

Projet ONEMA 2012 - 2013

L'indice de composition phytoplanctonique IC_{Medit} : état d'avancement, besoins et perspectives

Anne GOFFART

I. OBJECTIFS

- Développer un indice de composition qui utilise la **signature pigmentaire** du phytoplancton comme méthode de détermination rapide de la composition des communautés
- Valider l'indice $I_{C\text{ MEDIT } 2010}$ élaboré dans la première phase du projet dans un nombre restreint de sites corses
- Si nécessaire, faire évoluer l'indice $I_{C\text{ MEDIT}}$ pour quantifier au mieux les **altérations de la succession saisonnière** d'une sélection de groupes phytoplanctoniques en conservant le côté opérationnel de l'indice.

2. ANALYSES PIGMENTAIRES PAR HPLC

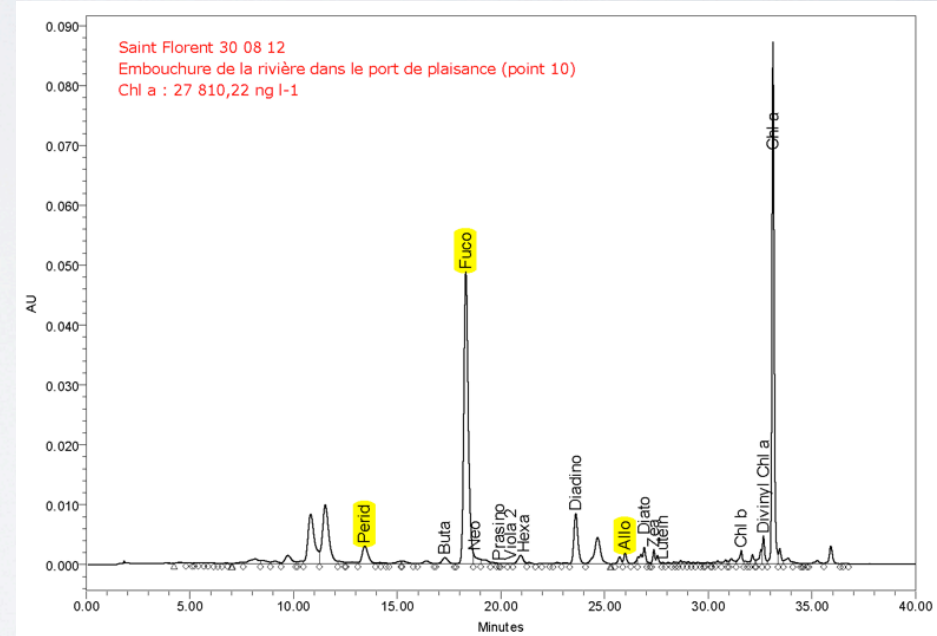
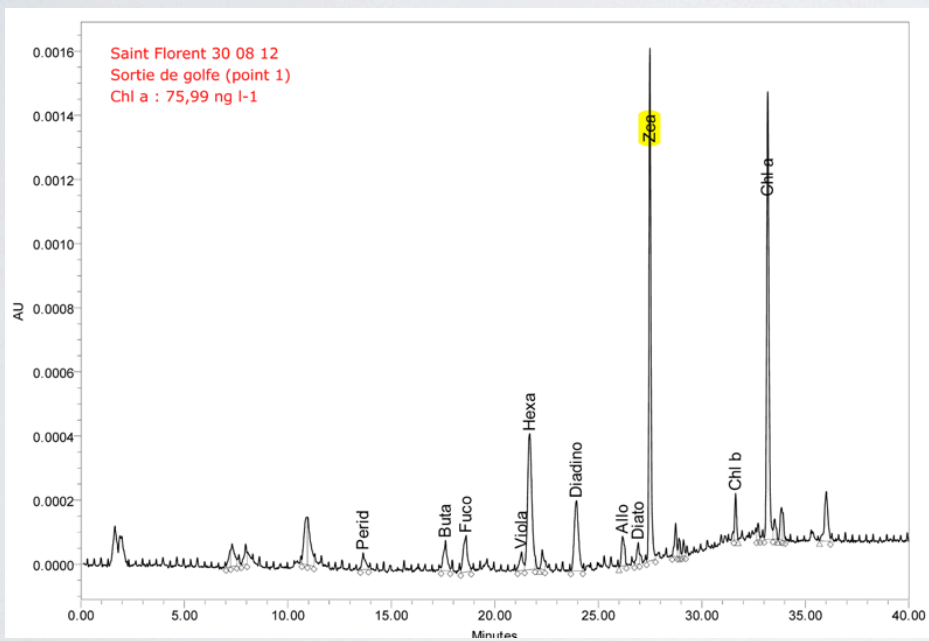
RAPPEL

