

LU3SV564 - Démarche scientifique :
application à l'écologie

Étude de l'impact de la pollution lumineuse nocturne sur la croissance des organes aériens du basilic *Ocimum basilicum*



Raphaëlle Abensur
Loeiza Iacono
Thomas Julienne

L'AGRICULTURE URBAINE, une nouvelle manière de cultiver

Jardin partagé "Le potager des oiseaux" situé dans le 3e arrondissement de Paris



Pied d'arbre végétalisé en milieu urbain

- Création d'espaces verts propice au maintien de la biodiversité
- Cultiver de façon plus locale

POLLUTION LUMINEUSE NOCTURNE & AGRICULTURE URBAINE

- L'éclairage artificiel est perçu par les plantes
- Perturbation possible de leur métabolisme (germination, photosynthèse, respiration, floraison...)

L'Europe la nuit vue du ciel © NASA



Rue de Reims soumise à une forte pollution lumineuse nocturne



https://france3-regions.francetvinfo.fr/image/QxjZtu4Z3QBmXoa0BGTyq_noWbA/1200x900/regions/2020/06/09/5edf943707d2b_nightlights-750m-europe_print-4551215.jpg
https://remeng.rosselcdn.net/sites/default/files/dpistyles_v2/ena_16_9_extra_big/2021/02/05/node_229898/12218302/public/2021/02/05/B9726009118Z.1_20210205174153_000%2BGGUHHM0P5.1-0.jpg?itok=sMEuQOoo1612553674

PLANTE ÉTUDIÉE : LE BASILIC (*Ocimum basilicum*)



- **Plante aromatique** adaptée à l'agriculture urbaine (peu contraignante)
- Espèce **photopériodique** de jour long (16h de jour pour une croissance optimale)
- **Germination relativement rapide** (7 jours)
- Présence de **feuilles** en quelques semaines

Plant de basilic obtenu après 5 semaines de culture au greenlab

La pollution lumineuse nocturne affecte-elle la croissance des organes aériens du basilic ?

PLAN

1. Hypothèses

- Définition des variables
-

2. Protocole expérimental

- Méthode et outils utilisés
 - Suivi de l'expérience
-

3. Résultats et analyses

- Croissance des parties aériennes
 - Teneurs en pigments
-

4. Bilan et critiques

- Améliorations possibles du protocole et de l'analyse

1. HYPOTHÈSES ET VARIABLES

- **Littérature scientifique existante :**
Singhal et al., 2019 ; Longcore & Rich, 2004 : la **pollution lumineuse** a un **impact non-négligeable** sur les cycles naturels des **écosystèmes**



- **Nos hypothèses :**

Diminution du **rendement foliaire** en présence de pollution lumineuse nocturne

Diminution de la **croissance des tiges** en présence de pollution lumineuse nocturne

Diminution de la **germination** en présence de pollution lumineuse nocturne

Des végétaux citadins soumis à une pollution lumineuse constante

1. HYPOTHÈSES ET VARIABLES

- **Nos variables mesurées (variables dépendantes) :**

Variables quantitatives discrètes	Variables quantitatives continues
<ul style="list-style-type: none">• Nombre de plants germés par réplicat• Nombre de feuilles par plant germé	<ul style="list-style-type: none">• Longueur des tiges en centimètres• Surface des feuilles en mm²• Taux de chlorophylle (µg/cm²)• Masse foliaire sèche par réplicat (en grammes)

1. HYPOTHÈSES ET VARIABLES

- **Variable explicative (indépendante) :**

Variable qualitative nominale

- **Pollution lumineuse nocturne**
 - Absence (Contrôle)
 - Présence

Pour les tests statistiques :

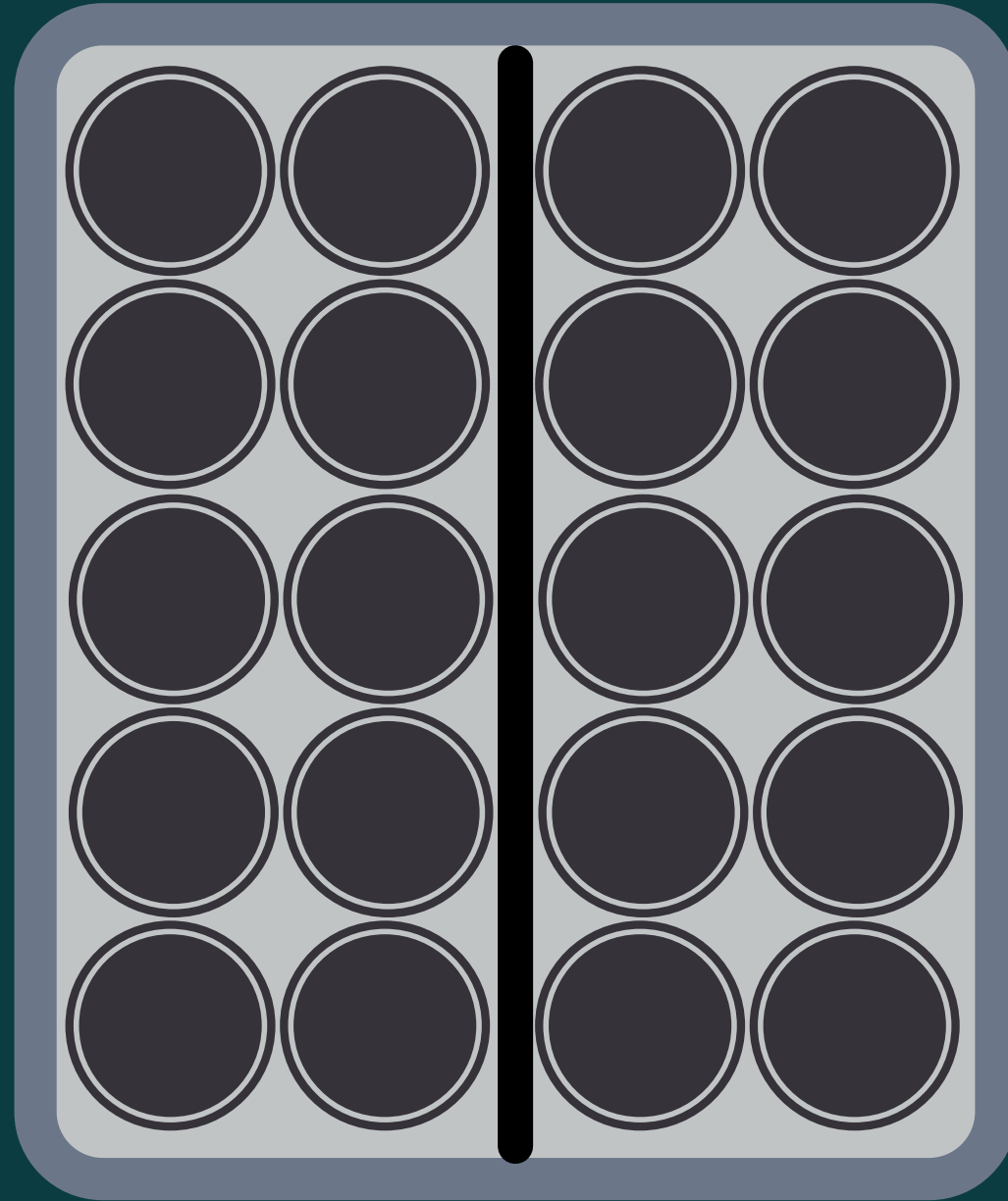
H0 : Hypothèse d'égalité statistique des variables entre les deux groupes

