

## Gestion intégrée des eaux pluviales en milieu urbain : Amélioration des performances hydrologiques des sols à faible perméabilité



**Khalil LHAMIDI**, Hoang Dung NGUYEN, Jamal EL KHATTABI, Ammar ALJER

# Ressource en eau – Gestion des eaux pluviales

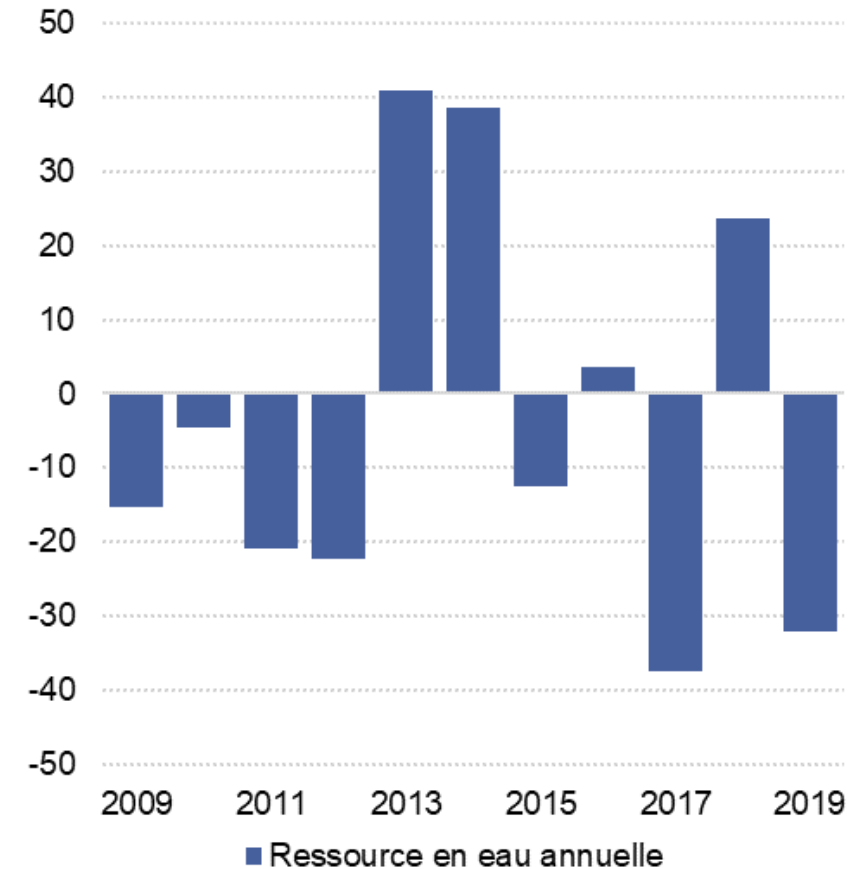
## Constat

- Forte imperméabilisation
- Changement climatique
- Phénomènes extrêmes et leurs conséquences