Chémotaxonomie : utilisation de la signature pigmentaire du phytoplancton comme traceurs des différents groupes phytoplanctoniques

Avantages :

- rapidité des analyses (40 min / éch)
- informations sur toutes les classes de taille
- biomasse totale et composition
- niveau d'information taxonomique suffisant pour la DCE

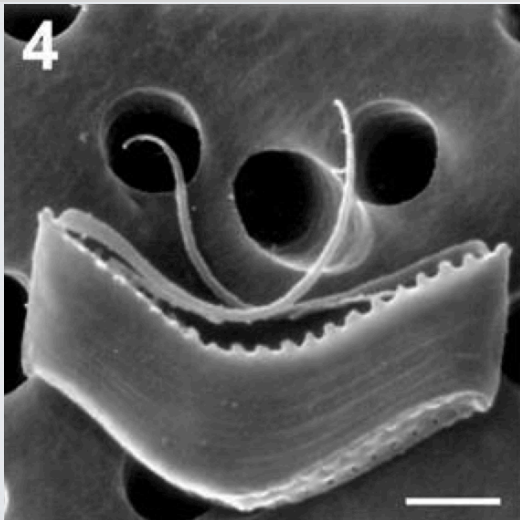
2. ANALYSES PIGMENTAIRES PAR HPLC



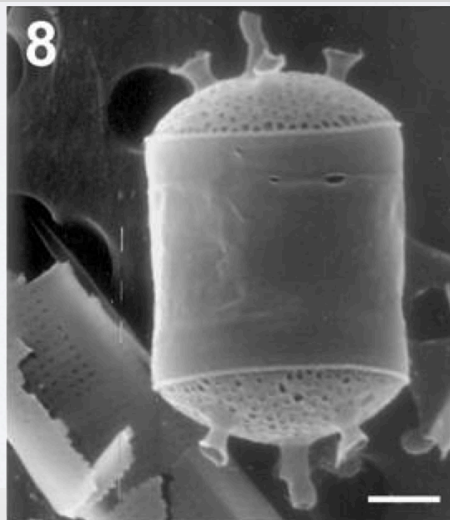
3. NOUVEAUX ÉLÉMENTS CONFIRMANT L'INTÉRÊT DES ANALYSES PIGMENTAIRES

NEW

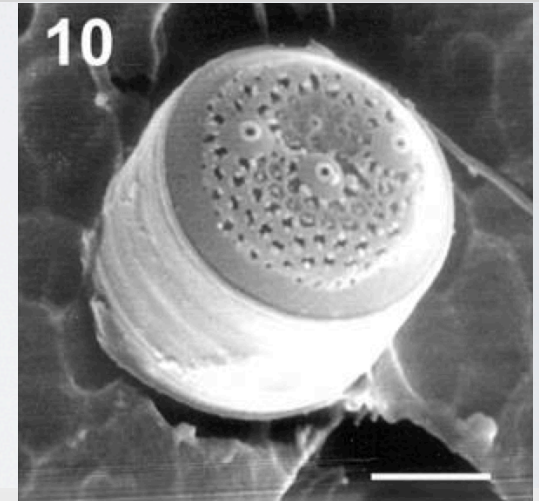
Les travaux récents montrent que même les diatomées, classiquement considérées comme faisant partie microphytoplancton ($> 20 \mu\text{m}$), couvrent toutes les classes de taille



