

# Atelier "Quatre saisons en rade de Brest"

Ce dossier est destiné à l'animateur et aux enseignants de toutes disciplines amenés à préparer ou encadrer la participation d'élèves à une des versions de l'atelier IUEM consacré à l'analyse des données scientifiques.

En faisant travailler les élèves sur des données simples mais réelles, cet atelier a pour objectifs de :

- leur montrer une composante moins spectaculaire que le travail de terrain (navires, engins, appareils,...) mais aussi importante dans le métier des scientifiques : l'exploitation des données
- leur montrer le rôle de l'approche quantitative, peu ou pas présente dans les récits, les articles ou les reportages sur la recherche, nécessaire entre les phases plutôt qualitatives du questionnement et des conclusions
- les familiariser avec des modes divers de représentation de l'information (courbes, nuages de points, camemberts, histogrammes de fréquences,...) à leur spécificité et leurs différences
- les initier à la description et l'analyse de ces représentations graphiques pour en tirer une interprétation et susciter un questionnement.

Plusieurs jeux de données ont été sélectionnés dans ce but, parmi lesquelles certaines séries de mesures hebdomadaires des paramètres physico-chimiques de l'eau recueillies dans le goulet de Brest, qui font l'objet de ce dossier.

## 1. L'Observation du domaine côtier

En matière d'environnement, l'observation est définie comme l'acquisition, sur le long terme (plusieurs décennies) et en des sites considérés comme représentatifs, de données pertinentes recueillies selon des protocoles standardisés. Cette activité est reconnue par la communauté scientifique comme une des conditions nécessaires pour décrire et comprendre l'environnement dans ses dimensions physique, chimique, biologique et anthropique. Son objectif final est la mise à disposition de données validées pour répondre à la demande scientifique mais aussi sociétale.

Passage obligé du continent à l'océan, les écosystèmes côtiers sont soumis à de nombreux facteurs de variabilité naturelle et à l'influence croissante des activités humaines locales (introduction d'espèces, eutrophisation, usages,...) et globales (changement climatique). L'observation de ces systèmes est donc une nécessité pour la communauté scientifique, qui cherche à décrire et à comprendre leur fonctionnement et à y évaluer les impacts anthropiques et leur évolution temporelle. Plusieurs réseaux d'observation ont ainsi été mis en place sur le milieu côtier, axés sur l'hydrologie (paramètres physico-chimiques de l'eau), l'écologie (habitats et communautés biologiques) et la géomorphologie (trait de côte).

L'un d'entre eux est le Service d'observation en milieu littoral (Somlit) qui s'intéresse aux paramètres hydro-climatiques, chimiques et biologiques de la colonne d'eau. Il est composé de sept stations réparties sur le littoral métropolitain, où sont effectués à une fréquence hebdomadaire à mensuelle des mesures in situ et des prélèvements pour analyse au laboratoire. La station de Brest, gérée par l'IUEM, se trouve sur le môle de Sainte-Anne dans le goulet qui sépare la rade de Brest de la mer d'Iroise. A quelques centaines de mètres se trouve une des bouées du réseau complémentaire Marel, qui enregistre des mesures haute fréquence des mesures électroniques de certains paramètres. Les données Somlit de Brest sont recueillies chaque semaine depuis mars 1998.



Carte des stations du réseau Somlit



La station Somlit de Brest, avec la bouée Marel-Brest au second plan

## 2. Les données Somlit

Les paramètres physiques, chimiques et biologiques permettent de suivre l'évolution des écosystèmes en identifiant les modifications à plusieurs niveaux :

- impact direct du climat (température, salinité,...) : apports en eau, hydrodynamique, métabolisme, lien avec le climat à différentes échelles spatiales et temporelle ;
- conséquences sur les apports marins et continentaux (salinité, pH, sels nutritifs, matière organique particulaire) : modifications des débits, des apports continentaux, du couplage entre le fond et la colonne d'eau, etc. ;
- conséquences sur le fonctionnement de l'écosystème (oxygène dissous, pH, sels nutritifs, matière organique particulaire, chlorophylle) : modification de métabolisme, importance des compartiments biologiques impliqués.