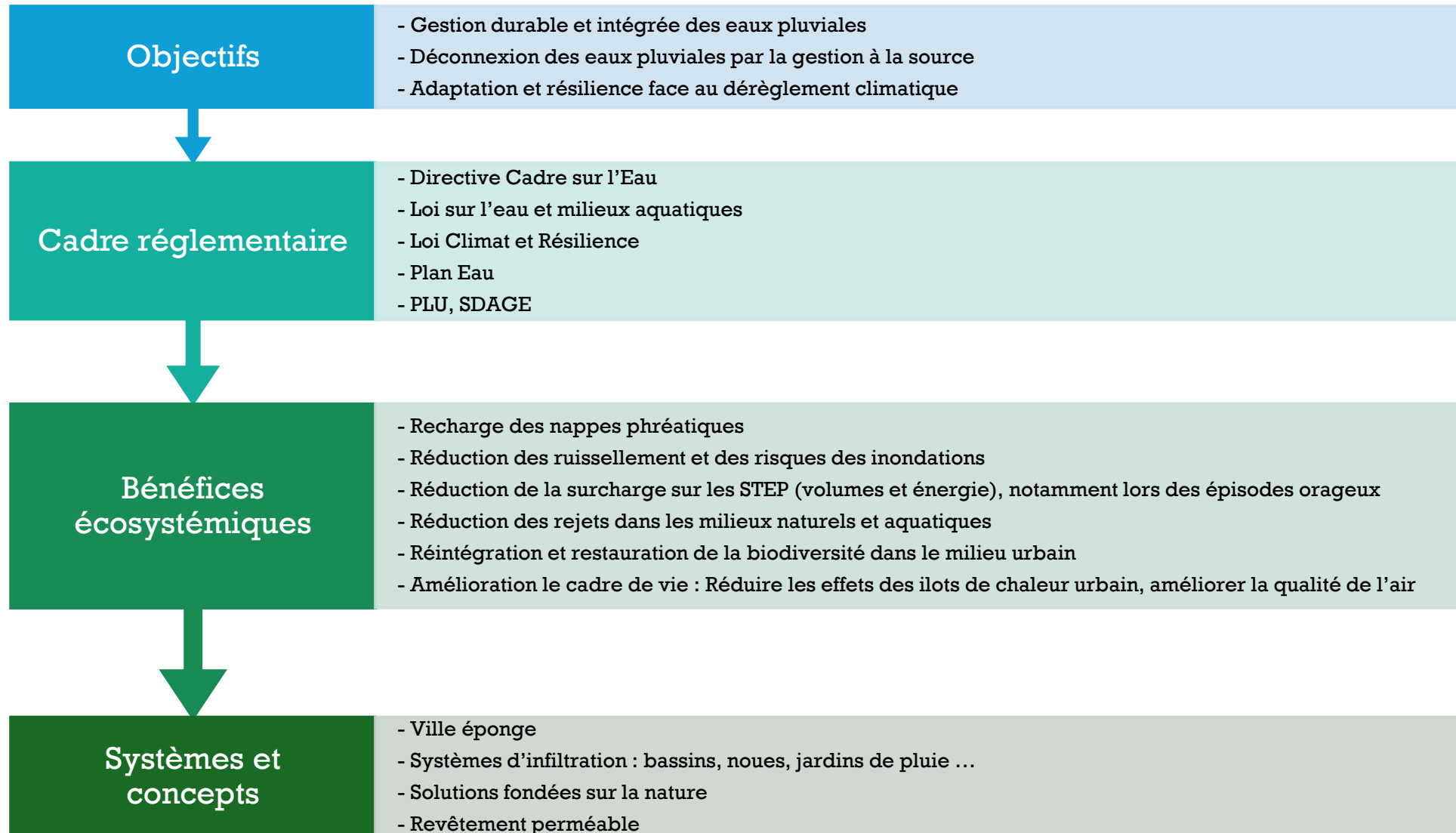
## Gestion des eaux pluviales

- Saturation des réseaux d'assainissement
- Investissements importants : bassins d'orage, maintenance du réseau d'assainissement
- Surdimensionnement des ouvrages de traitement
- Surconsommation énergétique au niveau des STEP
- Déversement (sans traitement) vers les milieux naturels
- Restitution moindre à la nappe

Évolution de la ressource en eau renouvelable par rapport à la moyenne en % (SDES, 2022)



# La gestion intégrée des eaux pluviales



# Le projet ETAGEP (Étude des Techniques Alternatives de Gestion des Eaux Pluviales)



Influence de la faune et de la flore sur la perméabilité des sols

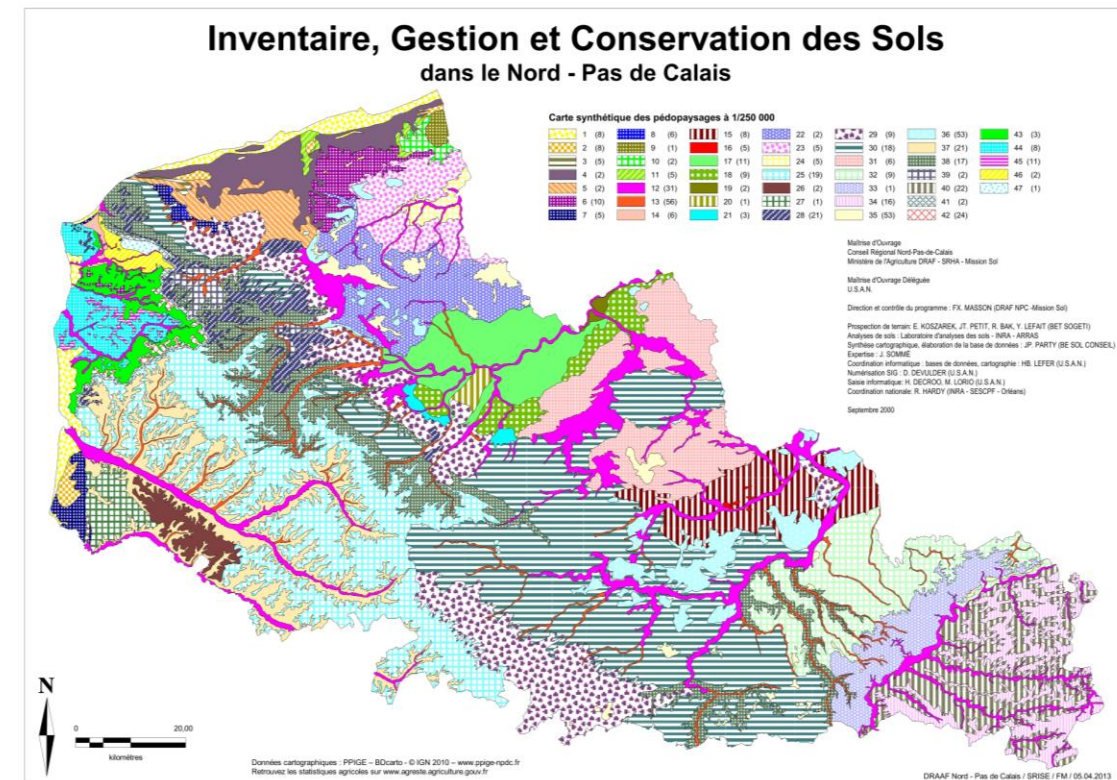


Corrélation entre la pluviométrie, la surface imperméabilisée et la surface active



Réalisation d'un guide de préconisations traitant des procédés d'amélioration de la perméabilité des sols et de la performance hydrologique des noues