4 : *Arcocellulus mammifer*



8 : *Minidiscus comicus*



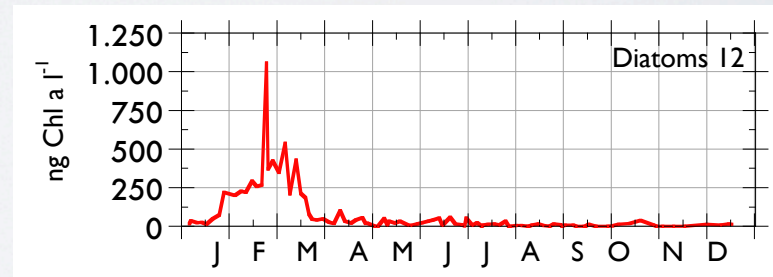
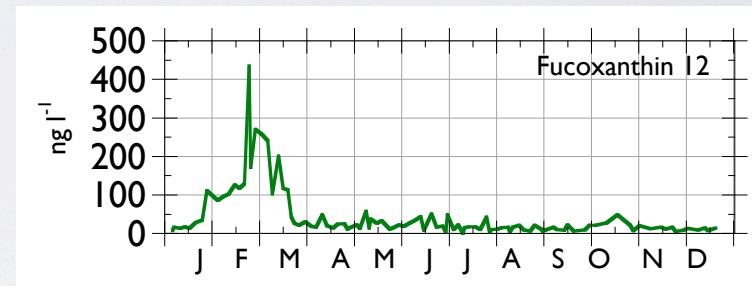
10 : *Minidiscus trioculatus*

Scale bars : 1 micron, Mediterranean diatoms, from Percopo et al 2011

4. CONCENTRATIONS EN PIGMENTS DIAGNOSTIQUES OU CHEMTAX ?

- Characterizing the pigment content by HPLC is highly reproducible → ng l^{-1}
- Posterior interpretation of the community composition with the CHEMTAX programme requires a high level of expertise, is more subjective and dependent of the input matrix

→ $\text{ng Chl a diatoms l}^{-1}$



4. CONCENTRATIONS EN PIGMENTS DIAGNOSTIQUES OU CHEMTAX ?

- CHEMTAX

Les matrices de ratios pigment / chlorophylle varient avec la saison et la profondeur



Réserver l'utilisation de CHEMTAX pour des études pointues

	Chl c_2	Per	19'But	Fuco	Pras	19'Hex	Allo	Zea	Chl b
Cryptophyceae									
Bloom	0.36	–	–	–	–	–	0.62	–	–
Post-bloom	0.30	–	–	–	–	–	0.67	–	–
Stratification	0.37	–	–	–	–	–	0.74	–	–
Bacillariophyceae									
Bloom	0.36	–	–	0.75	–	–	–	–	–
Post-bloom	0.12	–	–	0.87	–	–	–	–	–
Stratification	0.22	–	–	0.70	–	–	–	–	–
Dinophyceae									
Bloom	0.38	0.65	–	–	–	–	–	–	–
Post-bloom	0.52	0.38	–	–	–	–	–	–	–
Stratification	0.31	0.71	–	–	–	–	–	–	–
Prymnesiophyceae									
Bloom	0.23	–	–	0.17	–	0.72	–	–	–
Post-bloom	0.18	–	–	0.28	–	0.42	–	–	–
Stratification	0.22	–	–	0.03	–	1.01	–	–	–
Pelagophyceae									
Bloom	0.45	–	0.78	0.27	–	–	–	–	–
Post-bloom	0.16	–	0.90	0.31	–	–	–	–	–
Stratification	0.27	–	0.97	0.03	–	–	–	–	–
Prasinophyceae									
Bloom	–	–	–	–	0.12	–	–	–	0.40
Post-bloom	–	–	–	–	0.09	–	–	–	0.58
Stratification	–	–	–	–	^a	–	–	–	0.79
Synechococcus spp.									
Bloom	–	–	–	–	–	–	–	0.63	–
Post-bloom	–	–	–	–	–	–	–	0.66	–
Stratification	–	–	–	–	–	–	–	0.72	–

^aConcentrations of prasinoxanthin were too low to be included in the analyses

5. INDICES DE COMPOSITION PHYTOPLANKTONIQUE RÉCENTS

Garmendia et al 2012

- synthèse bien faite mais pas de vraie nouveauté

PhyMED index, Pachès et al 2012

- idée de départ intéressante : « Every available phytoplankton variable has been correlated to the total phosphorus, with the aim of observing which variables is correlated with pressure »
- indice développé en Méditerranée (région de Valence, Espagne) en utilisant des données de comptages
- phosphore total utilisé comme mesure de la pression anthropique

Mais ...

- les méthodes de calcul et de détermination des seuils ne sont pas claires
- percentiles 50
- comptages au microscope des picocyanobactéries ???

5. INDICES DE COMPOSITION PHYTOPLANKTONIQUE RÉCENTS

ISS-Phyto, Lugoli et al 12

- ISS-Phyto : integrates simple size spectra metrics, size class sensitivity to anthropogenic disturbance, phytoplankton biomass (chlorophyll a) and taxonomic richness thresholds
- l'idée de l'indice de pression est intéressante, mais dans le papier, les pressions varient de la Baltique à l'Italie ...

