



STRUCTURE ET FONCTIONNEMENT DES ECOSYSTEMES PELAGIQUES MARINS

CAMPAGNE D'ECHANTILLONNAGE EN RADE DE MARSEILLE OCTOBRE 2005

**NOE Vincent
SEGUIN Claire**

1) Introduction

Une campagne d'échantillonnage a été réalisée dans la rade de Marseille durant la semaine du 3/10/05 au 6/10/05 au niveau de deux sites : FRIOULES et SOFCOM, suivies de plusieurs séances de travaux pratiques à la station marine d'Endoume.

Le but de cette campagne d'échantillonnage et de ces TP est de définir à travers différents dispositifs de mesures, le profil (conductimétrie, température et profondeur) et la composition planctonique de deux sites d'échantillonnage.

Après les différentes analyses effectuées, il sera alors possible de comparer les résultats obtenus par les différents groupes de TP, pour les deux stations d'échantillonnage. Ces résultats obtenus sur plusieurs jours et à des moments différents de la journée permettront d'évaluer l'évolution du système, et les paramètres qui rentrent en compte de ces changements.

2) Matériels et Méthodes

1° Lors de l'échantillonnage

Trois appareils de mesures ont été utilisés afin d'effectuer plusieurs prélèvements à des finalités différentes :

a) La sonde CTD (Conductivity, temperature, depth)

✦ Constitution de la sonde

- ◆ Cellule de conductivité : C'est une cellule en verre composée de trois électrodes et qui fonctionne avec une pompe permettant de faire entrer et sortir l'eau à mesurer.
- ◆ Capteur de température : permet de mesurer la température à différentes profondeurs. Ce capteur est recouvert de silicone permettant ainsi de le protéger du contact direct avec l'eau de mer.
- ◆ Capteur de lumière : Ce capteur permet de mesurer les radiations lumineuses entre 400 et 700 nm (dans le visible). Ces radiations sont celles utilisées le plus efficacement lors de la photosynthèse, elles sont appelées « PAR » (photosynthetically available radiation). Le capteur est représenté sous forme d'une petite boule en téflon qui capte sur tout ces côtés la lumière et qui ensuite la concentre.
- ◆ Capteur de pression : Permet de mesurer la pression de l'eau à différentes profondeurs.
- ◆ Capteur de salinité : Permet d'évaluer la salinité à différentes profondeurs.
- ◆ Fluorimètre : Représentés par un tube en verre qui permet d'évaluer la quantité de pigments phytoplanctoniques (chlorophylle a) et donc le nombre de cellules phytoplanctoniques.

✦ Utilisation de la sonde

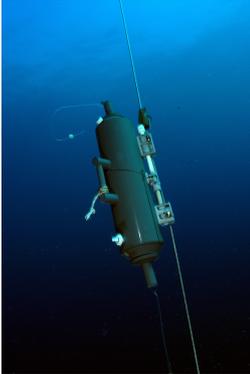
- Dans un premier temps il faut immerger la sonde à 2m pendant environ 2 minutes
- Ensuite elle doit être remontée à la surface afin d'effectuer une calibration
- Puis elle est de nouveau immergée, à la profondeur voulue pour le prélèvement
- Enfin les données reçues au niveau de la sonde sont transmises et traduites par un ordinateur (directement à bord du navire).

✦ Sites et prélèvements :

- ↳ Station SOF-COM
 - mesure effectuée à 55m de fond
- ↳ Station FRIOUL
 - mesure effectuée à 35m de fond

b) La bouteille NISKIN

✦ Constitution et utilisation de la bouteille



Cette bouteille a été utilisée pour des prélèvements de phytoplancton. C'est une bouteille en PVC, ouverte aux deux extrémités, et reliée à un câble. La bouteille est mise à l'eau « armée » donc ouverte, jusqu'à la profondeur voulue afin de prélever l'échantillon d'eau, puis pour la fermer, un poids est accroché au câble, et va glisser le long de ce dernier afin de fermer la bouteille une fois le prélèvement effectué.

