

FORMATERRE 2010 L'EAU DANS TOUS SES ÉTATS

Démarche
d'investigation
en milieu marin
et littoral



INSTITUT NATIONAL
DE RECHERCHE
PÉDAGOGIQUE



Caroline PREVOT
Lycée Pothier Orléans
INRP ACCES Orléans - Tours

Objectifs

Développer les compétences
d'investigation
scientifique des élèves et
les attitudes associées

SECONDE

Enseignement d'exploration
Enseignement en section
européenne



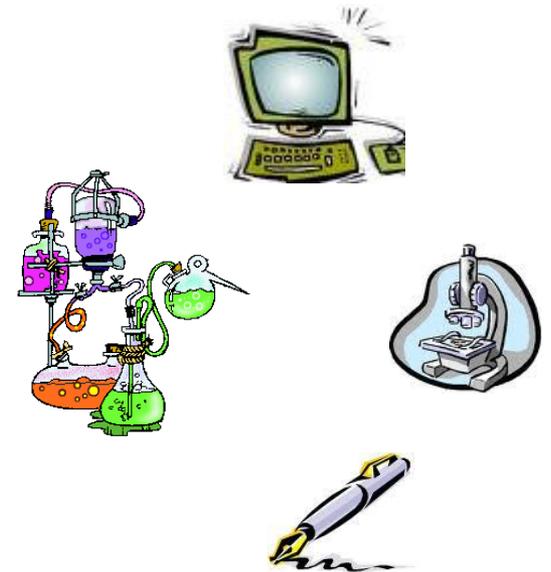
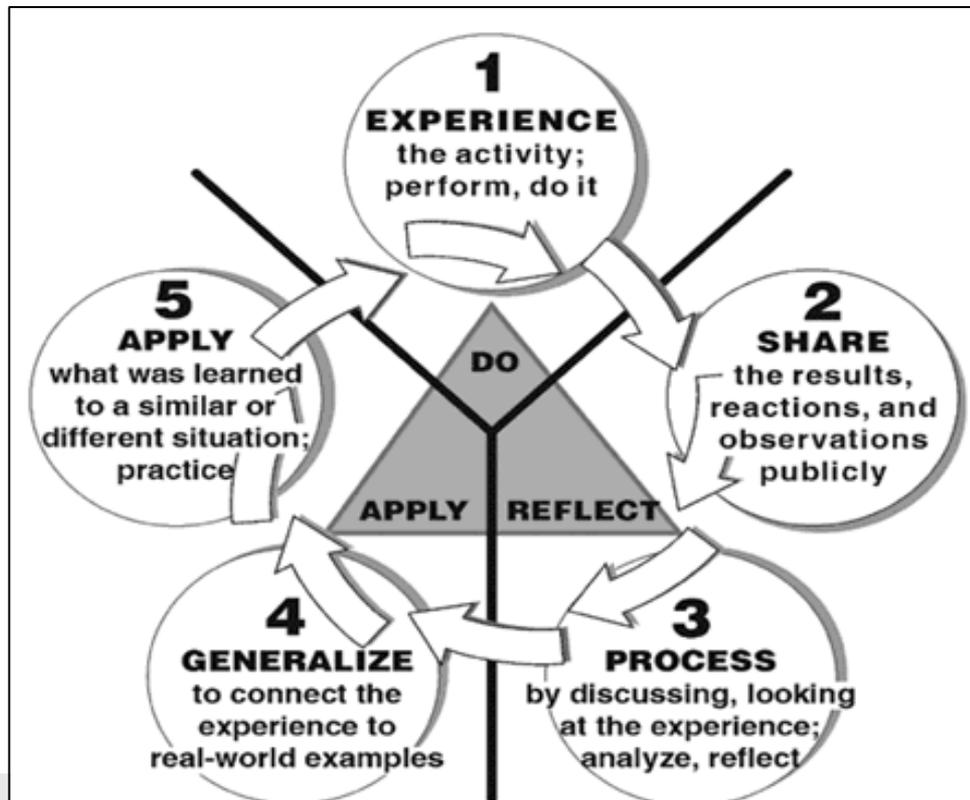
INSTITUT NATIONAL
DE RECHERCHE
PÉDAGOGIQUE



FormaTerre FT

Développer les compétences d'investigation scientifique des élèves et les attitudes associées

Introduction : « Learning by doing »



Travaux bruts
d'élèves

La situation déclenchante



INSTITUT NATIONAL
DE RECHERCHE
PÉDAGOGIQUE



FormaTerre FT

Une situation déclenchante

Plusieurs entrées sont possibles :

- la question d'un élève
- une observation
- un événement fortuit
- une question d'actualité
- une lecture
- la question de l'enseignant...

Vers une **formulation d'un problème d'ordre scientifique**

Une situation déclenchante

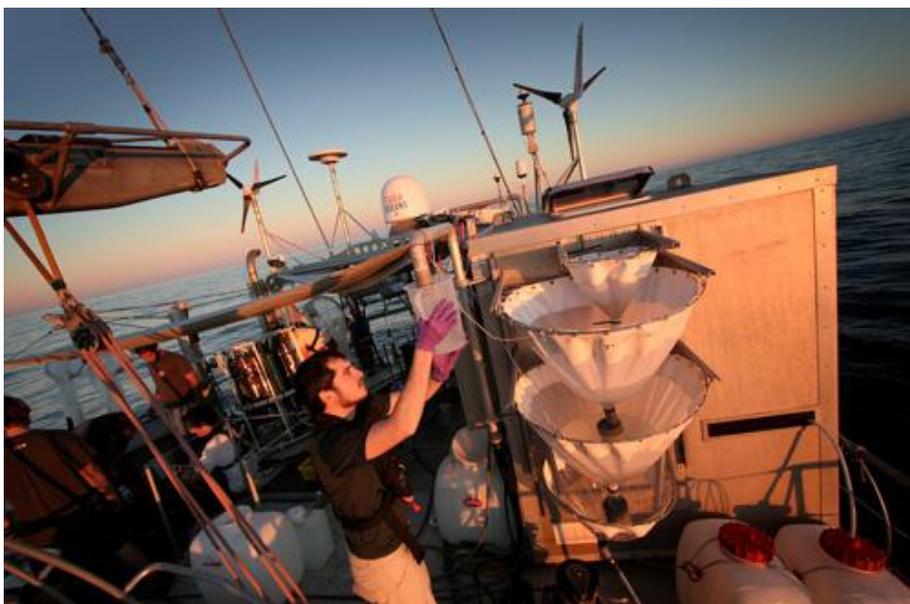
Actualité : Les marées vertes en Bretagne



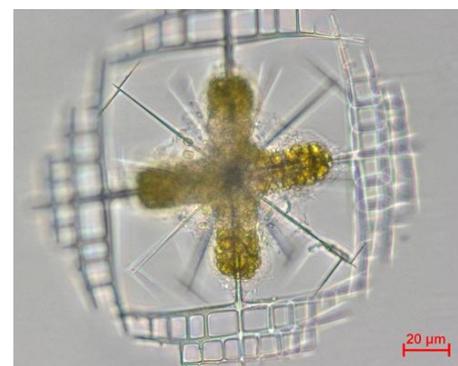
<http://www.eaubretagne.fr/Media/Illustrations/Photos/Ramassage-d-algues-vertes>

Une situation déclenchante

Suivre une expédition scientifique



http://oceans.taraexpeditions.org/?id_page=1



« Hubert » le Protiste

Les étapes de la démarche d'investigation



INSTITUT NATIONAL
DE RECHERCHE
PÉDAGOGIQUE

FormaTerre 



INSTITUT NATIONAL
DE RECHERCHE
PÉDAGOGIQUE

**Étape 1 :
faire des
observations des
sites d'étude et des
organismes ...**



1 h30 avec un assistant
de langue

Étape 1 : Faire des observations des sites d'étude et des organismes...

- L'emplacement et les caractéristiques du site ...
- Pourquoi ce site a - t - il été choisi ?
- Les espèces, les paysages concernés ...

Supports fournis : photographies et vues dans Google Map et Google Earth

Étape 1 : Faire des observations des sites d'étude
et des organismes...

Lulworth Cove



Étape 1 : Faire des observations des sites d'étude
et des organismes...

Lulworth Cove



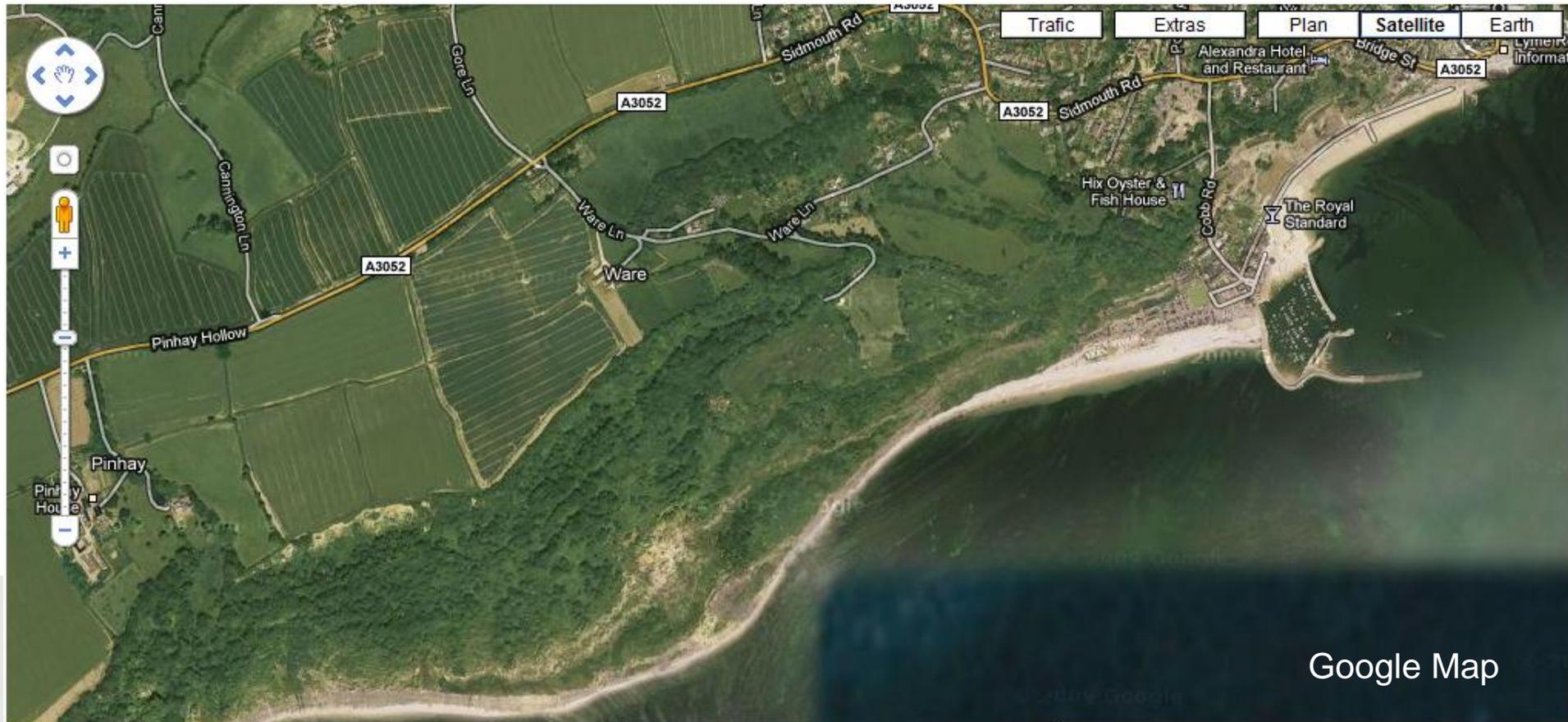
Étape 1 : Faire des observations des sites d'étude et des organismes...