6. INDICE DE COMPOSITION $I_{C\text{MEDIT}}$

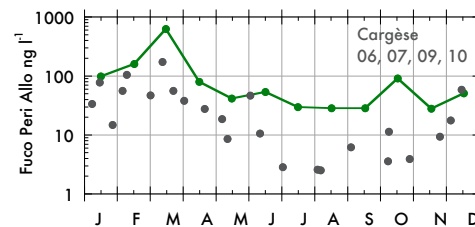
Idée de départ

- Establishment of a causal relationship between pressure drivers and phytoplankton composition response

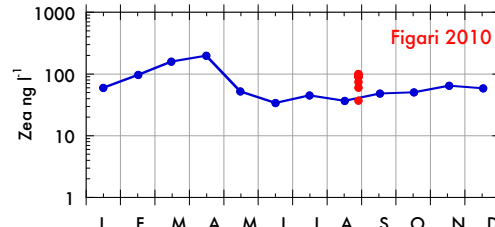
Stratégie

- Analyse de la variation temporelle de la composition du phytoplancton des sites de référence (Calvi - suivi DCE haute fréquence - et Sud Bastia)
- Construction de courbes de référence qui décrivent l'évolution saisonnière de la biomasse des groupes retenus
- Positionnement sur la courbe de référence des données des masses d'eau à évaluer

DiDiCry



CYANOS



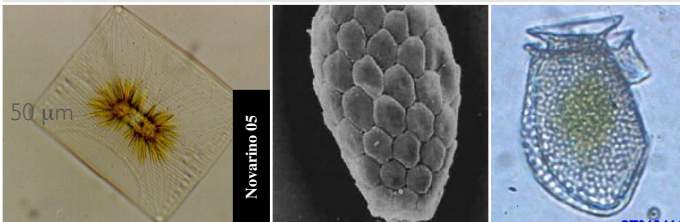
Courbes de référence de Calvi (lignes continues) et positionnement des données des masses d'eau à évaluer (P90 mensuel max + 25 %) - indice $I_{C\text{Medit}}$ 2010

6. INDICE DE COMPOSITION $I_{C\text{MEDIT}}$

Stratégie

- En 2010, choix de 2 grands ensembles phytoplanctoniques sur base de leur rôle dans l'écosystème côtier méditerranéen et de leurs préférences trophiques

DiDiCry

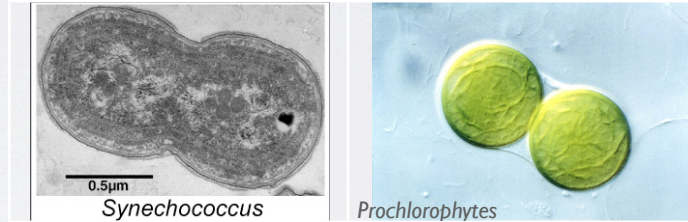


Diatomées Cryptophycées Dinoflagellés

Fucoxanthine Alloxanthine Péridinine

PRODUCTION NOUVELLE

CYANOS



www.whoi.edu

www.comenius.susqu.edu

Cyanobactéries

Zéaxanthine

PRODUCTION RÉGÉNÉRÉE

6. INDICE DE COMPOSITION $I_{C\text{ MEDIT}}$

Objectifs 2012 - 2013

- Etudier la réponse des communautés phytoplanctoniques à des forces de pression ciblées mais non quantifiées dans des masses d'eau caractérisées par un gradient croissant d'eutrophisation
- Valider l'indice $I_{C\text{ MEDIT}}$ élaboré dans la première phase du projet (indice élaboré sur base des données pigmentaires d'un nombre restreint de sites corses) et le faire évoluer si nécessaire

Volet
corse - STARESO
et ULg

Volet
continent - Ifremer
de Toulon

6. INDICE DE COMPOSITION $I_{C\text{ MEDIT}}$

Actions

- Acquisition de données dans des sites corses soumis à des pressions spécifiques (e.g. aquaculture, mouillages forains, apports fluviaux) ou à des pressions multiples (tourisme, activité portuaire) en 2012 - 2013



Suivi haute fréquence de Calvi - DCE

Echantillonnage ONEMA 12 - 13
Saint Florent, Figari, Campomoro
Sud Bastia, Sant' Amanza