✦ Sites et prélèvements :

↳ Station SOF-COM

-Trois prélèvements ont été faits : 55m, 25m, 1m

↳ Station FRIOUL

-Deux prélèvements ont été faits : 22m, 1m

c) Le filet à plancton :

✦ Constitution et utilisation du filet :



Ce filet permet de prélever du zooplancton. Il se présente sous forme de « cône » avec une toile constituée de mailles de différents calibres retenant les organismes ayant un diamètre supérieur à cette maille. Ces organismes sont récupérés dans un collecteur. C'est donc en fonction de la nature du prélèvement à effectuer que le diamètre de la maille est choisi (ici du zooplancton donc maille de 200 μ m, filet WP2).

✦ Sites et prélèvement :

↳ Station SOF-COM

- prélèvement vertical (bateau arrêté, filet plongé à une certaine profondeur puis remonté).

↳ Station FRIOUL

- prélèvement horizontal durant 10 minutes (bateau en marche qui tracte le filet).

2° Lors de la manipulation

a) Mesure de chlorophylle par fluorimétrie:

La mesure de la chlorophylle a est utilisée comme indicateur de la biomasse phytoplanctonique dans les eaux naturelles.

Elle a l'avantage d'être très sensible et ne nécessite qu'un faible volume d'échantillon.

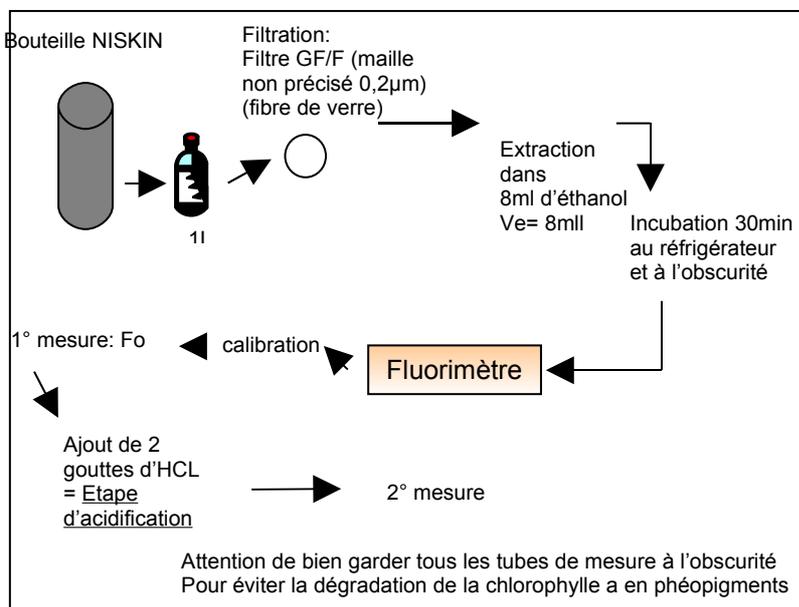
Principe et théorie :

L'échantillon est filtré et les pigments sont recueillis sur un filtre et extraits dans l'acétone à 90%. La concentration de chlorophylle a est déterminée en mesurant la fluorescence émise à une longueur d'onde de 664 nm, à la suite d'une excitation à 430 nm.

La méthode apporte une correction pour la présence de phéophytine a, laquelle absorbe à une longueur d'onde voisine de la chlorophylle a. La mesure fluorométrique est effectuée avant l'acidification (mesure de la chlorophylle a) et après une acidification qui transforme la chlorophylle a en phéophytine a, laquelle émet de la fluorescence avec moins d'intensité. Cette opération permet de corriger l'interférence de la phéophytine a sur la chlorophylle a et, du même coup, de doser la phéophytine a.

Les unités fluorométrique correspondantes peuvent alors être converties en concentrations de chlorophylle a.