*La pollution lumineuse nocturne n'a pas d'impact **significatif** sur la croissance des organes aériens du basilic.*

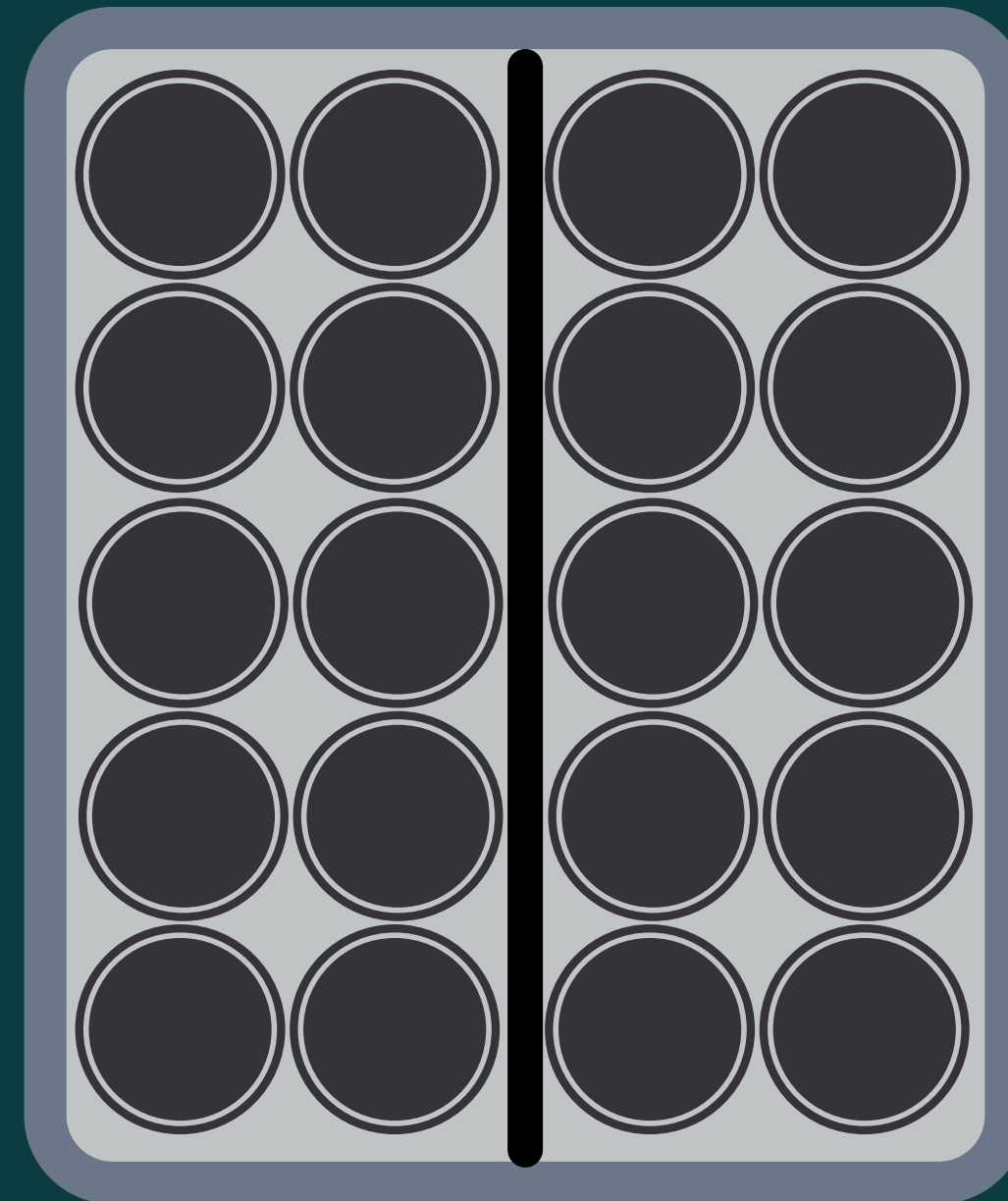
H1 : Hypothèse de **différence statistique significative** des variables entre les deux groupes

