



BANK DOCUMENT
CAPPAPARTNERS

Utilisation du Nitrate par les Jacinthes et les Epipremnums

Auteurs : Sandrine YOGARAJAH, Raïssa DESFONTAINE, Isaline GORÉ et Ombeline MARTINEZ
Mars 2017

RESUMÉ : Le nitrate est présent partout dans l'environnement en plus ou moins grande quantité. Nous allons montrer ici que les plantes, utilisant le nitrate comme source énergétique permettant leur vie cellulaire et donc leur croissance, peuvent à grande échelles être potentiellement utilisées comme agents pour dépolluer les eaux.

Cette étude a également pour but d'identifier comment la société C APPA-PARTNERS pourrait se positionner pour répondre à des sollicitations, POC (Proof of Concept) ou des appels d'offres ciblés basé sur le déploiement de capteurs reliés à la plateforme IoT OPUSLIB.

ABSTRACT : Nitrate can be find everywhere in the environment in more or less big quantity. This document is willing to explain how certain plants can be potentially used as agents to clean up water. Indeed, in this document we focus on plants using nitrate as an energy source allowing their cellular life and thus their growth.

This study also aims at identifying how C APPA-PARTENRS company could reply to commercial requests, POC (Proof of concept) or targeted call for tender based on the deployment of sensors connected with the platform IoT OPUSLIB (internet of Thing).

PLAN

- BIBLIOGRAPHIE
- OBJECTIF
- INTRODUCTION
- PROTOCOLE
- EVOLUTION DE LA CONCENTRATION EN NITRATE DANS LE MILIEU
- EVOLUTION DE LA CROISSANCE DES PLANTES
- CONCLUSION
- ANNEXES

BIBLIOGRAPHIE

http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/divers2/010016075.pdf

<http://www.azote.info/nutrition-et-azote/les-formes-d-azote-dans-le-sol.html>

<http://www.aquario31.fr/index.php?topic=3526.0>

http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/decouv/degradation/07_pollution.htm

<http://eduterre.ens-lyon.fr/nappe/html/Ressources/nitrates>

OBJECTIF DU PROJET

Ce projet a pour but de montrer l'action de plants de Jacinthe et d'epipremnum sur la concentration en nitrate de leur milieu de croissance.

De plus, nous avons montré comment cette évolution se traduisait sur ces différents plants.

Nous avons choisi d'étudier ces plantes car elles ont une croissance rapide et une consommation en nitrate que nous pouvons observer en faisant quelques mesures régulières.

INTRODUCTION

Une plante est un organisme vivant qui se développe grâce à différents apports :

- D'énergie due au rayonnement solaire ;
- De macroéléments présents en grande quantité (carbone, oxygène, hydrogène, azote, potassium, calcium, phosphore, magnésium et soufre) ;
- D'oligo-éléments présents à l'état de traces, mais indispensables à la croissance des végétaux (tels que le cuivre, le fer et le zinc).

Au cours de sa croissance, la plante absorbe ces différents éléments en les puisant dans le sol ou dans l'atmosphère. Les fonctions de nutrition sont régulées au niveau du système racinaire. Les racines assurent en partie les fonctions de nutrition en traitant un flux d'informations variées sur la composition du milieu, et sur les besoins alimentaires des tissus, permettant la vie cellulaire de la plante entière. L'absorption de l'azote offre un bon modèle d'étude de ce phénomène. L'absorption de l'ion NO_3^- par les racines des végétaux terrestres est la principale voie d'entrée de l'azote dans les chaînes alimentaires. Le nitrate NO_3^- résulte du cycle de l'azote et est une substance nutritive indispensable à la vie végétale.

Celui-ci peut être amené à se retrouver dans le sol via différentes voies. De plus, l'oxydation par les microorganismes des plantes, du sol ou de l'eau rend l'azote assimilable par les plantes sous forme de nitrates. Le nitrate étant par la suite réduit en nitrite.

MISE EN EVIDENCE PAR PROTOCOLE EXPERIMENTAL

Jacinthes :

But : Observer la croissance des jacinthes qu'elles soient dans de l'eau nitratée ou non : le premier plant étant dans une eau distillée sans nitrate et le second étant dans une eau distillée avec une concentration en nitrate de 0,5 g/L (taux de nitrate naturel trouvé naturellement dans de l'eau de rivière non polluée). Pour cela, nous avons mesuré l'évolution de la taille d'une des feuilles de chaque plant de Jacinthe.