Schéma récapitulatif de la manipulation

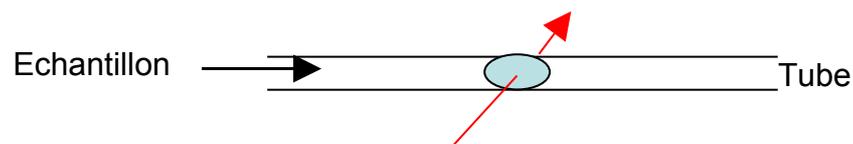


b) L'OPC = compteur optique de plancton

Cet appareil permet de compter les organismes zooplanctoniques en fonction de leur diamètre équivalent sphérique. Il réalise des spectres de taille et ne permet donc pas de faire de la taxonomie. Ce dernier comporte des caractéristiques particulières :

- Circuit fermé.
- Présence d'une pompe pour la circulation de l'eau.
- Présence de cuve avec un filtre permettant de retenir les poussières pouvant être comptées.

Principe : Rayon lumineux = 



Quand une particule passe, elle coupe le rayon (créant donc une ombre), et l'OPC détecte les différences d'intensité lumineuses ; il assimile l'ombre à une sphère, le diamètre équivalent sphérique : ESD. Ceci nous permet de donner un ordre d'idée sur la taille de la particule.

Il est important de préciser que l'OPC a un seuil de saturation au-delà de 20 coups par seconde (CPS), et il faut que le nombre d'individus comptés au total soit en dessous de 1000 / 2000, sinon le comptage ne sera pas représentatif.

La manipulation :

- L'échantillon est mis en présence de formol à 4%.
- Retrait de 1/4 de l'échantillon (précaution en cas de mauvaise manipulation).
- Retrait du formol surnageant.
- Division de l'échantillon à l'aide de la boîte de Motoda : d'une part 3/16° de l'échantillon servent la mesure à l'OPC, puis 3/16° servent à la filtration. Les autres dilutions servent au calcul de biovolume.

NB : La filtration se fait par gamme de taille à l'aide de différents ramis de maille de plus en plus petite.

c) Observations microscopiques

Plusieurs observations microscopiques ont été réalisées à l'aide de loupes binoculaires. Ces observations ont été réalisées à partir des organismes prélevés avec le filet à plancton (la veille ou le matin même selon la séance).

3) Interprétation des résultats des relevés CTD

► Les relevés de la station SOFCOM n'ont pu être effectués que durant la journée de mercredi en raison des turbulences. En effet, cette dernière se trouve en pleine mer et est plus sujette aux perturbations que la station du Frioul qui se trouve plus proche de la côte et est protégée par une barrière naturelle, un chapelet d'îles rocheuses.

a) La salinité

► La salinité varie peu tout au long des relevés. Globalement, elle oscille entre 38.1 et 38.2 de la surface au fond.

Il est à noter que sur le relevé du lundi matin au Frioul, la courbe de salinité présente un plateau entre 18 et 20 mètres, de même que la courbe des températures, confirmant ainsi la présence de la couche superficielle.

Les autres courbes ne présentent pas de tels plateaux et sont globalement verticales, ne nous permettant pas d'aller plus loin dans l'interprétation, si ce n'est que la salinité est plus ou moins constante sur la colonne d'eau de 0 à 40 m.

b) La température et la P.A.R. (Photosynthetic Active Radiation)

► Les variations de la température sont beaucoup plus importantes, tant d'un jour à l'autre que du matin à l'après midi.

Ces variations de température de la couche superficielle sont dues à la météorologie de la semaine de prélèvement. Effectivement, le vent et le degré d'ensoleillement sont les facteurs modifiant la température et l'épaisseur de la couche de mélange, en générant plus ou moins de turbulence et d'éclairement. Ainsi, il apparaît intéressant de coupler les relevés de température avec ceux de la P.A.R.

STATION DU FRIOUL

► La variation de la température de surface passe de 15.4°C à 14.7°C de lundi matin à mardi matin alors les vents importants de lundi se sont calmés le lendemain. Cependant, du côté de la P.A.R., cette dernière passe de 50 à 30. Ainsi, les vents se calmant, la couverture nuageuse s'est installée, empêchant les radiations solaires de réchauffer la surface de la mer.

Mais il est à noter que la thermocline de lundi matin se situait entre 18 et 20m et que le lendemain elle était remontée entre 4 et 6m. C'est l'interprétation dynamique de l'apaisement des vents. En effet, ces derniers ne soufflant plus aussi fort, la turbulence qu'ils entraînent était moindre et ainsi, la couche de mélange s'est réduite au 6 premiers mètres contre les 20m de la veille.