Echantillonnage complémentaire
Vieux Port de Bastia



6. INDICE DE COMPOSITION $I_{C\text{ MEDIT}}$

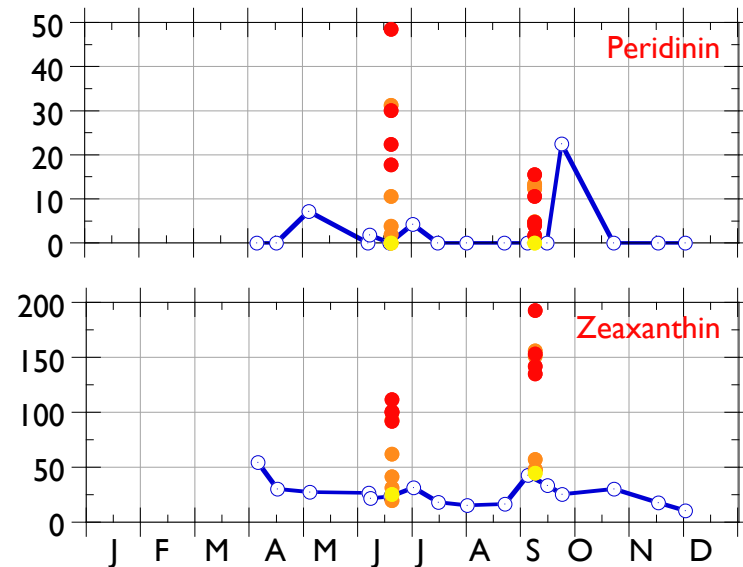
Actions

- Taux réalisation du volet corse :
 - prélèvements : 100 %
 - analyses pigmentaires : 100 %
 - dosages des sels nutritifs : 80 %
 - interprétation et validation de l'indice : 90 %
- Taux réalisation du volet continent :
 - prélèvements : 100 %
 - analyses pigmentaires : voir avec l'Ifremer
 - dosages des sels nutritifs : voir avec l'Ifremer
 - interprétation : voir avec l'Ifremer

6. INDICE DE COMPOSITION $I_{C\text{MEDIT}}$

Résultats

- Exemples de réponses des communautés phytoplanctoniques aux pressions : aquaculture



Evolution temporelle des concentrations en pigments diagnostiques à Bastia (2012) et Sant' Amanza (19 06 12 & 26 08 10, ng l⁻¹)

Ligne continue : Bastia 2012

Points rouges : aquaculture de Sant' Amanza

Points oranges : golfe de Sant' Amanza

Points jaunes : sortie de golfe de Sant' Amanza

6. INDICE DE COMPOSITION $I_{C\text{MEDIT}}$

Résultats

- Exemples de réponses des communautés phytoplanctoniques aux pressions : zone humide en fond de golfe et aquaculture en fin d'exploitation



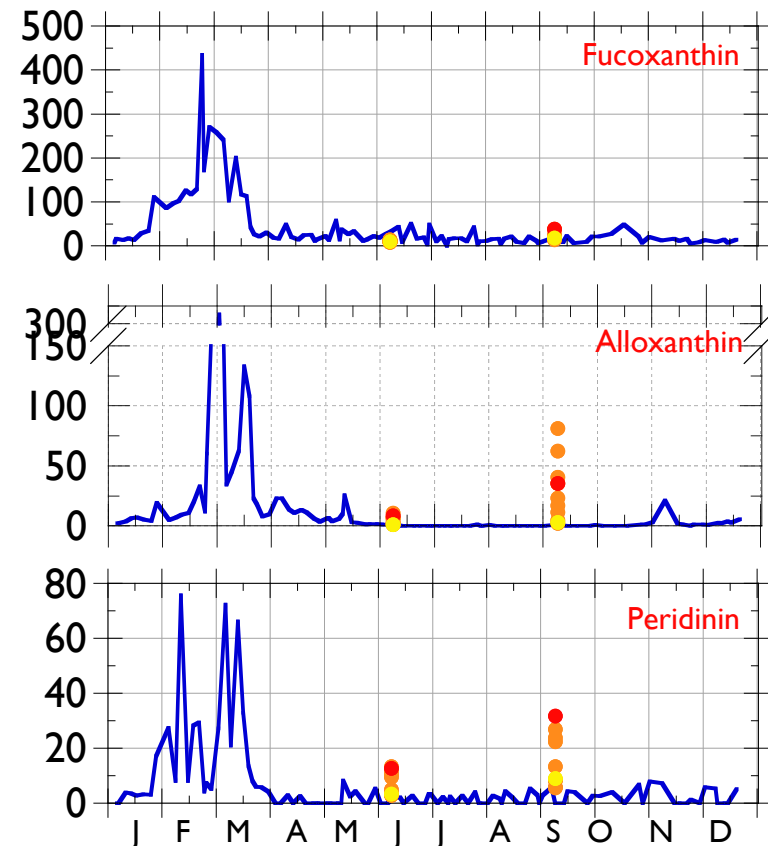
Evolution temporelle des concentrations en pigments diagnostiques à Calvi et Figari (ng l⁻¹, données 2012)