Lulworth Cove



Étape 1 : Faire des observations des sites d'étude
et des organismes...

Lyme Regis



Étape 1 : Faire des observations des sites d'étude
et des organismes...

Lyme Regis



Étape 1 : Faire des observations des sites d'étude
et des organismes...

Lyme Regis



Étape 1 : Faire des observations des sites d'étude et des organismes...



Lyme Regis is located in the South-West coast of England. The site is near Plymouth, about 120 km far away. We can see mountains and the sea from the city. On the beach there are many different species, rocks and sand.

① Step 1: Making observations : study sites and organisms.

Lulworth Cove.

- Lulworth Cove is next to the sea, in the South of England, to the East of Plymouth. The site is made of a small bay, a rocky coastline made of limestone. The bay is composed of chalk. There are cliffs and a sandy beach.
- We have chosen this site because there is a nice landscape and it is a good place to study plankton. In Lulworth Cove there are crabs, crustaceans, algae and micro-organisms on the beach and in the water.

Étape 1 : Faire des observations des sites d'étude et des organismes...

Mots clés :

Plage, littoral, mer (paramètres physico – chimiques : salinité, pH, teneur en dioxygène dissous), pollution, plancton, falaises, roches, érosion côtière, fossiles, animaux de la vase, algues

Étape 2 : se poser des questions



INSTITUT NATIONAL
DE RECHERCHE
PÉDAGOGIQUE



Réflexion maison +
1 h avec un assistant
de langue

Étape 2 : se poser des questions

- Quels sont vos centres d'intérêts ?
Par exemple : les organismes, les facteurs physiques, les influences humaines ...
- Quel angle pourrait prendre votre étude ? Une question, la comparaison avec la théorie, etc....
- Comment le lieu de l'étude est accessible (selon l'emplacement, le nombre de visites, leur durée) ?
- L'investigation doit être faisable pour l'étude.

Étape 2 : se poser des questions



Step 2 : Asking questions

- We are going to study the human pollution and their impacts on the beaches.
- We will study the sand of the beaches.
- This is an accessible study location because we just need to work on the beaches.
- The inquiry is easy to do because we won't need many equipments.

• We have several hypothesis :

- The abundance of animals depends on the presence of plankton is the base of the food chain.
- Plankton absorbs some atmospheric carbon dioxide and reservoir of oxygen in the ocean.
- The presence or absence of plankton depends on certain factors such as pollution and temperature

II Step 2 : Asking questions.

- Our main interest is to know what kinds of organisms live in the sea in that area.

- We will establish a relationship between the presence of plankton and that of other species.
- To access to the study location we will have to go down in the bay.



- The site location is the beach, more precisely the water from the sea. The features are rocky water, the sand.

- We chose this site in order to study plankton in its living environment, its natural habitat.

- The landscape near the sea, our studied area, is the beach with the sand (in dune Regis's site as well as Dulworth Cove's)

The species which we still study is plankton.

Étape 3 : développer une stratégie



INSTITUT NATIONAL
DE RECHERCHE
PÉDAGOGIQUE



3 h avec assistant de langue
+ travail maison+correction
+ tri hypothèses (profs)

Étape 3 : Développer une stratégie

- Le choix du sujet peut être décliné en une **série de questions** pour donner un éclairage plus précis à votre enquête.
- Mener des **recherches de fond**, référencer et consulter livres, revues, sites sur le sujet etc ...
- Générer à ce niveau **une hypothèse** (ou un **petit nombre d'hypothèses**) à tester à travers votre travail de terrain et de faire des prédictions sur les observations attendues ...
- Etablir **une liste des sources de données** . (Seront-elles faciles à recueillir, les données seront - elles fiables dans l'échelle de temps disponible?)
- Les détails du ou des **sites d'étude** doivent être fournis sur une **carte**.
- **Un plan** montrant les liens entre les différentes étapes de l'enquête devra être élaboré.

Étape 3 : Développer une stratégie

Hypothèses

Formulées par les élèves, elles seront triées.

- Ne seront retenues par les groupes, que celles en relation avec les questions posées et vérifiables.
- Les expériences et recherches proposées doivent être envisagées.
- Dans le cas d'une expérimentation, rédaction d'un protocole avec anticipation des résultats attendus (conséquences vérifiables).

Étape 3 : Développer une stratégie

Step 3: developing a strategy

*we will study the human pollution and their impacts on the beaches.

*

*hypothesis:

-perhaps, there is an important (or not) sea traffic, when the boats pass, the passengers can throw out their wastes. Then ^{those} these wastes can arrive on the beach.

-Lulworth cove is a bay but we know that estuaries are a reservoir of pollution

. The pollution is concentrated in this point

. Lulworth will be more polluted than Lyme Regis.

-There is a harbor so boats could reject hydrocarbones and polluate in Lyme Regis.

-There are field next to the beach and they use fertilizer which contain nitrate. This nitrate enter in the earth and go in the sea. With the sea they will arrive on the beach and also polluate the beach.

*Our datas are easy to collect because we just need to go on the beach and make measures.

*We will use 2 quadrats (50 cm to bound a study zone)

*we wil study in Lyme regis and Lulworth.

- we collect data on lyme regis = we study those data = we compare the results



« En démo Logbooks des élèves »

Step 3 : Developing a strategy

• We will study the human pollution and their impacts on the beaches :

-Which types of pollution

-Consequences of this pollution

-How to stop this pollution

• Some references : http://www.RDC_ORG/Water/oceans/qtw.asp (the natural resources defence council site web) http://www.news.bbc.co.uk/2/gil/hi/uk_news/england/tyne/7561640.stm (it is the BBC site web where we can find informations about beach pollution)

• Hypothesis:

-perhaps, there is an important (or not) sea traffic, when the boats pass, the passengers can throw out their wastes. Then ^{these} these wastes can arrive on the beach.

-Lulworth cove is a bay but we know that estuaries are a reservoir of pollution

. The pollution is concentrated in this point

. Lulworth will be more polluted than Lyme Regis.

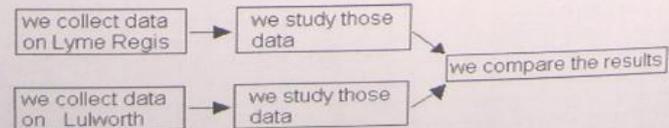
-There is a harbour so boats could reject hydrocarbons and polluate in Lyme Regis.

-There are field next to the beach and they use fertilizer which contain nitrate. This nitrate enter in the earth and go in the sea. With the sea they will arrive on the beach and also polluate the beach.

• Our data are easy to collect because we just need to go on the beach and make measures.

• We will use 4 quadrats (50 cm² to bound a study zone)

• we will study in Lyme Regis and Lulworth.



Step 3 : Developing a strategy.

• Our topic is the study of plankton

• The various issues that we have to ask ourselves are :

- What are the different sorts of plankton ?

- What is the role of plankton in the food chain ?

- What is the role of plankton as an indispensable factor in ecology, in biodiversity and in environment ?

- What is the way of living of plankton ?

