





Les élèves du club scientifique et Mme Prissimitzis 2019/2021

Site internet: https://lewebpedagogique.com/planctonium/

Lien vers la <u>vidéo de présentation</u> du projet mail : planctonium.jjperret@gmail.com





LESPINATS Sylvain CEA
DRT/DTS//LSPV
Institut National de l'Energie Solaire
(CEA / INES)





Qui sommes-nous?

Le club scientifique du collège Jean-Jacques Perret (http://college-perret-aix.fr/) réunit chaque année une douzaine d'élèves volontaires. Dans ce club, les élèves s'investissent sur une ou plusieurs années dans un projet scientifique. Les activités sont variées (recherches, expérimentations, modélisations, sorties) et pluridisciplinaires (Sciences de la vie et de la Terre, Technologie et Physique-chimie, mathématiques).

Le collège est situé en Savoie, à Aix-les-Bains, près du lac du Bourget, magnifique lac naturel.



En 2017, nous avons créé le **1er observatoire du plancton d'eau douce** : lieu dédié à l'étude du plancton d'eau douce. Notre objectif est toujours de promouvoir les sciences et l'étude du plancton d'eau douce (lacs alpins) auprès du grand public : adultes, enfants, porteurs ou non d'un handicap. Informer, émerveiller à la beauté du plancton, petit peuple invisible de l'eau mais pourtant si important pour la vie sur Terre : mieux connaître pour mieux protéger. Vulgariser et servir de "passerelle du savoir" entre la recherche et le public.

Notre projet s'articule autour de deux axes :

-un axe autour de la pédagogique et la sensibilisation d'un public porteur d'un handicap et qui est souvent privé des connaissances scientifiques et du monde microscopique.

-un axe plus scientifique (TEAMS : technologie, ingénierie, arts, maths, sciences) portant sur un plancton pas comme les autres : la spiruline. C'est ce dernier axe que nous allons présenter en détail dans le concours C Génial.

Les 12 élèves impliqués sont :

- 5 élèves de 3e : Klara, Tiphaine, Romane, Audrey et Gaspar
- 6 élèves de 4e : Romane, Anaïs, Angel, Sirine, Yanis et Paul
- 1 élève de 5e : Méléane

Axe scientifique et STEAM

(Science, Technologie, engineering, arts et mathématiques)

En quoi le plancton permet-il d'innover en faveur de l'humanité?

La Spiruline, un plancton pas comme les autres!

- Qu'est-ce que la spiruline?
- Est-ce qu'elle peut devenir l'aliment de demain ?
 - Quels sont ses besoins?
- Comment permettre sa culture facilement à domicile ?

Le Planctonium à la « Ferme à Spiruline des Bauges »

Article du site internet : clic ici pour aller avoir plus de détails sur cette journée

Ce jeudi 22 novembre, les élèves du club sont allés visiter la ferme à spiruline afin d'approfondir et de lancer leur projet de culture de spiruline, un plancton aux vertus extraordinaires.

Cette ferme se situe dans les Bauges, pas très loin de notre collège, à *CHAINAZ LES FRASSES*. Monsieur Carraz, professeur de sciences physiques et chimiques était également présent.





Qu'est-ce que la spiruline?

La spiruline (Arthrospira platensis) est une des premières formes de Vie sur la planète Terre. On parle d'algue, mais c'est plus précisément une cyanobactérie, c'est-à-dire une bactérie réalisant la photosynthèse. L'origine de la Terre remontant à 4,5 milliards d'années, les cyanobactéries apparurent vers 3,5 milliards d'années.

Pourquoi le planctonium souhaite la cultiver ?

Nous avons pour objectif de fabriquer une machine capable de produire de la spiruline pour tous, à son domicile. Pour cela nous allons étudier le comportement de cette cyanobactérie selon son environnement (lumière, température, pH, concentration, agitation, nourriture) afin de trouver les conditions les plus favorables à sa prolifération. Pour cela, nous avons mettre au point des expériences afin de définir de manière précise les besoins de cette cyanobactérie.

