

**LE PHYTOPLANCTON : MODELE
D'ETUDE DE L'IMPACT DE
L'HOMME SUR SON
ENVIRONNEMENT**

Projet réalisé par 46 élèves de cinquième du collège Marie Rivier de Sorgues de l'académie d'Aix-Marseille.

Les élèves de 5^{ème} B,C,D du collège Marie Rivier, Sorgues



Présentent



LE PHYTOPLANCTON : MODELE D'ETUDE DE
L'IMPACT DE L'HOMME SUR SON
ENVIRONNEMENT

RESUME

Ce projet a été mené par 43 élèves de 5^{ème} du collège Marie Rivier de Sorgues, de l'académie d'Aix-Marseille. Dans le cadre de ce travail les élèves ont développé leur capacité à mettre en œuvre une démarche d'investigation.

Le phytoplancton est essentiel à la vie sur Terre. C'est un important producteur de dioxygène et le premier maillon des chaines alimentaires aquatiques. Notre projet s'inscrit dans une étude globale sur la biodiversité et les équilibres des écosystèmes marins. Nous avons suivi les informations recueillies par une sonde dérivant au large des Terres Australes Françaises. A partir de données sur la concentration en chlorophylle, l'ensoleillement, la teneur en dioxygène dissous de l'océan les élèves ont formulé des problématiques et émis des hypothèses pour y répondre. Ensuite, ils ont mis en place et réalisé des expériences pour tester leurs hypothèses.

Ainsi, nos élèves ont étudié l'influence de différents paramètres physico-chimiques de l'environnement du phytoplancton sur sa capacité à proliférer. ils ont montré que la lumière, des nutriments en quantité suffisante et la présence de dioxyde de carbone dissous, sont indispensables à sa prolifération et à son activité photosynthétique. Ils ont également mis en évidence que l'activité photosynthétique, permet de lutter contre l'acidification du milieu par bio-conversion du CO_2 dissous en O_2 dissous. Constatant les effets négatifs de l'activité humaine sur l'environnement les élèves ont développé le Ceodus-gloutonus, sorte de fermenteur permettant de convertir le CO_2 en O_2 afin de dépolluer l'air d'un excès de CO_2 . Il leur tenait à cœur de montrer qu'en groupant leurs intelligences et leurs forces les Hommes peuvent avoir un impact bénéfique sur leur environnement.

Ce projet a fait l'objet d'échanges avec des laboratoires universitaires. Les élèves ont présenté leurs travaux à de nombreuses reprises.

SOMMAIRE

Durée du projet et calendrier suivi

Domaines scientifiques concernés

Disciplines associées

Activités portant sur la maîtrise du français

Ressources utilisées

Partenaires impliqués et sponsors

Activités inter-niveau

Bilan

Productions des élèves et explications

Pièce jointe : Document vidéo d'une présentation des élèves et du film présenté au concours LumExplore.

DUREE DU PROJET ET CALENDRIER SUIVI

Octobre

- ✕ Inscription du collège au programme « Adopt a float ». Adoption de la sonde « bibiphoque », qui dérive dans l'océan Austral.
- ✕ Travaux pratiques (jusqu'en décembre) sur le temps scolaire en physique et SVT. Simulations en laboratoire pour comprendre les courants marins et les mécanismes physiques à leur origine. Les élèves réalisent des mises en scène afin de réaliser un documentaire vidéo.

Novembre

- ✕ Inscription de la classe de 5B au concours Lumexplore
- ✕ Poursuite des expérimentations pour répondre aux problématiques sur la répartition des masses d'eaux à la surface du globe.

Janvier

- ✕ Inscription de la classe au concours « Faites de la Science »
- ✕ Création des ateliers sur la pause méridienne ouvert aux élèves de 5^{ème} et 4^{ème} qui souhaitent réaliser des expériences relatives au projet en cours.
- ✕ Travail sur la problématique : les valeurs des quantités de chlorophylle détectées par bibiphoque sont-elles liées à la quantité de phytoplancton présent dans les océans.

Février

- ✕ Travail sur les problématiques :
 - a- Le phytoplancton serait-il responsable des variations des concentrations de dioxygène dissous mesurés par bibiphoque au cours des saisons ?
 - b- Le phytoplancton n'est détecté que sur les 100 premiers mètres à la surface des océans, on observe que la lumière ne pénètre pas au-delà de cette limite. Existe-t-il un lien entre la lumière et la prolifération du phytoplancton ?

Mars

- ✕ Travail sur la problématique : Les végétaux verts utilisent le CO₂ atmosphérique pour réaliser leur photosynthèse. La croissance/prolifération du phytoplancton est-elle modulée par les quantités de CO₂ dissous dans le milieu de culture ? Les élèves ont dû tester et choisir un mode de dosage du CO₂ dissous (n'ayant pas de sonde à disposition). Ils ont ensuite mis au point un

fermenteur à partir de levures afin d'augmenter la teneur en CO₂ des cultures de phytoplancton.

✕ Ayant vu la notion en cours de physique et de SVT que l'augmentation du CO₂ dissous augmente l'acidité des océans, les élèves ont formulé une nouvelle problématique : La consommation de CO₂ par le phytoplancton permet-elle de limiter l'acidification d'un milieu de culture voire de l'océan ?

Avril

✕ Rencontre avec un ingénieur du laboratoire de Villefranche sur Mer

✕ Construction d'un schéma bilan, en intégrant les impacts de l'Homme sur son environnement (production de gaz à effet de serre, acidification des océans, pollutions plastiques/turbidité, perturbation indirecte des courants marins...)

✕ Participation à la finale de l'académie d'Aix-Marseille du concours « Faites de la Science ». (Prix de la démarche Scientifique et premier prix du concours)

Mai

✕ Présentation du projet à une vingtaine de chercheurs de l'université d'Avignon, de l'INRA et de l'IMBE d'Avignon.

✕ R&D : Conception et optimisation du « ceodus-gloutonus ». Démonstrations que l'Homme peut avoir un effet bénéfique sur son environnement

✕ Suite à la rencontre avec un chercheur de l'IMBE lors de la présentation du projet les élèves ont souhaité aborder la problématique : La pollution qui trouble l'eau a-t-elle une action sur l'activité photosynthétique du phytoplancton.

Juin

✕ Présentation du projet à d'autres classes de l'établissement.

✕ Participation à la finale nationale du concours « Faites de la Science », à l'université de Corte, Corse. (3^{ème} Prix du concours dans la catégorie « Enjeu environnemental)

✕ Invitation au visiatome, subventionnée par le CEA : Présentation des travaux par des élèves n'ayant pas pu partir en Corse pour représenter le collège et projection du film réalisé par les élèves dans le cadre du projet « lumexplore ».

