

# FICHE MISSION LYCÉE (ré)SOLUTION

## Etude biologique du lagon de Taiaro : Exploitation de données



© CNES - ARGOCEAN TAIARO 2023/2024





Quantité de phytoplancton	LAGON DE TAIARO	OCEAN PROCHE
En surface, le 25/04/23 (donnée satellite)	importante	faible
À -2 mètres (bouée)	≈15 RFU	≈2 RFU
À -15 mètres (bouée)	≈1 RFU	Pas de données

### Données sur les variations de quantité de phytoplancton dans le lagon :

- La quantité de phytoplancton varie de façon importante avec la profondeur (en moyenne 15 RFU à - 2m, 1 RFU à -15m). **Hypothèses explicatives** : influence de la température de l'eau, de la pression, de la luminosité ...
- On observe de petites variations de quantité , bien visibles à -2m. **Hypothèse explicative** : variation de la quantité de phytoplancton suivant un cycle jour/nuit (luminosité, température), migration verticale...

### Données sur les quantités de phytoplancton dans l'océan proche:

Les mesures par le capteur de la bouée OB et par satellite (radar OLCI) révèlent une faible quantité de phytoplancton dans l'océan proche de Taiaro pour les exemples fournis. **Hypothèse explicative** : les conditions environnementales de cette zone océanique ne sont pas favorables au développement du phytoplancton : manque de nutriments ?

### Comparaison des quantités de phytoplancton dans le lagon et dans l'océan proche

La quantité de phytoplancton (en surface et à -2m) est plus importante au niveau du lagon qu'au niveau de l'océan proche. **Hypothèses explicatives** : la présence de l'atoll modifie les conditions environnementales : sels minéraux, fonds peu profonds, eaux relativement calmes, chaudes dans le lagon... qui permettent le développement du phytoplancton dans le lagon, à la différence de la zone océanique. (PS : Les lagons d'atolls, relativement calmes et stagnants, avec peu ou pas de renouvellement d'eau, permettent également une plus grande concentration d'algues, telles *Boodlea kaeneana* et *Caulerpa urvilliana* observées à Taiaro.

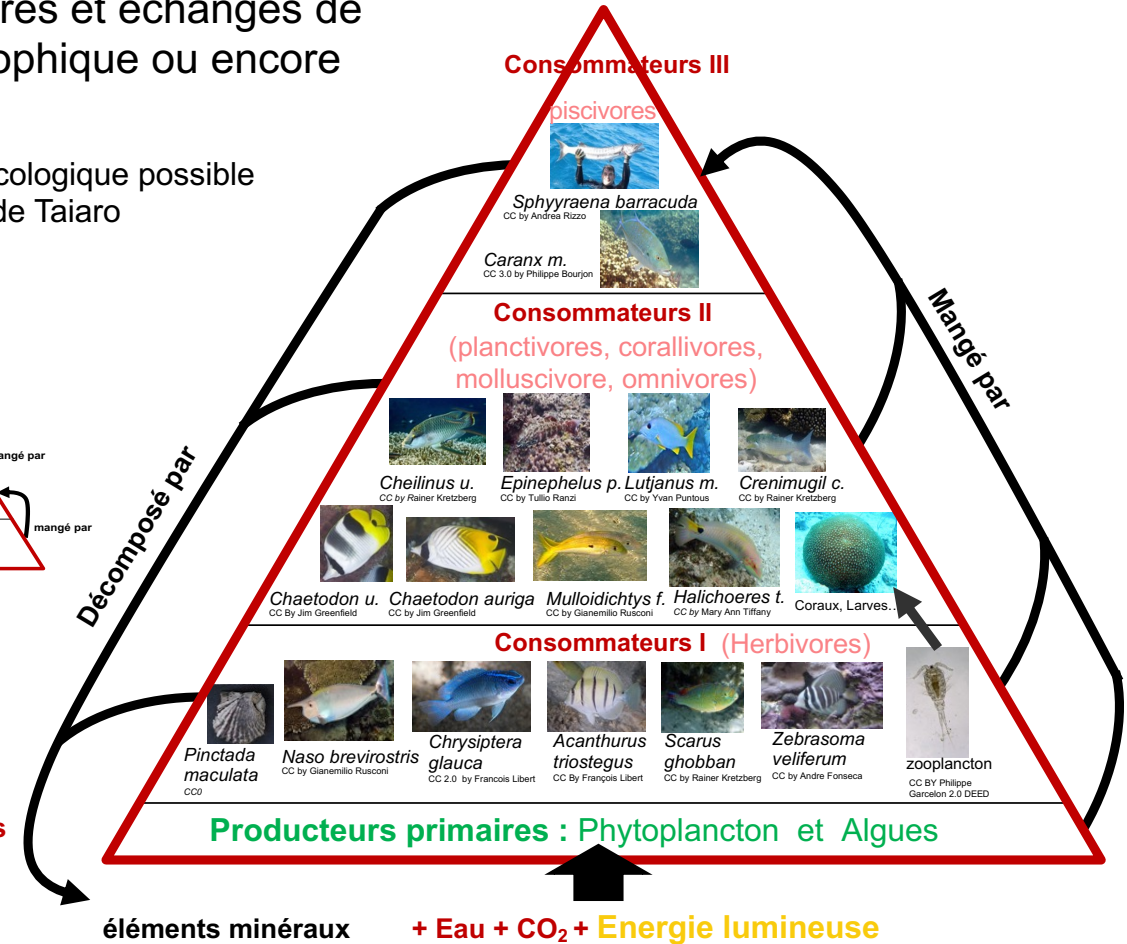
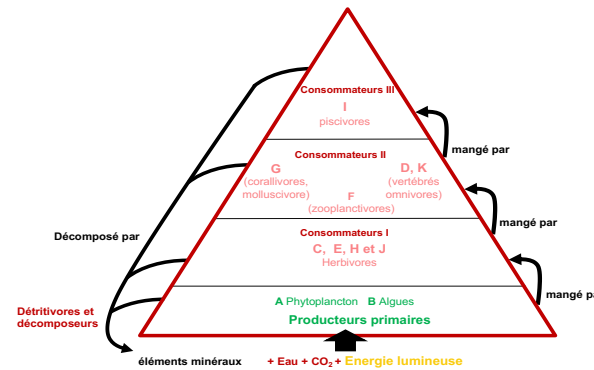
Bien que difficile à représenter, l'organisation des relations alimentaires et échanges de matière et d'énergie peut être schématisée sous forme de réseau trophique ou encore de pyramide écologique comme ci-contre.