Les élèves du club s'activent et sont impatients de commencer les expérimentations!

De retour au collège on s'occupe de notre culture



Je vous confie cette bouteille qui contient un concentré de spiruline vivante.

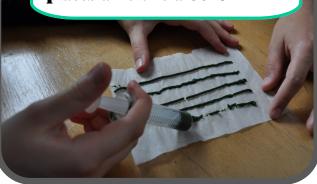


De retour au planctonium, on s'active pour faire 2 L de milieu de vie pour notre nouvelle souche.





J'introduits la pâte dans une seringue et je forme des spaghettis qui seront ensuite placés à l'étuve à 35°C



On filtre notre culture à travers un tissu à maille très fine et on presse avec les doigts.

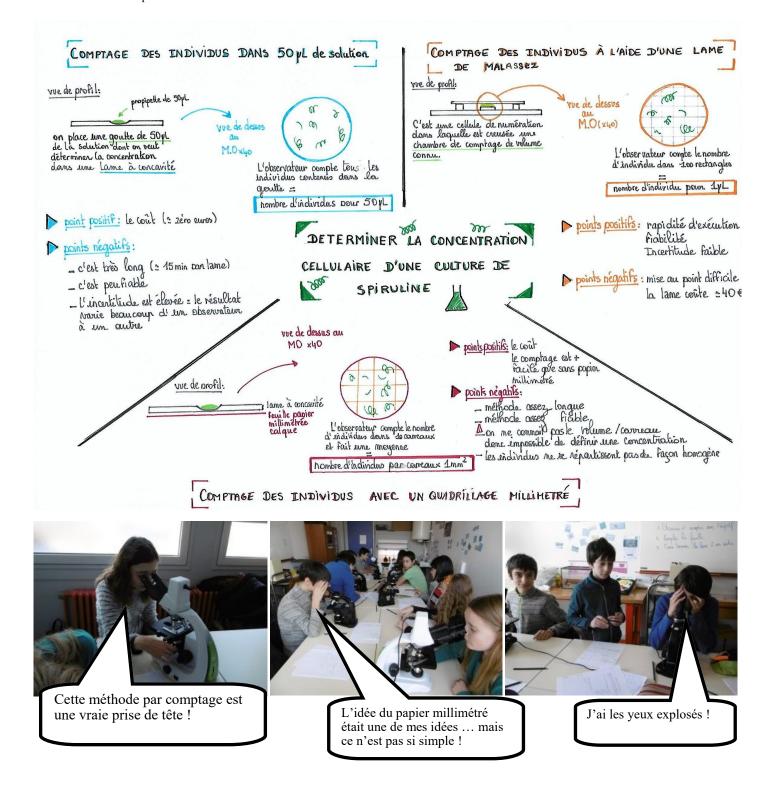
Mener une démarche expérimentale pour établir les besoins de la spiruline Étape 1 : comment déterminer la concentration cellulaire d'une culture

Pour connaître le taux de **multiplication cellulaire** dans une culture il faut définir la **concentration initiale** (le nombre de cellules par μL au début de nos expériences) et la **concentration finale** (nombre de cellules par μL à la fin de nos expériences). On peut ainsi voir si la culture a apprécié tel facteur (température, pH, lumière, ...) ou non.

Pour déterminer une concentration cellulaire, nous avons choisi 4 méthodes différentes :

- -TP 1 : comptage des individus contenus dans un goutte de 50 µL sur une lame à concavité
- -TP 2 : comptage avec du papier millimétré calque
- -TP 3 : comptage avec une cellule de Malassez
- -TP 4 : comptage avec un spectrophotomètre