Ligne continue : suivi haute fréquence de Calvi

Points rouges : Figari fond de golfe

Points oranges : Figari

Points jaunes : Figari sortie de golfe



6. INDICE DE COMPOSITION $I_{C\text{MEDIT}}$

Résultats

- Exemples de réponses des communautés phytoplanctoniques aux pressions : pressions multiples

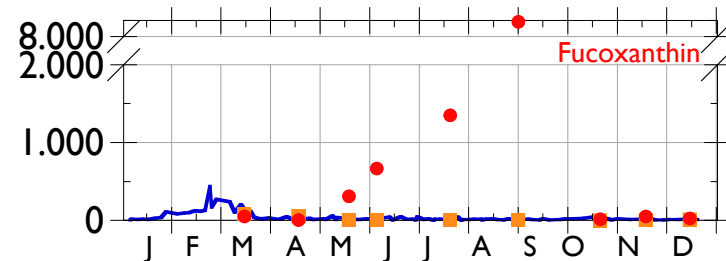
Saint Florent : suivi annuel (fond et sortie de golfe)

Evolution temporelle des concentrations en pigments diagnostiques à Calvi et Saint Florent (ng l⁻¹, données 2012)

Ligne continue : suivi haute fréquence de Calvi

Points rouges : Saint Florent, fond de golfe

Points oranges : Saint Florent, sortie de golfe



6. INDICE DE COMPOSITION $I_{C\text{ MEDIT}}$

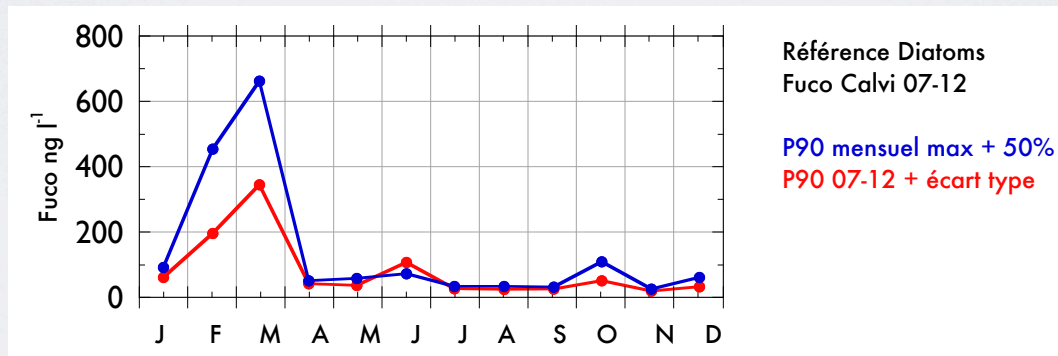
Evolution de l'indice

- Les prélèvements complémentaires réalisés en Corse en 2012 - 2013 ont confirmé le choix des pigments retenus pour la construction de l'indice $I_{C\text{ MEDIT}}$ mais ont souligné le besoin de considérer les pigments séparément : les 3 pigments associés dans le groupe DiDiDry ne répondent pas forcément simultanément.
- Le nouvel indice de composition $I_{C\text{ MEDIIT}}$ est composé de 4 sous-indices (au lieu de 2 dans la première version) : DIATOMS, DINOS, CRYPTOS ET CYANOS.
- D'autres groupes phytoplanctoniques que ceux retenus varient en fonction des forces de pression, mais ils sont présents en très faibles biomasses ou varient de façon beaucoup moins sélective.

