

# Développement d'un essai de mesure des propriétés d'infiltration et de ruissellement des matériaux routiers



**Cédric LEROUX (Routes de France)**  
**Anne DONY (ESTP Cachan)**  
**Shadi JOSEPH (ESTP Cachan)**



## Sommaire

- Contexte
- Objectifs et équipes mobilisées
- Présentation générale du dispositif
- Calibration de différents éléments spécifiques
- Conclusion et perspectives

# Groupe de travail Aménagement urbain Routes de France

- Création en septembre 2020
- Promouvoir et développer des solutions :
  - Lutter contre l'**artificialisation des sols**
  - Apporter des réponses aux nouveaux enjeux de l'aménagement urbain



Article RGRA n°994 – Octobre 2022

# Enjeu de désimperméabilisation en milieu urbain

- Phénomènes de **ruissellement** et **d'infiltration** :
  - Comment réaliser des études hydrauliques fiables ?
  - Comment définir des **coefficients de ruissellement et d'infiltration** pour une structure de chaussée ?



Source : Nord Littoral Groupe- Aout 2022- Inondations après sécheresse

# Interactions du GT Routes de France



- Comité Aménagement Urbain
- Groupe de travail sur la désimperméabilisation



## Collaboration Routes de France / ESTP

- Chaire IRAUD ESTP (Infrastructures Routières et Aménagements Urbains Durables)

([Chaire Infrastructures Routières et Aménagements Urbains Durables \(IRAUD\) | ESTP](#))

- Développer un outil expérimental de mesure du **coefficient de ruissellement**
- Développer un **modèle numérique** pour déterminer un coefficient de ruissellement à partir d'une conception de chaussée donnée
- **Mettre à disposition ces outils** auprès de la communauté professionnelle (entreprises et bureaux d'études hydrauliques)



## Objectifs et équipes mobilisées

### PREVOIRE

### PRototype d'Evaluation sur Voirie de l'Infiltration et Ruissellement de l'Eau

## Objectifs:

- Proposer un **dispositif expérimental innovant** pour évaluer les propriétés hydrauliques de matériaux et structures de voirie
  - Définir les propriétés de **ruissellement et d'infiltration** en fonction de différents paramètres (pluviométriques notamment)
- **Outil d'aide à la décision**



## Equipes mobilisées:

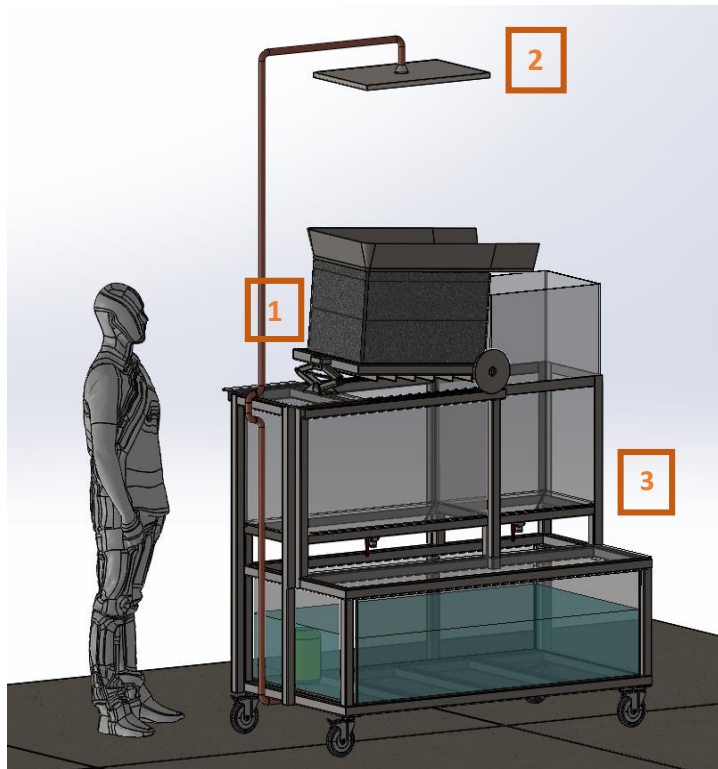
Shadi JOSEPH (Post-doctorat)  
Anne DONY ( EC matériaux de chaussée)  
Adrien POUPARDIN (EC hydraulique)  
Benjamin DARDE ( EC géotechnique)



