



Colloque OPUR (5) : Des micropolluants aux solutions fondées sur la nature,  
ENPC 11 – 12 mars 2026



# L'arbre d'alignement comme moyen innovant pour la maîtrise des eaux pluviales en ville

**Martin SEIDL**

*d'après Hayath Zime Yerima*

Connaissez vous des ouvrages d'arbre de pluie ?  
Participez à notre base de connaissance !  
[martin.seidl@enpc.fr](mailto:martin.seidl@enpc.fr)

## OPUR 5

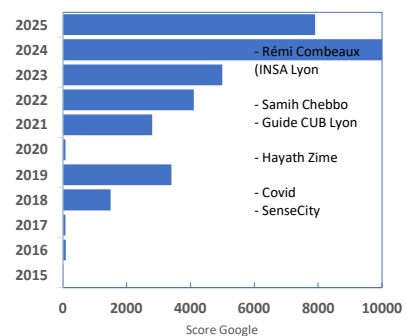
Le thème 3 d'OPUR5 a pour finalité l'optimisation de la conception et de la gestion des ouvrages de contrôle à la source des eaux de ruissellement urbaines

L'action 3.3 vise **l'évaluation du potentiel offert par les arbres d'alignement en ville pour la gestion à la source** des eaux de ruissellement en vue de la conception et dimensionnement d'un nouveau type d'ouvrage.

### OPUR 6

*Décrire les différents variantes de l'ouvrage et les principaux facteurs influant sur leurs efficacités de gérer les eaux pluviales et en parallèle de satisfaire les besoins en eau du végétal*

### Tendance "arbre de pluie"



Contexte

Méthode

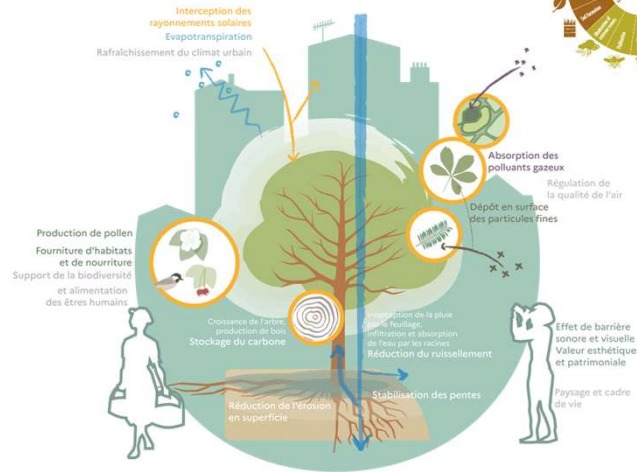
Résultats & discussion

Bis

Conclus & P

## Fonctions / services

### Les services rendus par les arbres



[https://metz.fr/actus/2022/220808\\_metz\\_choisit\\_ses\\_arbres\\_avec\\_sesame.php](https://metz.fr/actus/2022/220808_metz_choisit_ses_arbres_avec_sesame.php)

MS2026

### Services limités en ville

- Volume de sol alloué aux racines insuffisant;
- Imperméabilisation du sol alentour (infiltration réduite);
- Sol compacté (limitation du développement racinaire et de l'évapotranspiration)

Contexte

Méthode

Résultats & discussion

Bis

Conclus & P

## Arbre de ... pluie

**Hayath** →  
Arbre d'alignement conçu pour récupérer les eaux de ruissellement urbaines tout en assurant le bon état physiologique de l'arbre

**Wiklimat** ->  
Arbre dont la fosse de plantation a été pensée et dimensionnée en surface et en profondeur pour gérer tout ou partie des eaux de ruissellement, mais également pour favoriser le développement de l'arbre et la biodiversité, y compris celle du sol.

**pavillon-arsenal.com** ->  
un dispositif de rafraîchissement urbain conçu par Clément et Antoine Bertin, architecte et artiste sonore. C'est une installation de jeux d'eau qui se greffe sur des arbres existants pour inventer un « arbre augmenté » qui fait tomber la pluie lorsqu'il détecte un cri. La bruine ainsi produite permet d'abaisser la température dans des environnements citadins et minéraux comme le Square Schwartzberg.