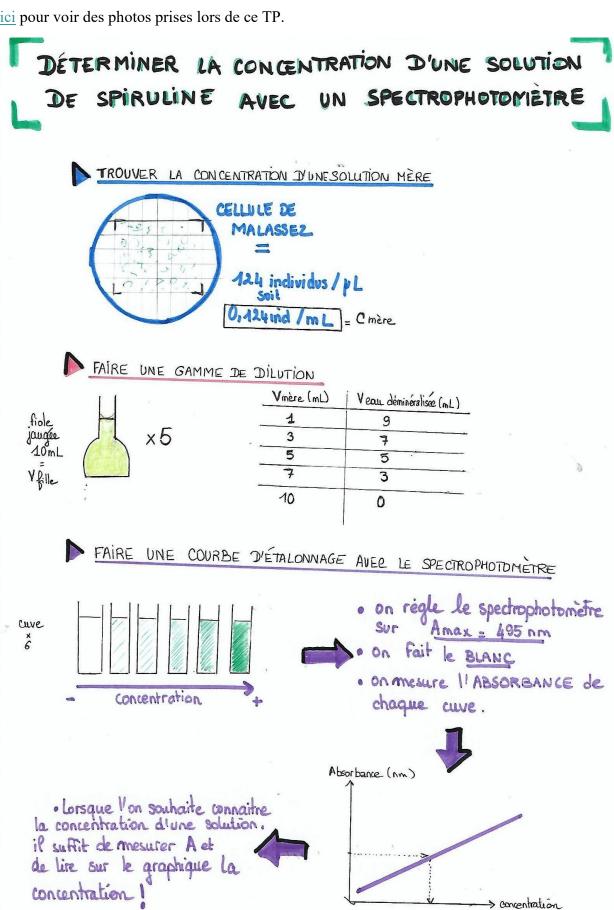
Nous devons trouver la méthode la plus rapide et la plus précise mais aussi la moins onéreuse !Voici un petit résumé de nos travaux, des avantages et des inconvénients de chaque méthode :



Ce mardi 22 et jeudi 24 janvier, les élèves du club ont réalisé un TP comme au lycée!

Le lycée Marlioz a eu la gentillesse de nous prêter pour l'occasion un spectrophotomètre. En effet, nous cherchons une méthode rapide et efficace pour déterminer la concentration d'une solution de spiruline.

Clic-ici pour voir des photos prises lors de ce TP.



(ind / mL)

Étape 3: trouver un protocole expérimental pour tester les besoins



Influence de la lumière sur la culture de la Spiruline

Travaux et rédaction réalisés par Audrey et Klara



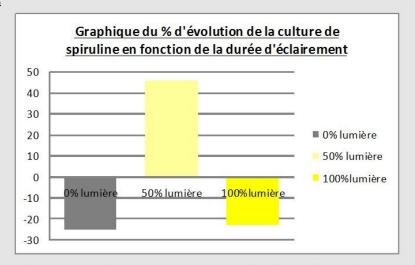
Nous avons fait 3 expériences afin de tester l'impact de la lumière sur la spiruline :

- la première à 100% de lumière pendant douze jours.
- la seconde à 50% de lumière pendant neuf jours.
- la demière à 0% de lumière pendant neuf jours.

Après avoir mesuré la concentration initiale de chaque tube, nous allons en fin d'expérience mesurer de nouveau la concentration à l'aide de notre spectrophotomètre.



Voici nos résultats :



On constate que la spiruline se développe si elle est exposée à la lumière mais pas en continu. En effet, sa concentration augmente de 46 % en 9 jours alors qu'elle diminue de 25% dans l'obscurité et de 23% si elle est tout le temps sous lampe UV. Les cyanobactéries sont des bactéries photosynthétiques, c'est-à-dire qu'elles tirent partie, comme les plantes, de l'énergie solaire pour synthétiser leurs molécules organiques. Pour capter cette lumière, elles utilisent différents pigments : des phycocyanines (de couleur bleu-vert) ou la chlorophylle.

Leur **photosynthèse**, comme celle des plantes, produit du dioxygène (la molécule d'<u>oxygène</u> O₂), à la différence des autres bactéries photosynthétiques (*chlorobactéries et rhodobactéries*), qui utilisent le soufre à la place de l'eau. Cette production d'oxygène dans les **cyanobactéries de l'océan** a probablement été à l'origine de la <u>Grande Oxydation</u>, ce brutal enrichissement de l'<u>atmosphère</u> en dioxygène il y a 2 milliards d'années.