**Sols peu perméables – hydromorphes :  
Un frein à la mise en place des TA**



# Phase 1 : Évaluation de l'impact de l'activité lombricienne dans l'amélioration de l'infiltrabilité des sols

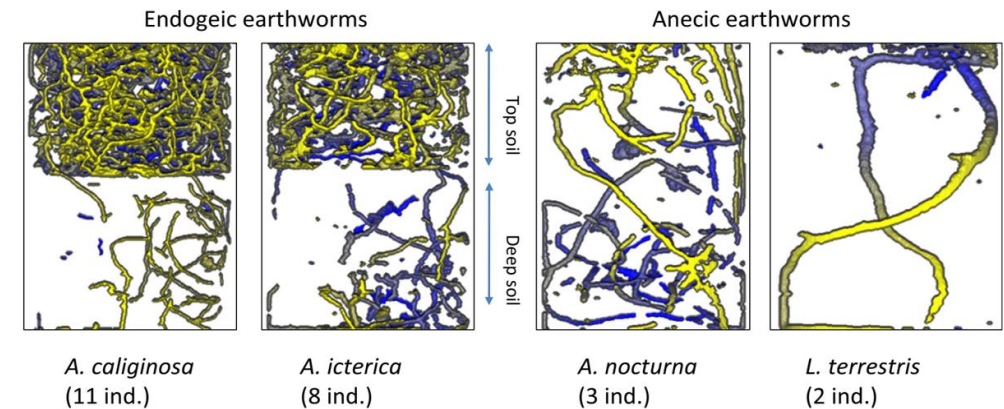
Comment améliorer le fonctionnement des systèmes d'infiltration en milieu urbain ?

Quelle méthode non-destructive appropriée pour évaluer les changements des propriétés des sols?

Quel est l'impact des lombrics sur l'infiltrabilité des sols?

Impact de l'activité lombricienne :

- Endogés : *Aporrectodea caliginosa*
- Anéciques : *Lumbricus terrestris*



Y. Caponize, F. Gilbert, A. Vallate, *et al.*, "Depth distribution of soil organic matter and burrowing activity of earthworms—mesocosm study using X-ray tomography and luminophores," *Biology and Fertility of Soils*, vol. 57, no. 3, pp. 337–346, 2021



# Expérimentation en conditions contrôlées

## Selon la densité de *L. Terrestris*

- L5(abc) : 25 individus/m<sup>2</sup>
- L10(abc) : 50 individus/m<sup>2</sup>
- L20(abc) : 100 individus/m<sup>2</sup>



## Variation de la vitesse d'infiltration en fonction des jours (en %)

Jours	L25 (%)	L50 (%)	L100 (%)
105	87	237	298
193	112	305	396
235	169	356	451
327	149	350	444
391	172	357	472

# Expérimentation en conditions naturelles

## Selon l'espèce :

- L1 (abc): *L. terrestris*
- L2 (abc): *A. caliginosa*
- L12 (abc): *L. terrestris/ A. caliginosa*