*La pollution lumineuse nocturne a un impact **significatif** sur la croissance des organes aériens du basilic.*

2. PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL



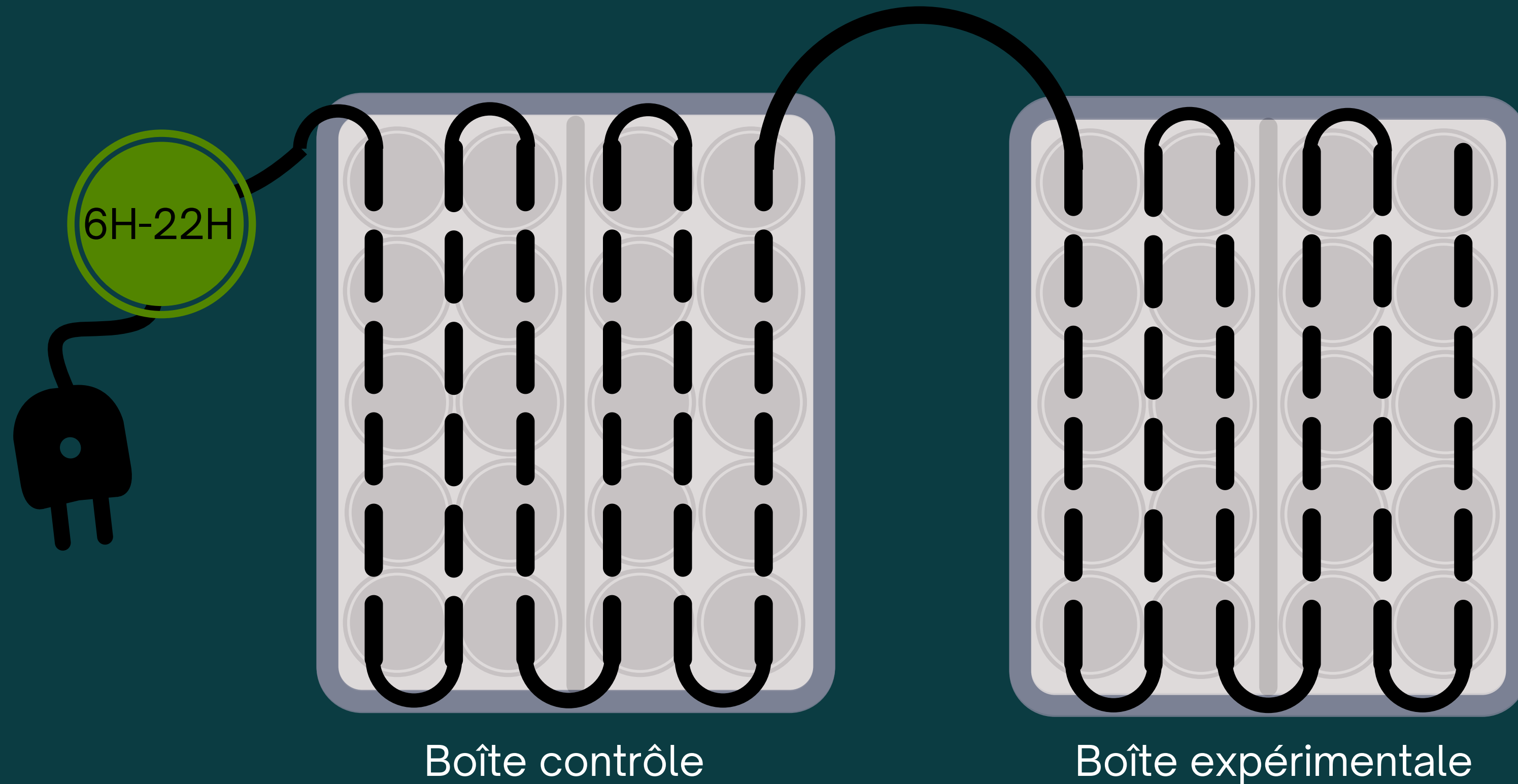
Boîte contrôle



Boîte expérimentale

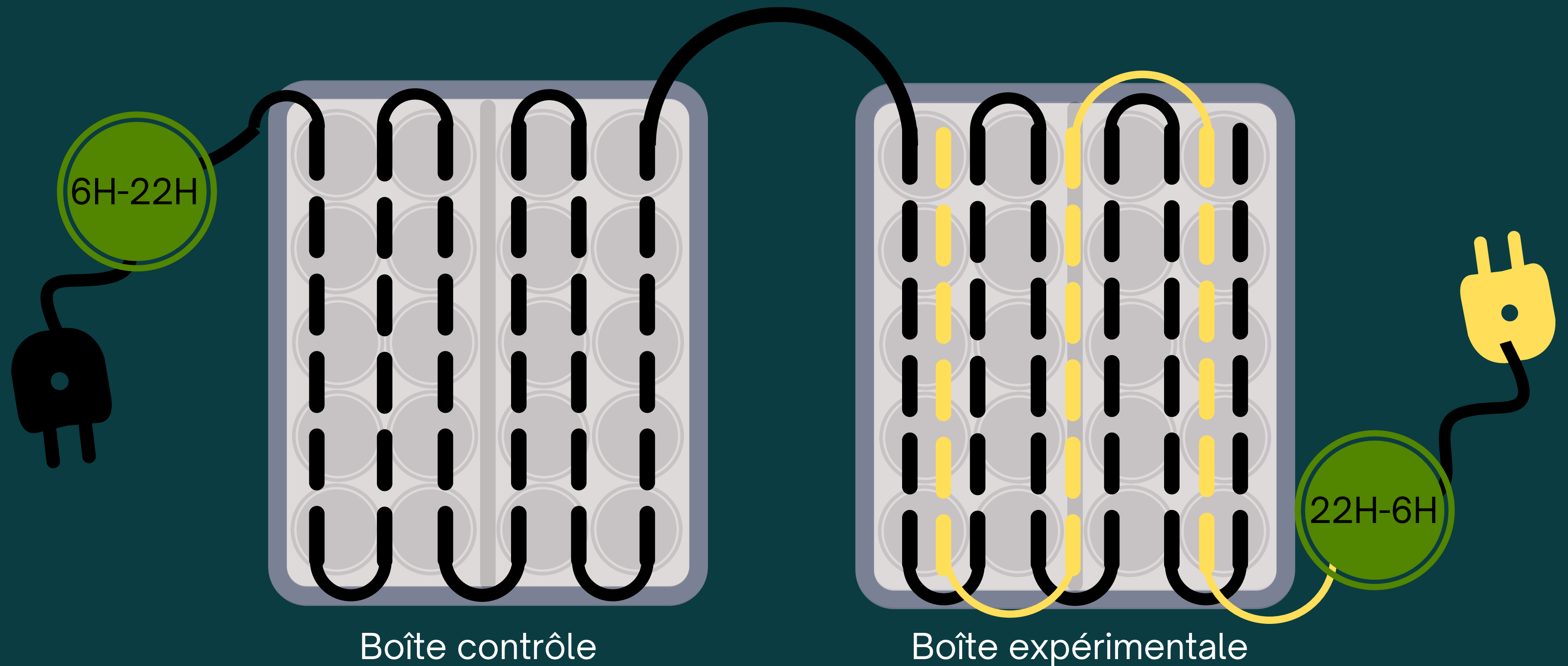