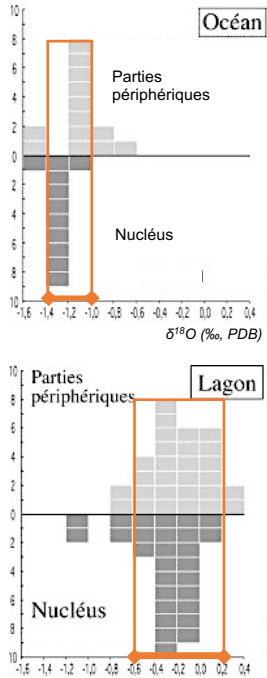
Les végétaux présents dans le lagon (algues et phytoplancton) se développent à partir d'H<sub>2</sub>O, de CO<sub>2</sub>, de matière minérale et d'énergie lumineuse (ils sont autotrophes grâce à la photosynthèse). Etant ainsi producteurs primaires de matière organique, ils sont les maillons de départ des chaînes alimentaires dans le lagon : leur matière organique est utilisée par des consommateurs primaires herbivores qui seront consommés à leur tour par d'autres consommateurs, jusqu'aux supers prédateurs piscivores.

Les êtres vivants hétérotrophes dépendent directement ou indirectement de ces organismes autotrophes.

Les détritivores (nécrophages, coprophages,...) et décomposeurs (bactéries, micro-organismes, champignons) permettent la décomposition de la matière organique des organismes morts en matière minérale.

Exemple de pyramide écologique possible dans le lagon de Taiaro





### Analyse des résultats des valeurs de $\delta^{18}\text{O}$ des otolithes :

#### $\delta^{18}\text{O}$ des otolithes de « poissons » récifaux d'origine océanique :

Les valeurs de  $\delta^{18}\text{O}$  des parties centrales (nucléus) et périphériques sont peu différentes, comprises environ entre -1 et -1,4‰ : les otolithes se sont formés du stade larvaire au stade adulte dans des eaux aux caractéristiques constantes.

#### $\delta^{18}\text{O}$ des otolithes de « poissons » récifaux du lagon :

Les valeurs de  $\delta^{18}\text{O}$  des parties centrales (nucléus) et périphériques sont également peu différentes, comprises environ entre -0,4 et 2‰ : les otolithes se sont formés du stade larvaire au stade adulte dans des eaux aux caractéristiques constantes.

### Comparaison des $\delta^{18}\text{O}$ des otolithes d'individus du lagon et d'origine océanique :

Les valeurs de  $\delta^{18}\text{O}$  des otolithes des poissons du lagon sont supérieures aux valeurs isotopiques  $\delta^{18}\text{O}$  des otolithes provenant de l'océan.