DOMAINES SCIENTIFIQUES CONCERNES

SVT Thème : La planète Terre, l'environnement et l'action humaine :

- ✕ Climatologie,
- ✕ Dynamique des masses d'eau et d'air
- ✕ L'exploitation des ressources naturelles ; ressource halieutique ; pollution de l'eau par les activités humaines ; les émissions à effet de serre
- ✕ La biodiversité des écosystèmes marins, leur équilibre
- ✕ Activité humaine et impacts globaux
- ✕ Comprendre les impacts et la construction des décisions politiques en matière de préservation et de protection de l'environnement

SVT Thème : le vivant et son évolution :

- ✕ Production de matière par les végétaux verts, flux de matière
- ✕ La photosynthèse
- ✕ Reproduction asexuée et prolifération du phytoplancton
- ✕ Dynamique de la biodiversité à la surface de la Terre au cours des saisons

PHYSIQUE CHIMIE

- ✕ Organisation et transformations de la matière
- ✕ Signaux pour observer et communiquer
- ✕ Mouvement et interaction

TECHNOLOGIE

- ✕ Fonctionnement d'un objet technique
- ✕ Chaîne d'information

TICE :

- ✕ Utilisation et maîtrise de certaines fonctionnalités du logiciel : Mesurim (<http://acces.ens-lyon.fr/acces/logiciels/applications/mesurim/mesurim>);
- ✕ Utilisation et maîtrise de power point afin de réaliser les affiches et poster ;
- ✕ Utilisation de tableurs (calculs et graphiques).
- ✕ Utiliser et exploiter des informations à partir d'une simulation virtuelle Sim'thon (<http://www.ac-nice.fr/svt/productions/flash/simthon/index.htm>)

ACTIVITES PORTANT SUR LA MAITRISE DU FRANCAIS

Les préparations des scénarii pour les montages des vidéos et les communications orales ont été effectuées en lien avec le professeur de français, Mme Piallat. Un accent important a été mis sur la précision des termes employés et la structure syntaxique des phrases. A l'écrit, la relecture par des pairs ou enseignants a favorisé l'optimisation des messages afin d'améliorer la compréhension.

Compétences travaillées	Situation élève
Activité de Compréhension de l'écrit ; Lire des images, des documents composites (y compris numériques) et des textes non littéraires	Les élèves ont travaillé à partir de documents de différentes natures (sites web ; livres ; manuels scolaires ; emails) afin de tirer et d'exploiter les informations pertinentes
Activité de Compréhension à l'oral, comprendre et interpréter des messages et des discours oraux complexes	Discussions avec des chercheurs lors de réunions de travail ou avec des membres du jury du concours « Faites de la Science »
S'exprimer de façon maîtrisée en s'adressant à un auditoire	Préparation d'exposés afin de communiquer à l'oral devant leurs pairs, et face au jury du concours « Faites de la Science »
Participer de façon constructive à des échanges oraux	Lors de l'émission d'hypothèses ou pour des choix de techniques ou d'optimisation des débats se sont ouverts. Afin de faire avancer leur projet, les élèves ont été amenés à faire des concessions. Ils ont appris à écouter l'autre et à prendre la parole en présentant des arguments clairs et précis.
Exploiter les ressources expressives et créatives de la parole.	Lors de la préparation des vidéos les élèves ont été amenés à travailler leur mode d'expression afin que leurs discours soient clairs, précis, humoristiques, rigoureux...
Adopter des stratégies et des procédures d'écriture efficaces	Guidés par Mme Piallat, professeur de français, les élèves ont travaillé, retravaillé et appris les stratégies adaptées aux différentes formes d'expressions utilisées.
<ul style="list-style-type: none"> ✕ Connaitre les différences entre l'oral et l'écrit. ✕ Construire les notions permettant l'analyse et la production des textes et des discours 	Attendu que les élèves ont préparé des oraux, des sketches, des posters et rédigé des emails destinés à des chercheurs ils ont donc appris à distinguer les différentes formes langagières.
Maitriser la syntaxe et l'orthographe.	Bien entendu nous avons insisté sur la nécessité de produire un travail écrit ou oral, respectant les règles de la langue française, afin d'être compris de tous.

DISCIPLINES ASSOCIEES

Dans le développement de ce projet, les élèves ont sollicité les conseils de leurs professeurs de mathématiques (graphiques, analyse de tableaux de données, notion de moyenne)

Le professeur de français a été consulté fréquemment en cours ou lors d'ateliers dédiés afin de parfaire leurs oraux ou écrits

Les professeurs de technologies et de géographie (phénomène El Nino, ressources pour nourrir la planète) ont également été impliqués dans ce projet.

A deux reprises des communications en anglais ont poussé les élèves à demander l'aide de leur professeur d'anglais.

RESSOURCES UTILISEES

✕ **De nombreuses ressources en ligne ont été utilisées (principales listées ci-dessous) :**

<http://www.jeanlouisetienne.com/images/encyclo/imprimer/14.htm>;

<https://oceans.taraexpeditions.org/>;

<http://www.monoceanetmoi.com/web/index.php/fr/>

<http://www.ac-nice.fr/svt/productions/flash/simthon/index.htm>

<http://education.meteofrance.fr/>

✕ **Des manuels scolaires de cycle 4 : Hatier, Bordas, Nathan, Magnard**

✕ **Communications par email avec les équipes du laboratoire d'océanographie de Villefranche sur Mer, de l'université et de l'INRA d'Avignon et de l'IMBE.**

PARTENAIRES IMPLIQUES ET SPONSORS

✕ Laboratoire d'océanographie de Villefranche sur Mer

- Carolyn Scheurle : Médiatrice Scientifique
Observatoire Océanologique de Villefranche (OOV)
181 chemin du Lazaret, 06230 Villefranche-sur-Mer, France
- Julia Uitz, CR-CNRS
Laboratoire d'Océanographie de Villefranche

✕ INRA Avignon :

Pierre RENAULT, Directeur de Recherche
Responsable Axe de Recherche "Réutilisation des Eaux Usées en Irrigation"
pierre.renault@inra.fr

✕ Université d'Avignon :

Sandrine Perino : Maître de Conférences, HDR - Equipe GREEN, UMR 408 SQPOV
Université d'Avignon. UFR-ip Sciences, Technologie, Santé - 84 916 Avignon Cedex 9
sandrine.perino@univ-avignon.fr

✕ Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale IMBE :

Alain Thiery : Professeur d'Université en biologie animale - hydroécologie
<https://www.youtube.com/watch?v=bv76RkWuPf8> - alain.thiery@imbe.fr

NOUS TENONS A REMERCIER NOS SPONSORS :

- CEA, Marcoule ; Visiatome, Marcoule : Aide financière et scientifique.
- Université d'Avignon : Aide financière et scientifique.
- Top office : (Edition de poster).
- TERAMER : Aide par don de culture de phytoplancton et de milieu de culture.
- Association Sciences et Techno-thèque : Prêt de matériel.