MS2026

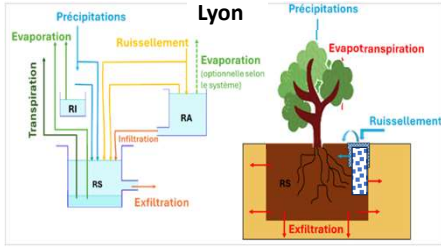
Contexte

Méthode

Résultats & discussion

Bis

Conclus & P



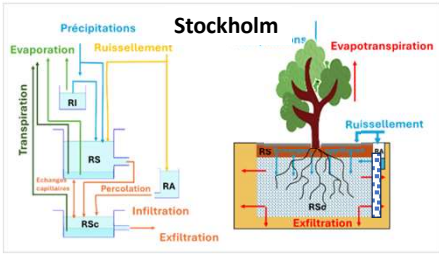
**Lyon**

modification d'un arbre d'alignement existant

bon développement des arbres, avec une fonction induite EP

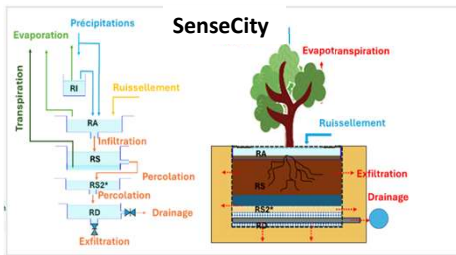
## Les types / familles

# 3 Types



**Stockholm**

gestion des eaux pluviales - type bioretention



**SenseCity**

MS2026

Contexte  
Méthode  
Résultats & discussion  
Bis  
Conclus & P



**SenseCity**  
il était une fois

mobile chamber

Arbres de pluie

Jardin de pluie

- Surface drainée : 88m<sup>2</sup>
- Surface d'infiltration: 6m<sup>2</sup>
- Rapport (infiltration/apport): 6%

## L'expérimental



Rainclean

### Mesures des flux :

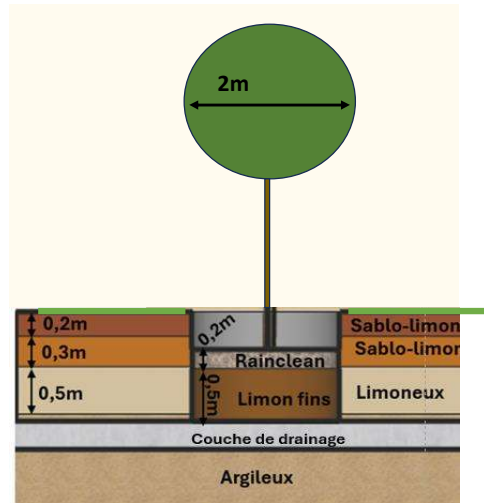
- Pluviomètre
- Capteur flux de sève
- Débitmètre entrée
- Capteurs humidité sol
- Auget drainage