• We have a few references to articles :

- "Euxine" 003 published July, 1936. Le vagabond des mers. Ex: 16 273

- "Pour la science" 301 published November, 2002. Ex: 25 891

- "Pour la science" 310 published Juni, 2004. Ex: 19 699

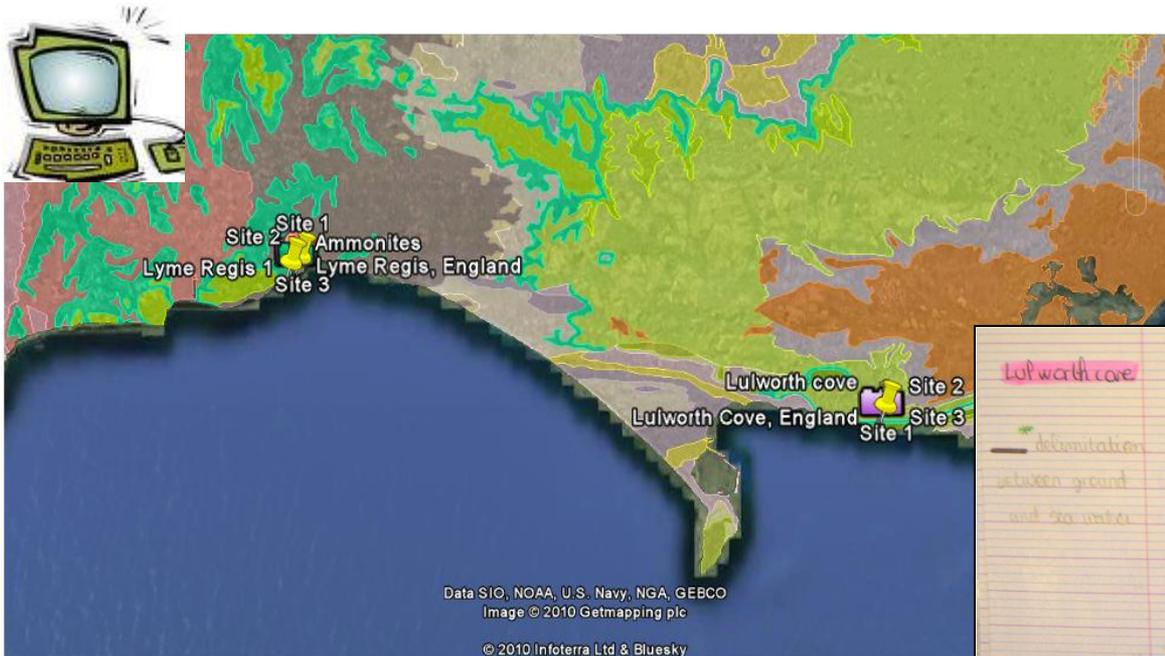
- "Dictionnaire encyclopédique et sciences de l'eau". Cote: 594 RAM. Ex: 33 495

- "Wikipedia" in english and in french.

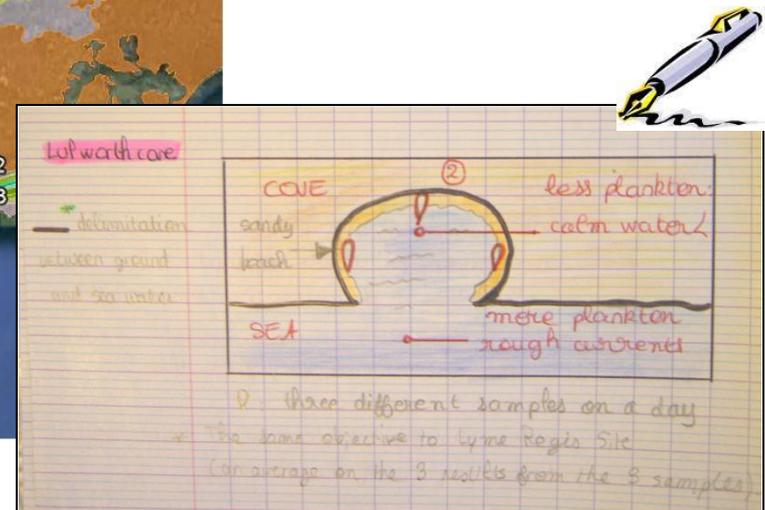
- "Diatomoir".

Étape 3 : Développer une stratégie

Préparation d'une cartographie d'exploration avec un TP [Google Earth](#)



Geology layer from BGS



Étape 4 : la collecte des données



INSTITUT NATIONAL
DE RECHERCHE
PÉDAGOGIQUE

Étape 4 : La collecte des données



1 h en salle, aspects matériels

- Types de données, méthode utilisée, quand, comment les enregistrer...
- Appareil de mesure (s) que vous utiliserez ...
- Planification de l'enquête terrain...
- Organiser, prévoir l'équipement nécessaire...
- Réaliser les mesures et collecter les échantillons



Étape 4 : La collecte des données

Step 4 : Data collection

• It is more likely to collect plankton early morning or late afternoon. To collect plankton samples we will use a cone of nylon with fine mesh, mounted as a dip or simply attached to a rope. It will be held across the current to produce a net plankton. After being harvested in some sea water, we will put a drop between a black and a glass slide to observe without too much delay, because small plankton animals die quickly.

• We need a small microscope, a probe of carbon dioxide, a luxmeter, a probe of salinity, a thermometer and a plankton net, and plankton. We will need an oxygen

Comment
s'organiser ?
Prévoir
l'équipement
nécessaire...

Step 4

Material list:

- a meter (for the depth)
- a charged portable Xplorer GLX, with sondes for:
 - temperature
 - pH, with calibration solutions
 - colorimeter
- a cable to recharge battery
- nitrates test
- phosphates test
- 6 bottles for samplings (for salinity)

« En démo Logbooks
des élèves »

On peut préparer la solution de Lugol en dissolvant 100 grammes d'iode, 200 grammes d'iodure de potassium et 200 ml d'acide acétique glacial dans deux litres d'eau distillée. Cette solution doit être conservée dans une bouteille sombre, puisqu'elle est sensible à la lumière. La solution acide de formol est composée de volumes égaux de formol (solution de formaldéhyde à 37 %) et d'acide acétique glacial.



Étape 4 : La collecte des données

2 heures par site

Réaliser les mesures et collecter les échantillons

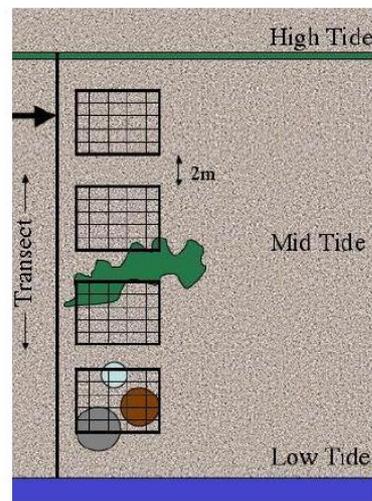


Étape 4 : La collecte des données

step 4: data collection

*we will collect wastes on the beaches with the quadrats . We will look at the sand of the Plymouth beach because there are 50 percents of plastic grains on the sand.

*our equipment: 4 quadrats, 1 pelote pour délimiter le transect suivi pour les comptages, 2 pH mètres bâtons, eau distillée, 6 cuves pour effectuer des mesures, 2 tamis de 0,500mm et 1mm , 6 petit tubes pour échantillonner le sable avec bouchon, marqueur et une loupe à main.



Étape 4 : La collecte des données

Récolter du plancton

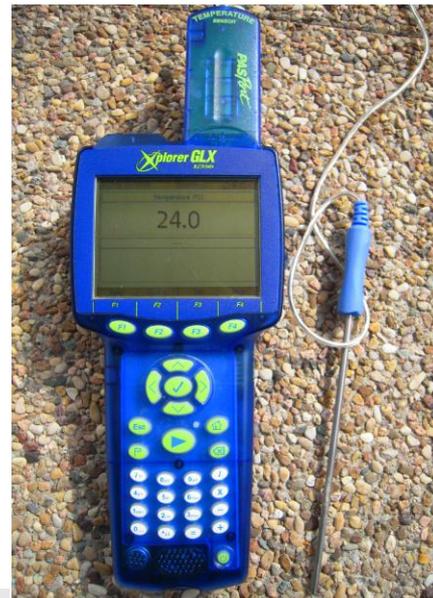


Étape 4 : La collecte des données

Mesures de paramètres physico-chimiques

Pour mesurer la température, le pH, l'intensité lumineuse, la concentration en dioxygène dissous, nous avons utilisé des capteurs très simples

[connectés à l'Interface portable GLX](#)



Étape 4 : La collecte des données

Nitrates, phosphates

Comment doser [les nitrates](#), les [phosphates](#) ?

Bandelettes test pas assez précises pour les nitrates, GLX étalonnage complexe, réactions colorées pour les phosphates.

Valeurs très faibles, dosages complémentaires proposés en physique mais obligation de rechercher les données journalières en ligne fournies par l'Observatoire de Plymouth.



Étape 4 : La collecte des données

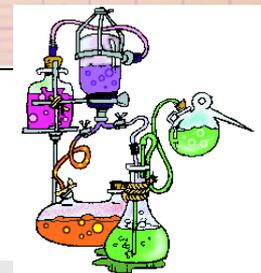
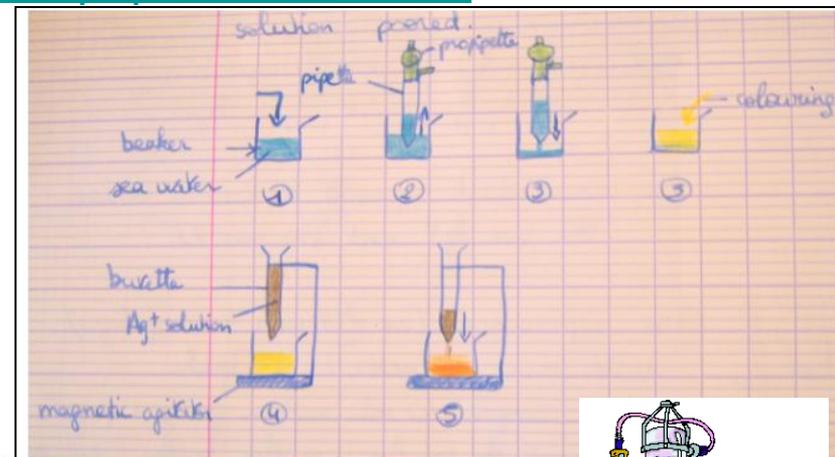
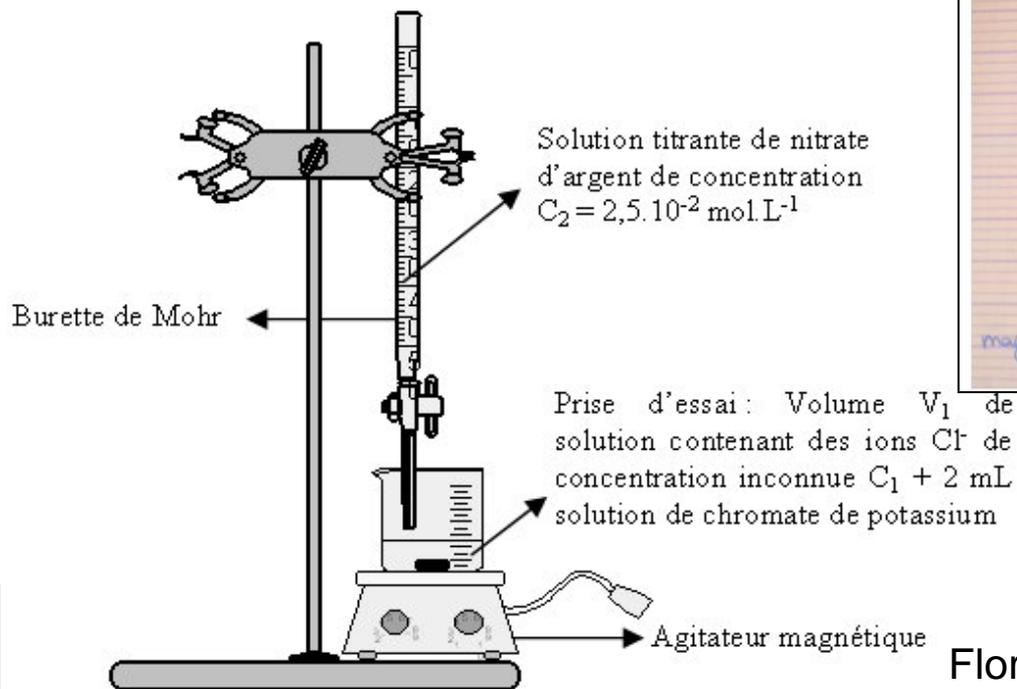
Salinité