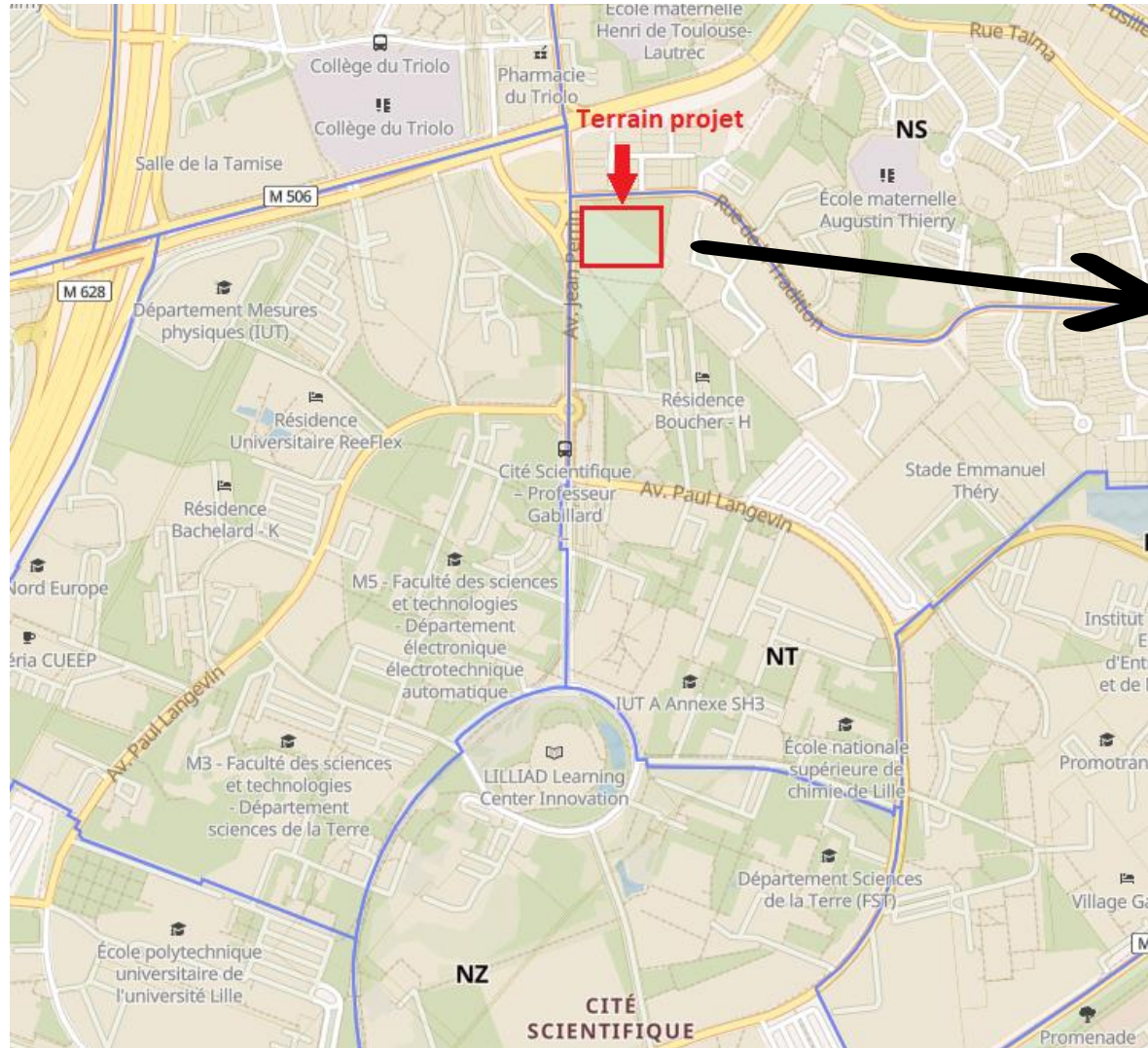


## Variation de la vitesse d'infiltration en fonction des jours (en %)

Jours	L1 (%)	L2 (%)	L12 (%)
38	100.13	139.30	166.60