Pour leur photosynthèse, les cellules vertes ont besoin de lumière. Au-delà d'un certain éclairement, la lumière endommage la spiruline : " c'est comme si on surchargeait un circuit électrique : la résistance du circuit n'est pas assez forte et les fils fondent ". La spiruline exposée à un fort ensoleillement (120.000 lux) est décolorée en quelques minutes et tuée.

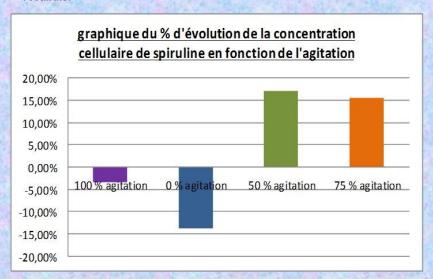
Influence de l'agitation sur la culture de la Spiruline

Travaux et rédaction réalisés par Paul et Mattéo

Afin de permettre un meilleur développement de notre Spiruline, nous avons réalisé des tests pour connaître le temps d'agitation propice à la photosynthèse et à sa croissance. Nous avons donc testé des agitations différentes sur plusieurs échantillons et comparé les résultats :

- 1. 100% d'agitation pendant 2 jours.
- 2. 50% d'agitation et 50% de repos pendant 2 jours.
- 3. 100% de repos pendant 2 jours.
- 4. 75% d'agitation et 25% de repos pendant 2 jours.
- 5. 25% d'agitation et 75% de repos pendant 2 jours.

Finalement étant donné que nous devions rendre le spectromètre nous avons dû abréger nos expériences donc nous avons décidé de ne pas faire la 5. Voici nos résultats:







On constate que l'agitation est un facteur important à gérer dans la culture de la spiruline. D'après nos résultats, l'agitation idéale est lorsque nous avons alterné les phases d'agitation (12h en journée) et d'arrêt d'agitation (12h de pause la nuit).

Nous devons donc alterner les périodes d'agitation et de repos.

Si l'on dispose d'un mode d'agitation électrique sans danger pour les spirulines (par exemple bullage par air, hélice ou roue à aubes), l'agitation peut être continue (avec tout de même un arrêt de 15 minutes/heure de préférence). Avec les pompes, il vaut mieux ne pas agiter en continu une souche spiralée (type Lonar), mais seulement 15 minutes/heure.

La nuit, l'agitation peut théoriquement être arrêtée, cependant quand c'est possible, 2 ou 3 agitations nocturnes sont bénéfiques pour diminuer les risques de grumeaux et améliorer l'oxygénation du milieu (auto-épuration). L'agitation continue nocturne, quand elle est possible, favorise nettement l'auto-épuration du milieu.

Plusieurs expérimentateurs rapportent des productivités records (jusqu'à 30, voire 40 ou 50 g/jour/m²!) dans des conditions d'agitation excellentes, en général en petits bassins, en tubes ou au laboratoire.



Agitation avec une roue à aubes

<u>Culture de la Spiruline :</u> <u>température idéale</u>

Gaspard et Jules, élèves du Planctonium du collège Jean-Jacques Perret ont travaillé sur le rôle de la température dans la culture de la spiruline.



Voici notre protocole:



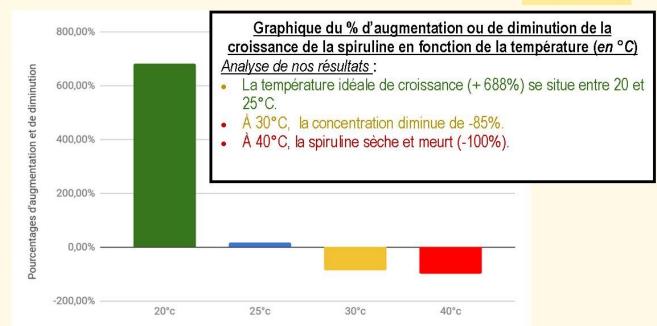
Culture dans l'étuve

Mettre en route des expériences en faisant varier la température : température ambiante (*environ 20°C*), l'autre dans une étuve (*four*) à 25, 30 ou 40°C.