2h en labo

Comment mesurer la salinité de l'eau de mer ? (professeur de physique)

http://eduterre.inrp.fr/eduterre-usages/ressources/scenario1/planetebleue/tp/tp_salinite_mohr

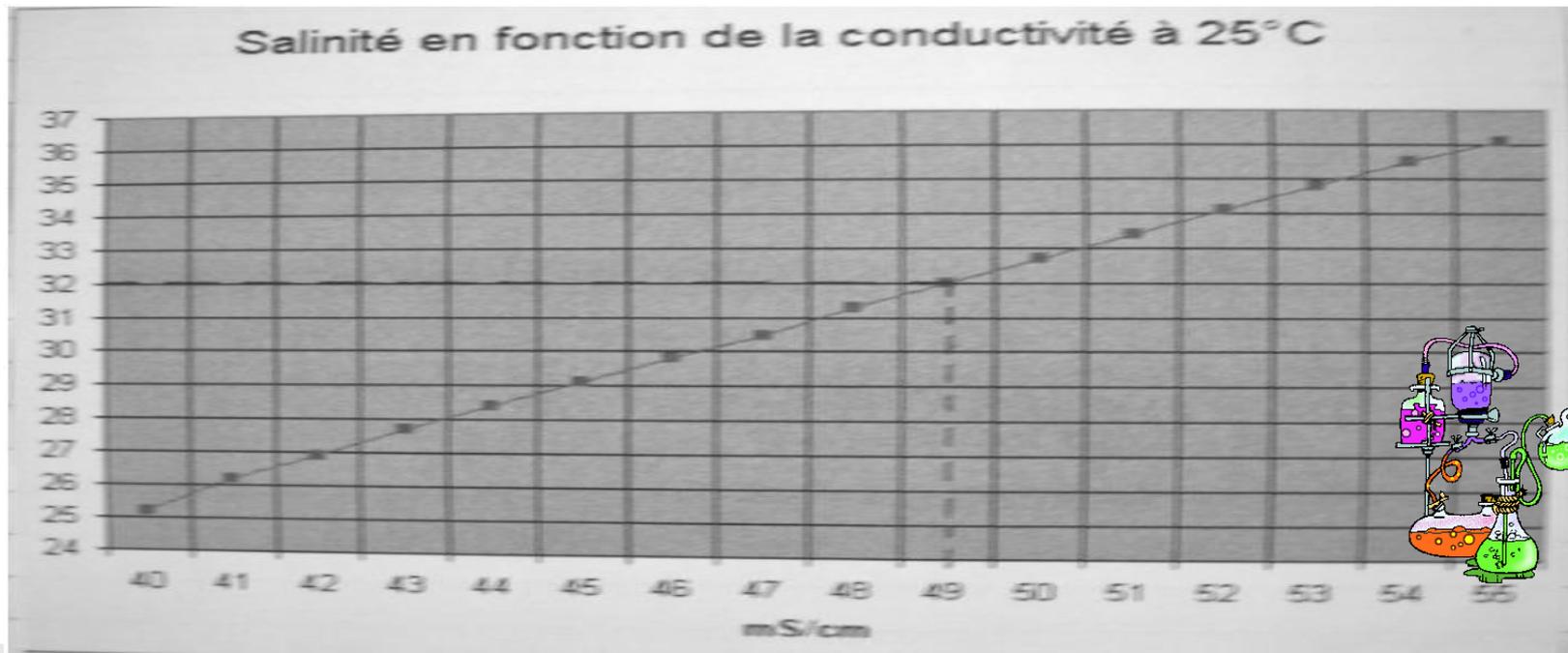


Florence Trouillet

Étape 4 : La collecte des données

Conductivité - Salinité

La **conductivité électrique** de l'eau a été mesurée en physique en milliSiemens par centimètre (mS/cm). Son résultat donne une indication de la minéralité globale de l'eau ; **plus la conductivité est faible, moins l'eau est minéralisée**. Une eau de mer normale est autour de 56 mS/cm.



Résultat labo : 49 mS/cm

Etape 5: analyse des données



INSTITUT NATIONAL
DE RECHERCHE
PÉDAGOGIQUE

Étape 5 : Analyse des données



2h en salle (travaux différenciés suivant les groupes)+ maison

- Enregistrement des résultats
- Organiser les données
- Les présenter : tableaux, graphiques, tests statistiques, photos, dessins, cartographie ...

Mutualisation des résultats collectés

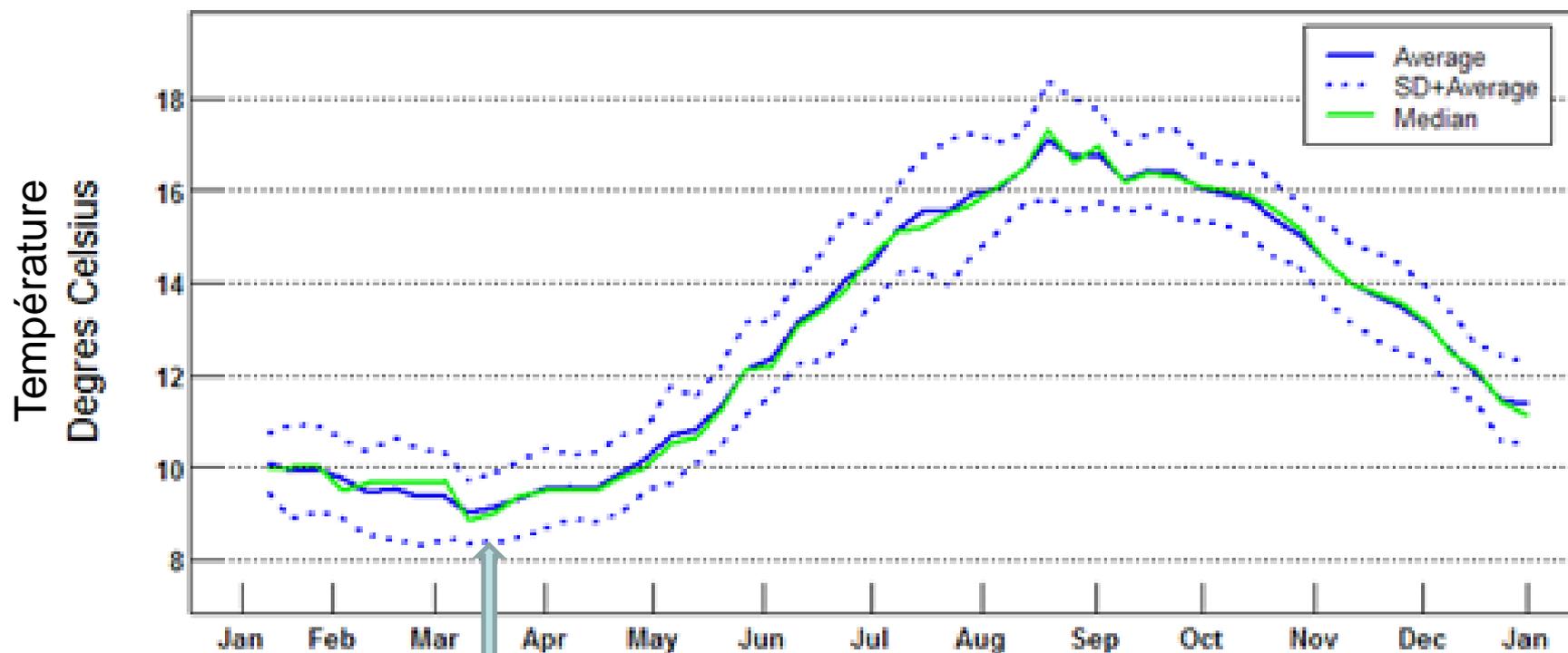
Paramètres étudiés	Lulworth	Lyme Regis
Intensité lumineuse (Lux) (Profondeur 10 cm) (GLX)	60	96
Température (°C) (GLX)	7.6 – 8	7.7- 8.4
Salinité (g.L ⁻¹) (professeur de physique)	30.7	31.9 (plage) – 29.5 (port)
Dioxygène dissous (mg.L ⁻¹) (GLX)	2 ! (entre 8 et 9 mg.L ⁻¹)	2.3 ! (entre 8 et 9 mg.L ⁻¹)
pH (GLX et crayon)	6.7	8.2
Nitrates (professeur de physique)	Entre 1 et 10 mg.L-1 7.48 µmol.L ⁻¹ (données serveur)	Entre 1 et 10 mg.L-1 7.37 µmol.L ⁻¹ (données serveur)
Phosphates (professeur de physique)	0,2 mg.L-1 0.49 µmol.L ⁻¹ (données serveur)	0,1 mg.L-1 0.38 µmol.L ⁻¹ (données serveur)
Agitation de l'eau	Modérée	Modérée