134	128.12	280.28	261.88
275	177.07	330.17	273.28
379	155.14	288.69	267.29

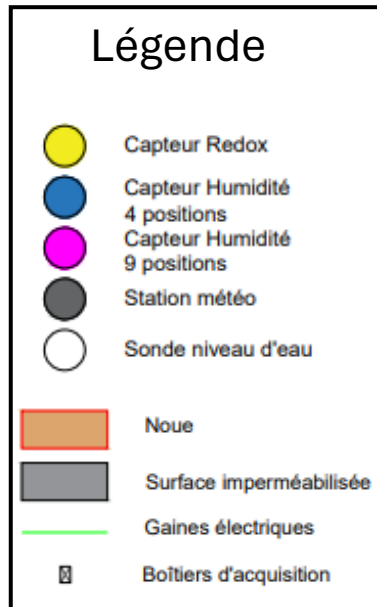
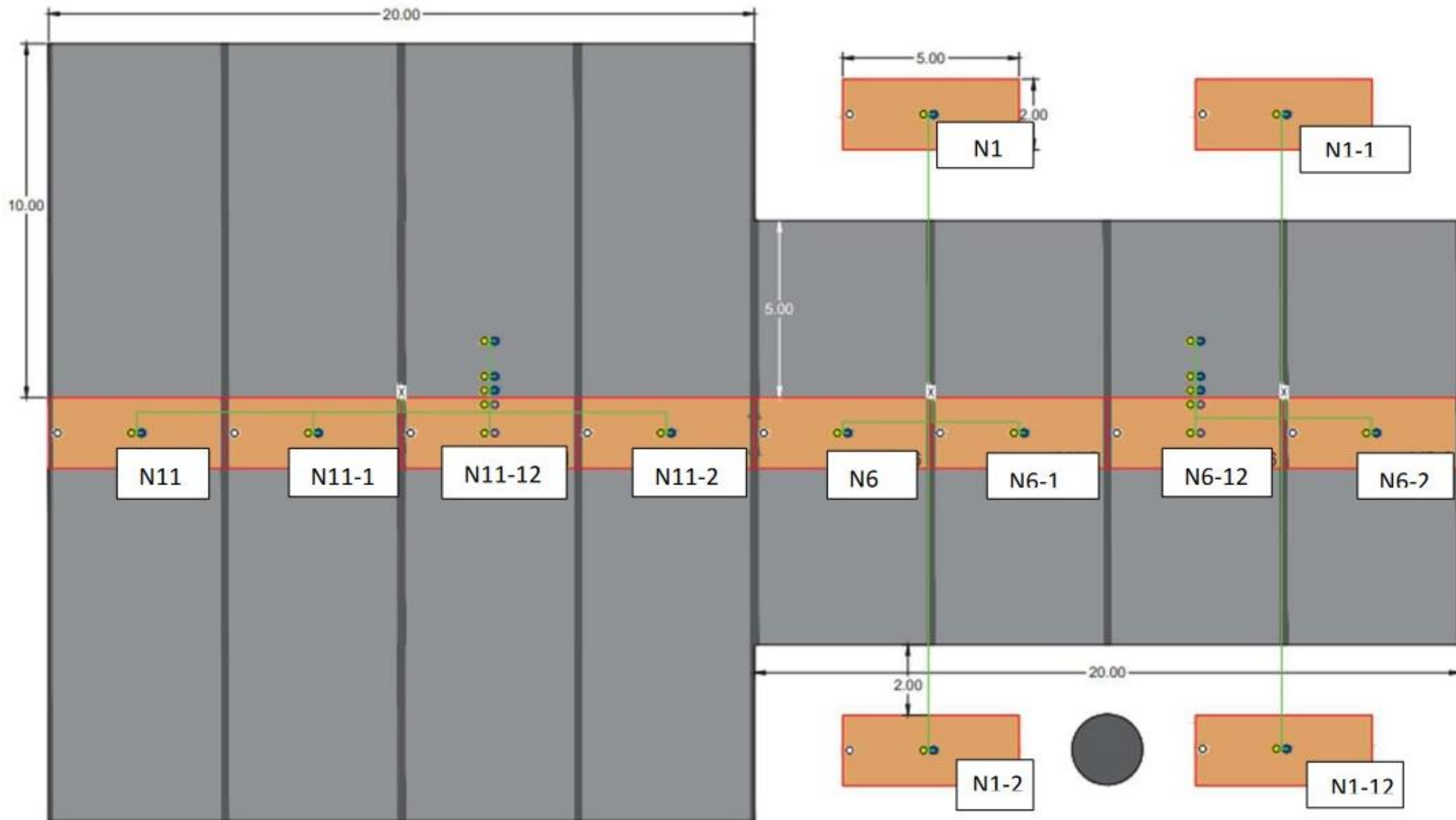