► Le mercredi matin, la température de surface était sensiblement la même que la veille (14.8°C), mais la thermocline a replongé à 18-19m. Il s'est donc passé l'inverse que précédemment ; c'est-à-dire que les vents se sont remis à souffler entre mardi et mercredi, augmentant la turbulence dans la couche superficielle, et ainsi, augmentant l'épaisseur de la couche de mélange.

Parallèlement, les valeurs de la P.A.R. passent de 30 pour mardi à 115 pour mercredi matin, traduisant la disparition de la couche nuageuse. Ceci a rendu possible le réchauffement de la surface par les radiations solaires, permettant à la température de surface de rester identique malgré le refroidissement dû aux vents.

Le mercredi après midi, la P.A.R. qui continue d'augmenter atteint 300 à l'heure du prélèvement, et la température 15.4°C. En effet, mercredi après midi le soleil était bien présent et les vents quasiment absents. Ainsi, la turbulence était moindre et la couche de mélange a pu se stratifier. En effet, on note une thermocline dans les trois premiers mètres, ainsi qu'une autre entre 11 et 14m.

STATION SOFCOM

► L'augmentation de la température au cours de la journée est plus flagrante, avec une amplitude thermique de 2.8°C entre le matin et l'après midi (on passe de 14.3 à 17.1°C) contre une amplitude de 0.6°C au Frioul. On aurait pu s'attendre à l'inverse puisqu'il paraît logique qu'un endroit relativement confiné se réchauffe plus rapidement qu'un endroit ouvert. On peut donc penser que cette station a perçu une plus grande quantité d'éclairement. En effet, la P.A.R. atteint 380 en mer, alors qu'au Frioul elle est de 300.

On peut noter une thermocline à 6m pour le matin, mais elle n'est pas flagrante. Cependant, l'après midi, la colonne d'eau se stratifie, on observe plusieurs délimitations, entre 1 et 3m, 4 et 6m, 14 et 16m, 23 et 24m

c) La fluorescence

► La quantité de fluorescence représente la quantité d'organismes photosynthétiques, c'est-à-dire de phytoplancton, présents dans la colonne d'eau.

Une première observation des valeurs, permet de dire que la quantité de phytoplancton à la surface varie inversement proportionnellement à la quantité de lumière perçue. En effet, les maxima sont relevés lors des phases de moindre ensoleillement et inversement:

1.0 mg/m³ pour une P.A.R. de 30 (au Frioul)

0.5 mg/m³ pour une P.A.R. de 300

1.2 mg/m³ pour une P.A.R. de 80 (SOFCOM)

0.2 mg/m³ pour une P.A.R. de 380

Ceci s'explique par la faculté qu'ont ces organismes d'effectuer des migrations verticales. En effet, lorsque la luminosité à leur profondeur n'est pas suffisante, ils remontent jusqu'à la couche où ils recevront suffisamment de lumière pour effectuer la photosynthèse correctement. De même, si le phytoplancton est remonté lors d'une baisse d'ensoleillement et que ce dernier augmente, le phytoplancton descendra alors dans la colonne, cherchant la quantité de lumière optimale.

La stratification concerne également les populations de phytoplancton. En effet, le relevé de mercredi après midi, au Frioul, présente une répartition des maxima à 11, 25 et 30m alors que le matin on ne note qu'un seul maximum à 15m. Ainsi, lorsque les conditions de

turbulence le permettent, les différentes populations de phytoplancton se répartissent selon leurs préférences respectives de quantités de lumière.

Cette stratification n'est pas observée lundi et mardi, les turbulences dues au vent étant un obstacle majeur à ce phénomène.

► A la station SOFCOM, on retrouve la plongée du maximum, se trouvant à 4-5m le matin, puis à 33m l'après midi. Mais ce « maximum », se répartit de façon homogène de part et d'autre de cette profondeur.