Données serveur : <http://www.westernchannelobservatory.org.uk/data.php>

Température : données scientifiques

Western Channel Observatory

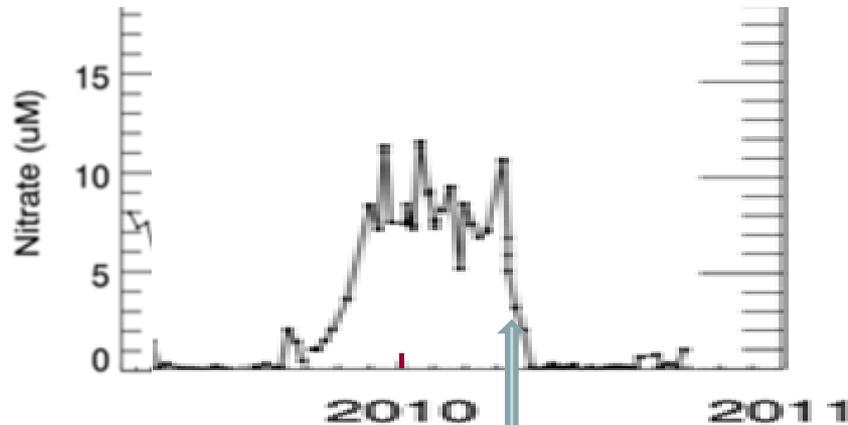
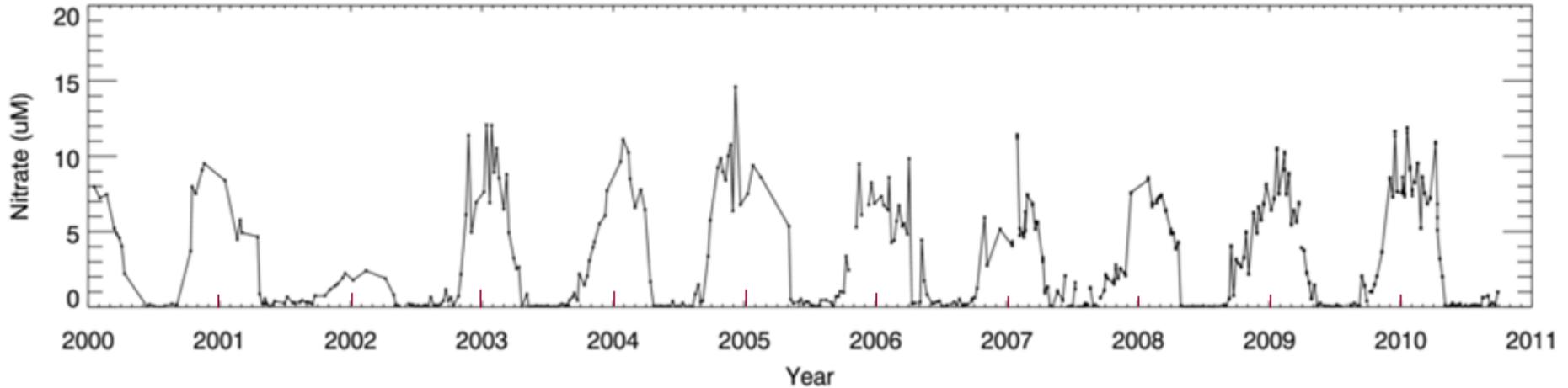
Seasonal cycle (weekly average)



Nitrates : données scientifiques

Western Channel Observatory

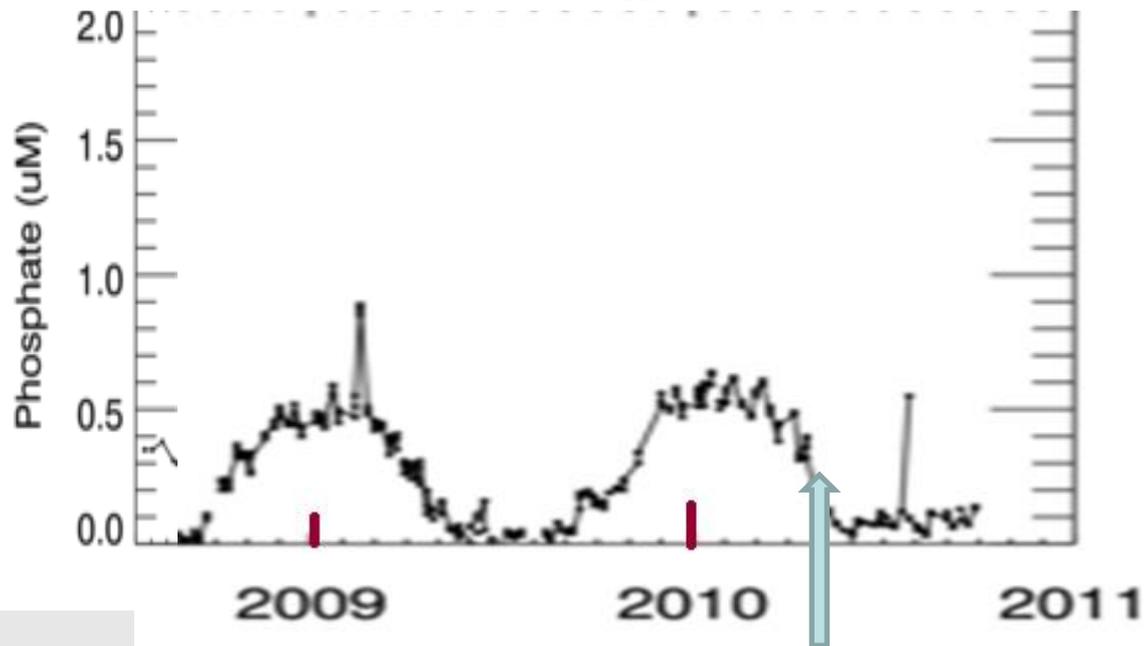
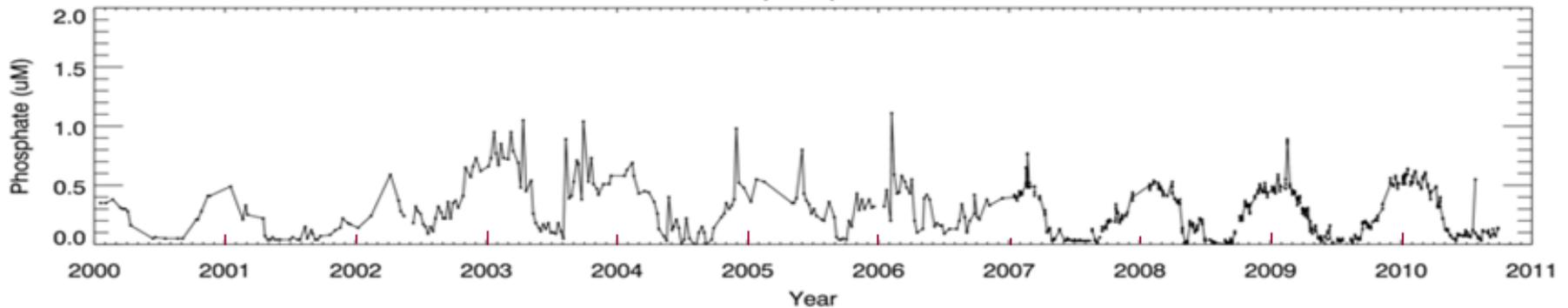
L4 nitrate



72 micromoles de nitrates =
1 mg de nitrates par litre

Phosphates : données scientifiques

L4 phosphate



Matières organiques et oxydables

Classe de qualité	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Oxygène dissous (mg/l)	8	6	4	3	
Taux sat. O ₂ (%)	90	70	50	30	
DBO ₅ (mg/l O ₂)	3	6	10	25	
DCO (mg/l O ₂)	20	30	40	80	
KMnO ₄ (mg/l O ₂)	3	5	8	10	
COD (mg/l C)	5	7	8	12	
NH ₄ ⁺ (mg/l-NH ₄)	0,5	1	1,5	4	
NKJ (mg/l-N)	1	2	4	6	

Matières azotées

Classe de qualité	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
NH ₄ ⁺ (mg/l-NH ₄)	0,1	0,5	2	5	
NKJ (mg/l-N)	1	2	4	10	
NO ₂ ⁻ (mg/l-NO ₂)	0,03	0,1	0,5	1	

Nitrates

Classe de qualité	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge	Noir
NO ₃ ⁻ (mg/l-NO ₃)	2	10	25	50	75	

Matières phosphorées

Classe de qualité	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Phosphore total (mg/l)	0,05	0,2	0,5	1	
PO ₄ ³⁻ (mg/l-PO ₄)	0,1	0,5	1	2	