Le nitrate joue-t-il directement un rôle dans la croissance des Jacinthes ? **Epipremnums :**

But : Observer l'influence du nitrate mais d'une autre façon. Nous avons donc travaillé avec deux concentrations en nitrate : une caractérisant une eau polluée (à 4g/L de nitrate) et une autre caractérisant une eau non polluée (à 0,3g/L de nitrate). On a utilisé deux plants d'épipremnums pour chaque concentration en nitrate.

Les Epipremnums ont-elles un apport continu en nitrate ou leur consommation dépend de la quantité de nitrate présente dans le milieu ?

Protocole :

Pour cela, nous avons réalisé une courbe d'étalonnage ($A = f(C)$ pages 4 et 5) à partir de cinq solutions ayant des concentrations en nitrate différentes.

Ensuite, nous avons prélevé de l'eau à étudier dans un ballon contenant de l'acide sulfurique, qu'on a fait chauffer. Puis, on a récupéré la solution obtenue que l'on a diluée avec de l'eau distillée. Ainsi, on a pu mesurer l'absorbance de la solution obtenue avec un spectrophotomètre afin de connaître sa concentration en nitrate. On a répété cette manipulation quatre fois afin de connaître les concentrations en nitrate de l'eau des plantes fortement nitratée ainsi que de l'eau des plantes faiblement nitratée au bout de 20 jours et au bout de 42 jours.

De cette façon, on cherche à montrer que la concentration en nitrate diminue au cours du temps.

Réaction de l'expérience :



L'absorbance que nous avons mesurée correspond à l'absorbance du complexe ($\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$).

Or $[\text{Cu}^{2+}] = [(\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+})]$ car lors de la réaction, un ion Cu^{2+} a réagi avec 4 NH_3 . Ainsi, l'absorbance mesurée pour le complexe est aussi valable pour les concentrations en Cu^{2+} .

Afin de déterminer $[(\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+})]$, on a tracé une courbe d'étalonnage $A = f(c)$ sur laquelle on a relevé l'équation de la droite et l'avons appliqué à chaque absorbance mesurée :

$$Y = 0,013X - 0,027$$

Annexe 1 : Réalisation de la courbe d'étalonnage

Exploitation des résultats :

On cherche à calculer les valeurs de la concentration massique (notée cm) en nitrate de chaque eau des différents plants d'épipremnums :

- Au bout de 20 jours, le milieu « eau polluée » à une concentration molaire en nitrate de 141g/L.
- Au bout de 42 jours, le milieu « eau polluée » à une concentration de 0,042 g/L
- Au bout de 20 jours, le milieu « eau non pollué » présente une concentration de 0,0226 g/L

On remarque que nos valeurs sont erronées car les concentrations mesurées sont trop élevées, ce qui est peut-être dû à une erreur au niveau du spectrophotomètre. En effet, les absorbances mesurées à l'aide du spectrophotomètre sont erronées car elles devraient être au moins supérieures à 1.

Néanmoins, il est tout de même possible d'interpréter nos valeurs. En effet, de manière globale, on observe tout de même une diminution significative de la concentration en nitrate. De là, on peut déjà affirmer que ce nitrate a été consommé par les plantes.

EVOLUTION DE LA CONCENTRATION EN NITRATE DANS LE MILIEU

Dans cette partie, nous avons analysé l'évolution de la concentration en nitrate de l'eau du milieu des Epipremnums.

Observation des solutions obtenues (cf Annexe 2) :

On remarque que pour la solution réalisée le 42^{ème} jour à partir de l'eau contenant peu de nitrate, nous avons remarqué une suspension jaune solide qui s'est petit à petit retrouvée à la surface de la solution. Dans le doute de la composition de cette substance, nous n'avons pas pu réaliser la mesure de l'absorption de cette solution. On suppose que l'apparition de ce solide est peut-être due à l'utilisation d'une verrerie mal nettoyée ou encore à un rejet de la plante, mais nos recherches ne nous ont pas aidé pour trouver la nature exacte de ce solide.

Exploitation :

Les racines sont les principaux sites d'absorption de NO_3^- .

Lorsque les plantes ont une croissance importante (comme par exemple juste après la germination), la vitesse d'absorption du NO_3^- par la plante augmente, tandis que la vitesse spécifique d'absorption (c'est-à-dire le taux d'absorption des nitrates en fonction de la taille de la racine) diminue. On peut donc en conclure que si l'absorption en NO_3^- est limitée, ce n'est pas par la capacité d'absorption des racines, mais plutôt par la demande en NO_3^- de la plante elle-même.