6. INDICE DE COMPOSITION $I_{C\text{ MEDIT}}$

Calcul des courbes de référence

- Méthode 1 (exemple DIATOMS)
 - Pour chaque ensemble, et pour chacune des années 1 à 6 (plan de gestion), les P_{90} mensuels sont calculés (12 valeurs par an)
 - Pour chaque mois, le P_{90} mensuel maximum est conservé
 - Une marge de sécurité de 50 % est ajoutée.

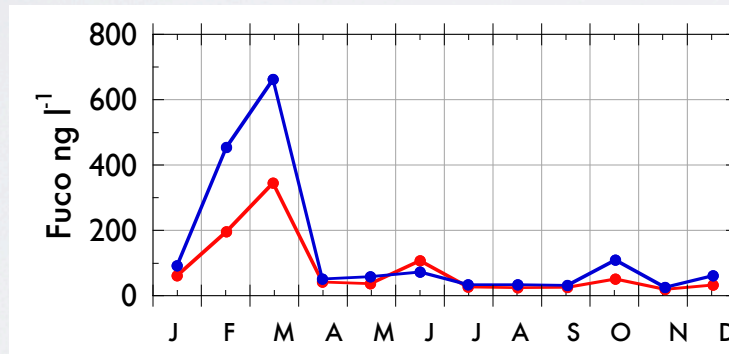


- Méthode 2 (exemple de DIATOMS)
 - Pour chaque ensemble, et pour un plan de gestion, les P_{90} mensuels sont calculés (12 valeurs par an)
 - L'écart type mensuel est ajouté.

6. INDICE DE COMPOSITION $I_{C\text{MEDIT}}$

Calcul des courbes de référence

- Méthode 1 (exemple DIATOMS)
 - Pour chaque ensemble, et pour chaque année, les P_{90} mensuels sont calculés (12 valeurs par an)
 - Pour chaque mois, le P_{90} mensuel maximum est conservé
 - Une marge de sécurité de 50 % est ajoutée.



Référence Diatoms
Fuco Calvi 07-12

P90 mensuel max + 50%

P90 07-12 + écart type mensuel

Quelle méthode choisir ?

Sens d'un point de vue statistique ?

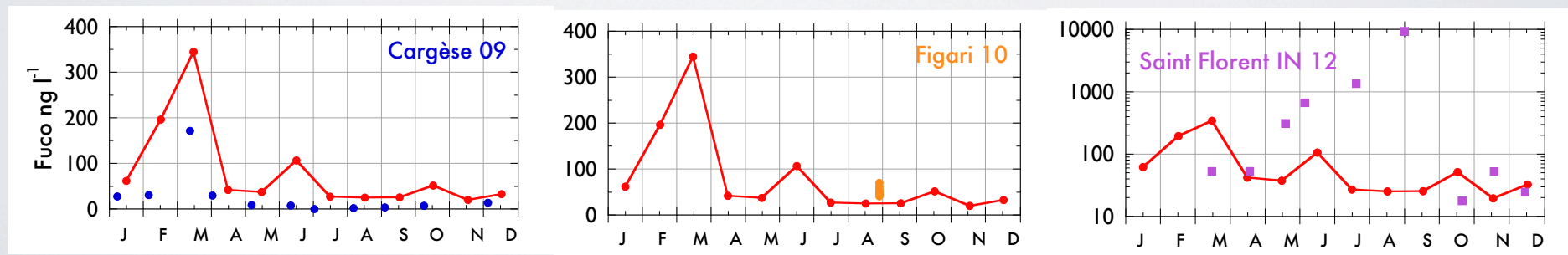
Nombre de points par mois constant ?

- Méthode 2 (exemple de DIATOMS)
 - Pour chaque ensemble, et pour un plan de gestion, les P_{90} mensuels sont calculés (12 valeurs par an)
 - L'écart type mensuel est ajouté.

6. INDICE DE COMPOSITION $I_{C\text{ MEDIT}}$

Définition de l'indice et seuils

- L'indice de composition $I_{C\text{ MEDIT}}$ est composé de quatre sous-indices : DIATOMS, DINOS, CRYPTOS et CYANOS
- Chaque sous-indice est défini comme le pourcentage du nombre de points situés à l'extérieur de la courbe de référence de l'évolution saisonnière de l'ensemble correspondant
- L'indice de composition final est la moyenne des quatre sous-indices. Idéalement, les courbes de référence doivent être réalisées sur 6 ans (un plan de gestion) de mesures haute fréquence



