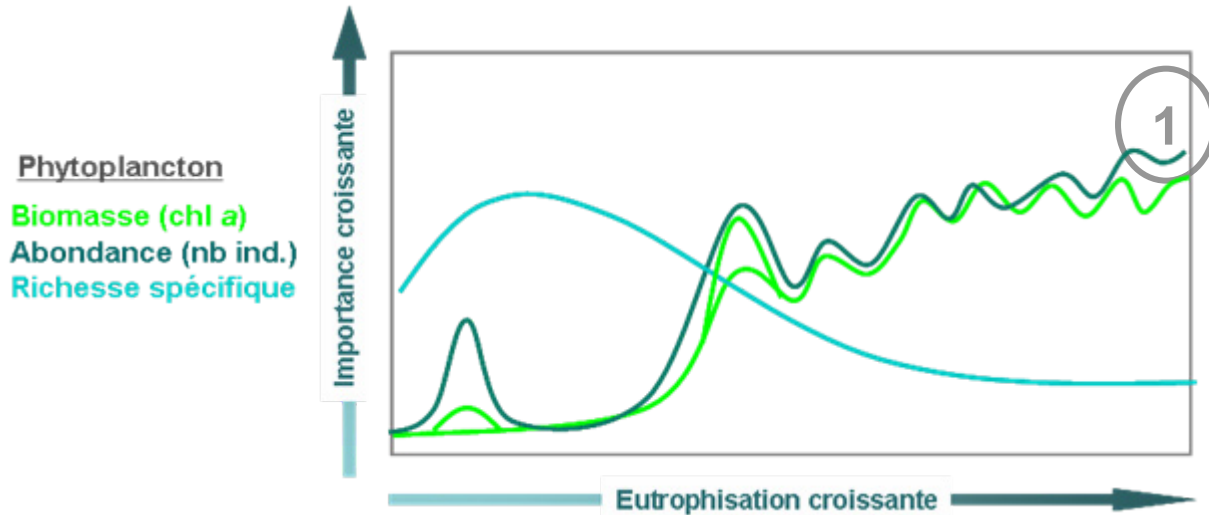
Déterminisme du développement des microphytes

Phytoplancton

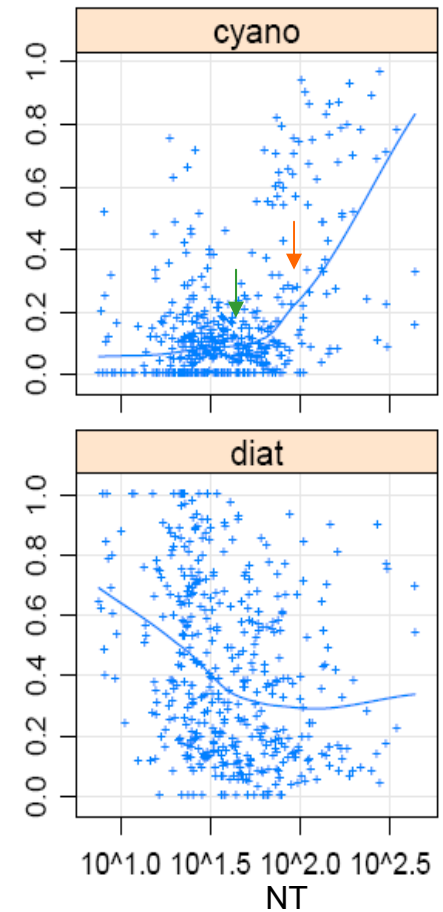
Biomasse (chl *a*)
Abondance (nb ind.)
Richesse spécifique