EVOLUTION DE LA CROISSANCE DES PLANTES

Jacinthes :

La courbe retraçant l'évolution de la taille des feuilles des Jacinthes en fonction du temps (Annexe 3) permet de comparer l'évolution de la croissance des feuilles d'une jacinthe baignant dans de l'eau nitratée ou non.

Pour mieux faire apparaître cette différence de croissance, on réalise une modélisation pour obtenir des droites dont les coefficients directeurs permettent d'avoir accès aux vitesses de croissance des deux plants de Jacinthes (Annexe 4).

On obtient donc une vitesse de croissance de 0,657 cm/jour pour la jacinthe baignant dans l'eau nitratée.

Le manque de valeurs et de précision lors de la modélisation de la courbe de croissance d'une jacinthe baignant dans l'eau non nitratée, on ne peut pas exploiter les données.

On suppose néanmoins, d'après nos recherches, que la jacinthe baignant dans l'eau nitratée a une croissance plus importante que l'autre.

Observation : Dans cette expérience sur la croissance de la Jacinthe, on observe que le niveau d'eau de la plante privée de nitrate est supérieur à celui ayant du nitrate. Ceci montre que l'absorbance de la plante privée de nitrate est plus faible que la plante avec du nitrate.

Epipremnums :

Annexe 5 : Evolution de la croissance d'une feuille d'épipremnum en fonction du tps

La taille initiale des feuilles mesurées sur les deux plants d'épipremnum étant similaire (11cm), on remarque que la courbe de croissance de la feuille du plant d'épipremnum baignant dans l'eau fortement nitratée est au-dessus de celle du plant d'épipremnum baignant dans l'eau faiblement nitratée.

On observe bien que la croissance du plant dans de l'eau fortement nitratée (4 g/L) est plus importante.

Là encore, cela prouve que les nitrates sont un facteur important dans la croissance des plantes.

Exploitation des résultats :

L'élément azote est fondamental pour la matière vivante, végétale ou animale. Il entre dans la composition des protéines, de la chlorophylle, de l'ADN, etc. Il joue donc un rôle essentiel dans la croissance des plantes. Le NO_3^- du milieu régule la résistance opposée au flux radial d'eau à travers la racine en maintenant ouverts des canaux à eau, stimulant ainsi le flux de sève. Ainsi, par le phénomène de l'osmose, de l'eau pénètre à l'intérieur de la cellule, créant ainsi une pression dite de turgescence qui s'exerce sur la paroi. Grâce à la plasticité pariétale, induite par une augmentation de l'acidité de la paroi par l'action de l'auxine, cassant les liaisons faibles des molécules la composant, la cellule s'allonge.

CONCLUSION

Les jacinthes et les epipremnums sont des plantes autotrophes au carbone et à l'azote. Elles absorbent du carbone et de l'azote minéral pour les convertir en énergie nécessaire à leur besoin. Cependant, la plante peut connaître une saturation en nitrate entraînant une discontinuité de la croissance de cette dernière dans le temps. Cette caractéristique n'est pas due à une capacité limitée d'absorption mais aux demandes et aux besoins de la plante tels que sa croissance. De plus, cette utilisation du nitrate par les plantes (cause de pollution de certaines eaux) est utilisée dans certaines usines biologiques dans un processus de purification des eaux. Le processus est ensuite complété par l'action de microorganisme sur les nitrates afin d'obtenir une eau propre à la consommation.

IoT (Objet Connecté | Internet of Things):

La constatation de l'utilisation du Nitrate par les Jacinthes et les Epipremnums permet d'envisager l'utilisation de ces caractéristiques dans un système de régulation d'un environnement où la génération de nitrate doit être contrôlée : piscine naturelle (ou biologique), aquarium, ...

Cette étude montre qu'il est possible d'utiliser les propriétés biologiques des plantes étudiées, d'y associer des capteurs de taux de nitrate connectés à une

plateforme IoT telle que OPUSLIB (www.opuslib.fr) pour mettre sous contrôle un écosystème.