# Phase 2 : Étude de la performance hydrologique des noues d'infiltration – choix du site

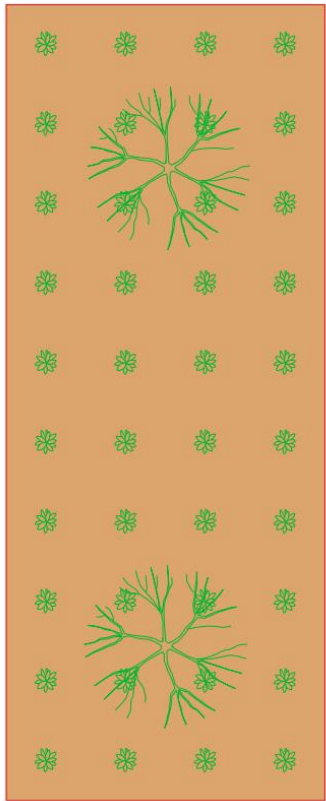




# Mise en place des capteurs



# Mise en place des plantes



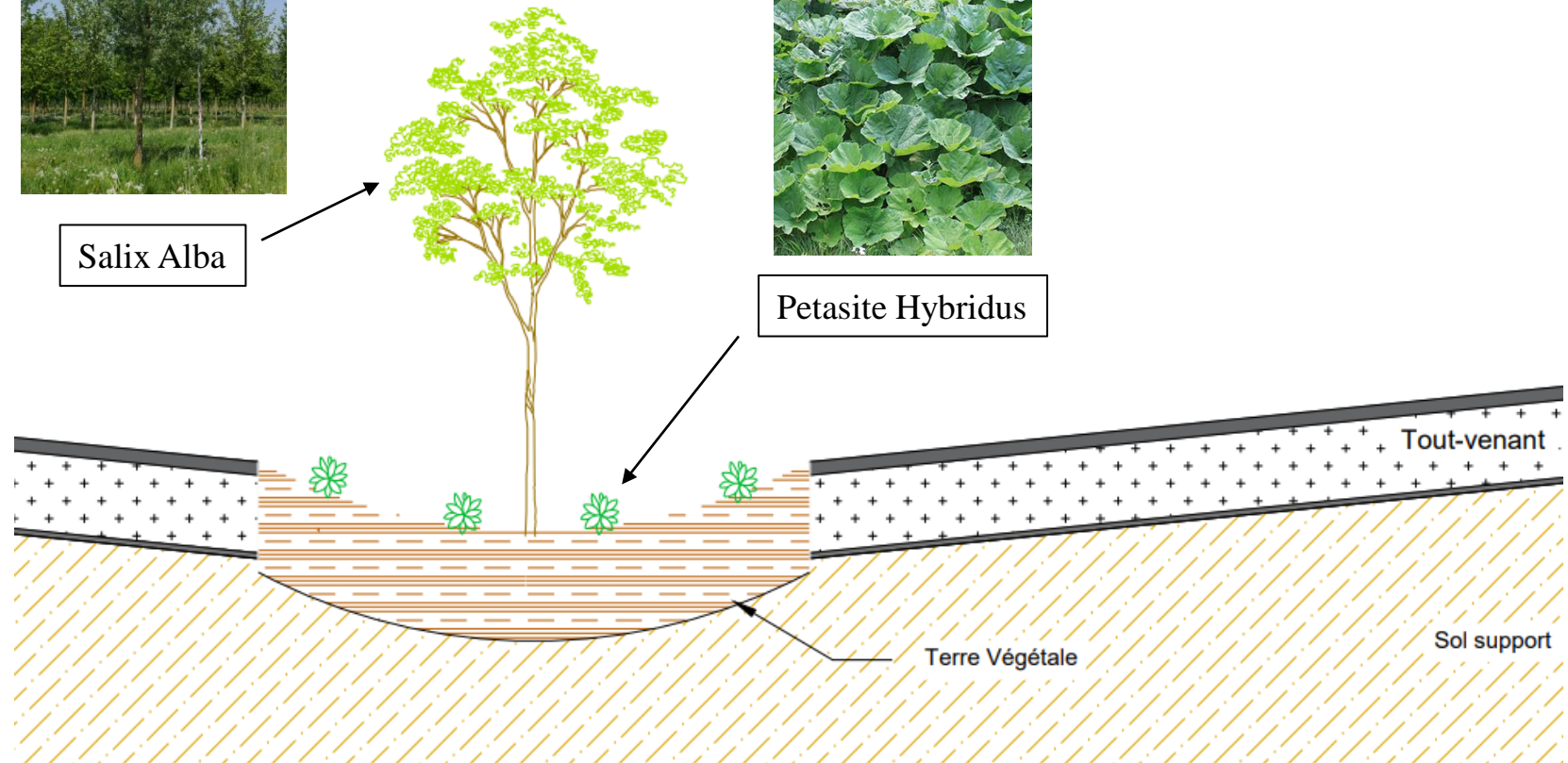
Vue en plan



Salix Alba



Petasite Hybridus



Profil en travers



# Le site expérimental ETAGEP





# Le site expérimental ETAGEP



# Essais perméabilité in situ et en laboratoire

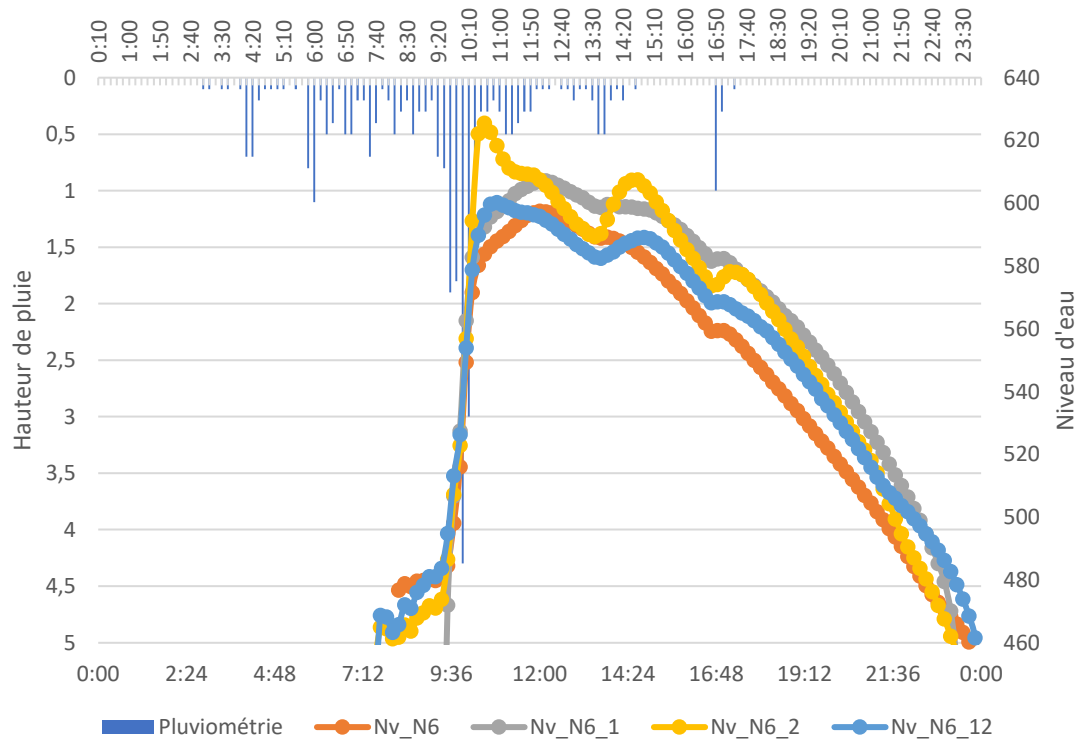
## Essai Matsuo in situ

<i>Essais Matsuo</i>	<i>Longueur</i>	<i>Largeur</i>	<i>Profondeur</i>	<i>Perméabilité (m/s)</i>
Essai n°1	120 cm	50 cm	60 cm	6,55E-06
Essai n°2	160 cm	50 cm	60 cm	5,42E-07