Déterminisme du développement des microphytes

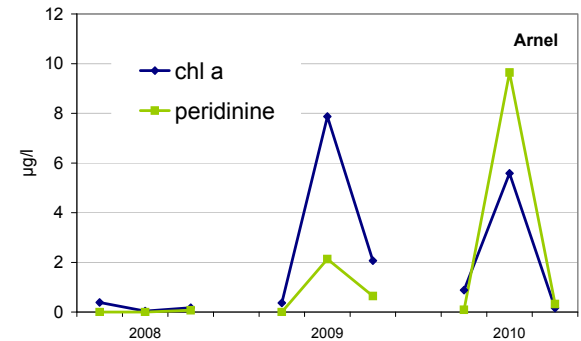
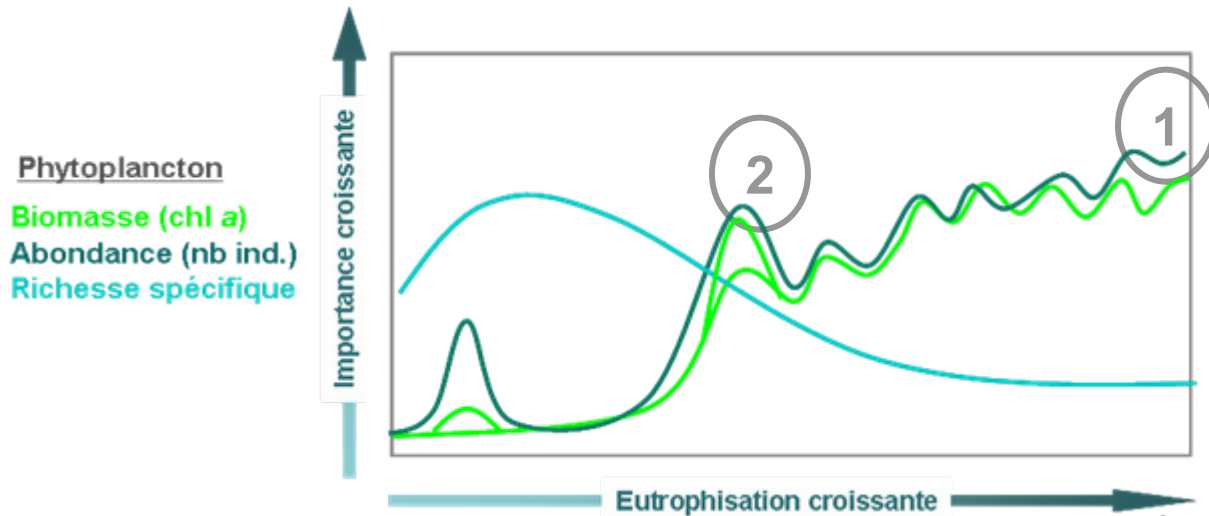


1. Niveau d'eutrophisation / prédominance de groupes phytoplanctoniques



Or : relation linéaire entre picophytoplancton et zéaxanthine (marqueur cyanophycées en milieu eutrophe)
 $R^2 : 0.76, p < 0.1$

Déterminisme du développement des microphytes



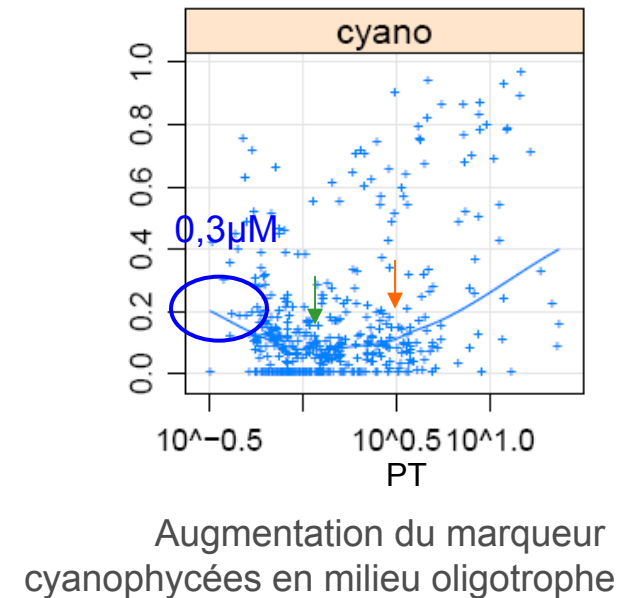
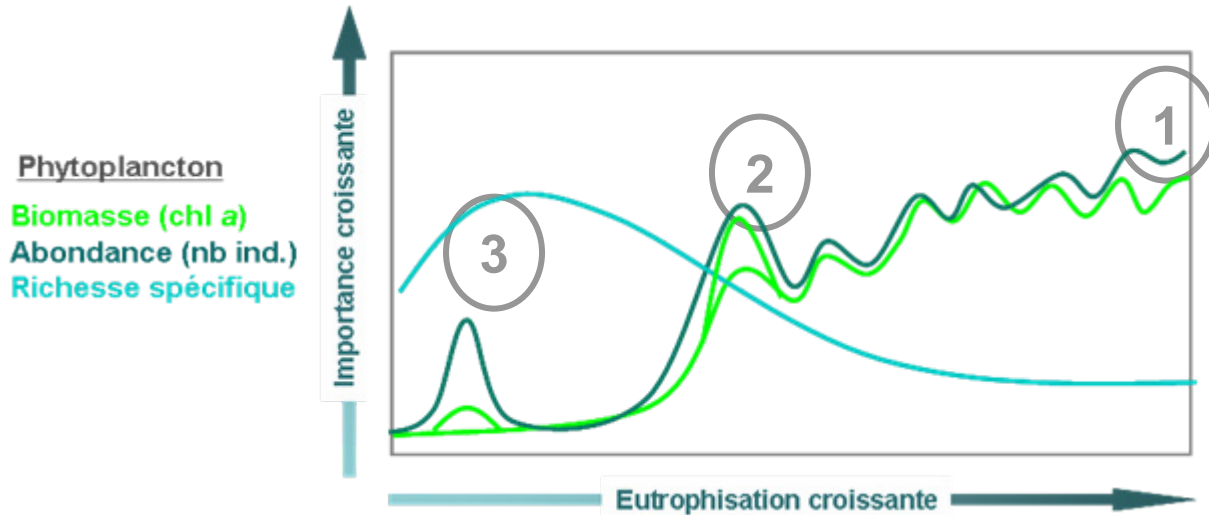
Arnel : [chl a] associée à un bloom de grosses cellules de dinoflagellés (faible nb de cellules de nanophytoplancton)