évapotranspiration

ruissellement

infiltration



MS2026

Contexte

Méthode

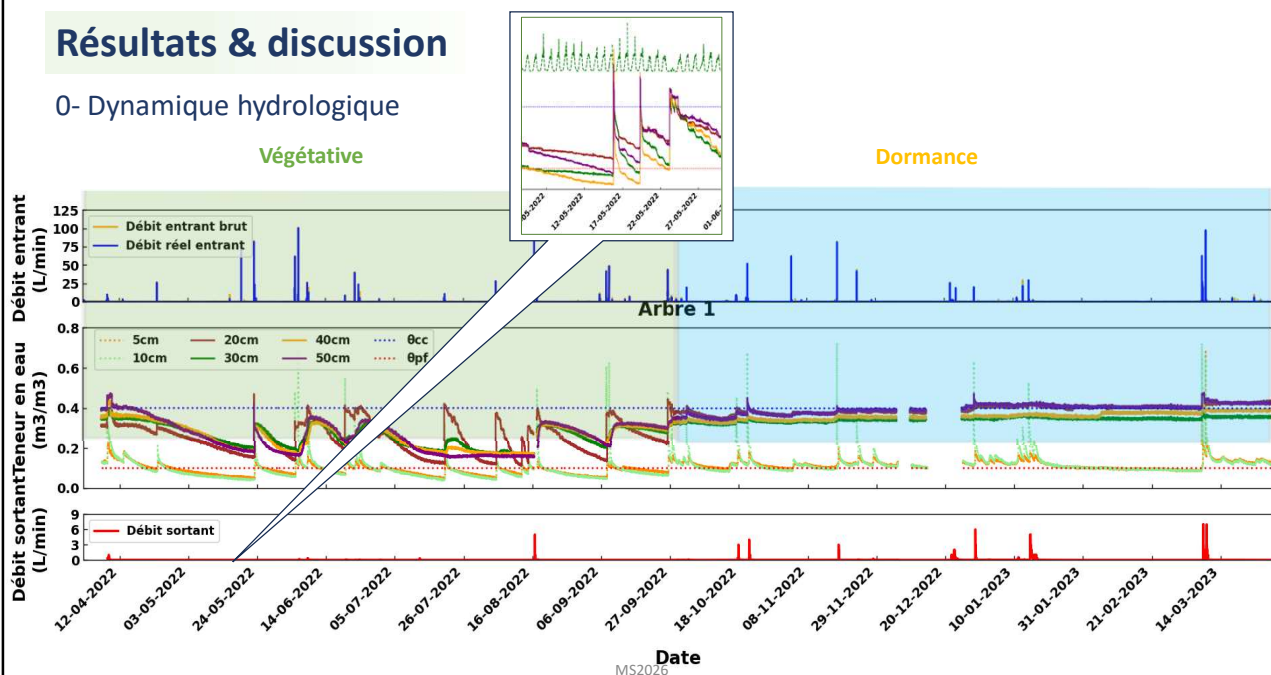
Résultats & discussion

Bis

Conclus & P

## Résultats & discussion

### 0- Dynamique hydrologique

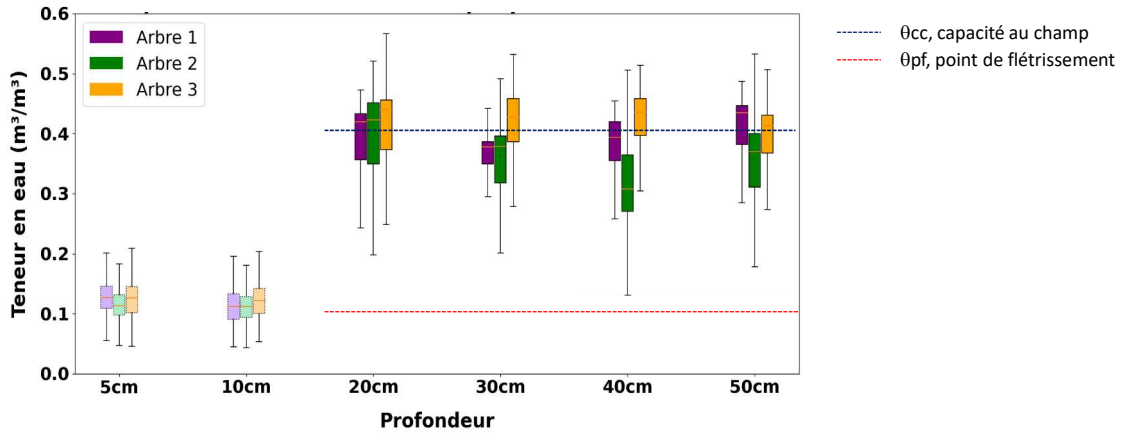


MS2026

## Résultats & discussion

### 1. Dynamique des teneurs en eau dans le sol

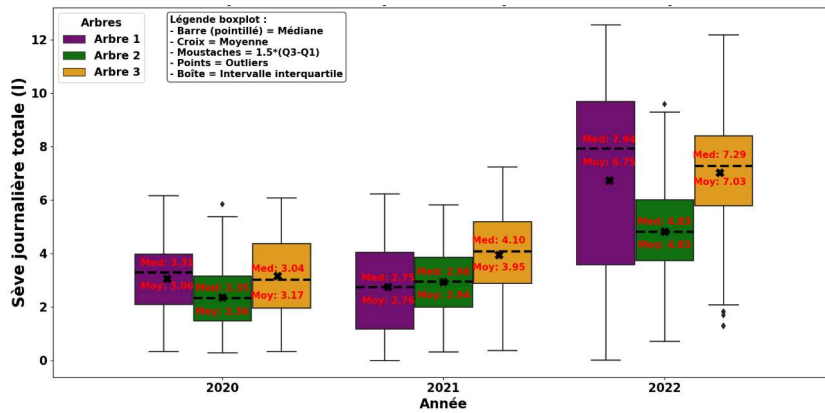
- ✓ Rainclean: 5 et 10 cm
- ✓ Terre végétale: 20 à 50 cm