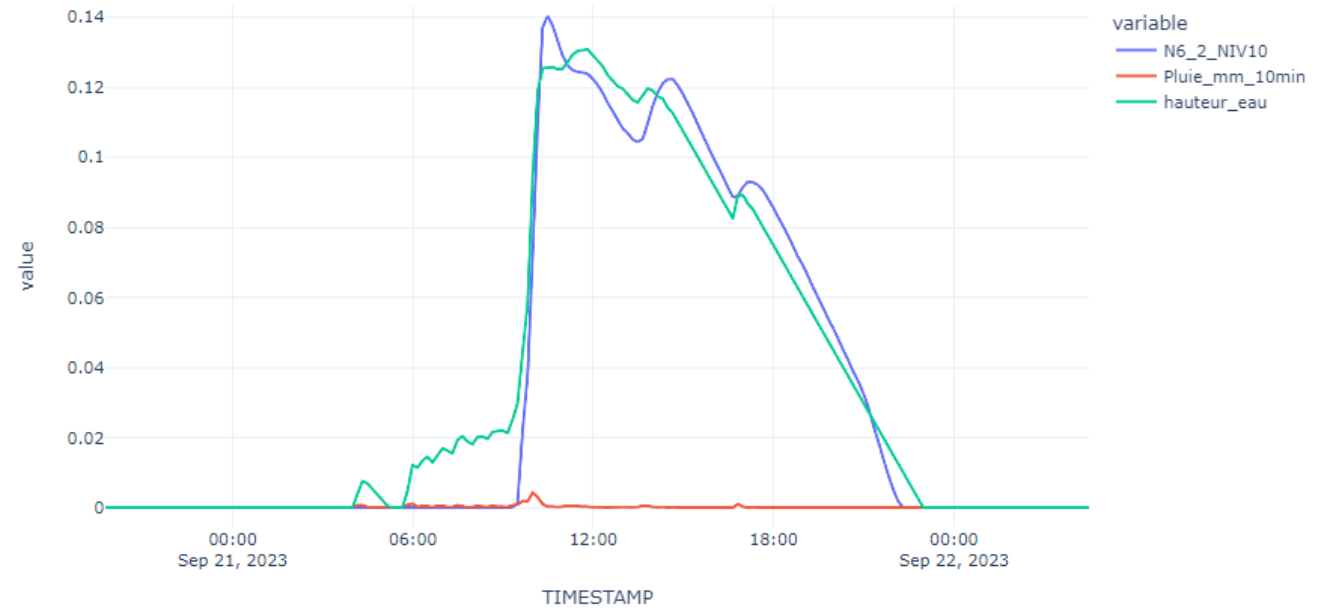
## Essai perméamètre charge variable

<i>Essai perméabilité charge variable</i>	<i>Diamètre</i>	<i>Hauteur</i>	<i>Perméabilité (m/s)</i>
Essai n°1	10 cm	9,2 cm	1,67E-08

# Variation du niveau d'eau dans les noues



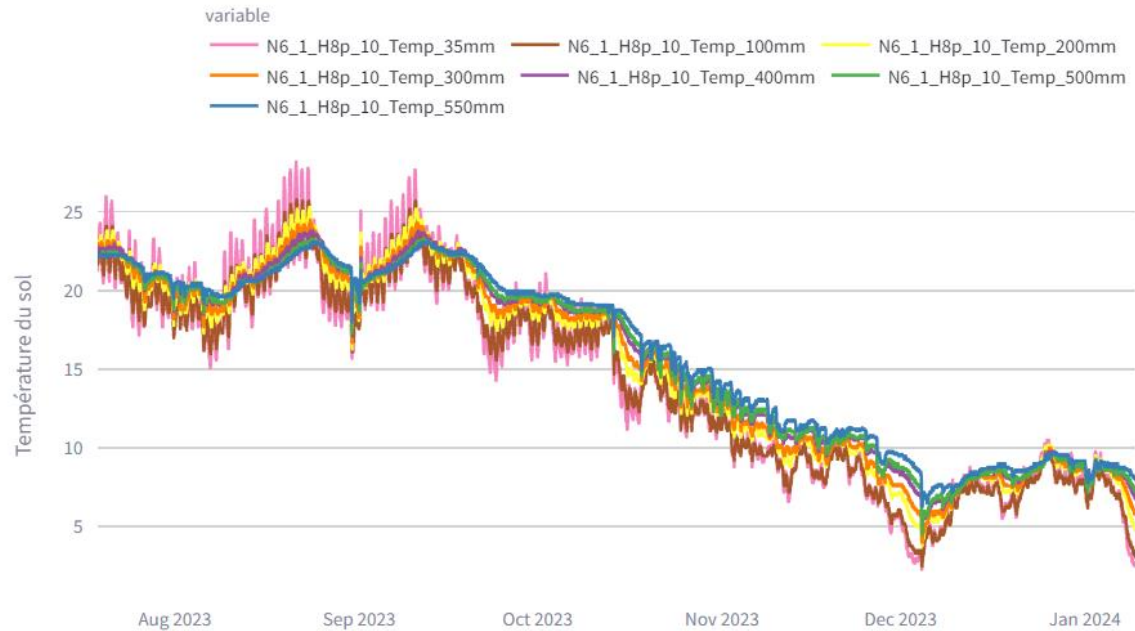
Niveau d'eau mesuré (capteur)