Située entre la rade et l'océan, la station Somlit de Brest subit une forte influence du cycle de marée ; c'est pourquoi le protocole prévoit que les prélèvements et mesures doivent avoir lieu aux pleines mers de marées moyennes (coefficient 60 à 80). Les principales séries de données recueillies sont :

### - température de surface

Elle résulte du bilan thermique de la masse d'eau : apport radiatif du soleil, échanges avec l'atmosphère

### - salinité

Mesurée à la pleine mer, elle traduit l'influence des apports d'eau douce dans la rade sur la salinité océanique "normale" (environ 35 g/l)

### - oxygène dissous

Sa concentration est influencée par des facteurs physiques (température, salinité), mécaniques (vent, brassage) et biologiques (photosynthèse, respiration, dégradation des matières organiques)

### - nitrate, nitrite, ammonium

Ces trois formes d'azote minéral dissous jouent un rôle important dans le cycle marin de l'azote ; en particulier, les apports de nitrates en provenance des bassins versants sont un des facteurs déterminants de la dynamique phytoplanctonique

### - phosphates

Les phosphates sont également un des "sels nutritifs" indispensables au phytoplancton

### - silicates

La disponibilité du silicium par les ions silicate conditionne en grande partie le développement des diatomées, algues phytoplanctoniques qui sécrètent une frustule ("coquille") de silice

- chlorophylle a

La chlorophylle a est le pigment qui réalise la photosynthèse ; sa concentration témoigne de l'abondance du phytoplancton

- matières en suspension

Ensemble des particules vivantes ou inertes de taille supérieure ou égale à 0,5  $\mu\text{m}$ , limite arbitrairement fixée pour la séparation avec les substances dissoutes.

- carbone et azote organiques particulaires (COP et NOP)

Concentrations en carbone et en azote organiques contenues dans les matières en suspension ; les rapports COP/NOP et COP/chlorophylle a permettent de caractériser la matière organique particulaire.

Les seules mesures effectuées sur le terrain sont celles de température et de salinité, qui sont obtenues le long d'un profil vertical grâce à une sonde électronique CTD qui stocke les données en mémoire. Les autres paramètres sont mesurés au laboratoire sur des échantillons d'eau prélevés en subsurface (profondeur 2 m) par une bouteille Niskin. Ce cylindre de PVC est descendu ouvert à la profondeur souhaitée, puis un poids coulissant sur le câble ("messenger") en déclenche la fermeture. La bouteille est alors remontée et chaque échantillon y est prélevé selon des protocoles spécifiques aux analyses qu'il subira au laboratoire.



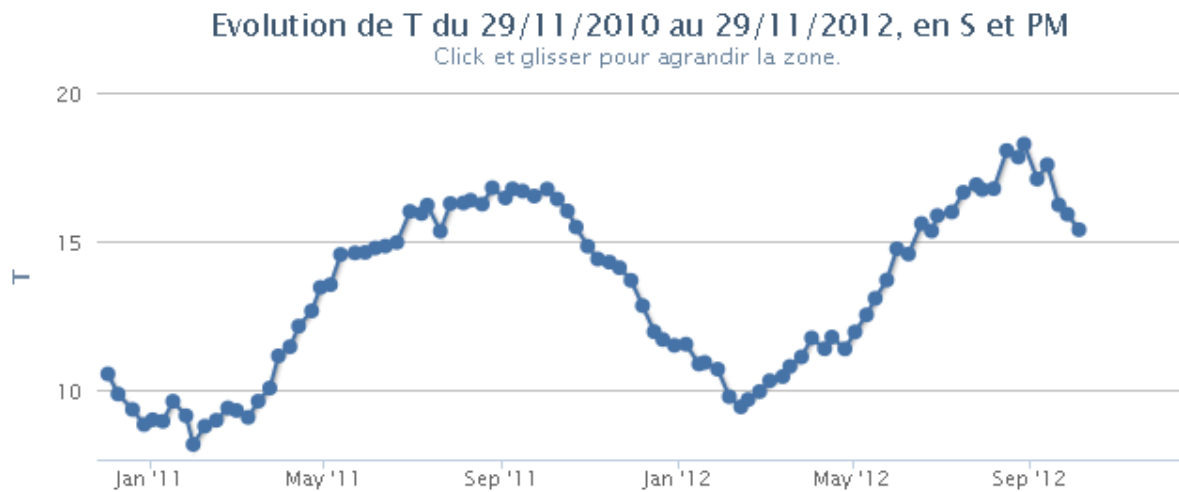
Mise à l'eau de la sonde CTD (en bas) et de la bouteille Niskin (en haut) à la station Somlit de Brest