On pourrait alors penser que la température est en cause, puisque plus importante ici, mais les différences de répartition s'opèrent dans les profondeurs où la température est équivalente pour les deux stations.

Il s'agit sûrement de la turbulence, plus importante qu'au Frioul malgré l'accalmie des vents, qui empêche le phytoplancton de se stratifier d'avantage.

► couche euphotique : sa limite inférieure est définie arbitrairement par la profondeur à laquelle parvient 1% de l'intensité lumineuse de surface, mesurée dans le spectre visible (350 à 700nm). La profondeur de la couche euphotique est variable, largement conditionnée par la concentration en matière en suspension.

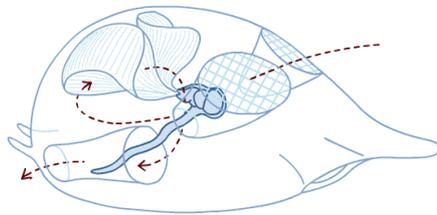
Ici, nous ne pouvons la déterminer. En effet celle-ci s'étend sur une profondeur plus importante que celle échantillonnée et n'apparaît donc pas sur les graphiques.

4) Interprétations des mesures à l'OPC et des observations microscopiques.

Lors des sorties en mer dans le golf de Marseille du début du mois d'octobre, nous avons réalisé quelques traits de filets WP2 (200 µm de vide de maille). Nous avons ensuite observé les espèces en présence à la loupe binoculaire. Les observations étaient sensiblement différentes en fonction des sorties

1° Appendiculaire

La sortie en mer de lundi 3 octobre 2005 était marquée par une forte abondance d'appendiculaires (dont beaucoup en mauvais état). Toutefois leur importance numérique décroît considérablement dans les échantillons collectés mardi mercredi de la même semaine. Les appendiculaires font partis des Urochordés. Ce sont des organismes suspensivores. Ils synthétisent une logette gélatineuse. Elle est secrétée par une glande au-dessus de la partie apicale. Cette logette est divisée en plusieurs chambres. Sa partition est assurée par la queue de l'individu. Cette dernière génère aussi un mouvement d'eau dans la logette qui permet à l'individu de filtrer l'eau de mer. La logette peut représenter plus de 20% de la taille de l'individu, ce sont donc de grands prédateurs. Leur importante logette concentre les particules en suspension. Par conséquent, l'abondance d'appendiculaire explique la faible représentation des autres espèces. Il n'y a pas de facteur évident pour les blooms de gélatineux. Ce sont des espèces à pullulation rapide, profitant des conditions environnementales favorables très rapidement.



la flèche représente les mouvements d'eau à l'intérieur de la logette

fig 1 : Appendiculaire dans sa logette :

On pourrait supposer que la météo ayant brutalement changée pendant le week-end précédant nos sorties en mer, les conditions favorables à leur prolifération n'étant plus idéales, leurs effectifs se sont considérablement réduits. Ceci expliquerait la quantité d'appendiculaire mort et de particules piégées dans du mucus observé au fond des collecteurs le mardi et mercredi.

2° Copépodes

Les copépodes représentent le groupe le plus abondant du zooplancton, comme nous nous attendions à le voir. Leur importance était moins marquée lundi, sûrement en raison de la forte prédation des appendiculaires. Cependant mardi et mercredi les copépodes représentaient plus de 75% des espèces observées

La faible quantité de copépodes observées lundi pourrait s'expliquer par la forte prédation exercée par les appendiculaires. Mardi et mercredi les appendiculaires étant nettement moins présents dans la colonne d'eau, les copépodes ont donc retrouvé leur abondance numérique normale. Au cours du TP nous avons surtout observé *Témoras* sp et *Calanus* sp. d'après Raymond Gaudy (1970), les copépodes que l'on retrouve dans les échantillon à cette époque de l'année serait *Témoras stylifera*, *Calanus minor* et *Clausocalanus arcuicornis*.