MS2026

### 2. Dynamique du flux de sève

✓ Avril – Septembre



MS2026

Contexte  
Méthode  
Résultats & discussion  
Bis  
Conclus & P

Contexte  
Méthode  
Résultats & discussion  
Bis  
Conclus & P

### 3. Bilan hydrologique

Système1: Somme des 3 arbres



Système 2: bande végétalisée incluant les 3 arbres



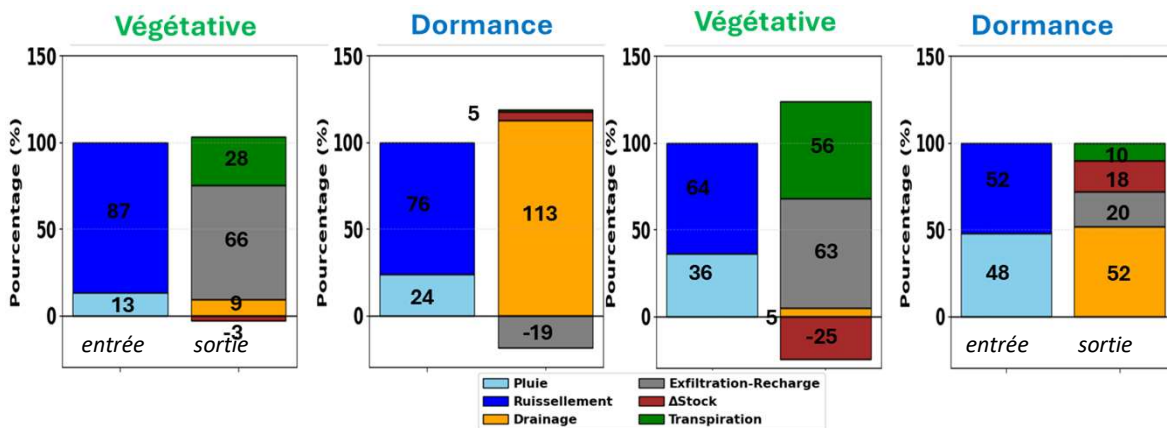
MS2026

Contexte  
Méthode  
Résultats & discussion  
Bis  
Conclus & P

### 3. Bilan hydrologique (avril 2022 à mars 2023)

Système1: Somme des 3 arbres

Système 2: bande végétalisée incluant les 3 arbres



▪ Période végétative: exfiltration (66%) > transpiration (28%)

▪ Période dormance: exfiltration (100%) pbm bilan / recharge

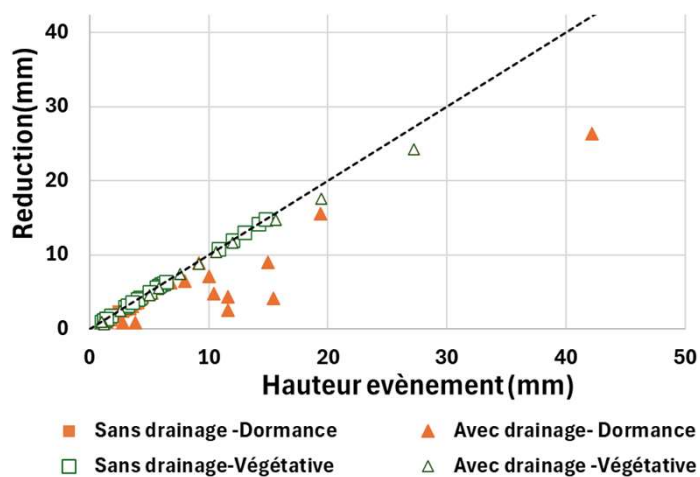
▪ Période végétative: l'exfiltration (63%) = transpiration (56%) ET baisse des stock (25%)

▪ Période dormance: exfiltration (50%) transpiration > 0

MS2026

Contexte  
Méthode  
Résultats & discussion  
Bis  
Conclus & P

### 3. Abattement (avril 2022 à mars 2023)



MS2026

Période	% Abatte- ment (V non drainé)	% Evène- ments sans drainage
Annuel	80	37
Végétative	96	69
Dormance	66	31