1. Niveau d'eutrophisation / prédominance de groupes phytoplanctoniques
2. Bloom spécifique associé ou non à une augmentation du nombre de cellules

RSL

- méthode de détection : cytométrie (max 20 µm)

Déterminisme du développement des microphytes

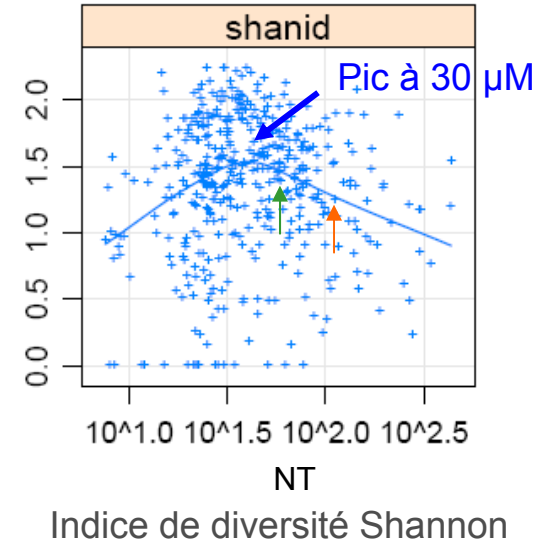
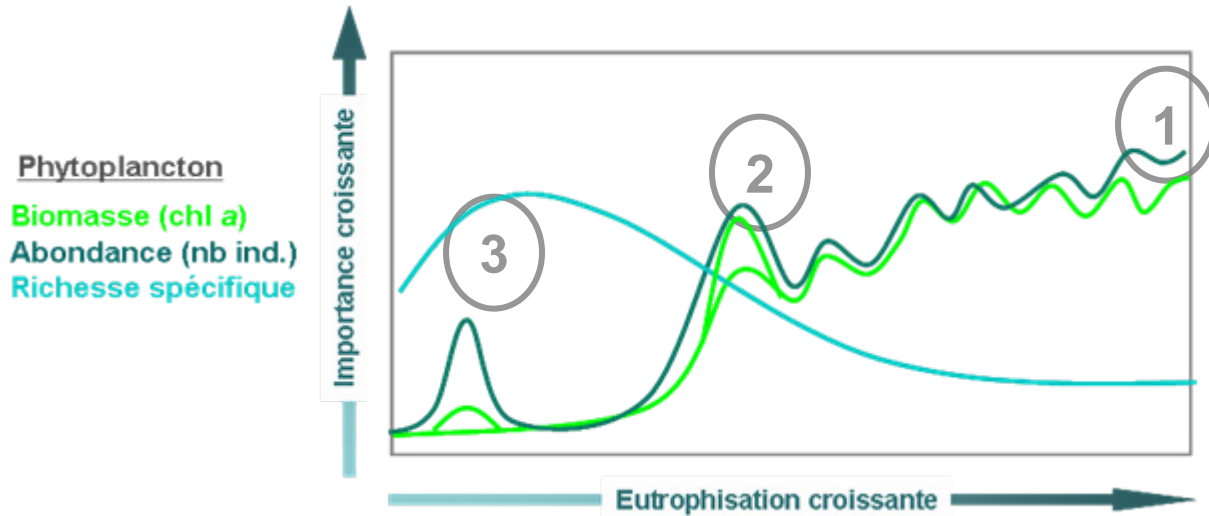