Phytoplancton

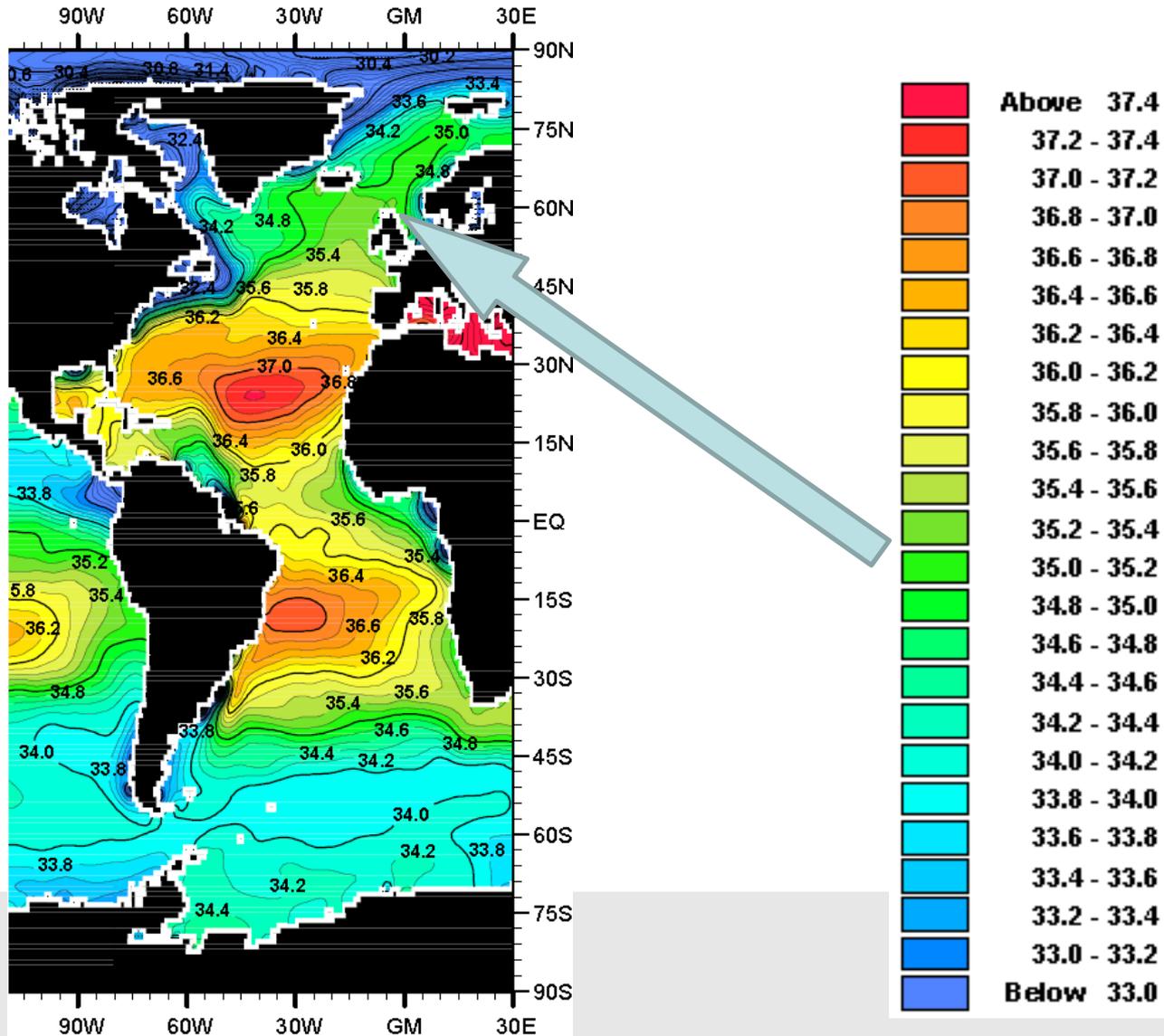
Classe de qualité	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Taux de saturation en O ₂ (%) (1)	110	130	150	200	
pH(1)	8,0	8,5	9,0	9,5	
Chlorophylle a + phéopigments (µg/l)	10	60	120	240	

(1) : PH et taux de saturation doivent être pris en compte simultanément.