→ **Interprétations :** La similarité des  $\delta^{18}\text{O}$  entre nucléus et parties périphériques indique un cycle de vie dans un milieu aux caractéristiques  $\delta^{18}\text{O}$  constantes.

Les  $\delta^{18}\text{O}$  étant différents entre individus du lagon de Taiaro et ceux vivant dans l'océan, cela discrimine ces 2 populations. La différence isotopique étant du même ordre de grandeur que celle mesurée entre eaux du lagon et eaux de l'océan, cela indique que ces populations se sont soit développées intégralement dans l'océan, soit intégralement dans le lagon, sans migration dans l'océan. Ceci est un argument en faveur de l'hypothèse de fermeture complète du lagon de Taiaro.



### Variations globales de la quantité de phytoplancton de Novembre 2022 à Aout 2023

#### OBSERVATIONS (non exhaustives !):

Les courbes de variations globales de la quantité de phytoplancton montrent des variations :

- Dans l'océan, à 2 m de profondeur, la quantité reste très faible jusqu'en avril puis connaît des hausses et baisses brutales pendant quelques jours mi avril puis en mai puis en juin (courbe orange ci-contre).

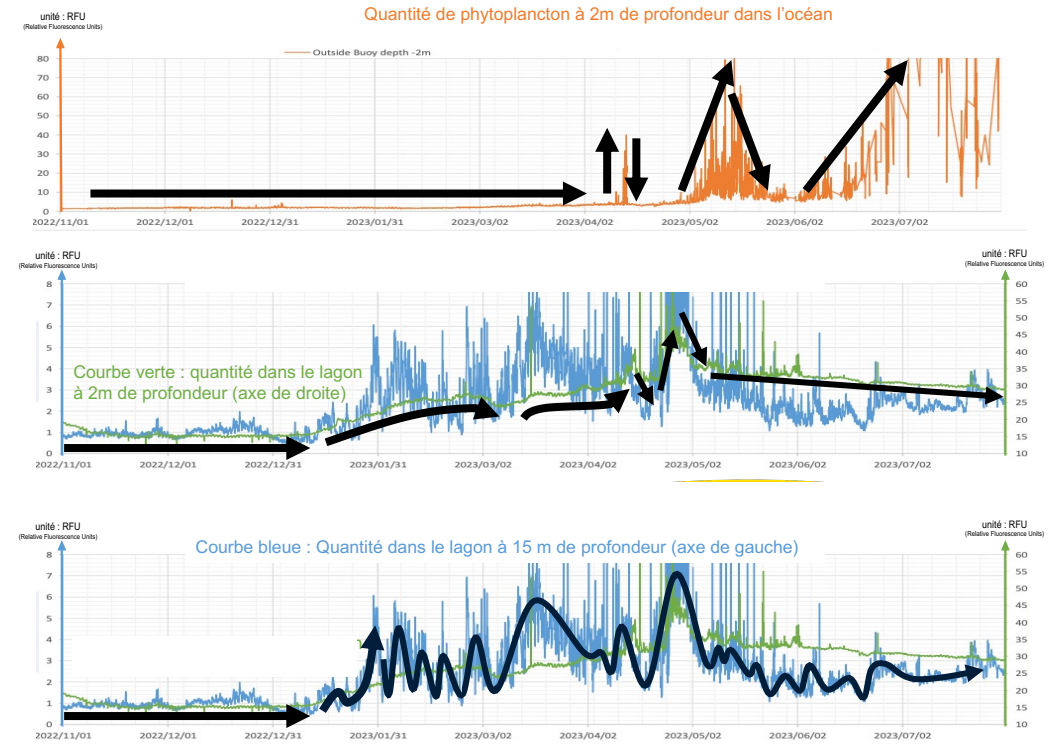
- Dans le lagon à 2 m de profondeur, on observe une augmentation de la quantité de phytoplancton de fin décembre à fin février, de 1 à 3 RFU, 2 variations brutales en avril et mai (hausse jusqu'à 50 RFU), puis une légère baisse constante jusqu'à 30 RFU (courbe verte ci-contre).

- Dans le lagon à 15 m de profondeur, on observe de nombreuses variations après décembre, de 1 à 7 RFU (courbe bleue ci-contre).

**COMPARAISONS** (non exhaustives !): Les quantités de phytoplancton sont bien plus importantes en proche surface (à -2 m) qu'en profondeur (à -15m).