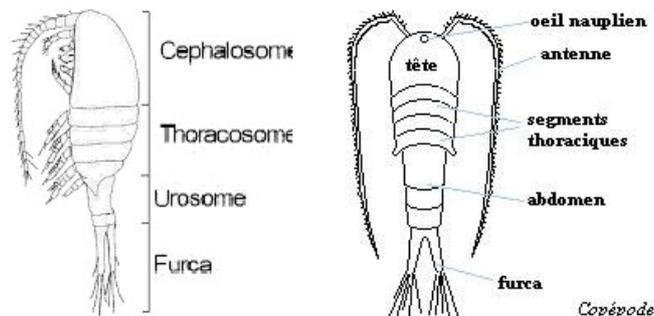


Fig 2 : Schéma d'un copépode

3° Autres espèces présentes

a) Ptéropodes

Ce sont des gastéropodes adaptés à la vie pélagiques. En effet, mis à part le nucléus (essentiellement gonades et tube digestif), ces organismes sont transparents. Il s'agit là d'une stratégie pour échapper à leurs prédateurs. La coquille est réduite et le pied a évolué en 2 nageoires (= parapodies)

Ce sont des organismes suspensivores. Leur bouche synthétise une toile de mucus qu'ils placent sur leur trompe.

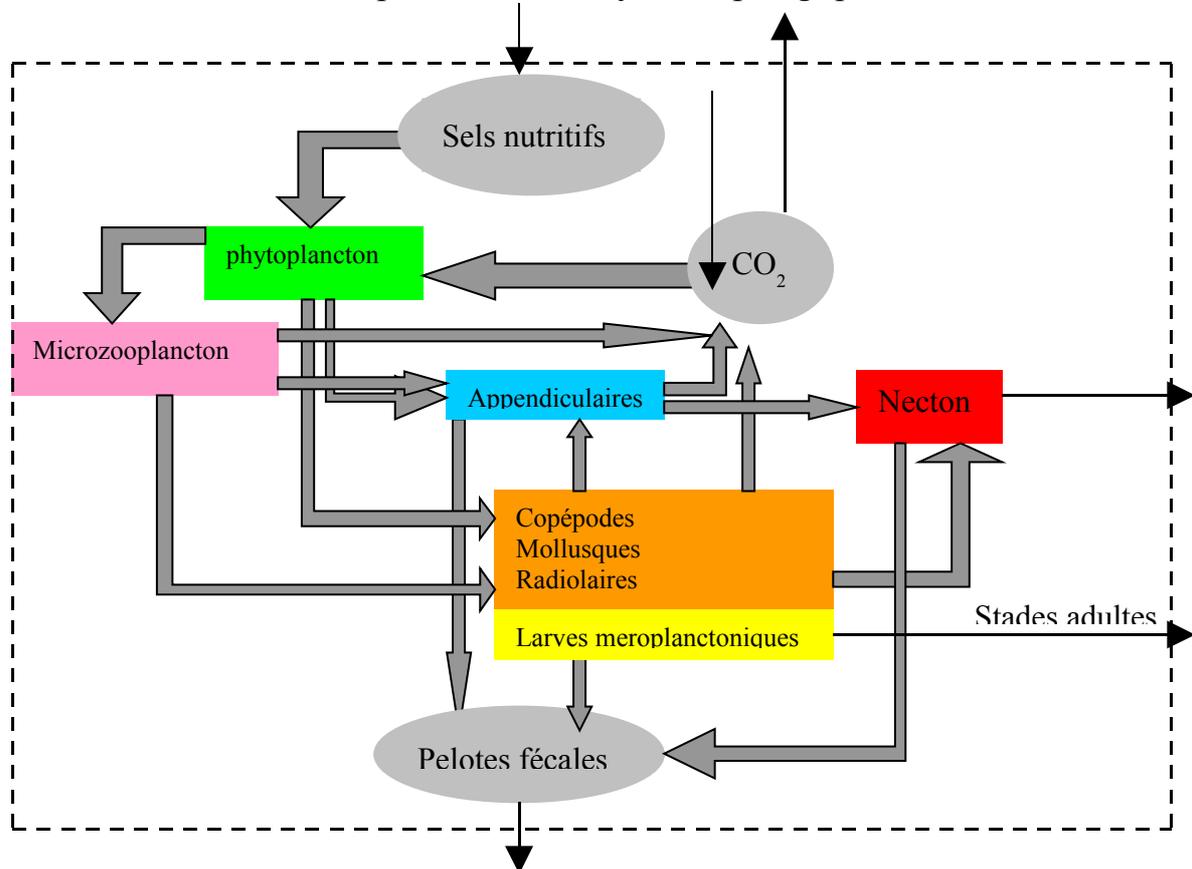
b) Radiolaires

Les radiolaires sont des organismes de petite taille (0.1 - 0.2 mm diamètre moyen). Ils possèdent un squelette à base de dioxyde de silicium SiO_2 . Ce sont le plus souvent des phytophages, ils se nourrissent de Diatomées et de Dinophycées

c) Larves méroplanctoniques

Comme tous les organismes méroplanctoniques, les larves méroplanctoniques ne restent dans le plancton que pendant leurs phases larvaires. Elles participent donc à l'exportation de matière organique hors des écosystèmes pélagiques. En effet, elles jouent un rôle important dans la dissémination des espèces notamment pour celles qui sont sédentaires ou fixées à l'état adulte.

4° Structure simplifiée de l'écosystème pélagique



5° OPC

a) Discussion sur les données