ACTIVITES INTER-NIVEAU

Au sein du collège, les élèves ont présenté leur travail à d'autres classes du cycle 4 ainsi qu'à certains élèves de cycle 3 (6^{ème}). En octobre prochain les porteurs du projet, animeront une journée à l'université d'Avignon pendant la semaine de la « Fête de la Science ». Ils partageront leurs découvertes avec des élèves de collège et de lycée.

BILAN

Le bilan est globalement très positif. La très grande majorité des élèves s'est investie avec plaisir dans ce projet.

- Nous avons noté une aisance plus importante des élèves face à la démarche scientifique (notion de témoin, formulation d'hypothèses, mise en place d'expériences pour tester leurs hypothèses...) comparé aux élèves de 5^{ème} n'ayant pas pris part dans ce projet.

- Le travail collaboratif avec des chercheurs a poussé nos élèves à s'investir en voulant bien faire pour montrer qu'ils étaient capables de produire un travail de qualité.

- A l'issue de la projection et de l'exposé au visiatome, les élèves étaient fiers de leur travail. Ils ont été félicités par des chercheurs et comprennent que l'investissement dans le travail est payant !

- Le travail collectif a permis à certains élèves en difficulté de révéler leurs talents (montage vidéo) et à un élève précoce d'être reconnu et respecté pour ses connaissances pluridisciplinaires encyclopédiques qui n'étaient pas valorisées.

- Les élèves porteurs du projet en Corse ont acquis de solides compétences d'orateur. Ils ont su s'adapter et suivre les conseils des professeurs et des chercheurs. Deux d'entre eux participaient davantage en classe en fin d'année.

- Le fait d'avoir à formuler ce qu'ils apprenaient afin que leurs pairs comprennent ce qu'ils avaient mis en évidence leur a permis de mieux comprendre et de s'appropriier les notions.

De nombreux points sont à optimiser :

- Nous avons sous- estimé le temps nécessaire aux prises de vues et au montage. Des séances sur le temps extra-scolaire ont été organisées afin de pouvoir mener le projet avant les dates butoirs des concours.

- Les ateliers scientifiques proposés sur la pause méridienne permettaient aux élèves de se relayer autour d'une même expérience mais cela leur a parfois fait perdre le fil de la démarche

expérimentale. La synthèse globale en fin de projet leur a permis d'y voir plus clair. Il sera important de veiller à ce que ce soit plus lisible pour chacun.

- Les élèves ont collé leurs résultats expérimentaux sur un grand « poster brouillon ». Il aurait été plus judicieux de leur apprendre à tenir un cahier de manipulation rappelant la démarche scientifique (problématique, hypothèse testée, protocoles, résultats). Nous devons prendre en compte la trace écrite dans le temps à attribuer au projet.

- Comme notre réseau de contact de chercheur s'est construit et élargit au fil du projet nous espérons qu'il sera possible l'année prochaine d'être en contact avec eux plus fréquemment et dès le début du projet, afin que les élèves aient plus de temps pour expérimenter entre les échanges.

- Une difficulté majeure a été de canaliser l'enthousiasme et les idées des élèves. Nous sommes restés directifs pour certains choix d'hypothèses à tester car le temps imparti n'était pas suffisant, créant parfois de la frustration chez les élèves auteurs de ces hypothèses.

Les élèves sollicitent la création d'un nouveau projet l'année prochaine ! Ce projet a créé une émulation interclasse et même au sein de l'équipe éducative. En apprenant de nos erreurs et imperfections nous irons plus loin l'année prochaine !

PRODUCTIONS DES ELEVES ET EXPLICATIONS

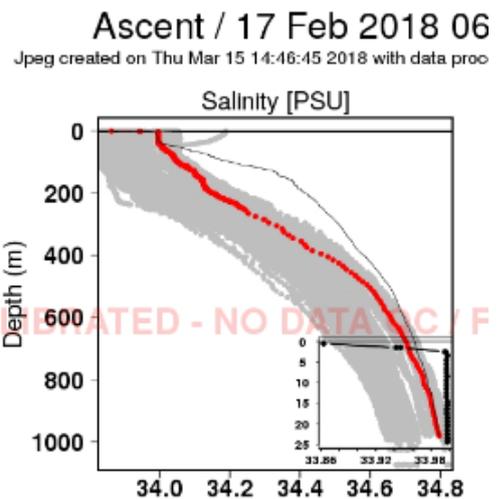
I-FONCTIONNEMENT DE LA SONDE ET ETUDE DES COURANTS MARINS

A- ENQUETES ET SIMULATIONS POUR COMPRENDRE LES MECANISMES DE FONCTIONNEMENT DE LA SONDE :

Les élèves ont mené des recherches documentaires sur différents sites (www.jeanlouisetienne.com; oceans.taraexpeditions.org; www.monoceanetmoi.com; météofrance) afin de pouvoir déterminer les problématiques qu'ils aimeraient traiter. Nous avons inscrit l'établissement au programme « adopt a float » qui permet d'être en relation avec une équipe de chercheurs en océanographie et de suivre les données émises par de nombreuses balises dérivant au gré des courants. Ils ont rencontré un ingénieur de recherche du laboratoire d'océanographie de Villefranche-sur-Mer afin de pouvoir poser des questions sur le fonctionnement, la géolocalisation de la sonde, la transmission de ses données et de ses missions. Ils ont également réalisé des simulations en fabriquant un ludion qui permet de visualiser et de comprendre comment la sonde peut effectuer des mesures en surface ou en profondeur (compressibilité de l'air et non de l'eau/ changement de masse volumique/ opposition de deux forces/ poussée d'archimède - poids). Mael, un élève d'une autre classe a partagé ses connaissances et exposé sur l'approche biomimétique de la vessie natatoire des poissons. L'ensemble de cette rencontre et du travail sur les paramètres physiques des océans ont été mis en scène par les élèves, filmés et montés sous forme d'un reportage « Info nature 2018, le magazine découverte de Marie Rivier » (document joint sur clé USB, lors de la projection du projet au visiatome, Marcoule 18 Juin 2018). Le film a été présenté au concours Lumexplore.