Après 2 jours, on mesure la croissance cellulaire de la spiruline avec le spectrophotomètre.

Mesures avec le spectrophotomètre

Voici nos résultats :



Conclusion:

Nos résultats ne sont pas très cohérents car la perte de croissance pour les tubes à des T°> 30°C est certainement due à une trop grande évaporation dans l'étuve.

En effet, d'après le manuel de culture artisanale de spiruline de M. Jourdan, la température idéale pour pousser est de... 37°C. Effectivement, elle se développe dans des endroits chaud (ex : *Afrique*). Elle se multiplie mieux à des températures comprises entre 30 et 35°c alors que notre expérience a mieux fonctionné à 20°c...

Nous pensons que la solution de spiruline s'est évaporée dans le tube qui ne contenait que 2 ml de solution de culture. Nous aurions dû mettre en culture une plus grande quantité et mettre une compresse afin de limiter l'évaporation. De plus, la température dans l'étuve n'était pas très précise.

Il faudra renouveler l'expérience en prenant en compte ces erreurs commises.



Influence du pH sur la culture de la Spiruline

Travaux et rédaction réalisés par Louise et Caroline

Protocole expérimental:

Afin de savoir quel était le pH idéal pour notre culture de spiruline, nous avons fait varier le pH $(pH \ge 10)$:

- 1. Nous avons mis 10 cl de culture de spiruline dans 5 tubes.
- 2. Il a fallu ajouter différentes quantités de soude pour faire varier le pH.



Tube 1= pH 10

Couleur verte : la spiruline est vivante Après mesure au spectrophotomètre

C = 0,06 individus /ml

Tube 2 = pH 11

Couleur verte moins intense que celle du tube 1
C = 0,045 individus/ml

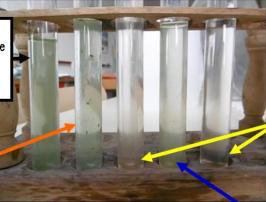
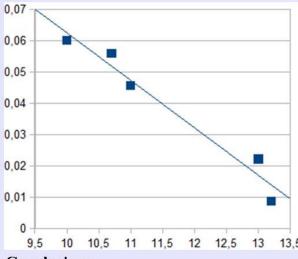


Photo des résultats après 4 jours

<u>Tube 3 = pH 13</u> Tube 5= pH 13.2

> Les tube sont devenus transparents, et on observe un dépôt marron- orange : le plancton est mort presque immédiatement.

Tube 4 = pH 10,7 couleur verte très claire C=0.05 individus/ml



f(x) = -0.0152195771x + 0.2147527829 $R^2 = 0.959840235$

Graphique de la concentration (individus/ml)
de spiruline en fonction du pH
(voici nos résultats après un 2ème essai)

Conclusion:

A partir de notre expérience, nous pouvons conclure que le ph idéal doit être autour de 10. Nous sommes parties du principe que cette cyanobactérie se développe dans un milieu plutôt basique. Nous aurions quand même pu tester sur une gramme plus large, en partant d'un pH neutre de 7.

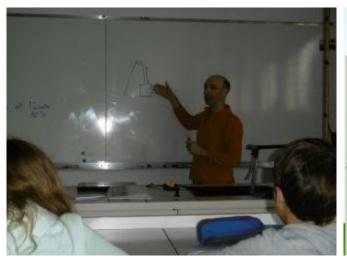
Nous avons fait le lien de nos résultats avec les études de Jean Paul Jourdan qui dit dans son manuel de culture artisanale de spiruline « L'alcalinité est habituellement apportée par du bicarbonate de sodium, mais ce dernier peut être remplacé en partie par de la soude caustique ou du carbonate de sodium ». « il est même recommandé de limiter le pH à moins de 10,8. ».

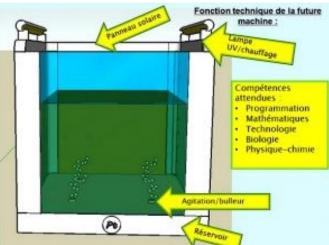
Ce pH élevé évite aux autres micro-organismes de venir contaminer la culture. Il faut surveiller attentivement le pH de notre milieu de culture à l'aide d'un pH mètre.