L'OPC mesure l'abondance des espèces en présence en les classant par ESD. Puisque l'échantillon analysé provient d'un trait de chalut vertical, on peut ainsi avoir un aperçu de toute la colonne d'eau. On remarque donc que les espèces de petites tailles sont beaucoup plus abondantes que celles de grandes tailles. Nous aurions pu quantifier l'abondance des espèces

en présences, puisque les copépodes appartiennent majoritairement aux 3 premières classes de tailles, les radiolaires à la première, les ptéropodes et larves de crustacées présentes à la deuxième et les appendiculaires aux 2 dernières. Ainsi les analyses à l'OPC auraient du permettre d'appuyer (quantitativement et qualitativement) les observations sous loupe binoculaire.

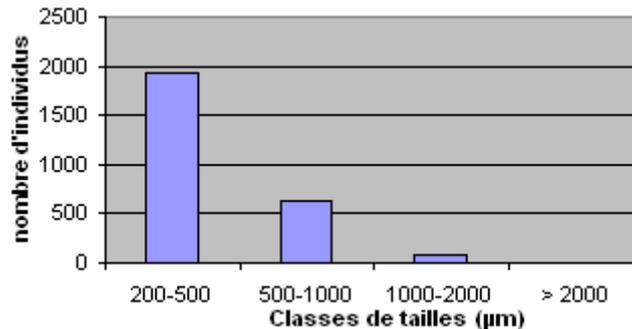


fig5 :données d'OPC regroupé par classes (lundi)

b) critique des données

Le trait de filet de lundi n'évoquant que d'assez loin la verticalité (angle 60°), les données de ce jour ne peuvent être représentatives. Nous avons vu que pour être représentative les données OPC doivent dépasser les 2000 individus mesurés. Or les analyses de mardi ne dépassent guère les 1500 individus. De plus les analyses OPC des 2 groupes du mardi reposant sur le même trait vertical offrent 2 types de résultat complètement différent.

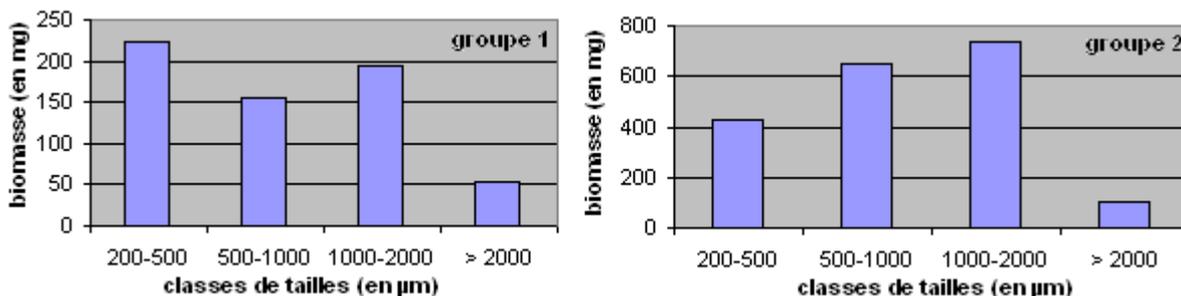


Fig 6 : résultats OPC : Biomasse par classes de tailles (groupes du mardi)