A- LA SALINITE ET LES COURANTS MARINS :

Situation déclenchante : observation des données obtenues à partir de la sonde Bibiphoque sur la salinité en fonction de la profondeur (document 1 : ci contre. Relevé de la salinité le 17/02/2018 <http://www.oao.obs-vlfr.fr/mapsf/en/?projectid=8>).



PROBLEMATIQUE : Comment expliquer que l'eau des océans n'ait pas la même salinité en surface et en profondeur ?

Les élèves émettent des hypothèses et choisissent celles testables au laboratoire.

HYPOTHESE RETENUE : Plus l'eau est salée plus elle coule.

Pour tester cette hypothèse les élèves ont réalisé des simulations dans des aquariums en mettant en contact différentes masses d'eau, de salinités différentes. Les simulations et les résultats obtenus sont présentés au document 2.

Document 2 : Photographie montrant le comportement de masses d'eau de salinités différentes (bleue (35 g/l ; incolore 15 g/l ; rouge 5 g/l) lorsqu'elles sont mises en contact.



Nous avons constaté que l'eau à 35 g de sel par litre d'eau, colorée en bleu, plonge au fond alors que l'eau la moins salée (5 g/l), colorée en rouge, reste en surface. Ils ont également effectué des mesures de masse et de volume afin de comparer les masses volumiques. Nous leur avons montré le fonctionnement d'un densimètre. Les élèves en ont déduit que plus l'eau contient de sel plus sa masse volumique va être importante. Leur hypothèse est donc vérifiée et ils en déduisent que cela pourrait engendrer des courants.

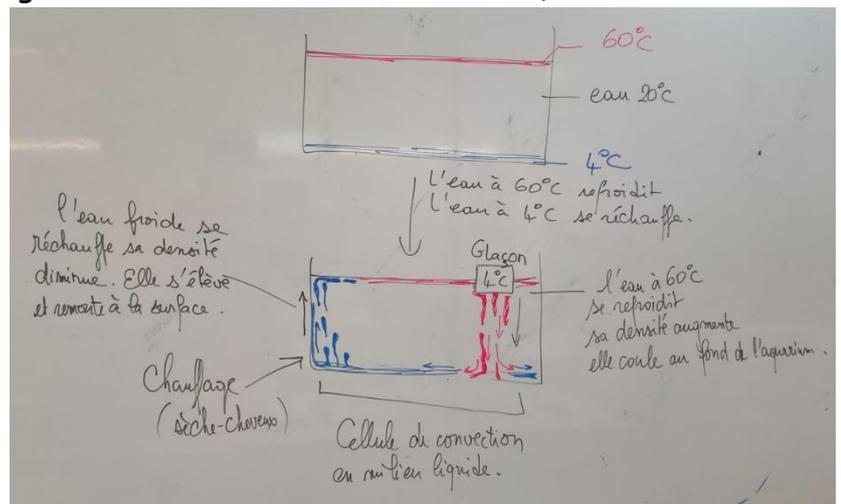
B- LA TEMPERATURE ET LES COURANTS MARINS



En parallèle de l'étude de la salinité, les élèves ont observé des cartes des océans, comparé les températures et émis des hypothèses sur la formation de courants en fonction de la température des océans. Lors des cours de SVT et de physique leur attention avait été attirée sur la répartition non homogène

des températures à la surface du globe en raison de l'inclinaison de la Terre (simulation sur sphère avec la lumière de leurs portables). Afin de tester leurs hypothèses ils ont mis en contact des masses d'eaux de températures différentes afin d'observer leurs comportements (sur la photo ci-dessus eau colorée en rouge à 50°C, incolore 25°C, Bleue 4°C)

A l'issue de leurs simulations, les élèves ont réalisé un schéma bilan présenté ci-contre :



Afin de faire le lien entre leurs observations, la dynamique des océans et le climat nous leur avons proposé de travailler sur différents sites et de faire des liens entre leurs observations et ce qui se déroule au niveau des pôles dans l'antarctique et l'océan austral.

<http://www.jeanlouisetienne.com/images/encyclo/imprimer/14.htm>;

<https://oceans.taraexpeditions.org/>; <http://www.monoceanetmoi.com/web/index.php/fr/>

Une étude de données fournies par l'expédition Tara illustre ce phénomène : Les changements d'état de l'eau, engendrent des changements de salinité de l'eau, cela peut mettre en mouvement des masses d'eau et créer des courants marins. Ainsi le réchauffement climatique pourrait ainsi avoir un impact sur les courants marins. Cette partie du projet a été résumée sous la forme du poster ci-dessous :

Les 5^{ème} du collège Marie Rivier de Sorgues Académie d'Aix-Marseille

Le phytoplancton et les impacts de l'activité humaine sur l'environnement

INTRODUCTION

LE PHYTOPLANCTON :



Vue satellite d'un Bloom

Ensemble des végétaux qui vivent en suspension dans les eaux de l'océan.

▫ organismes formés d'une seule cellule ou de chaînes de plusieurs cellules.

Comme les plantes terrestres, les organismes du phytoplancton contiennent de la chlorophylle, nécessaire à la photosynthèse.

Modèle d'étude: *Tetraselmis suecica* (eau salée (30-34 g/l de sel))



SUIVI DE PARAMETRES PHYSIQUES OCEANIQUES:

Collaboration avec le laboratoire d'Océanographie de Villefranche-sur-Mer (LOV). Rencontres avec un ingénieur du LOV, interview filmée. Conseils de chercheurs de l'Université et de l'INRA d'Avignon.



PARTICIPATION AU PROGRAMME « ADOPT A FLOAT ». SONDE BIBIPHOQUE.