GT Aménagement Urbains  
piloté par Cédric LEROUX



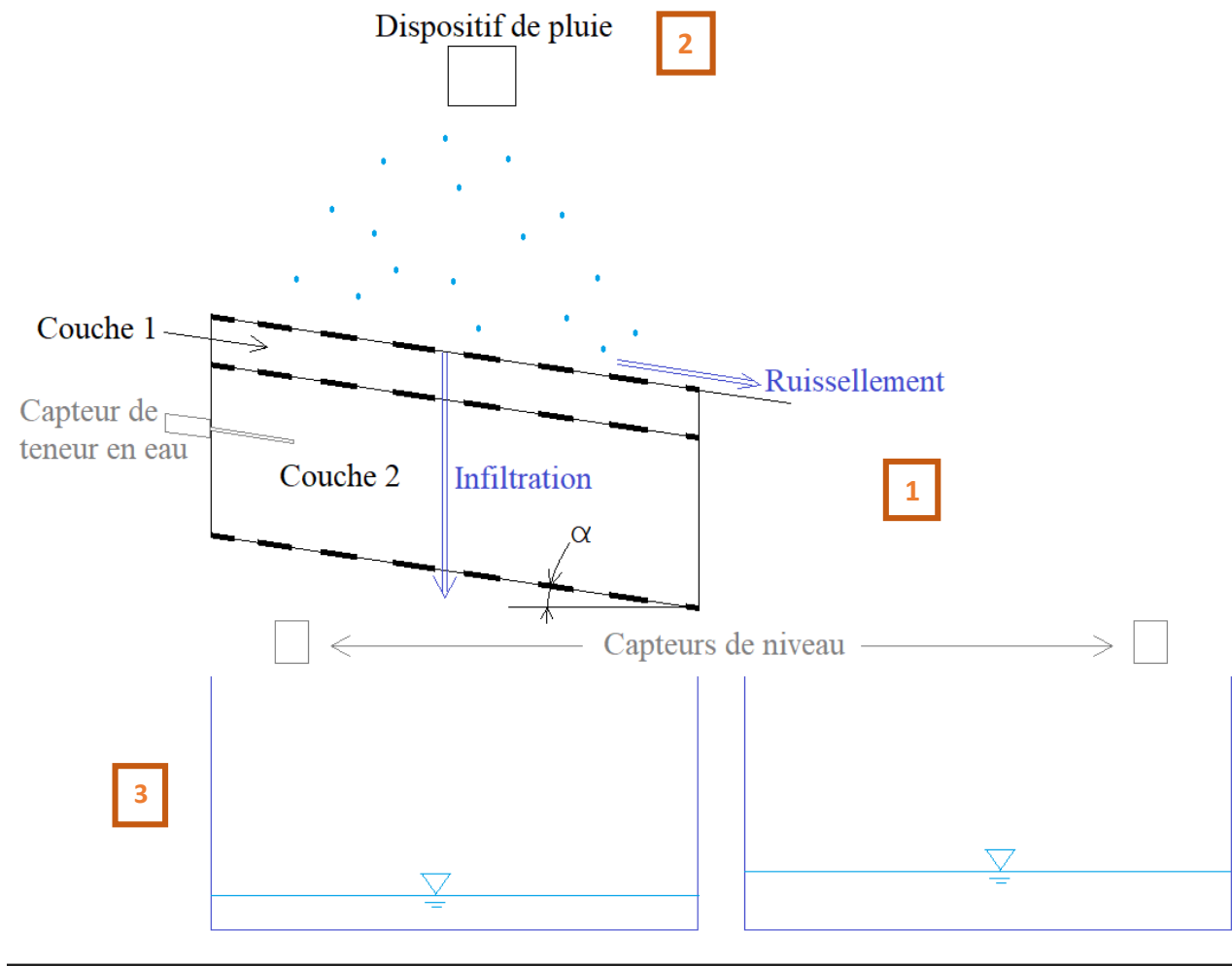
# Dispositif expérimental



1. Structures de chaussées d'épaisseurs variables.
2. Simulateur de pluie.
3. Caissons permettant de récolter les pluies infiltrées et ruisselées.