Les échantillons sont difficilement comparables car les traits verticaux n'ont pas toujours été faits à partir des mêmes profondeurs (lundi 20m, mardi aux Frioules 30m, mercredi à SOFCOM 50m). Il est difficile de comparer les échantillons si les données expérimentales sont différentes. Ils ne représentent pas les mêmes colonnes d'eau. On peut aussi émettre de sérieux doutes sur la pureté des échantillons récoltés durant ces sorties, pour preuve les quelques fibres de moquette bleues du bateau ou fibres de laine rouges présentes dans les échantillons, les manipulations plus que hasardeuses de la boîte de Motoda, les ajouts de solution échantillon lorsque le nombre de 2000 individus n'étaient pas atteint, etc.

c) Limites de l'OPC

Puisque l'OPC mesure des ESD, il lui est difficile de prendre en compte correctement les espèces beaucoup plus longues que large, comme les appendiculaires. Ce qui explique la différence entre le calcul des poids secs et des biomasses.

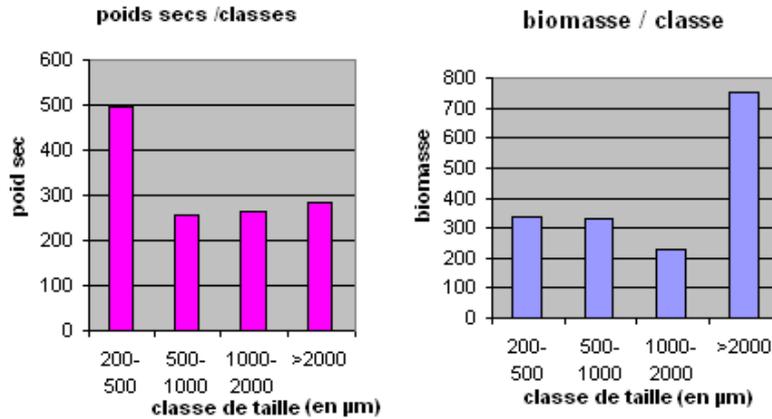


Fig 7 : Comparaison entre calcul des poids secs par classes et calcul des biomasses par OPC à l'aide des ESD (jeudi matin)

De plus, pour les espèces non sphériques l'ESD mesuré dépendra du sens dans lequel passera l'individu devant le faisceau laser.

L'OPC ne fait pas la différence entre les particules inerte et les organismes vivants, ce qui peut fausser les mesures

L'OPC ne peut pas discerner deux particules passant en même temps devant le laser. Dans ce cas il compte une seule particule de plus grande taille. Ce problème peut fausser les mesures et surestimer les classes supérieures

5) Conclusion

On peut dire que l'ensemble des résultats varie en fonction de la météorologie, ainsi qu'en fonction des stations échantillonnées. En effet le vent et la nébulosité influencent la formation de la couche de mélange, sa température, ainsi que la PAR pénétrant dans la zone de surface. Aucune conclusion globale n'est possible étant donné l'hétérogénéité des résultats. En effet l'expérimentation ayant manqué de rigueur, aucun résultat chiffré n'est réellement interprétable.

D'autant plus nous ne pouvons établir aucune hypothèse quant à la dynamique de l'écosystème pélagique de la rade de Marseille, la campagne d'échantillonnage ne s'étant déroulée que sur trois jours.

Bibliographie

http://www.genoscope.cns.fr/externe/Francais/Projets/Projet_HG/organisme_HG.html#model

- Cour « *Les copépodes du plancton marins* » Stéphane Gasparini 2005
- Cour « *Les chordés* » Laure Mousseau 2005
- Thèse : « *Contribution à la connaissance du cycle biologique et de la physiologie des copépodes du golfe de Marseille* » Raymond Gaudy 1970