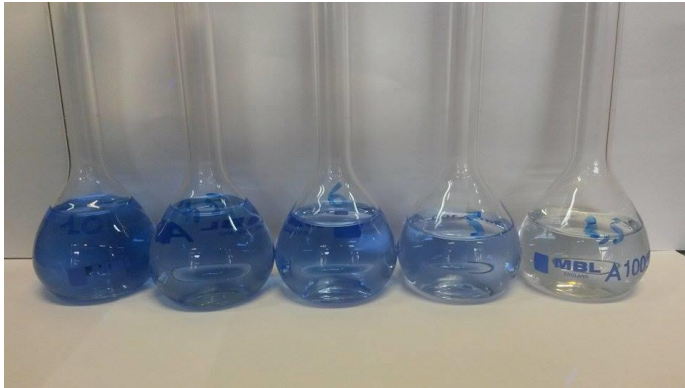
Cette étude permettra à la société C APPA-PARTNERS de répondre à des sollicitations, des POC (Proof of Concept) ou des appels d'offres ciblés.

Exemple d'appareils utilisables pour mesurer le taux de nitrate présent dans l'eau :

- <https://www.fr.endress.com/fr/instrumentation-terrain-sur-mesure/analyse-liquides-produits/capteur-nitrates-CAS-CAS51D>
- <http://www.ott.com/fr-fr/produits/capteurs-178/capteur-ise-nitrates-469/>
- <https://www.seneye.com/store/devices/seneye-home-device.html>

ANNEXES :

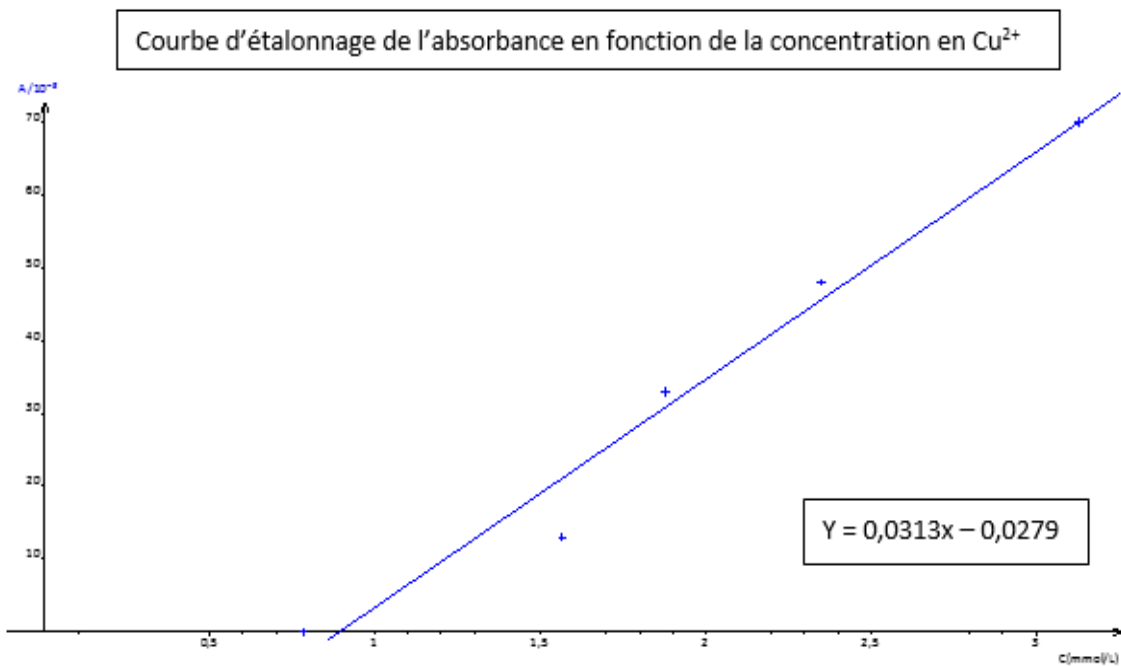
Annexe 1 : Photographie des solutions utilisées pour la réalisation de la droite d'étalonnage et courbe d'étalonnage réalisée



De gauches à droite : les solutions 5, 4, 3, 2 et 1 du tableau ci-dessous.

Tableau de mesure de l'absorbance du nitrate :

Solution	1	2	3	4	5
Volume de S_0 (mL)	2,5	5	6	7,5	10
$[Cu(NH_3)_4^{2+}]$ (mol.L ⁻¹)	$7,825 \cdot 10^{-4}$	$1,565 \cdot 10^{-3}$	$1,878 \cdot 10^{-3}$	$2,3475 \cdot 10^{-3}$	$3,13 \cdot 10^{-3}$
Absorbance	0	0,013	0,033	0,048	0,070



Annexe 2 : Photographie des solutions obtenues après réalisation de l'expérience sur les épipremnum

(a) : solution obtenue au bout de 20 jours dans l'eau fortement nitratée.