- Une graine par pot
- 20 pots par niveau de pollution (chacun séparé en 2 réplicats de 10 pots)

2. PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL



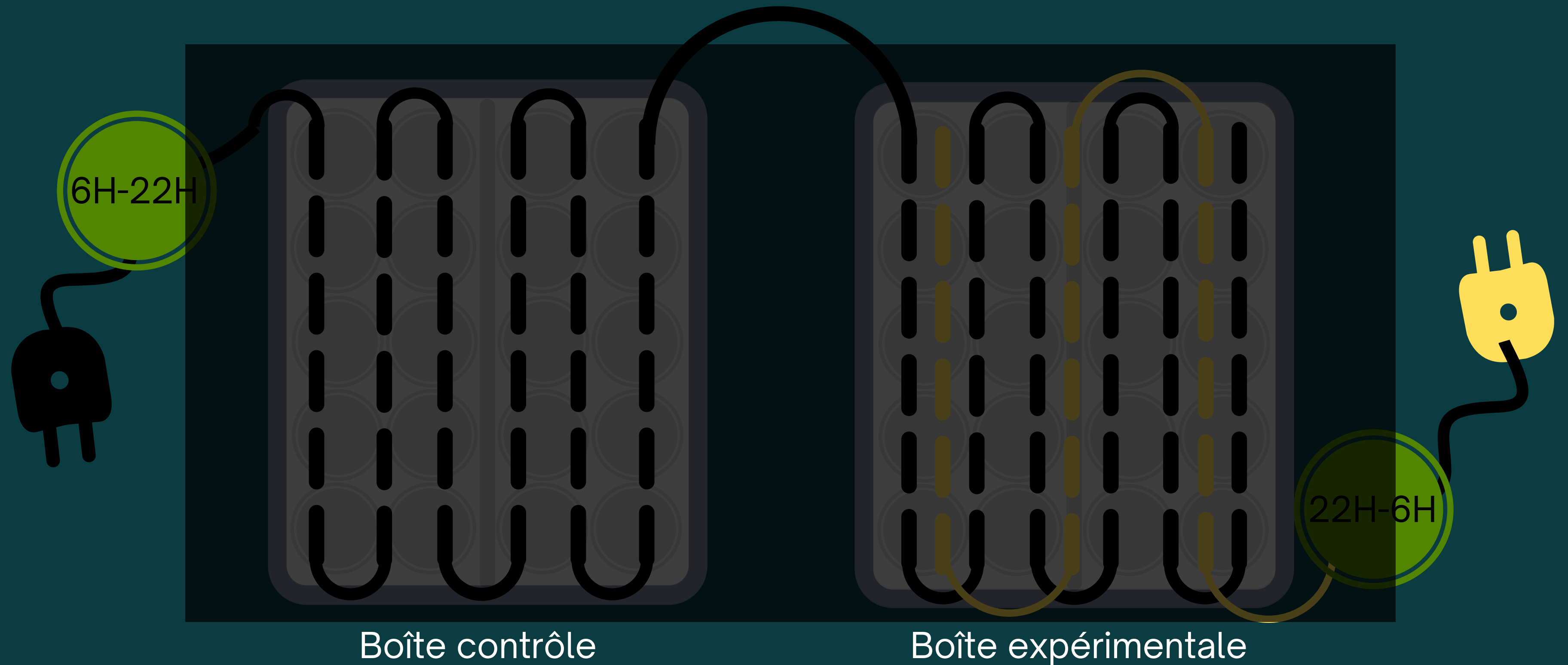
- Réseaux de LED avec programmeurs de durée d'éclairage

2. PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL



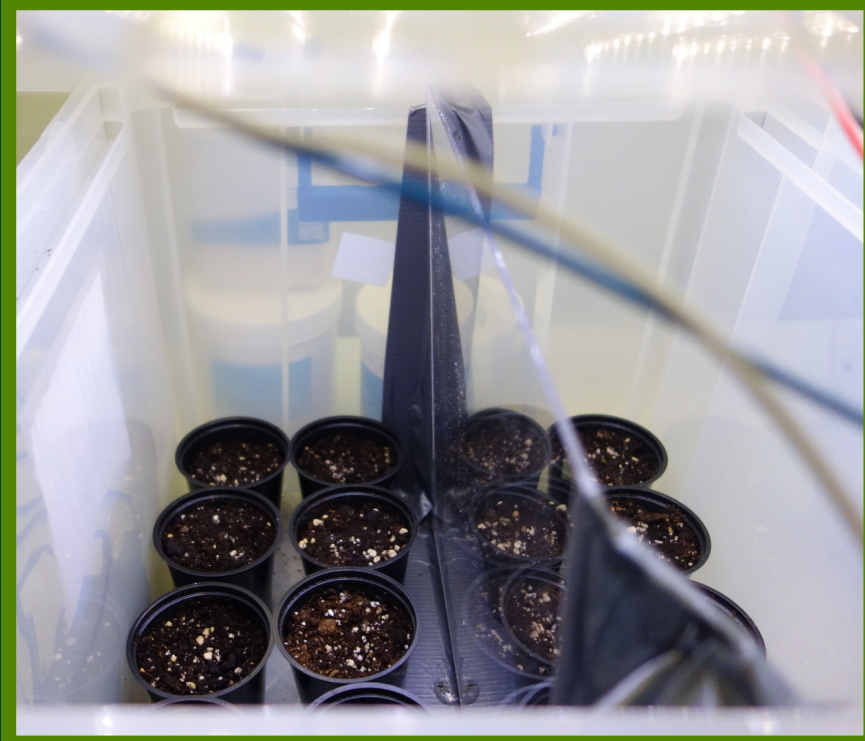
- Réseaux de LED avec programmeurs de durée d'éclairage

2. PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL



- Protection de l'éclairage ambiant du greenlab

2. PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL



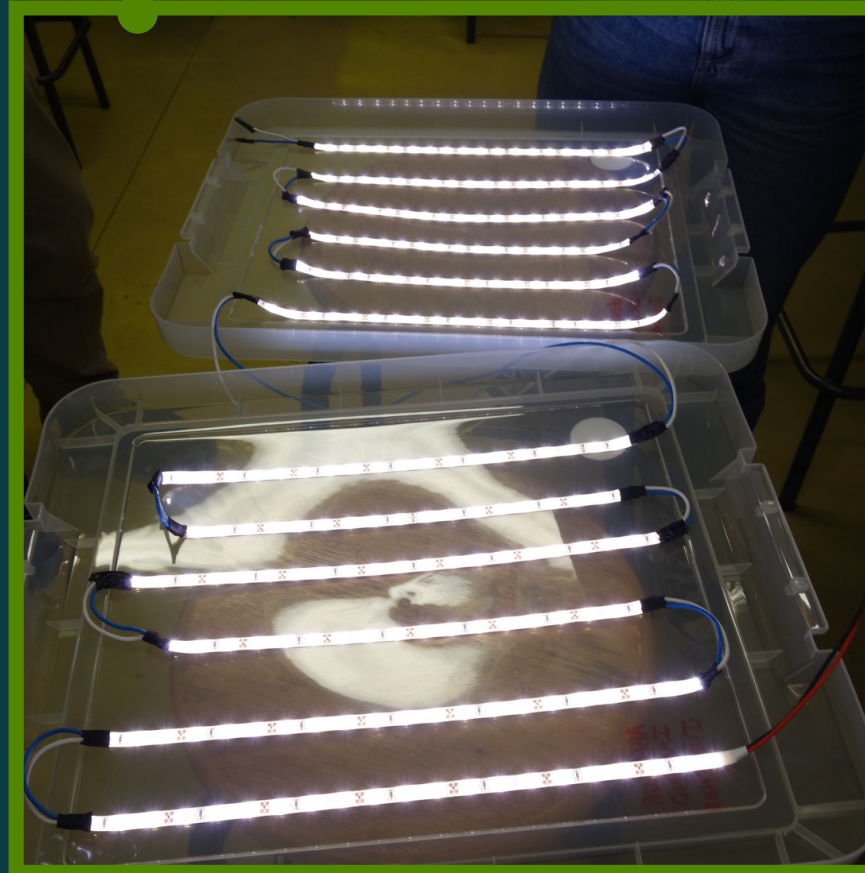
1. Semis des graines de basilic



3. Assemblage des boîtes



5. Isolement des boîtes face à l'éclairage ambiant



2. Assemblage du réseau de LED



4. Programmation des durées d'éclairage

2. PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

+
Capteurs T° et humidité placés
dans chaque boîte

25°C / 91 à 93% d'humidité

Chaque semaine (du 24/11/21 au 05/01/2022) :

- **Arrosage**
- **Changement de position des pots**
- Relevé de la **taille des tiges**
- **Photos des pots**

Le 05/01/22 (dernier jour d'expérience) :

- Comptage du **nombre de feuilles par plant**
- Mesure de la **teneur en pigments des feuilles pour chaque plant** (Chlorophylle, flavonols, anthocyanes) à l'aide d'une **pince DUALEX**
- **Séchage des feuilles et mesure de la masse sèche par réplicat**