Étape 4: mettre au point une machine automatisée

Dans le cadre de notre projet scientifique, le Planctonium a parmi ses objectifs de concevoir un phytoréacteur pour la spiruline, cette cyanobactérie aux valeurs nutritives exceptionnelles. C'est pourquoi, Sylvain Lespinats, docteur en mathématiques nous a rendu visite ce mardi 5 novembre.

Chercheur à l'INES (Institut National de l'Energie Solaire) pour le CEA (Commissariat à l'énergie atomique), il a notamment pour mission de trouver des solutions afin d'augmenter la capacité de production énergétique d'un panneau photovoltaïque.





Un mathématicien qui est venu au collège de nombreuses fois

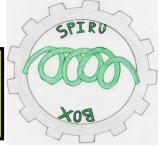
1er schéma de notre phytoréacteur

Cette machine devra être *complétement autonome* dans son fonctionnement. Les paramètres nécessaires à la culture devront être gérés de manière automatique par un programmateur. Nous avons utilisé une carte Arduino (*carte capable de recevoir des signaux de capteurs ou d'interrupteurs et de commander des moteurs et des éclairages, etc.). Les collégiens se sont initiés à la programmation!*

Le phyto-réacteur devra apporter divers éléments à la culture de spiruline :

- de la chaleur (*autour de 36°C sans jamais dépasser 40°C*). Il devra donc posséder une sonde pour mesurer la température et une résistance pour chauffer le milieu de vie.
- de la lumière (au moins 8 h sur 24h, car la spiruline aime l'alternance de lumière et d'ombre) produite par des LED (diodes électroluminescentes) qui ont l'avantage de consommer peu d'énergie.
- de l'agitation (*environ 12h/24h*) : en effet le brassage de l'eau permet de répartir équitablement la nourriture et la lumière nécessaires à la croissance de la spiruline.
- de la nourriture (apports en sels minéraux).
- pH: on sait que le pH idéal pour la spiruline est autour de 10.

MERCI au Dr Lespinats pour le temps qu'il nous a consacré dans l'élaboration du programme Arduino, pour ses conseils dans l'achat du matériel, pour sa patience et sa gentillesse auprès des élèves, novices dans ce domaine.



Notre logo, dessiné et imaginé pour notre machine

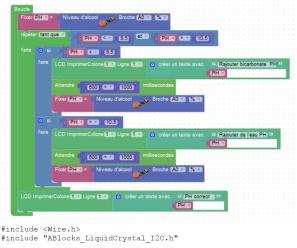
Articles supplémentaires sur notre site internet :

- -travail avec des lycéens en terminal STI2D: clic-ici
- -un chercheur au club scientifique : clic ici
- -bioréacteur, soudures!: clic ici

Pour la programmation nous avons également sollicité : Mme Baule, professeur de mathématique de notre collège Nous avons fait tous les programmes avec ARDUIBLOCK



Mme Baule avec les planctonautes



double PH;
Capture d'écran de nos programmes ARDUIBLOCK

Puis dans ensuite, il a fallut réaliser le programme, alors nous avons sollicité l'aide, en plus de M.Lespinats des lycéens en terminale STI2D du lycée Louis Armand de Chambéry.



Les collégiens étaient fiers de présenter leur travail, les lycéens étaient impressionnés par notre projet et notre niveau !!!

Nous avons passé plus de 3h avec eux, et nous avons travaillé par groupe autour de chaque composante de la machine.

Grace à cette rencontre, nous avons bien avancé et ça nous a fait découvrir cette section au lycée.

MERCI aux lycéens et à leur professeur M.Rolland du lycée Louis Armand de Chambéry et surtout à Mme Baule pour son soutien auprès des élèves mais aussi de Mme Prissimitzis

Si la finale nationale avait été en présentiel, nous aurions pu vous faire gouter de la spiruline fraiche, en paillette, avec du miel ou dans des truffes en chocolat!