Mesures réalisées en surface ou en profondeur
- salinité - température - chlorophylle
- dioxygène - lumière bleue

Envoi de données par satellite

▫ par le laboratoire pour les missions de la sonde

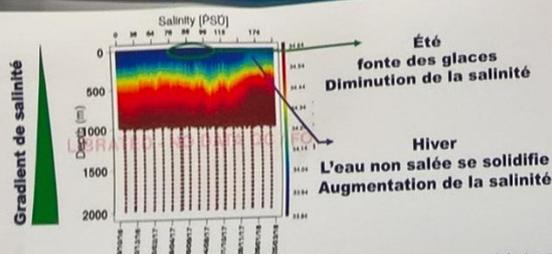
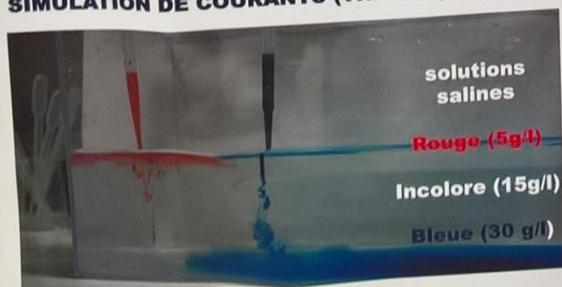
▫ par la sonde pour transmettre ses résultats

Géolocalisation par GPS



SIMULATIONS DE COURANTS MARINS AU LABORATOIRE (HALIN, UPWELLING, THERMIQUE)

SIMULATION DE COURANTS (THERMO)HALINS



SIMULATION DE COURANTS D'UPWELLING



Eau rouge (45°C) / incolore (18°C) bleue (4°C)

Upwelling : les alizés ou thermiques déplacent l'eau en surface et engendrent un courant ascendant qui permet de faire remonter les nutriments à la surface. Nutriments indispensables à la prolifération du phytoplancton.

II- DONNEES DE LA SONDE ET PHYTOPLANCTON

Dans cette partie du projet les élèves ont suivi des démarches d'investigation partant à nouveau des données de la sonde ils ont émis des hypothèses qu'ils ont éprouvées par l'expérience. Certains résultats ont conduit à de nouvelles interrogations. Ils ont été confrontés à de nombreuses difficultés auxquelles ils ont dû répondre par des réflexions et un investissement collectif. Quand ils parvenaient à une conclusion au laboratoire nous demandions confirmation aux chercheurs sur la possibilité de les extrapoler à l'échelle des océans.

En premier lieu, des cultures de phytoplancton ont été réalisées afin de tester la culture au laboratoire. Le choix de la souche utilisée a été dirigé par le professeur de SVT. Ainsi *Tetraselmis suecica* a été notre modèle biologique car de « grande taille » et poussant à une salinité proche de celle mesurée par la sonde biophysique. Nous avons acheté dans un premier temps nos suspensions puis la société Teramer nous a subventionné en nous offrant de nouvelles suspensions mères.

Les élèves ont constaté que des contaminations se développaient malgré la présence de sel dans nos cultures. Ils ont effectué des recherches documentaires et imaginé un guide de bonnes pratiques de laboratoire pour minimiser les risques de contaminations.

Au fond du laboratoire nous avons entreposé des caissons fabriqués par des élèves de 4^{ème} SEGPA afin de réaliser des mini souffleries pour tester des avions en papier. Des élèves ont eu l'idée de les utiliser comme caisson de protection. Ci-contre : la fiche qu'ils ont réalisée

STOPPER LA CONTAMINATION

Problèmes:

- ✕ Contamination des milieux
- ✕ Contamination des cultures :
 - Bulleur d'air non stérile
 - Manipulations sans gants
 - Prélèvements
- ✕ **Se protéger**
 - blouse, gants,
 - lunettes de protection)
- ✕ **Protéger les cultures des microbes.**
 - Ne pas les contaminer
 - Stériliser le matériel (100°C ou eau de javel)
 - Stériliser les milieux de culture (100°C)
 - Porter des gants
 - Écran entre le souffle et la culture



Nous avons choisi de vous présenter leurs productions c'est-à-dire les posters qu'ils ont réalisés et présentés à des chercheurs de l'université d'Avignon et au jury du concours « Faites de la Science ». Ils sont présentés oralement dans le document vidéo joint.

I- PHYTOPLANCTON ET CHLOROPHYLLE

OBSERVATION
 HIVER : [chlorophylle] très faible
 ÉTÉ : [chlorophylle] importante

NOUS SAVONS QUE
 Les végétaux verts produisent un pigment vert appelé la chlorophylle a. Le phytoplancton produit de la chlorophylle

PROBLEMATIQUE
 Existe-t-il un lien entre la concentration de chlorophylle détectée par la sonde et la quantité (biomasse) de phytoplancton présente dans les océans ?

OBSERVATION
 La chlorophylle n'est détectable que sur les 100 m maximum

NOUS SAVONS QUE
 La chlorophylle a permet aux végétaux de capter la lumière pour réaliser la photosynthèse.

PROBLEMATIQUE
 Existe-t-il un lien entre la lumière et la prolifération du phytoplancton ?

HYPOTHESE
 La lumière est indispensable à la prolifération du phytoplancton. En profondeur la lumière ne pénètre plus et ne permet pas au phytoplancton de proliférer

TESTER L'HYPOTHESE
 Réalisation d'une culture de Tetraselmis

OBSERVATION
 A L'OBSCURITE: Pas d'évolution de la densité optique
 A LA LUMIERE: Augmentation de la densité optique au cours du temps

DEDUCTION
 Le phytoplancton a besoin de lumière pour proliférer au laboratoire. Est-ce la même chose dans les océans ?

LES CHERCHEURS DU LABORATOIRE D'OcéANOGRAPHIE DE VILLEFRANCHE NOUS ONT CONFIRMÉ QUE CE QUE NOUS AVONS OBSERVÉ AU LABORATOIRE EST VRAI DANS L'OcéAN

HYPOTHESE
 Plus il y a de phytoplancton plus la couleur verte sera intense

TESTER L'HYPOTHESE
 Réalisation de dilutions en série
 Mesure de la densité optique de la suspension (logiciel Mesurim)
 Comptage des cellules de phytoplancton (cellules de Mallassez)



II- PHYTOPLANCTON ET DIOXYGENE

Chlorophyll a mesurée par MESURIM

mesure de cellules par zone de comptage

PHYTOPLANCTON et DIOXYGENE dans les océans

OBSERVATION
 Les concentrations en dioxygène les plus élevées correspondent à l'été quand le phytoplancton prolifère

NOUS SAVONS QUE
 Les végétaux verts terrestres, en présence de lumière, réalisent la photosynthèse. Lors de cette réaction il y a émission de dioxygène.

PROBLEMATIQUE
 La prolifération du phytoplancton peut-elle expliquer l'augmentation des concentrations en dioxygène de l'océan Austral l'été ?