Pince DUALEX

2. PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

Le 02/12/2021



Le 05/01/2022



Boîte contrôle

Boîte expérimentale

3. RÉSULTATS ET ANALYSES

- La probabilité de germination :

9 pots germés sur 20 en condition **Contrôle**

8 pots germés sur 20 en condition **Expérimentale**



Par analyse statistique : **différence significative**
entre la germination des deux groupes

```
Response: vie_mort
```

```
Terms added sequentially (first to last)
```

	Df	Deviance	Resid.	Df	Resid.	Dev	Pr(>Chi)
NULL			239		319.52		
Pollution	1	4.5299	238		314.99		0.03331 *



Germination -
condition **Contrôle**.
05/01/2022



Germination -
Condition
Expérimentale.
05/01/2022

3. RÉSULTATS ET ANALYSES

- La croissance des tiges :

Croissance moyenne de 1.92 cm en condition **Contrôle**

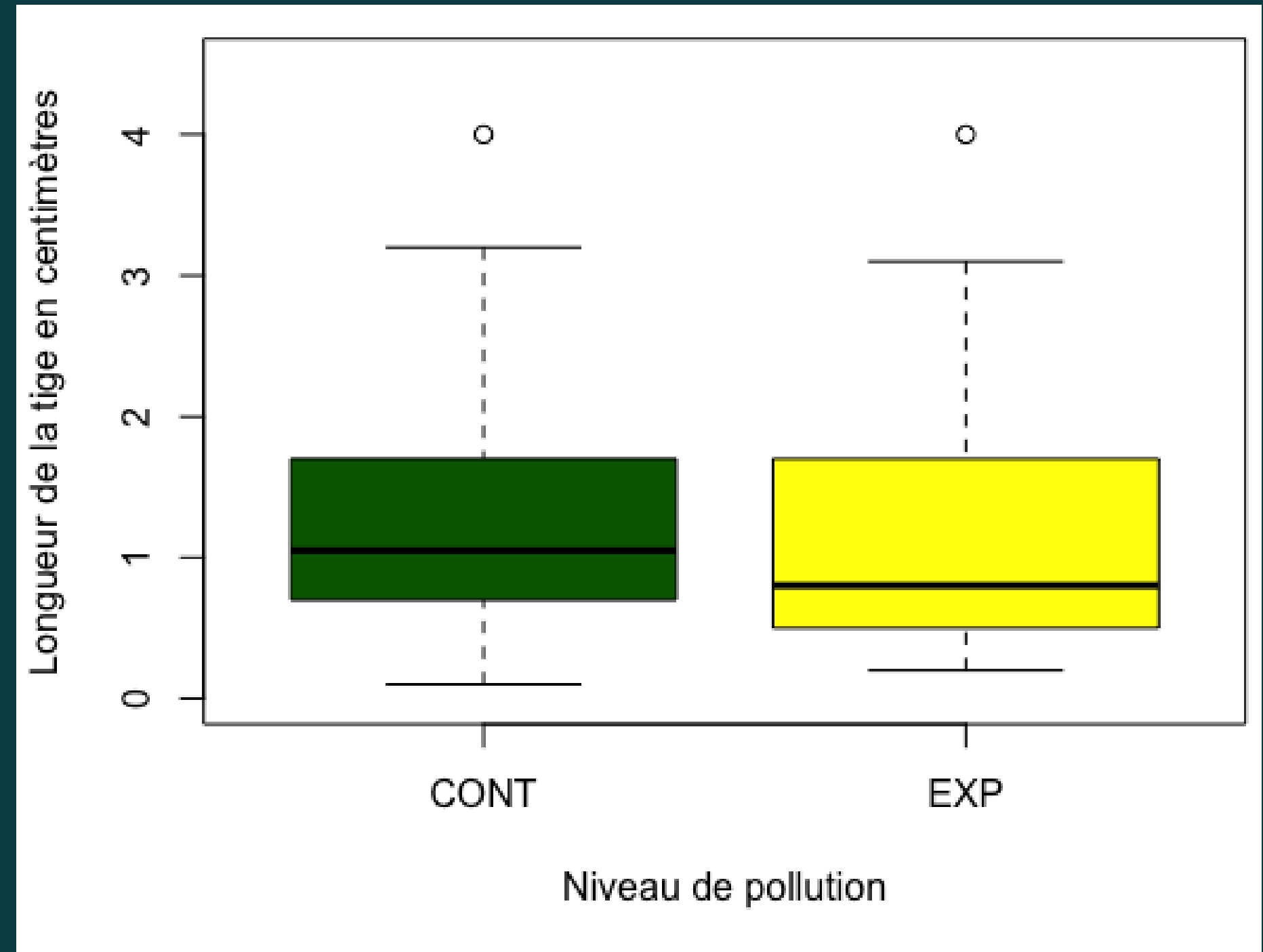
Croissance moyenne de 1.63 cm en condition **Expérimentale**



Response: Longueur

Terms added sequentially (first to last)

	Df	Deviance	Resid.	Df	Resid. Dev	Pr(>Chi)
NULL			100		48.450	
Pollution	1	0.5438	99		47.906	0.2443
Date	1	6.5701	98		41.336	5.179e-05 ***
Pollution:Date	1	0.0001	97		41.336	0.9895



Par analyse statistique : **pas de différence significative** entre la croissance des deux groupes

3. RÉSULTATS ET ANALYSES

- La surface foliaire moyenne par plant et la masse sèche par condition :

Surface moyenne de 243,89 mm² par plant et masse sèche moyenne de 0.0255 g en condition **Contrôle**