# Principe du dispositif



# Matériaux testés : fabrication des plaques d'enrobés

Nature de couche	Matériaux	Classe granulaire	Epaisseur (cm)
Surface	BBDr	0/10	4
	BBMc	0/10	4
Assise	GB poreuse	0/14	10
	GNT	0/20	10 à 30

**Contrôles:**  
Porosité totale  
Porosité ouverte  
Rugosité

*BBDr : 4cm x 40cm x 60cm*



*BBMc : 4cm x 40cm x 60cm*



*GB Poreuse : 10cm x 40cm x 60cm*



✓ Aucune couche d'accrochage

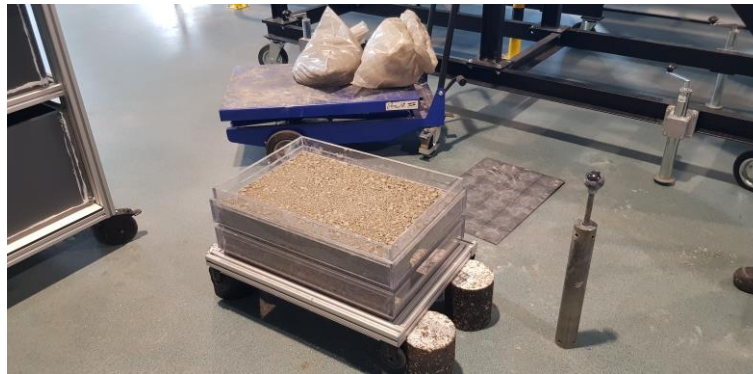
# Matériaux testés : mise en place de la GNT



Compaction du GNT avec une dame Proctor (4 couches de 5 cm)

## Réf. Proctor modifié:

- Densité sèche = 2,27 g/cm<sup>3</sup>
- W%= 4,7%



Couche de 20 cm de GNT compactée dans le moule

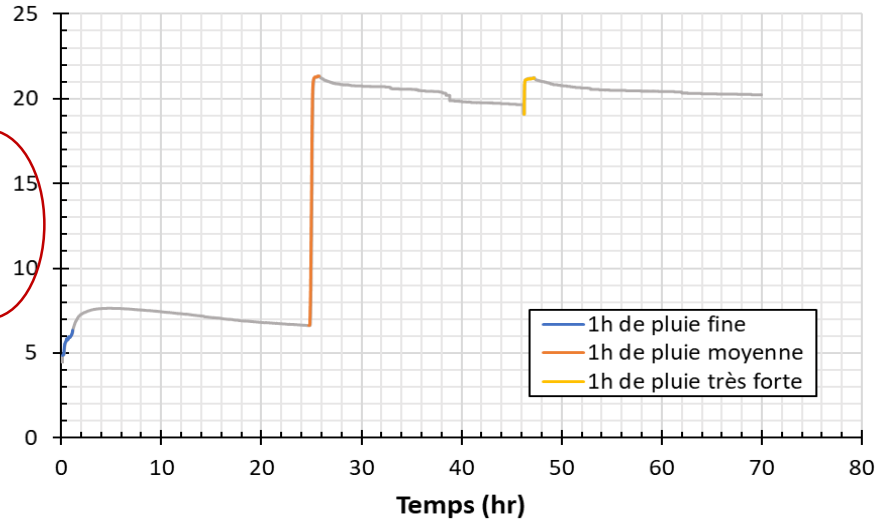
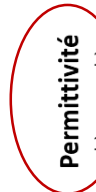
Géotextile fin et perméable sous GNT pour éviter dépôt de fines