Dans le lagon, les quantités augmentent et varient beaucoup à partir de décembre, avec la plus grande amplitude en mai alors que dans l'océan, les quantités restent faibles excepté des variations en avril, mai et juin.

**Hypothèses : Quantité différentes entre lagon et océan liées aux paramètres physicochimiques des eaux ? Variations liées aux changements environnementaux saisonniers, avec plus grande « sensibilité » dans le lagon ?**





# Variations des quantités de phytoplancton 2/2



## Variations mensuelles de la quantité de phytoplancton

Les observations mensuelles font apparaître les variations à plus petite échelle, comme des variations quotidiennes :  
 À 2 m de profondeur dans l'océan et dans le lagon : variations quotidiennes le plus souvent inférieures à 1 RFU de janvier à mars, puis jusqu'à 50 RFU en mai  
 À 15 m de profondeur dans le lagon, dès fin janvier, ces variations quotidiennes sont de l'ordre de 3 RFU.

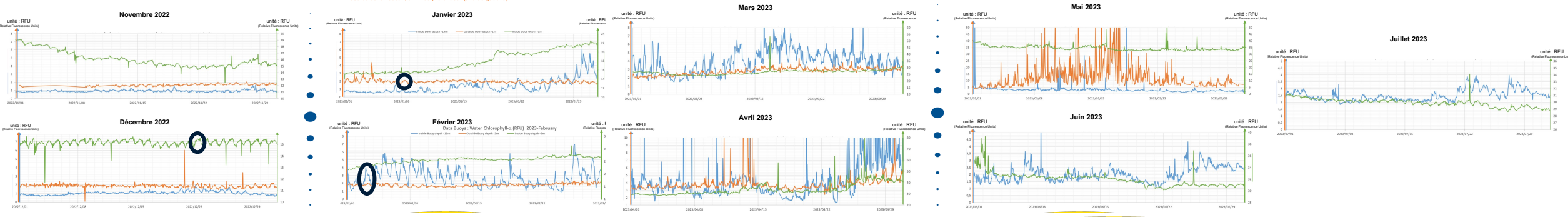
**Hypothèses** : liens avec variations jour/nuit (Variations de température de l'eau, vents ?) Variations plus importantes en lien avec la météo (pluviométrie et variation de salinité, tempêtes,...) ?

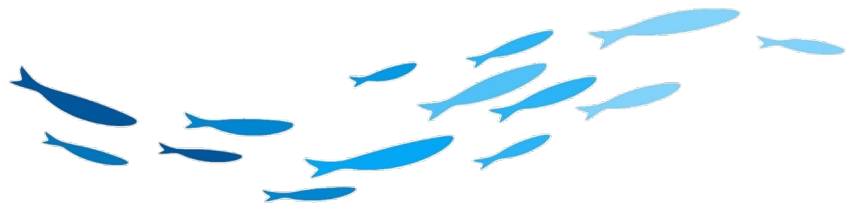
**Pour poursuivre les investigations, on utilisera les données recueillies par la mission scientifique Taiaro et par les satellites en utilisant les outils de traitement de données fournis pour l'« Exploitation des mesures physicochimiques ».**

Variations mensuelles de la quantité de phytoplancton

Unité en ordonnée : RFU (Relative Fluorescence Units)

Code couleur des courbes :  
 Mesures dans lagon à 2m de profondeur (axe de droite)  
 Mesures dans lagon à 15 m de profondeur (axe de gauche)  
 Mesures dans l'océan, à 2m de profondeur (axe de gauche)



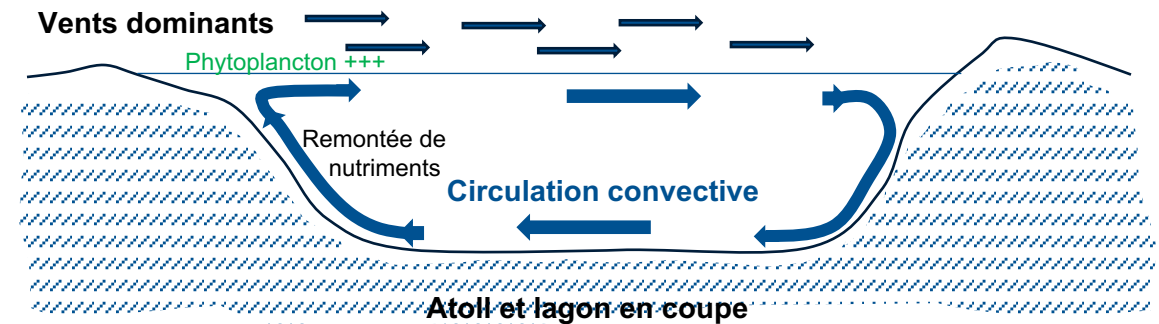


## Phytoplancton dans lagon fermé

Dans les lagons fermés, on observe une biomasse phytoplanctonique bien supérieure à celle de l'océan environnant. Les facteurs impliqués sont la morphologie du lagon, la proximité des substrats et les vents dominants : les peuplements phytoplanctoniques sont plus importants dans les zones confinées ou avec forte disponibilité en nutriments.