Grille d'interprétation des qualités

	Très bon
	Bon
	Passable
	Mauvais
	Très Mauvais

Salinité : données scientifiques



http://serc.carleton.edu/images/esl_abs/corals/global_avg_salinity.gif

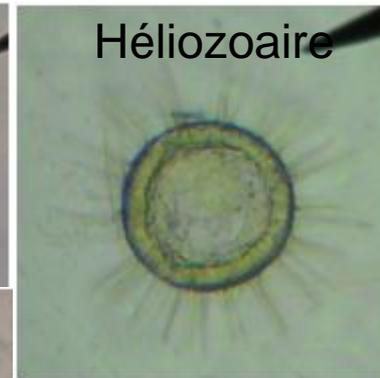
Plancton observations microscopiques



Diatomées



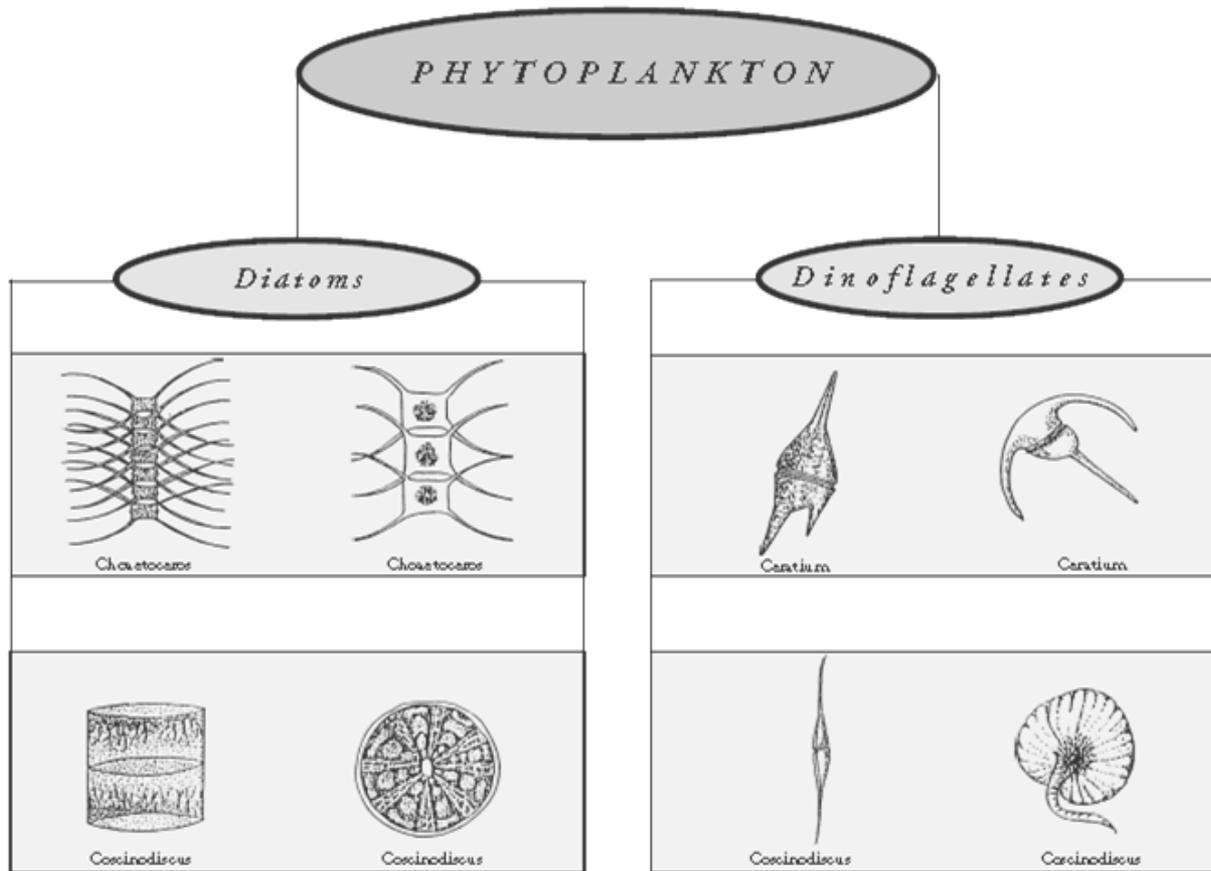
Héliozoaire



Dinoflagellés



Plancton détermination de groupes



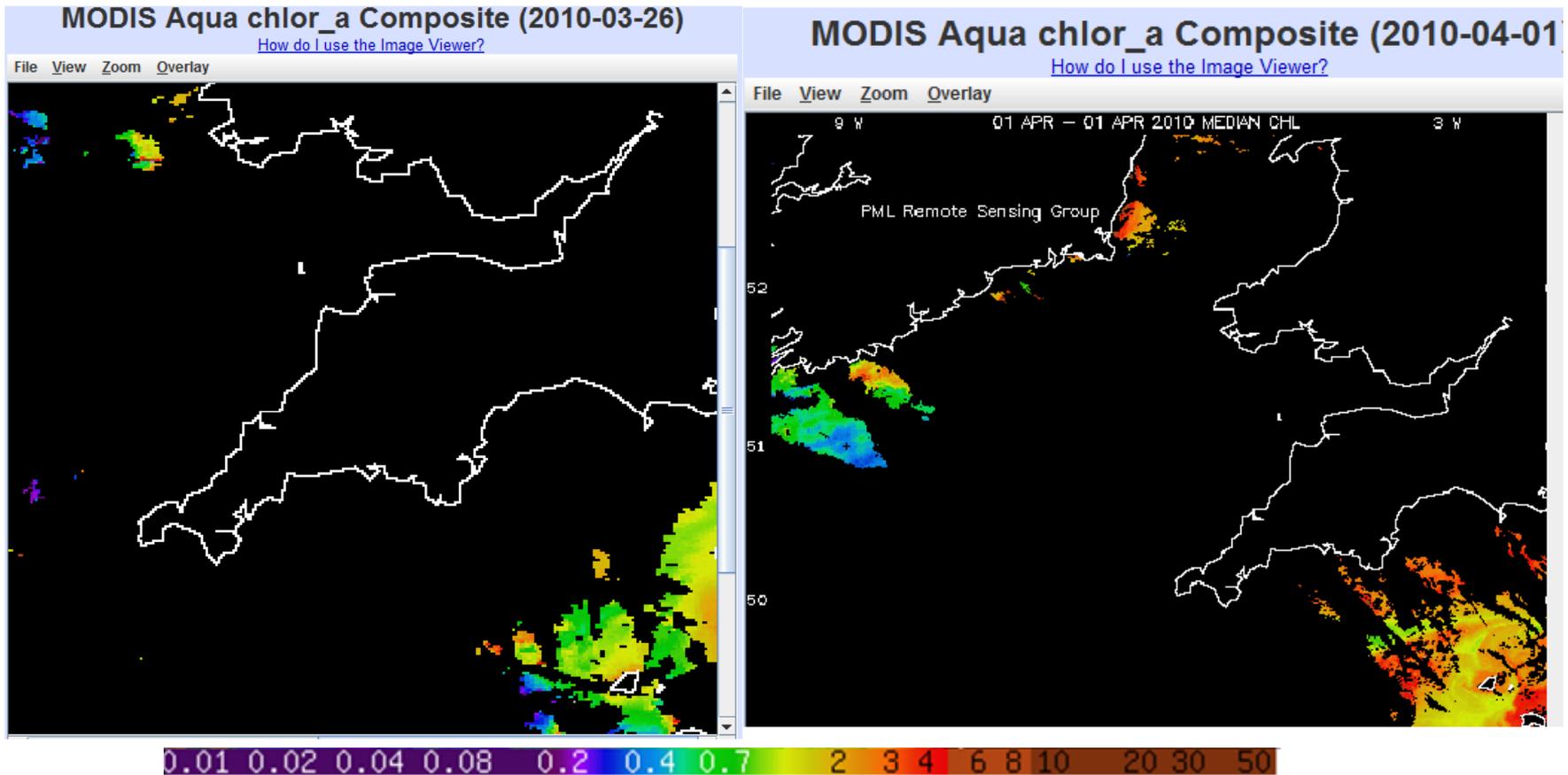
<http://er.jsc.nasa.gov>

Plancton: données scientifiques



<http://www.westernchannelobservatory.org.uk/l4/Phytoplankton>

Bloom planctonique ? Données scientifiques

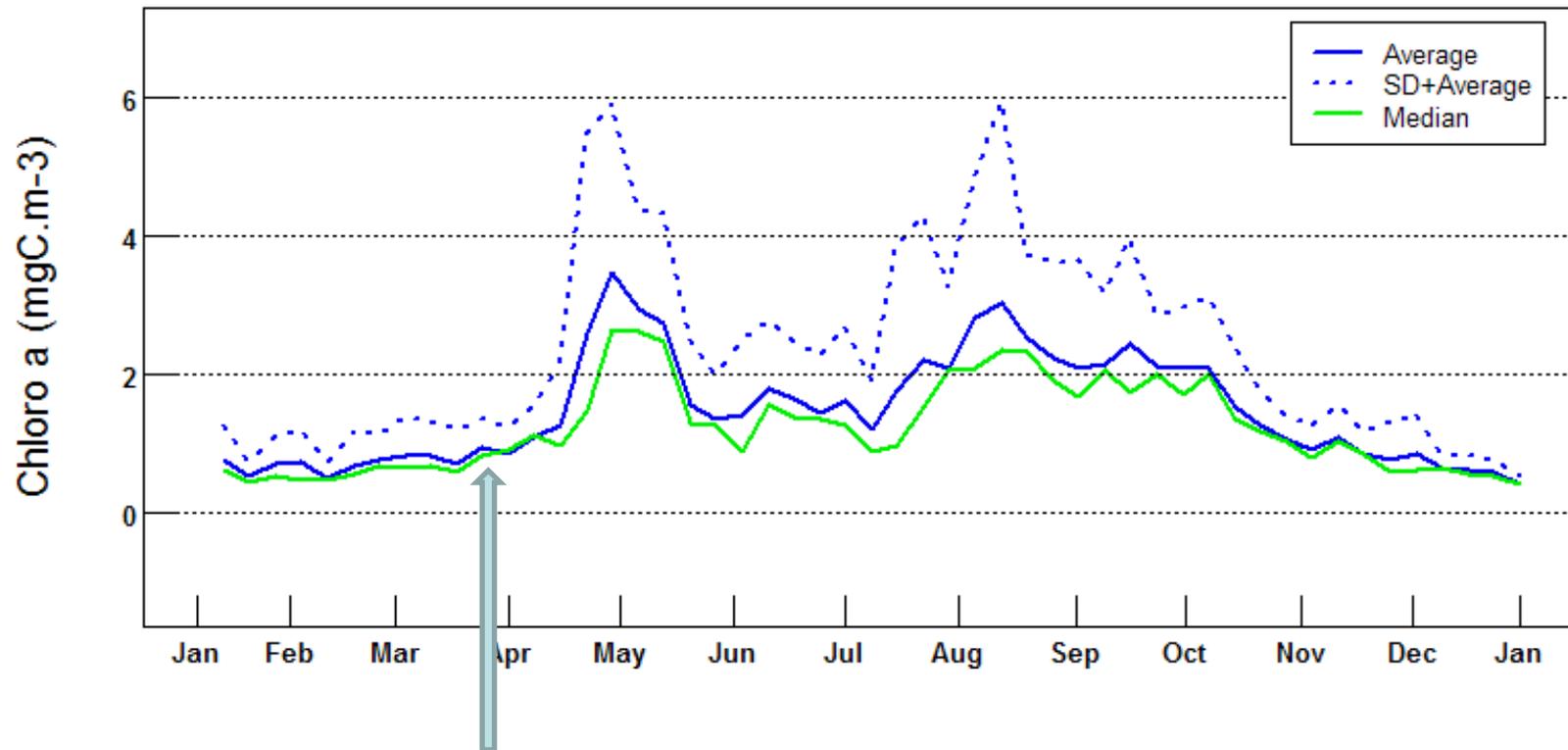


Phytoplankton : données scientifiques

Chlorophylle a – année 2010

Western Channel Observatory

Seasonal cycle (weekly average)



**Étape 6 :
Rédiger un
rapport de votre
travail et une
évaluation**



INSTITUT NATIONAL
DE RECHERCHE
PÉDAGOGIQUE



Maison +
1h30 en salle
incluant la
structuration des
connaissances

Étape 6 : Rédiger un rapport de votre travail et une évaluation

Rédiger un rapport complet, clair et logique de l'investigation.

Décrire les étapes et les procédures mises en œuvre en faisant attention à la rédaction.

Expliquer quelle **fiabilité** accorder aux résultats obtenus.

Montrer comment **améliorer** la méthode et augmenter la confiance

Étape 6 : Rédiger un rapport de votre travail et une évaluation

Similarities	
Lulworth Cove	Lyme Regis
<p>There is a beach all along the coast both in the two sites. It is possible to find fossils, in rocks in Lyme Regis and in fossil forest in Lulworth Cove. There are wave-cut platforms and cliffs made of chalk and limestone. Water has the same characteristics: there is about the same temperature, the same acidity. Besides, there is only a little plankton which can be found there.</p>	
Differences	
Lulworth Cove	Lyme Regis
<p>There is not the same composition of the beach and cliffs. In Lyme Regis, rocks are bigger, it is a pebble beach and cliffs are dark and they do not have the same size. In Lulworth Cove cliffs have a different composition, inside the site and they are very high and eroded. It is a sand beach where it is difficult to find crustaceans, on the contrary of in Lyme Regis. Algae are very numerous in Lyme Regis but not in Lulworth Cove.</p>	



« En démo Logbooks des élèves »



INSTITUT NATIONAL
DE RECHERCHE
PÉDAGOGIQUE

**Etape 7 :
la phase de
structuration
des
connaissances**

Température

La température des eaux de surface varie avec **la latitude**. (Les mers polaires peuvent être à -2 °C , tandis que le golfe Persique à 36 °C).

La température de l'eau de mer évolue en fonction des saisons et sur le littoral en fonction des conditions d'éclairement dans la journée...

Le réchauffement climatique global actuellement observé peut la modifier mais de nombreuses mesures étalées dans le temps sont nécessaires pour analyser valablement les variations de ce paramètre.

Intensité lumineuse

La plupart du **rayonnement solaire est absorbé** dans le vingt premiers mètres d'eau.

Le terme de **plancton** est relatif aux groupes d'organismes qui flottent en surface. Leur biomasse totale dépasse la masse des plantes développées sur les continents.

Le **phytoplancton** est directement lié par à ce rayonnement solaire par la photosynthèse qui ne se réalise que dans **les 100 premiers mètres**.

La **répartition de l'énergie solaire** explique aussi son inégale productivité mondiale.

pH

Le **pH idéal** en eau de mer est situé entre **8.2 et 8.6** l'eau de mer est donc une eau alcaline.

Un pH de 8.7 est la valeur limite pour une bonne eau de pêche.

Un pH compris entre 5,5 et 9 est toléré par la plupart des poissons.

Un pH inférieur à 6 ne permet pas la survie des crabes bleus par exemple.

[Chimistes pour l'environnement](http://a35.idata.over-blog.com/2/85/06/18/Oceans/Variation-pH-globe.jpg)

<http://a35.idata.over-blog.com/2/85/06/18/Oceans/Variation-pH-globe.jpg>

La salinité

La **salinité** de l'eau de mer est de l'ordre de **35 g.L⁻¹** dans les océans.