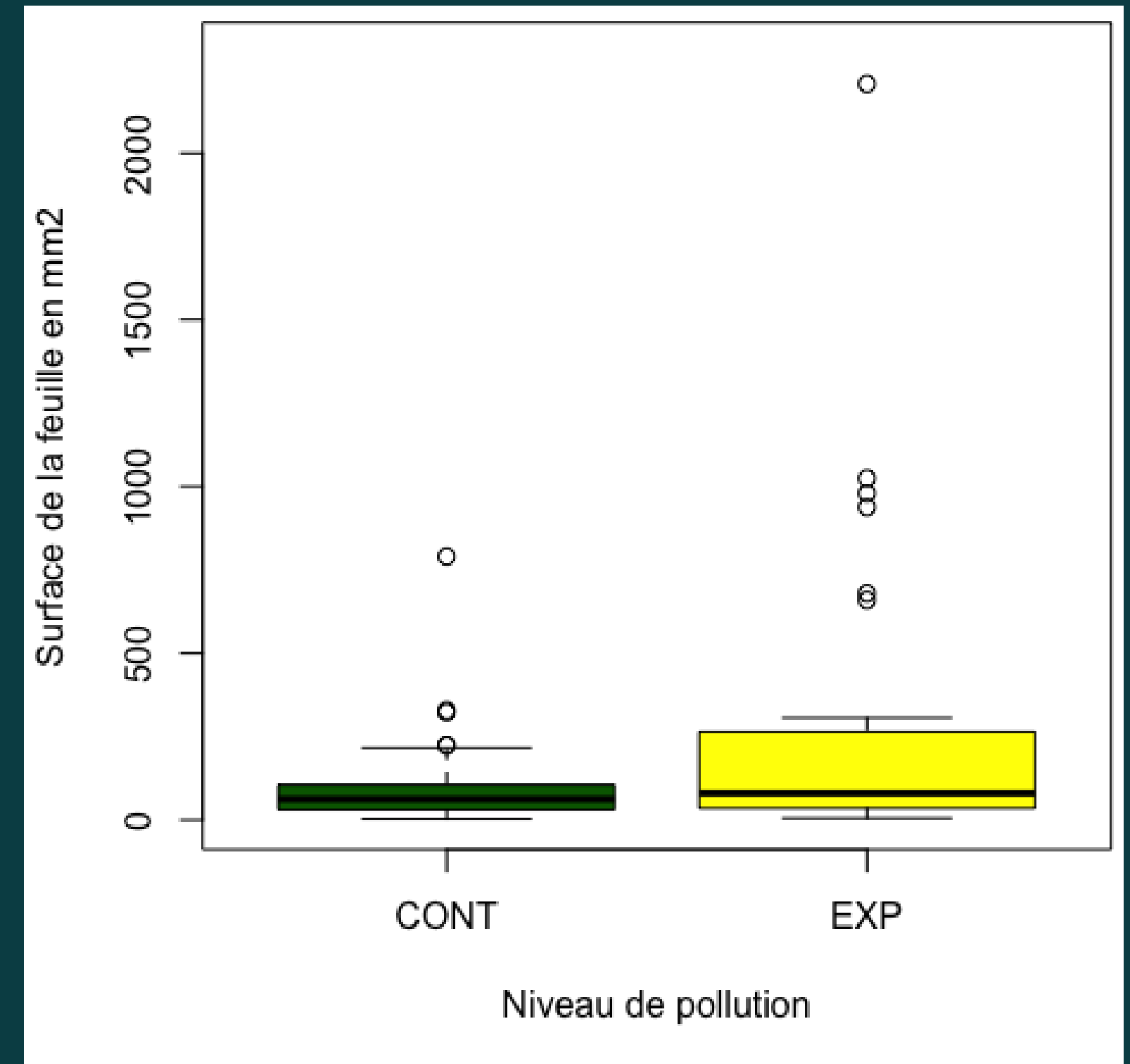
Surface moyenne de 660,27 mm² par plant et masse sèche moyenne de 0.0371 g en condition **Expérimentale**



Response: Surface_mm2

Terms added sequentially (first to last)

	Df	Deviance	Resid.	Df	Resid. Dev	Pr(>Chi)
NULL				91	155.897	
Pollution	1	23.540		90	132.356	2.037e-07 ***
Date	1	39.411		89	92.945	1.780e-11 ***
Pollution:Date	1	6.491		88	86.455	0.006365 **



Par analyse statistique : **différence significative** entre la surface des deux groupes

3. RÉSULTATS ET ANALYSES

- Le taux de chlorophylle par plant :

Taux moyen de 16,3 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ en condition **Contrôle**