HYPOTHESE
 Le phytoplancton permet d'enrichir un milieu en dioxygène dissout

TESTER L'HYPOTHESE
 (A) sans phytoplancton
 (B) avec phytoplancton

RESULTATS

Courbe présentant la quantité de dioxygène (mg/l) présent dans les milieux A et B en présence ou absence de phytoplancton au cours du temps

Conclusion : Le phytoplancton, uniquement en présence de lumière, produit du dioxygène qui se dissout dans le milieu de culture. Le même phénomène se déroule dans les océans. Le dioxygène peut passer sous forme gazeuse dans l'atmosphère.

CONCLUSION: Au laboratoire, nous avons montré que plus la concentration en phytoplancton est importante plus la couleur verte est intense

III- PHYTOPLANCTON ET CO₂

Problématique: Les végétaux terrestres ont besoin de CO₂ pour produire du dioxygène. Est-ce le cas du phytoplancton? Comment enrichir nos cultures en CO₂ ?

COMMENT ENRICHIR NOS CULTURES EN CO₂

ESSAI
Production de CO₂ par une culture de levures



Vérification de la nature du gaz produit par les levures



Test à l'eau de Chaux
L'eau de chaux se trouble en présence de CO₂
A- bulleur (gaz atmosphérique)
B- gaz produit par les levures

Dosage du CO₂ dissous



Graphique présentant l'évolution des concentrations en CO₂ des milieux A et B au cours du temps



On observe que la quantité de CO₂ augmente au cours du temps dans l'eau bulleuse par le CO₂ produit par les levures. Elle n'augmente pas dans l'eau bulleuse à l'air atmosphérique.

On en déduit que nous pouvons utiliser cette technique pour enrichir les cultures en CO₂ dissous

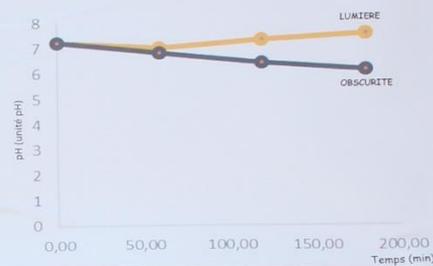
EVOLUTION DES CONCENTRATIONS DE CO₂ DISSOUS AU COURS DU TEMPS



On observe qu'à la lumière la quantité de CO₂ augmente de 15 mg/l en trois heures puis diminue. A l'obscurité la quantité de CO₂ est multipliée par 13

On en déduit que le phytoplancton consomme du CO₂ uniquement à la lumière

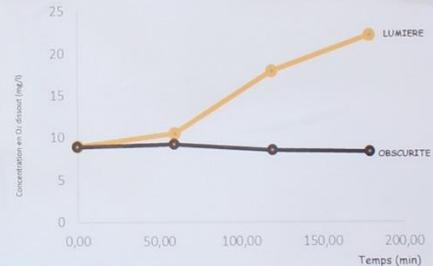
EVOLUTION DU pH AU COURS DU TEMPS



On observe qu'à la lumière le pH augmente de 0,3 unités pH en 3 heures. A l'obscurité le pH diminue de 1,1 unité pH.

On en déduit que le phytoplancton limite l'acidification du milieu. Cela nous semble logique car à la lumière il consomme du CO₂ alors qu'à l'obscurité le CO₂ s'accumule dans le milieu et l'acidifie.

EVOLUTION DE LA CONCENTRATION EN O₂ AU COURS DU TEMPS



On observe qu'à la lumière la concentration de dioxygène dissous augmente de plus de 12 mg/l alors qu'à l'obscurité elle reste constante.

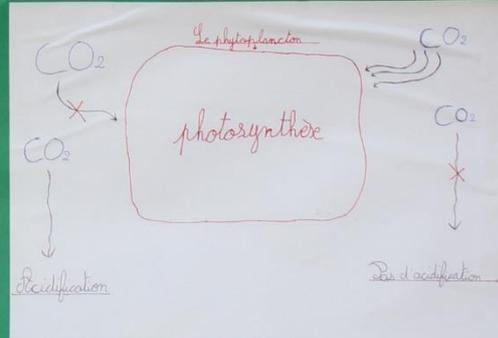
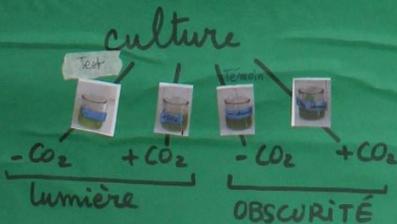
On en déduit que le phytoplancton ne produit de dioxygène qu'à la lumière. Ce qui confirme qu'il n'a pas besoin de CO₂ à l'obscurité.

PROBLEMATIQUE:

Dans les océans, l'augmentation de CO₂ dissous provoque une diminution du pH. Que se passe-t-il si le phytoplancton utilise le CO₂ pour produire son O₂ ?

Hypothèse: Le phytoplancton consomme du CO₂ pour produire de l'O₂, ce qui empêche l'acidification.

Expérience pour tester l'hypothèse.



- mesure du pH
- mesure de la concentration en CO₂
- mesure de la concentration en O₂

Le poster n°2 est le résultat de nombreuses expériences dont les suivantes :

ESSAIS DE DOSAGE ET D'ENRICHISSEMENT DES CULTURES EN CO₂

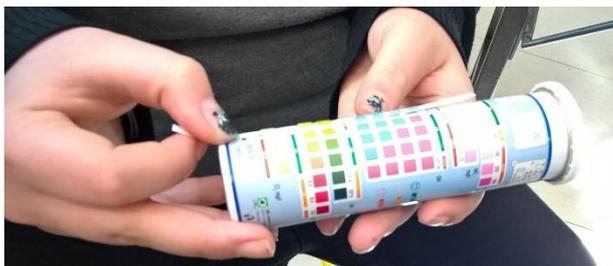
Détermination de la méthode la plus fiable et reproductible pour doser le dioxyde de carbone dissous. Deux techniques différentes ont été testées.

Test 1 : Utilisation d'un kit colorimétrique (marque tetra)



Test 2 : Détermination de la teneur en CO₂ en utilisant un tableau de correspondance à partir des mesures PH/KH

Mesure du KH en utilisant une bandelette test colorimétrique et mesure du pH



Ci-contre : tableau permettant d'estimer une valeur de CO₂ dissout à partir du pH et du KH des cultures.