- Abattement plus important en période végétative
- Abattement non négligeable en période de dormance

Contexte

Méthode

Résultats &amp; discussion

Bis

Conclus &amp; P

## Conclusions

- Saisonnalité des paramètres climatiques et biologiques, des teneurs en eau et des sèves journalières sans stress hydrique (déficit ou excès) avéré
- Abattement plus important en période **végétative** (96%) qu'en période de dormance (66%) ;
- Bilans dominés par la **transpiration** en période **végétative** (56%) alors que le **drainage** domine en période de **dormance** (40%);

MS2026

Contexte

Méthode

Résultats &amp; discussion

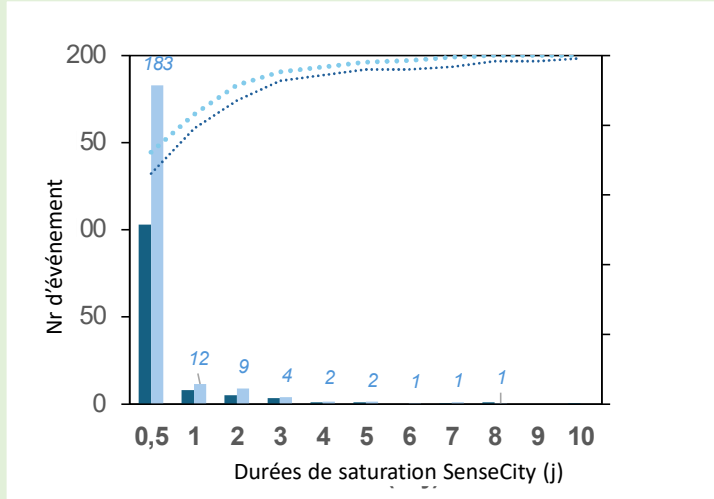
Bis

Conclus &amp; P

### Question bonus

Les périodes d'ennoyage prolongée ont-elles un impact sur le fonctionnement physiologique des arbres?

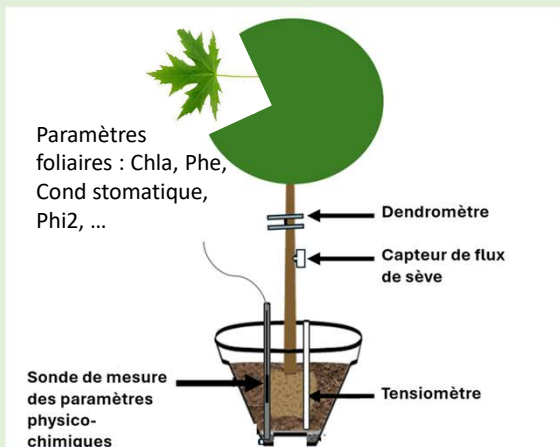
Quelles sont les durées de saturation ?



MS2026

Contexte  
Méthode  
Résultats & discussion  
Bis  
Conclus & P

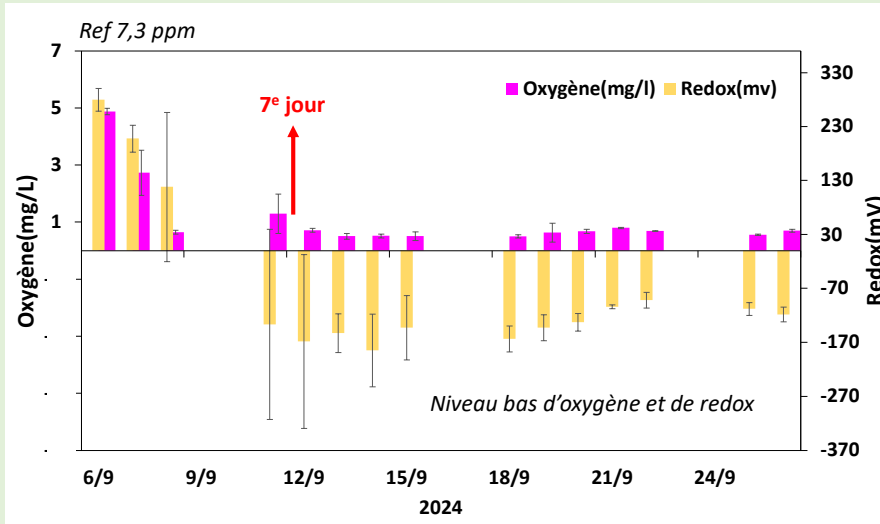
### Dispositif expérimental « bis »