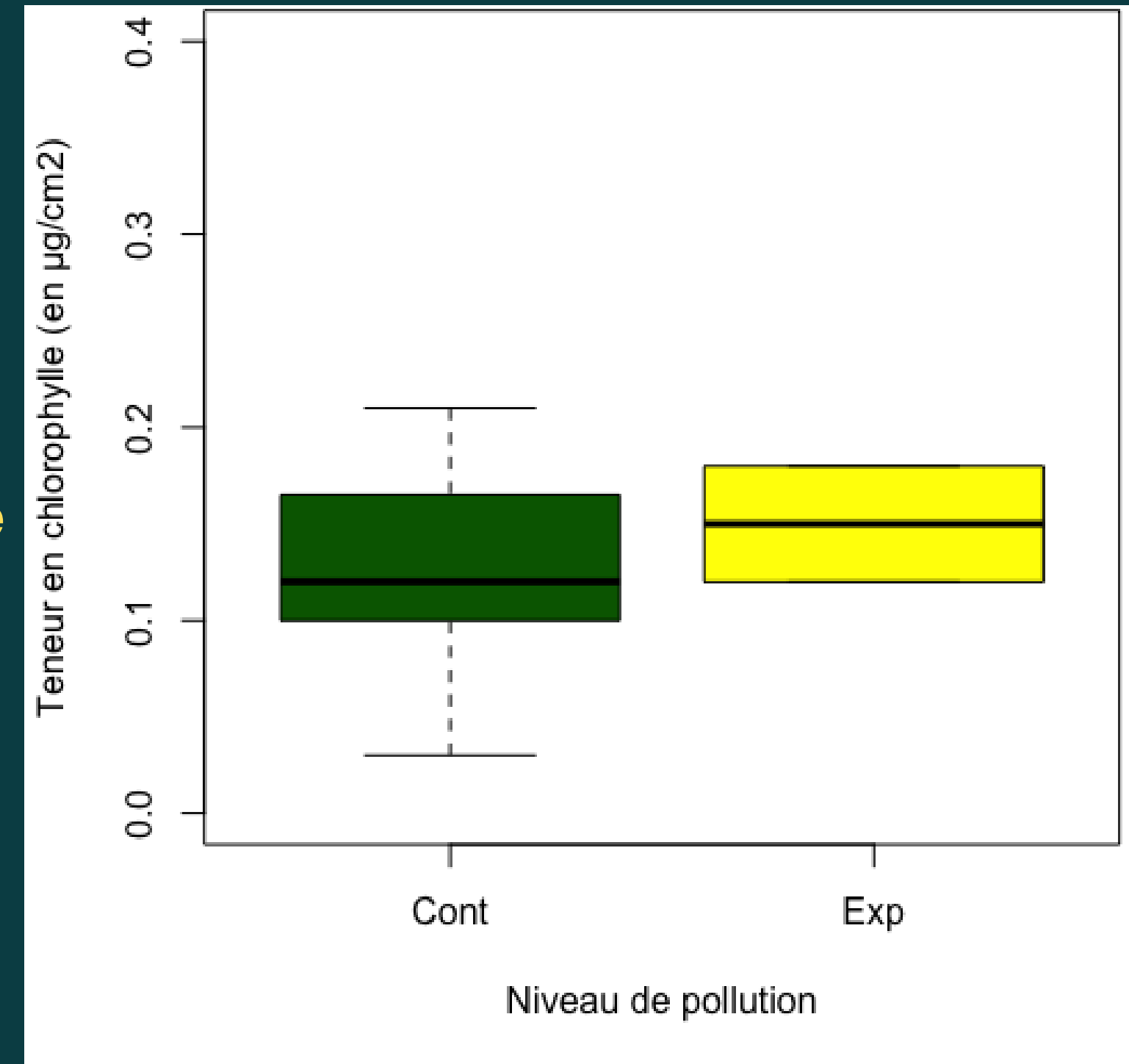
Taux moyen de 17 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ en condition **Expérimentale**



```
Response: Pigment[, "Chl"]
```

```
Terms added sequentially (first to last)
```

	Df	Deviance	Resid.	Df	Resid.	Dev	Pr(>Chi)
NULL				12		1.01867	
Pigment[, "Pollution"]	1	0.031505		11		0.98716	0.5533



Par analyse statistique : **pas de différence significative** entre les teneurs en chlorophylle des deux groupes

4. BILAN ET CRITIQUES

+

- **Mise en place du protocole**
- **Croissance suffisante après 5 semaines** de culture nous ayant permis d'effectuer l'ensemble de nos mesures

-

- **Trop faible pourcentage de germination pour effectuer des tests statistiques valables** : seulement 17 plants germés sur 40
- **Manque de précision des outils de mesures**
- **Temps d'expérience trop court**



Améliorations possibles :

- **Augmenter le nombre de réplicats** par niveau de pollution
- **Allonger la durée de l'expérience**

BIBLIOGRAPHIE

- Bennie, J., Davies, T. W., Cruse, D., & Gaston, K. J. Ecological effects of artificial light at night on wild plants. *Journal of Ecology*, 104(3), 611-620 (2016). <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12551>
- Longcore, T., & Rich, C. Ecological light pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2(4), 191-198 (2004). [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2004\)002\[0191:ELP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0191:ELP]2.0.CO;2)
- Poulin, C. Effets de la pollution lumineuse sur l'écophysiologie de *Mycrocystis areuginosa*, mémoire en géomatique appliquée, Université de Sherbrooke, Canada (2012). <https://core.ac.uk/download/pdf/51338924.pdf>
- Sibley, J.-Ph. Impact de la pollution lumineuse sur la biodiversité. Synthèse bibliographique. Rapport MNHN-SPN / MEEDDAT n°8 : 28 p. (2008). http://spn.mnhn.fr/spn_rapports/archivage_rapports/2008/SPN%202008%20-%208%20-%20Rap-SPN%20POLLUX.pdf
- Singhal, R. K., Kumar, M., & Bose, B. Eco-physiological Responses of Artificial Night Light Pollution in Plants. *Russian Journal of Plant Physiology*, 66(2), 190-202 (2019). <https://doi.org/10.1134/s1021443719020134>
- Sordello, R.. Pollution lumineuse : longueurs d'ondes impactantes pour la biodiversité. Exploitation de la synthèse bibliographique de Musters et al. (2009). UMS 2006 Patrimoine naturel AFB-CNRS-MNHN. Rapport Patrinat n°2017-117. 18 p. (2017). https://inpn.mnhn.fr/docs/trame_noire/Patrinat-2017-117-171211-SORDELLO-Pollution-lumineuse-Spectre-et-Biodiversite.pdf