KH	trop de CO ₂			CO ₂ bon				pas assez de CO ₂					
	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9	7	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5
2	32	25	20	16	13	10	8	6	5	4	3	3	2
3	48	38	30	24	19	15	12	10	8	6	5	4	3
4	64	51	40	32	25	20	16	13	10	8	6	5	4
5	80	63	50	40	32	25	20	16	13	10	8	6	5
6	96	76	60	48	38	30	24	19	15	12	10	8	6
7	111	89	70	56	44	35	28	22	18	14	11	9	7
8	127	101	80	64	51	40	32	25	20	16	13	10	8
9	143	114	90	72	57	45	36	29	23	18	14	11	9
10	159	126	100	80	63	50	40	32	25	20	16	13	10
11	175	139	111	88	70	55	44	35	28	22	18	14	11
12	191	152	121	96	76	60	48	38	30	24	19	15	12
13	207	164	131	104	82	65	52	41	33	26	21	16	13
14	223	177	141	112	89	70	56	44	35	28	22	18	14

Les élèves ont comparé les deux méthodes de dosage. La méthode KH/pH est retenue car elle semble plus reproductible et plus précise que la méthode colorimétrique.

PROBLEMATIQUE : Comment enrichir la culture de phytoplancton en CO_2 sans utiliser de produits chimiques qui pourraient avoir un impact positif ou négatif sur la culture.

Notre organisme lors de l'expectoration rejette du CO_2 sous forme gazeuse. Mais nous ne pouvons pas souffler en permanence dans une culture.

Les levures de boulanger, *Saccharomyces cerevisiae*, produisent du CO_2 lorsqu'elles réalisent la fermentation. Est-ce que ce CO_2 permettrait d'enrichir la culture de phytoplancton ?

Notre hypothèse : Le CO_2 produit sous forme gazeuse par les levures se solubilise dans le milieu de culture et permet d'enrichir le milieu en CO_2 .

1-Vérification que le gaz produit par notre culture de levure est bien du CO_2

Protocole expérimental :

Matériel : eau, sucre, levure de boulanger (*S. cerevisiae*), eau de chaux. Tubes et Erlen de 200 ml.

Méthode : Nous avons pris deux fioles remplies d'eau. L'une était « bullée » avec de l'air de la pièce, l'autre recevait le gaz produit par les levures.

Résultats :



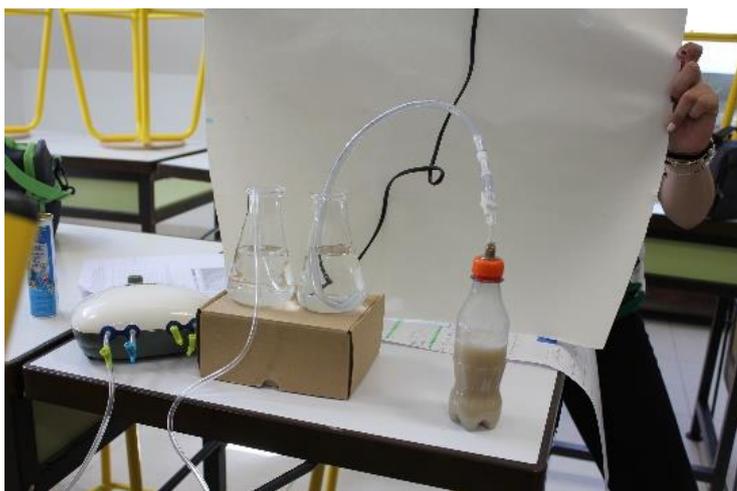
L'eau de chaux « bullée » avec de l'air ambiant ne se trouble pas (fiole A)

L'eau de chaux « bullée » avec le gaz produit par les levures se trouble (fiole B)

On en déduit que le gaz produit par les levures contient bien du CO_2

2- Le gaz, CO_2 , produit par les levures permet-il d'augmenter la concentration en CO_2 dissout dans l'eau

Photographie du dispositif expérimental d'enrichissement des cultures en CO_2 .



Protocole expérimentale :

Matériel :

Levure de boulanger : *Saccharomyces cerevisiae*, Eau minérale, Saccharose, bouteilles, Erlenmeyer, eau, bouchon de connection.

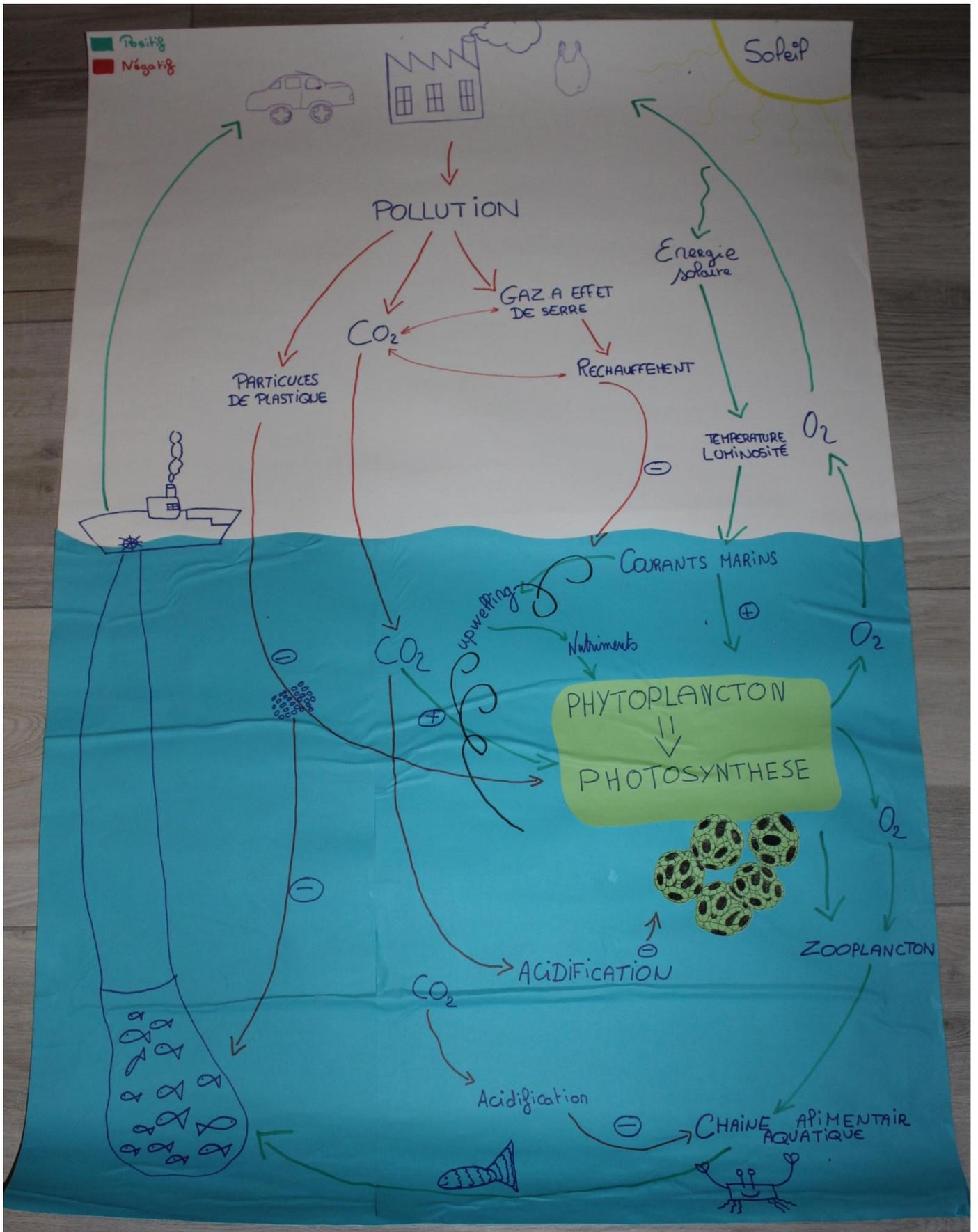
Méthode : Les cellules de *S. cerevisiae* sont mise en culture dans une eau sucrée contenue dans une bouteille, afin qu'elles fermentent le sucre et produisent du CO_2 . La bouteille est bouchée et connectée par l'intermédiaire d'un tube à la bouteille contenant de l'eau ou le milieu de culture. L'extrémité du tube est plongée dans l'eau afin que les bulles d'air puissent y être libérées.