MS2026

Contexte  
Méthode  
Résultats & discussion  
Bis  
Conclus & P

### Conditions physico-chimiques

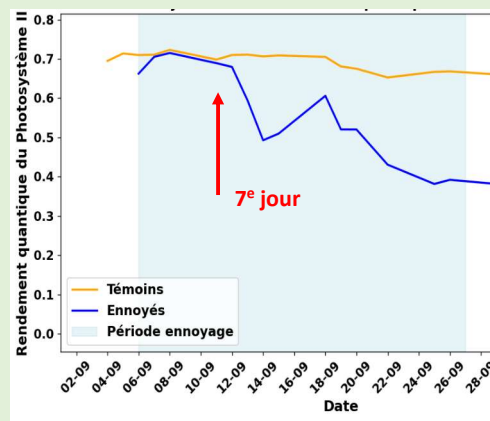
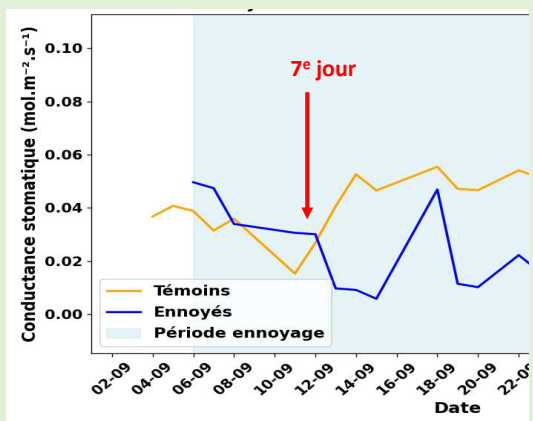


- Période 1 de référence
- Période 2 de désoxygénation
- Période 3 de consolidation d'impact

MS2026

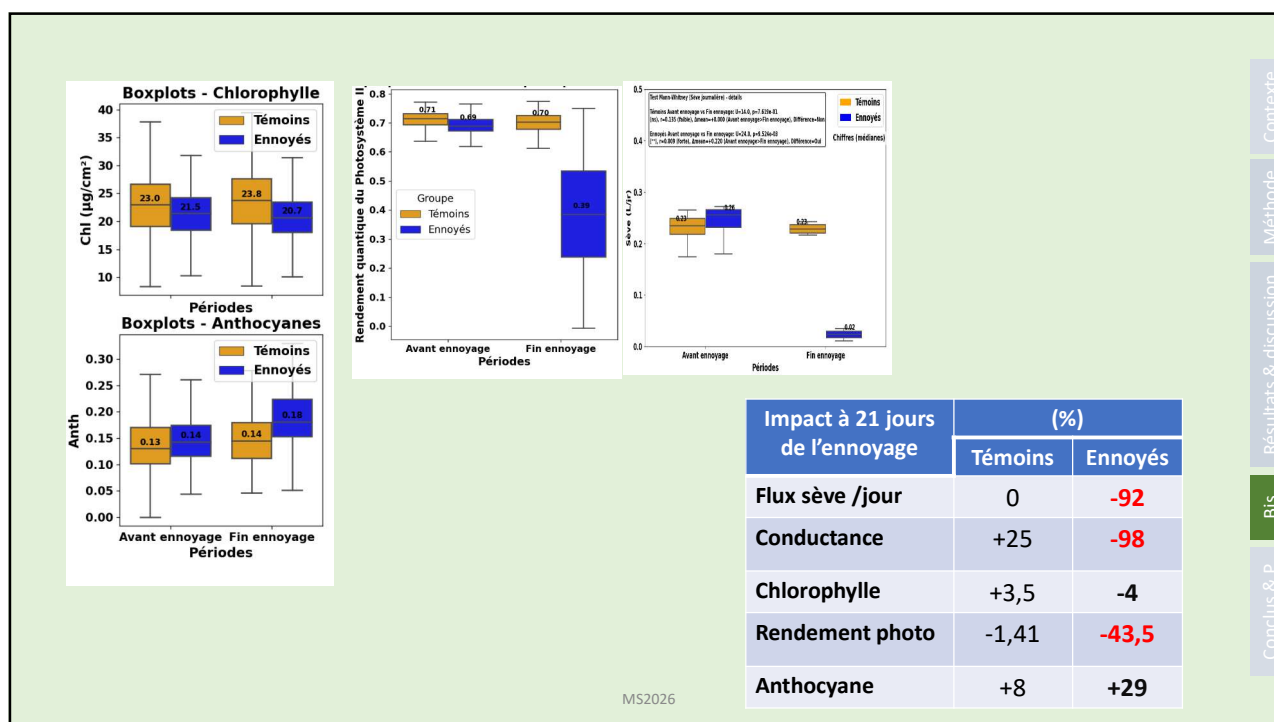
Contexte  
Méthode  
Résultats & discussion  
Bis  
Conclus & P