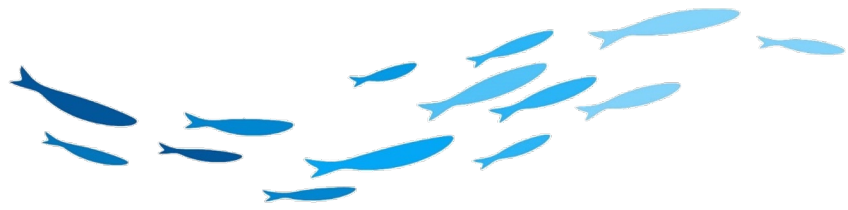
### *Circulation générale des eaux dans le lagon*

Les vents dominants entraînent dérive des eaux de surface, compensée par un déplacement des couches sous-jacentes et donc par une circulation générale convective. Cette circulation permet une remontée de nutriments favorable au développement phytoplanctonique.



On peut observer d'importantes efflorescences à caractère saisonnier, avec parfois dans certains lagons une multiplication déséquilibrée d'une espèce (Exemple du phénomène d'*eaux rouges*' lié aux dinoflagellés, algues toxiques pour l'écosystème, assez fréquent dans l'atoll de Tupai lorsque le vent de sud-est souffle)

Les analyses d'eau permettent de suivre les variations biogéochimiques qui se déroulent le lagon fermé de Taiaro et de mieux comprendre le fonctionnement de son écosystème et son évolution.



## Analyse isotopique $\delta^{18}\text{O}$

L'oxygène existe sous forme de trois isotopes naturels de masses différentes :  $^{16}\text{O}$  (le plus répandu),  $^{17}\text{O}$  (0,04%) et  $^{18}\text{O}$  (0,20%).

A partir des mesures par spectrométrie de masse, on peut calculer le rapport  $\text{H}_2^{18}\text{O} / \text{H}_2^{16}\text{O}$  de l'eau de mer. Ce rapport, qui est de l'ordre de 1/500, varie en fonction de la température : l'eau  $\text{H}_2^{16}\text{O}$ , qui possède deux neutrons de moins qu'  $\text{H}_2^{18}\text{O}$  et a donc une masse légèrement plus petite qu'  $\text{H}_2^{18}\text{O}$ , s'évapore plus facilement. Une augmentation de température entraîne ainsi une évaporation prioritaire d'  $\text{H}_2^{16}\text{O}$  et donc une augmentation du  $\delta^{18}\text{O}$  de l'eau.

Les carbonates étant synthétisés à partir des ions carbonates  $\text{HCO}_3^-$  en équilibre isotopique avec l'eau de mer, selon l'équation bilan :  $\text{Ca}^{2+} + 2 \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ , le  $\delta^{18}\text{O}$  du carbonate  $\text{CaCO}_3$  dépend du  $\delta^{18}\text{O}$  de l'eau de mer et de la température. Le  $\delta^{18}\text{O}$  des carbonates diminue si la température de l'eau augmente et inversement.

La composition isotopique des otolithes permet ainsi d'identifier le milieu de vie et également de reconstituer les variations de température.

$\delta^{18}\text{O}$  est également très utilisé en paléoclimatologie et en paléocéanographie afin de restituer le climat passé en calculant la valeur  $\delta^{18}\text{O}$  d'un échantillon donné par rapport à celle d'un rapport isotopique de référence  $[\text{^{18}O}/\text{^{16}O}]_{\text{PDB}}$  suivant la formule :

$$\delta^{18}\text{O en } \text{‰} = \left[ \frac{\left[ \frac{\text{^{18}O}}{\text{^{16}O}} \right]_{\text{échantillon}}}{\left[ \frac{\text{^{18}O}}{\text{^{16}O}} \right]_{\text{PDB}}} - 1 \right] \times 1000$$

PDB : Pee Dee Belemnite (Rostre (squelette interne) de bélemnite, céphalopode marin fossile (du Dévonien au Crétacé) de la formation 'PEEDEE' aux USA ).