Laboratoire d'analyse des sels nutritifs (Technicon)

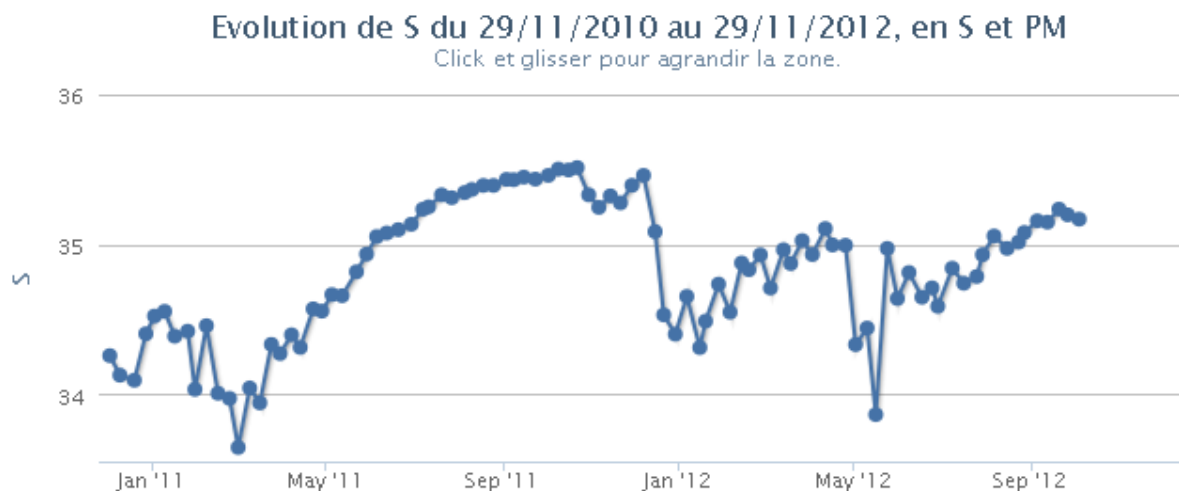
### 3. Le cycle saisonnier des principales séries

#### Température



La température évolue de façon assez régulière, avec peu de variations brusques et de faible amplitude. Vu sur plusieurs années, le cycle saisonnier est très régulier : classiquement (sauf en 2012 !) la température oscille entre 8°C en février et 18°C en septembre. Le minimum et le maximum sont décalés de 2 à 3 mois environ par rapport aux solstices d'hiver et d'été (minimum et maximum d'ensoleillement, facteur important pour la photosynthèse), en raison de la très forte inertie thermique de l'eau.