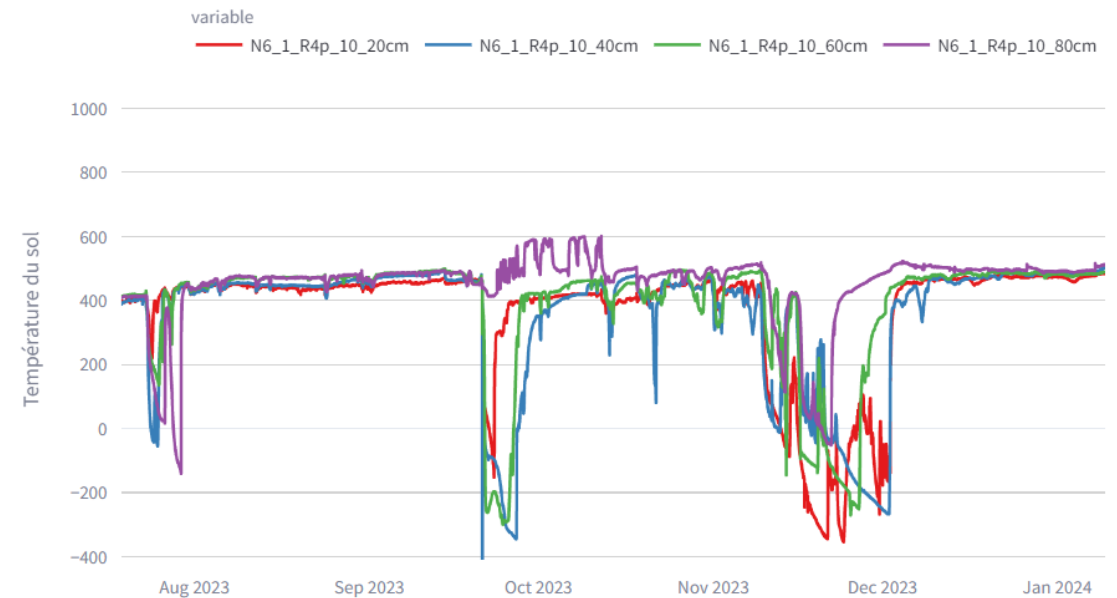
Simulation du niveau d'eau



# Variation de la température et du redox dans le sol



Variation spatiale et temporelle de la température

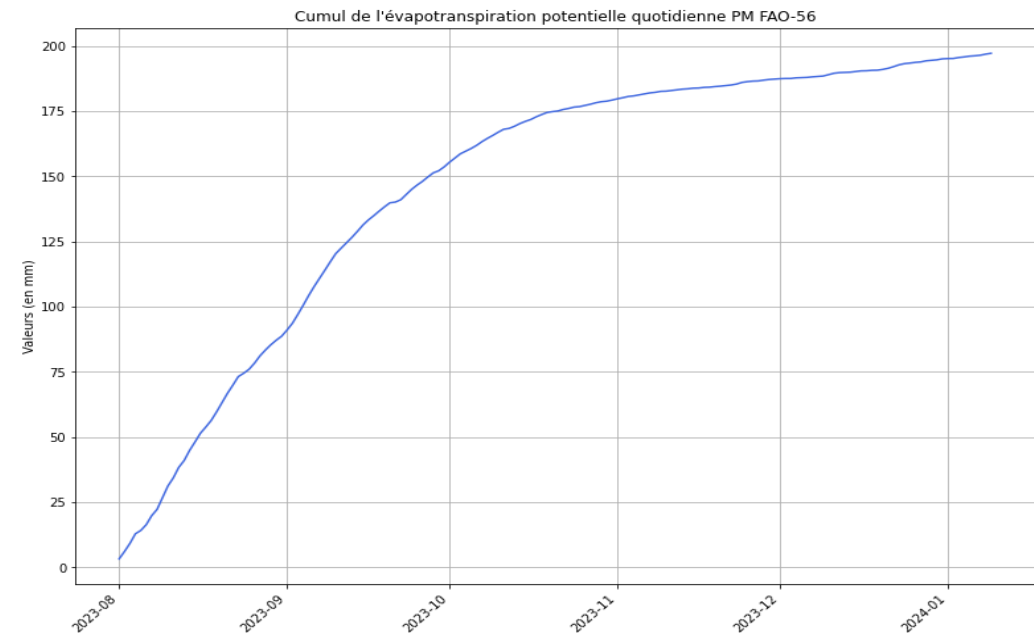
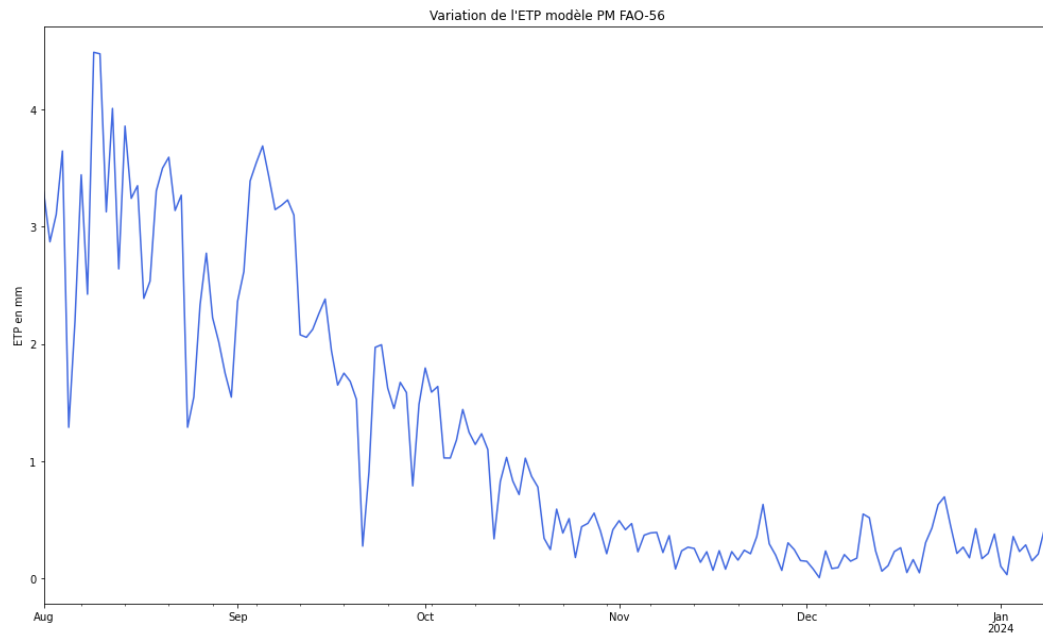


Variation spatiale et temporelle du redox

# Évaluation de l'évapotranspiration potentielle

Modèle : Penman Montheith FAO

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)}$$



# Perspectives

Bilan hydrologique des noues

Évaluation de l'impact des surfaces actives

Simulation numérique sur HYDRUS 2D

Évaluation de l'impact de la faune et de la flore sur la réponse hydrologique

Développement d'un modèle prédictif pour l'évaluation de l'évolution de la performance hydrologique



Merci pour votre attention