Nous avons pu montrer que cette technique permet d'enrichir d'un facteur 3 le milieu en CO_2 .

Ce dispositif a été utilisé pour enrichir les cultures en CO_2 et pour tester la conversion du CO_2 en O_2 en présence ou non de lumière.

Après avoir testé leur hypothèse les élèves ont pu montrer que dans nos conditions expérimentales l'action photosynthétique du phytoplancton permet de limiter l'acidification du milieu. Ainsi en présence de phytoplancton et de conditions optimales de croissance il minimise l'acidification et l'altération des coques calcaire protectrice des espèces marines (coccolithophores, corail...).

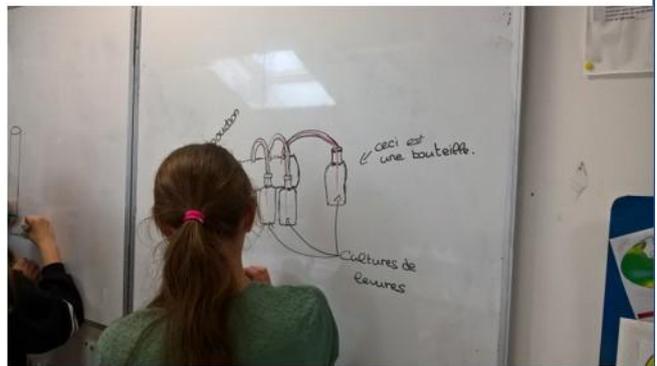
Le poster n°3 (p 22) montre le schéma bilan réalisé par les élèves montrant que toute modification d'un des paramètres de la croissance du phytoplancton engendre des perturbations de tous les éléments de cet écosystème.

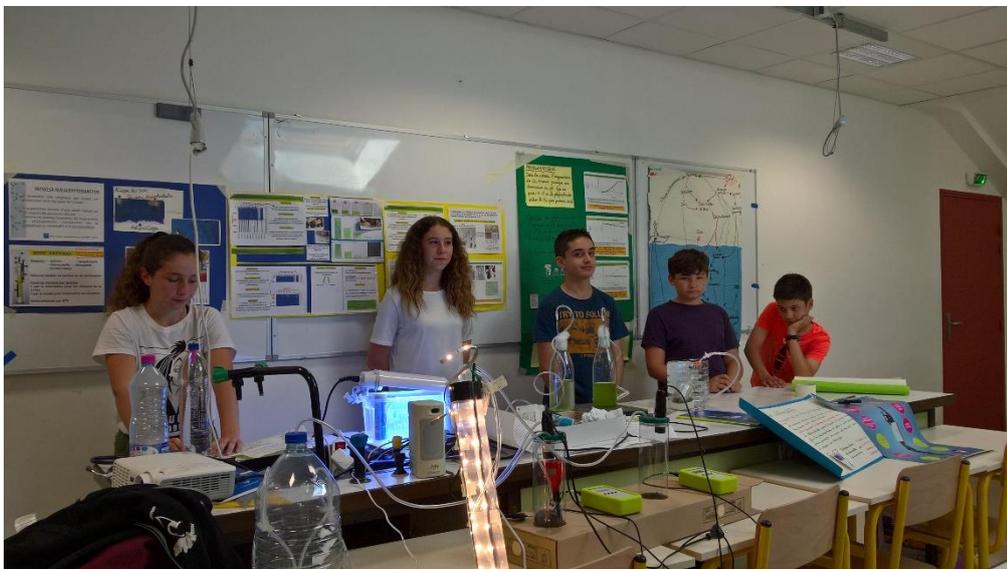


R&D : FABRICATION DU CEODUS GLOUTONUS

L'explication détaillée est présentée sur le document vidéo joint.

La conception a pris du temps car ils avaient à trouver un consensus, à mettre en œuvre et optimiser leur création. Ils ont dû argumenter, présenter leurs calculs pour faire accepter leurs points de vue. Ce fut une étape très enrichissante.





Ci-contre :

Elèves porteurs du projet en Corse, en répétition devant des chercheurs de l'université.

Lors de leurs présentations les élèves ont été félicités pour la qualité de leurs démarches et de leurs exposés. Les échanges avec les chercheurs leur ont permis de comprendre l'importance de la rigueur et de la robustesse de leurs travaux. À la suite de ces rencontres avec Mr Renault (DR INRA Avignon) et de Mr Thiéry (IMBE, Avignon) et Mme Perino (MCU, HDR Université d'Avignon) des expériences complémentaires ont été réalisées.

Au mois de Juin l'ensemble des élèves a été invité à présenter leurs travaux et le film réalisé au visiatome en récompense de leur 3^{ème} place nationale au concours « Faites de la Science » dans la catégorie « Enjeu environnemental ». Dans les vidéos jointes vous verrez :

- L'exposé réalisé au visiatome (les élèves n'avaient eu le temps de répéter que 3 fois)
- La projection du « magazine découverte de Marie Rivier »
- Montage vidéo (réalisé par deux élèves) sélectionné par les élèves de la classe pour les représenter