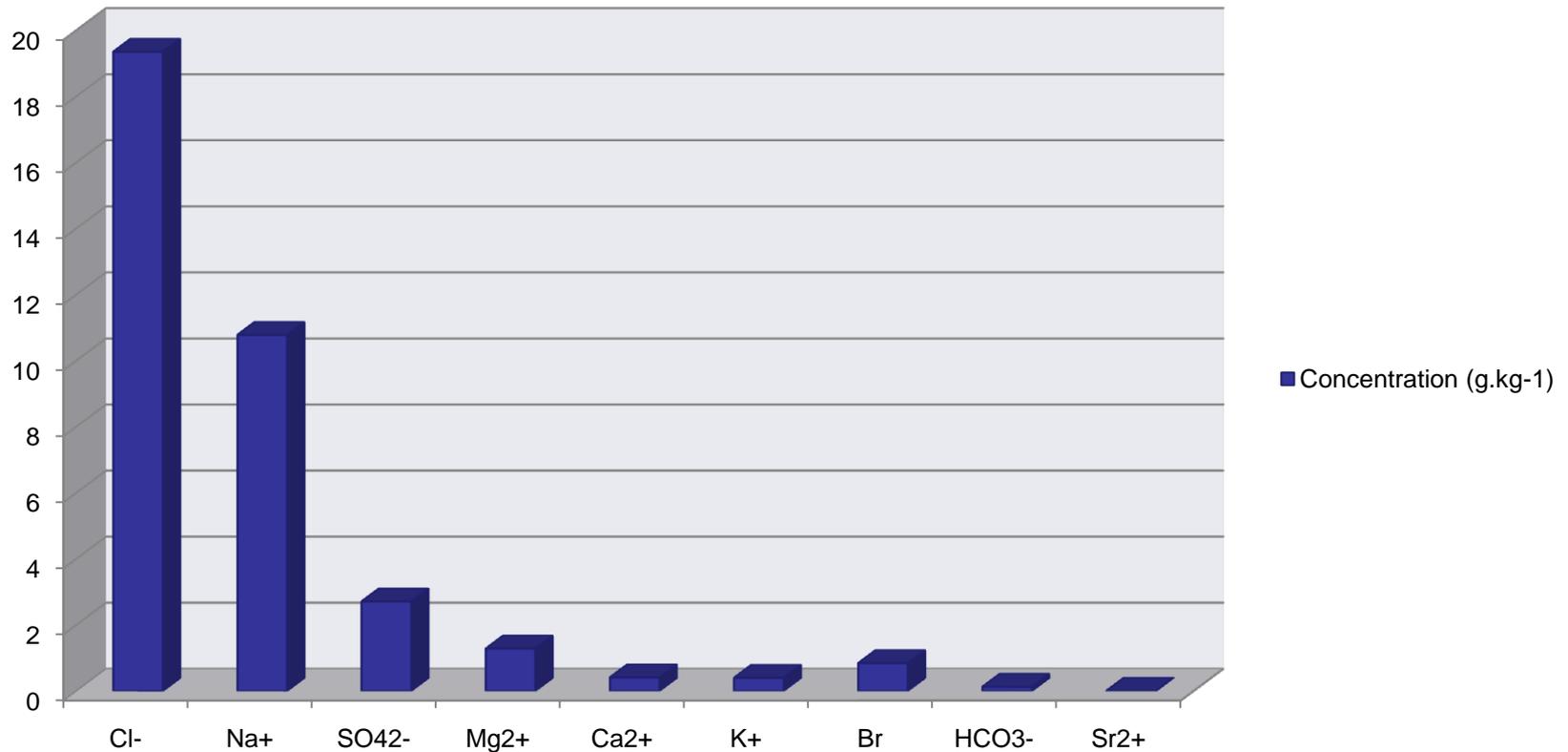
(27 g de chlorure de sodium, 5 g d'autres chlorures (magnésium, calcium et potassium), le reste étant principalement composés de sulfates, carbonates et bromures.

Ces **ions** proviennent des rivières et fleuves qui les collectent et les transportent à partir des minéraux produits de **l'altération des roches** continentales.

La salinité des eaux de surface, en particulier en Atlantique nord, contribue à la **circulation océanique** et **influence le climat**.

La salinité

Chimie de l'eau de Mer



Source : Valeurs de Wilson (1975)

L'oxygène dissous

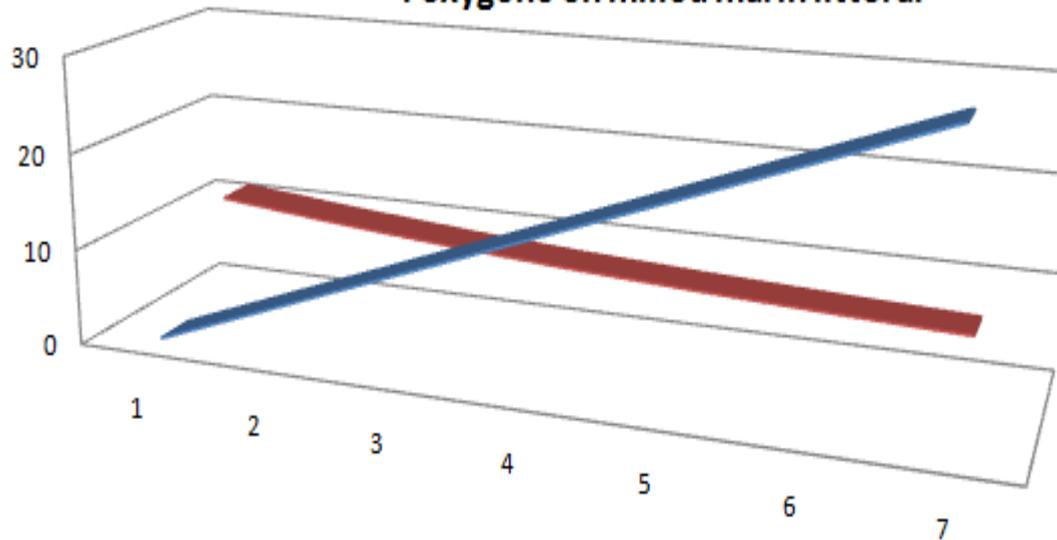
L'oxygène dissous, est essentiel pour la respiration des organismes aquatiques, il a deux origines la photosynthèse et la dissolution.

La valeur mesurée s'exprime en $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$. l'eau de mer présente en moyenne une **concentration entre 7 et 9 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$**

Un **écosystème sain** doit avoir un niveau d'oxygène dissous d'au moins 5,0 mg / L.

L'oxygène dissous

Comparaison de l'évolution de la température et de la solubilité de l'oxygène en milieu marin littoral



Evolutions
de la T°C
et de l'O2
dissous

Solubilité de oxygène dans l'eau de mer en fonction de la température pour une salinité de 35 g.L-1

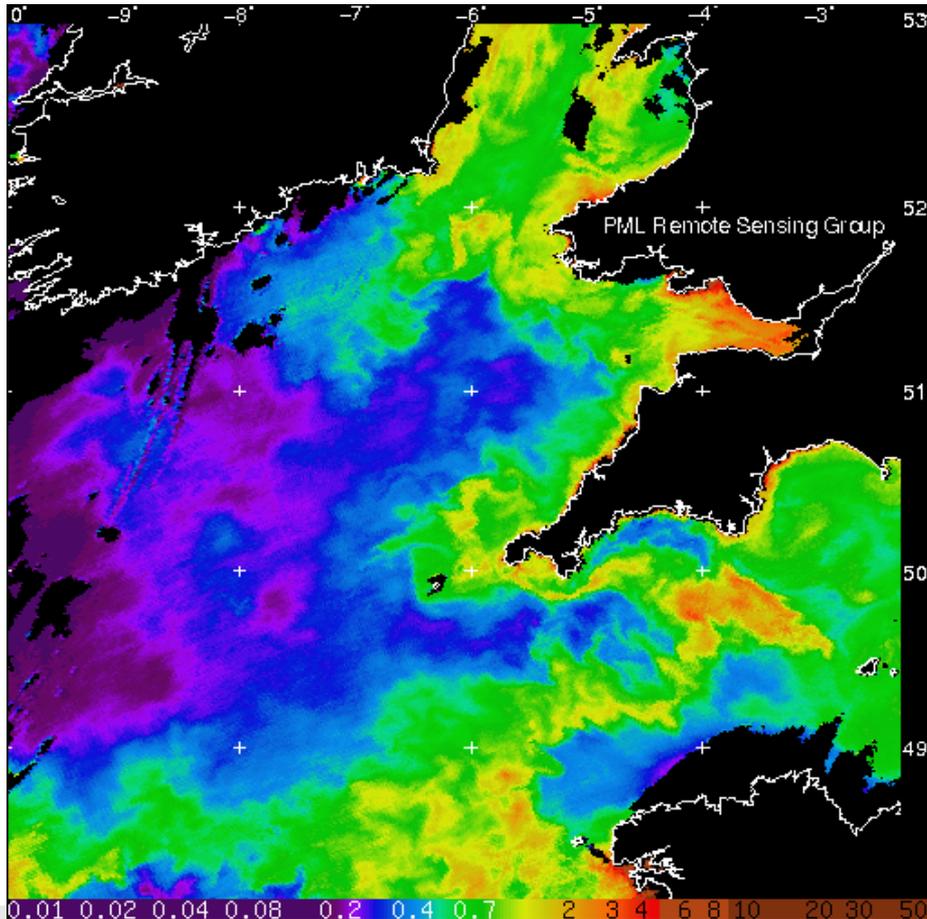
Pression normale au niveau de la mer 760 (mmHg) ou 1 (atm)

	1	2	3	4	5	6	7
■ Températures (°C)	0	5	10	15	20	25	30
■ Solubilité de l'oxygène (mg/l)	11,2	9,9	8,8	7,9	7,2	6,6	6,1

Valeurs fournies par : engineeringtoolbox

Evolution saisonnière du plancton

Western Channel bloom from satellite



Western Channel Observatory

Le 17 juin 2010, une « explosion » de phytoplancton est observable par satellite grâce à un haut niveau de concentration de chlorophylle a.

Le bloom se développe en relation avec l'augmentation du rayonnement solaire et en fonction des substances disponibles (nitrates, phosphates...)

Bilan et perspectives

Température : plus la température augmente, plus la quantité de O₂ dissous diminue → influence sur le long terme ?

pH : plus de CO₂ dissous, plus l'océan s'acidifie, moins le plancton – zoo et phytoplancton se développent → influence sur le long terme ?

O² dissous : plus le **phytoplancton** est abondant, bien que produisant de l'O₂, plus une eau sera polluée (eutrophisée), et plus la concentration en O₂ sera faible et le phytoplancton peut diminuer. → influence sur le long terme ?

Nitrates : le phytoplancton les consomme et **le bloom observé** coïncide avec la baisse de nitrates dans l'eau de mer (qui ne dépassent guère 0,14 mg.L⁻¹). Puis à leur mort ils en produisent.

Nitrates, phosphates : plus l'océan est chargé en nitrates (agriculture...) et phosphates (épurations, matières organiques, déchets...), plus le phytoplancton s'y développe... Mais ces paramètres sont très limités pour le moment à des zones littorales précises.

FORMATERRE 2010 L'EAU DANS TOUS SES ÉTATS



Démarche d'investigation en milieu marin et littoral

Caroline PREVOT
Lycée Pothier Orléans
INRP ACCES Orléans - Tours



INSTITUT NATIONAL
DE RECHERCHE
PÉDAGOGIQUE