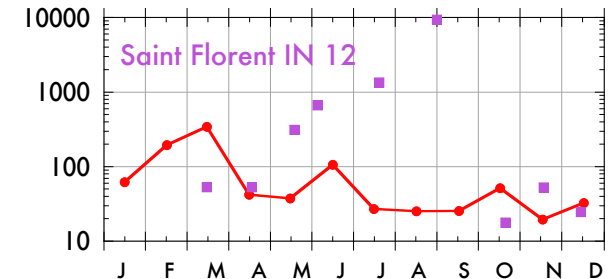
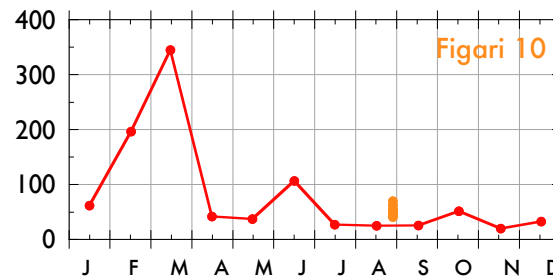
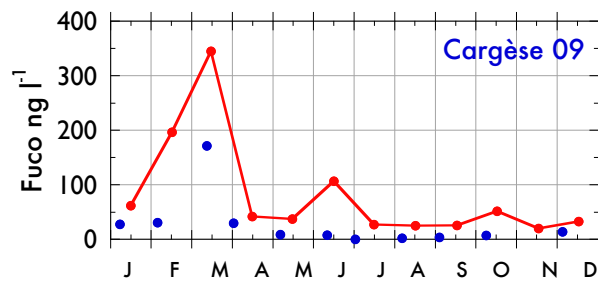
Courbe de référence de Calvi (07 - 12, méthode de calcul 2)

6. INDICE DE COMPOSITION $I_{C\text{MEDIT}}$

Définition de l'indice et seuils

- Choix arbitraire des seuils pour coller à un feeling de qualité (même démarche que Devlin et al 08)

Etat	Nombre de points situés à l'extérieur de la courbe de référence associée à un ensemble phytoplanctonique (DIDICRY ou CYANOS)
Très bon	< 15 %
Bon	< 25 %
Moyen	< 35 %
Médiocre	< 45 %
Mauvais	> 45 %



Courbe de référence de Calvi (07 - 12, méthode de calcul 2)

7. RELATION PRESSIONS - PIGMENTS RETENUS POUR $I_{C\text{ MEDIT}}$

Première approche

- Corrélations significatives entre les pigments retenus pour $I_{C\text{ MEDIT}}$ et les concentrations en NO_2 - test de **SPEARMAN** (toutes données, toutes saisons, $n = 266$)
- Corrélations significatives entre les pigments retenus pour $I_{C\text{ MEDIT}}$ et les concentrations en NH_4 - test de **PEARSON** (toutes données, toutes saisons, $n = 266$)

Variables	Groupes associés	r NO_2	p-values
TChl a		0,44	< 0,0001
Péridinine	Dinoflagellés	0,35	< 0,0001
Fucoxanthine	Diatomées	0,44	< 0,0001
Alloxanthine	Cryptophycées	0,49	< 0,0001
Zéaxanthine	Cyanobactéries	-	-

Variables	Groupes associés	r NH_4	p-values
TChl a		-	-
Péridinine	Dinoflagellés	-	-
Fucoxanthine	Diatomées	-	-
Alloxanthine	Cryptophycées	-	-
Zéaxanthine	Cyanobactéries	0,43	< 0,0001

Les valeurs présentées sont différentes de 0 à un niveau de signification $\alpha = 0,05$

7. RELATION PRESSIONS - PIGMENTS RETENUS POUR $I_{C\text{ MEDIT}}$

Première approche

- The water column nutrients may not necessarily correlate with a biological impact (e.g. Cloern 01; Li et al 10, Devlin et al 11; Garmendia et al 12). For example, low nutrient concentrations in the water column can be either related to a high uptake by phytoplankton and its growth; or related to balanced nutrients and phytoplankton concentrations.
- Essayer de corrélér les variations des différents groupes phytoplanctoniques avec un **index de pression ???**

8. CONCLUSIONS

- La technique des pigments a permis de construire un indice de composition qui réagit aux principales forces de pression qui agissent sur les eaux côtières corses
- Les relations claires entre la composition du phytoplancton (au niveau des groupes taxonomiques majeurs) et les pressions anthropiques doivent être clarifiées