1. Niveau d'eutrophisation / prédominance de groupes phytoplanctoniques
2. Bloom spécifique associé ou non à une augmentation du nombre de cellules
3. Changement des communautés phytoplanctoniques / états physiologiques

RSL

- méthode de détection : cytométrie (max 20 μm)
- seuil pico / nanophytoplancton
- Suivi estival (relargage P sed, luminosité, fin de blooms printaniers)

Déterminisme du développement des microphytes

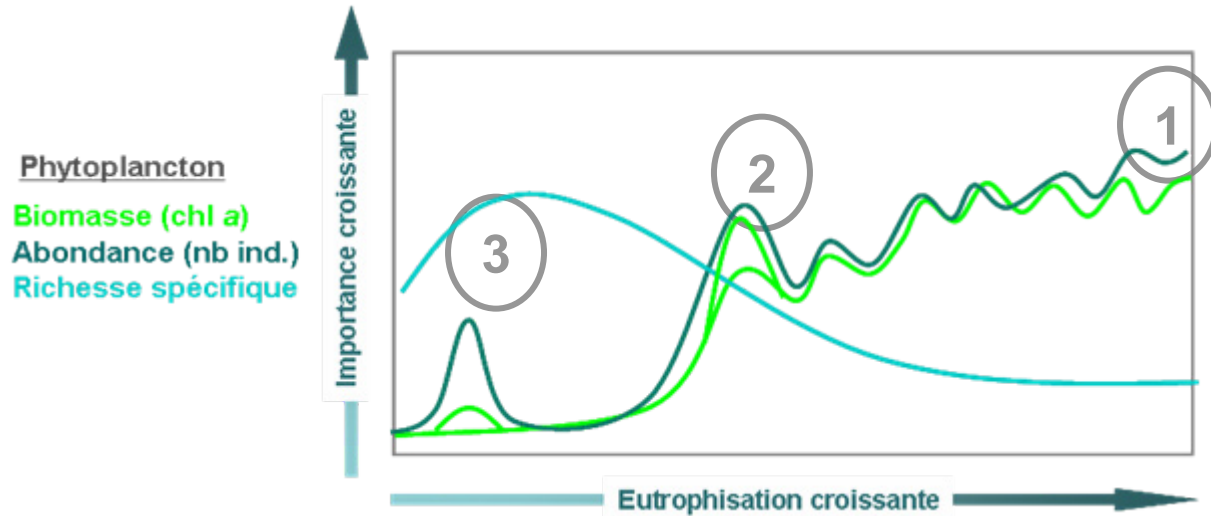


1. Niveau d'eutrophisation / prédominance de groupes phytoplanctoniques
2. Bloom spécifique associé ou non à une augmentation du nombre de cellules
3. Changement des communautés phytoplanctoniques / états physiologiques

RSL

- méthode de détection : cytométrie (max $20 \mu\text{m}$)
- seuil pico / nanophytoplancton
- Suivi estival (relargage P sed, luminosité, fin de blooms printaniers)

Déterminisme du développement des microphytes



RSL

- Suivi phytoplancton RSL bâti pour des lagunes en voie de dégradation
- Bloom souvent la conséquence d'un événement particulier !
- Le suivi estival ne permet pas de répondre à toutes les questions

Le diagnostic macrophytes

- Complémentarité des diagnostics du RSL
 - Le compartiment macrophytes est extrêmement intégrateur des perturbations liées à l'eutrophisation
 - Il permet de mettre en évidence des perturbations ponctuelles ; le diagnostic de la colonne d'eau est soumis à une plus forte variabilité
 - Spatialisé, il permet de mettre en évidence des perturbations à l'échelle locale
- Fort intérêt des suivis macrophytes aux exutoires + surveillance des macrophytes lors des suivis FILMED