#### Salinité



Le cycle annuel de la salinité montre un minimum en hiver et un maximum en été, sans caractère très régulier et avec des variations très brutales à certaines périodes. L'eau de mer n'échange pas de Na ni de Cl avec l'atmosphère ni la biosphère : la masse de sel (NaCl) est donc constante et sa concentration ne dépend que du volume d'eau, qui peut varier par dilution ou évaporation. Dans les zones côtières tempérées, les variations de salinité sont liées aux apports d'eau douce par les précipitations, directement ou surtout indirectement par les cours d'eau. Ceci apparaît très clairement à la station Somlit de Brest, où ce n'est qu'en fin d'été que l'eau de mer atteint les valeurs océaniques caractéristiques (environ 35,5 g/l), avec des valeurs plus basses en hiver, saison pluvieuse. Les précipitations les plus intenses se

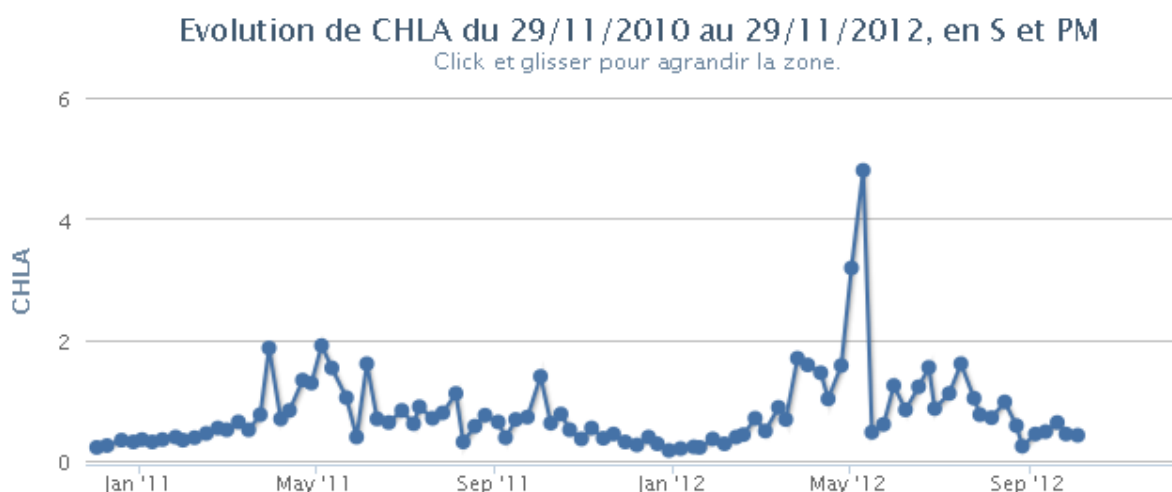
traduisent par des chutes brutales de salinité ; la dessalure peut n'être que passagère si les épisodes pluvieux ont été brefs, comme en mai 2012 (3, 10, 17 mai).

## Nitrates



L'évolution des nitrates au cours de l'année est marquée par des valeurs très basses de mai à septembre et très élevées en hiver, avec des augmentations assez brutales et des baisses plus progressives. Un épisode particulier a eu lieu en mai 2012 avec un pic de quelques semaines. La teneur en nitrates suit une évolution à peu près exactement inverse de la salinité ; les deux courbes ne sont pas liées directement mais ont une origine externe commune, l'apport d'eau douce chargée de nitrates par les cours d'eau. En période sèche, les nitrates sont très peu abondants, mais les pluies en transportent vers la rade de Brest de grandes quantités à partir des zones agricoles des bassins versants des deux principaux fleuves côtiers, l'Aulne et l'Elorn.

## Chlorophylle a



La chlorophylle a traduit la biomasse phytoplanctonique, qui suit un cycle saisonnier marqué : ces algues microscopiques se développent au printemps, et différentes espèces se succèdent jusqu'à la fin de l'automne. Ce cycle est cependant en partie masqué par des pics isolés pouvant atteindre des valeurs très élevées : ces "blooms" sont des proliférations soudaines et de courte durée d'une espèce qui bénéficie de conditions de milieu favorables (lumière,

température et surtout nutriments) et qui échappe à la régulation normalement exercée sur sa croissance par la prédation et la limitation en sels nutritifs.

## **4. Pour en savoir plus...**

Site de l'observatoire du domaine côtier de l'IUEM

<http://www-iuem.univ-brest.fr/observatoire/observation-cotiere>

Site du réseau national Somlit

<http://somlit.epoc.u-bordeaux1.fr/fr/>