### Dispositif expérimental « bis »



MS2026

Contexte  
Méthode  
Résultats & discussion  
Bis  
Conclus & P



## Réponse question bonus

- Effet de l'ennoyage à partir de 7 jours d'exposition;
- Sensibilité identique pour tous les paramètres;
- Effet de **mémoire physiologique du stress antérieur** (Chl et Anth);
- Impact de l'ennoyage sur l'activité physiologique diminution de flux de **sève (-92%)**, de la **conductance stomatique (-98%)** et du **rendement photosynthétique (-44)**, légère augmentation des **anthocyanes(29%)**;
- Effet aigu du stress long d'ennoyage avec une **mortalité de 33%**;

MS2026

Contexte

Méthode

Résultats &amp; discussion

Bis

Conclus &amp; P

Contexte

Méthode

Résultats &amp; discussion

Bis

Conclus &amp; P

## Conclusions finales

- Identification de 3 types d'ouvrages d'arbres de pluie;
- Abattement plus important en **période végétative (96%)** contre 66% en dormance
- Bilans dominés par la **transpiration** en période **végétative (56%)** et par le **drainage** en période de **dormance (40%)**; avec
- Impact d'ennoyage constaté à partir de 7 jours, durée rarement observée sur Sense-City

MS2026

Contexte

Méthode

Résultats &amp; discussion

Conclus &amp; P

## Perspectives

- Intégration des observations dans une approche de modélisation -> thèse Samih
- Améliorer les mesures d'ET -> projet 1A
- Valider typologie avec REX en France -> thèse Samih, stage Louise
- Tester numériquement l'efficacité des schémas observés pour améliorer la conception -> thèse Samih
- Contribuer à la généralisation de la technique (REX + accompagnement d'expérimentation opérationnelle ... ) -> TP Castor, projet GT

->  
OPUR6

MS2026

Contexte

Méthode

Résultats &amp; discussion

Conclus &amp; P

## Communications et contributions scientifiques

### Conférences nationales internationales

- Novatech 2026
- EGU, Vienne 2025
- ICUD, Delft 2024
- Novatech, Lyon 2023
- IAHR, Online 2023
- JDHU, Lyon 2022



### Publications

- L'arbre de pluie: analyse d'un concept émergeant dont les contours restent à préciser (ZIME YERIMA et al 2025)
- L'arbre de pluie, le dernier venu des aménagements pour la gestion du ruissellement urbain (SEIDL et al 2025)

Thèse de doctorat  
Hayath ZIME  
YERIMA 2026



### Médiations scientifiques

- Fête de la science ENPC 2025, Champs-sur-Marne
- Rencontre Cifre, « Ma Recherche j'en parle », 2024
- Nuit des chercheurs, Créteil 2023



### Ateliers

- CAUE 77 :39e Arborencontre, Coupvray juin 2025
- Cluster EMS, Choisy-le-Roi mars 2025



MS2026

## MERCI DE VOTRE ATTENTION

<https://www.leesu.fr/arbres-de-pluie>

### Ont collaborés de près ou de loin:

Marie-Christine Gromaire  
Didier Techer  
Tinghao Huang  
Philippe Dubois  
Yan Ulanowski  
Emilien Darcy  
Abdelkader Bensaoud  
Emmanuel Berthier  
Tinhinane Zidane  
Léa Royon

Connaissez vous des ouvrages d'arbre de pluie ?  
Participez à notre base de connaissance !  
martin.seidl@enpc.fr

MS2026