(b) : solution obtenue au bout de 42 jours dans l'eau fortement nitratée

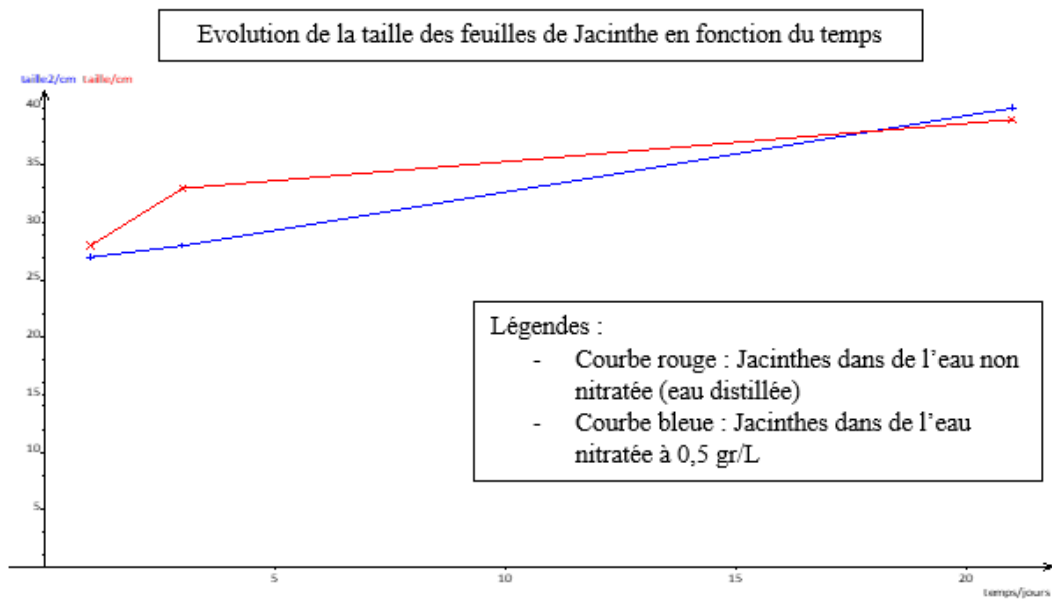
(c) : solution obtenue après 20 jours dans l'eau faiblement nitratée

(d) : solution obtenue après 42 jours dans l'eau faiblement nitratée.



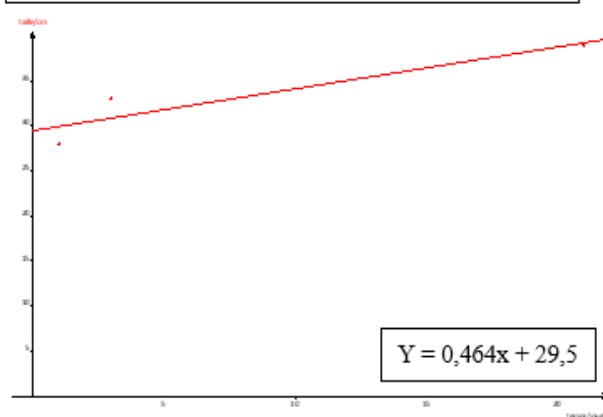
(a) (b) (c) (d)

Annexe 3 :

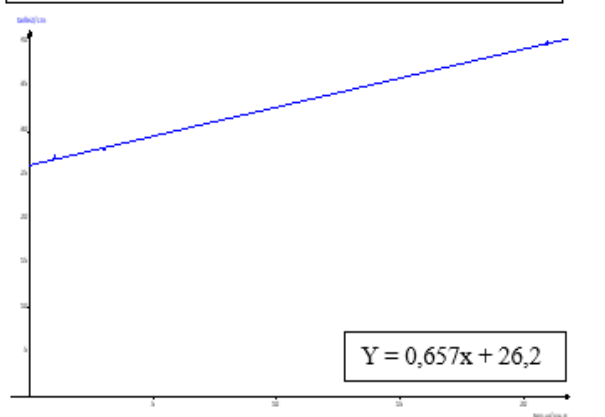


Annexe 4 :

Modélisation de la courbe de la croissance d'une jacinthe baignant dans l'eau non nitrée



Modélisation de la courbe de la croissance d'une jacinthe baignant dans l'eau nitrée



Annexe 5 :

Croissance d'une feuille d'épipremnum en fonction du temps