Couche GNT de 20 cm mise en place

# Mise en place des capteurs d'humidité

**CS650** Sonde réflectométrique de teneur en eau du sol (30 cm).



- Infiltration de l'eau de pluie lors de la pluie moyenne
- Saturation de la couche du GNT après la pluie moyenne

La couche GNT arrosée par la pluie très forte



Capteur dans la GNT compactée

Différentes méthodes de calcul pour établir un lien entre la permittivité  $p$  et la teneur en eau volumétrique  $W_v$  :

1. Réglage de l'erreur par l'équation de Topp :  $W_v = -5,3 \times 10^{-2} + 2,92 \times 10^{-2}p - 5,5 \times 10^{-4}p^2 + 4,3 \times 10^{-6}p^3$
2. Résolution d'un système :  $W_v = C_0 + C_1p + C_2p^2$
3. Méthode des moindres carrés : système à équations multiples  $W = A \times C$



# Calibrage et validation du simulateur de pluie

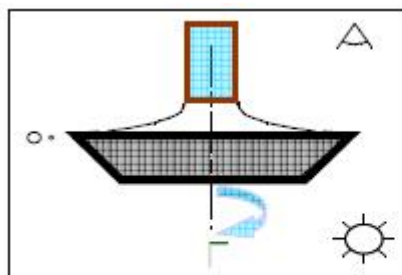


Figure 1 : disque en rotation

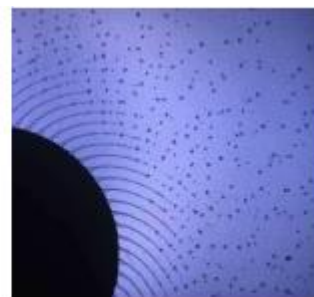
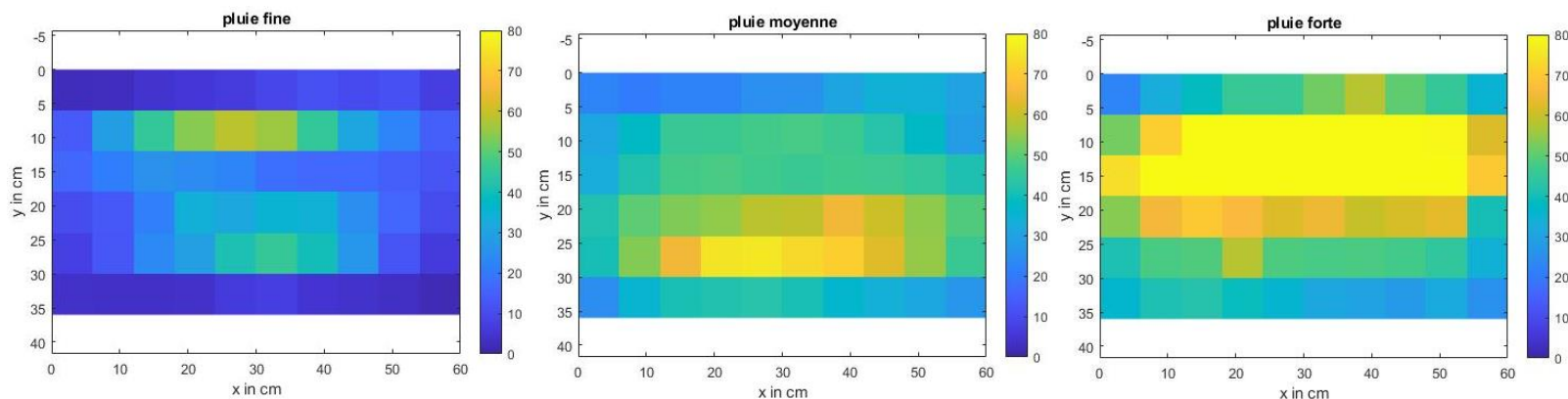


Figure 2 : désintégration des jets en gouttes



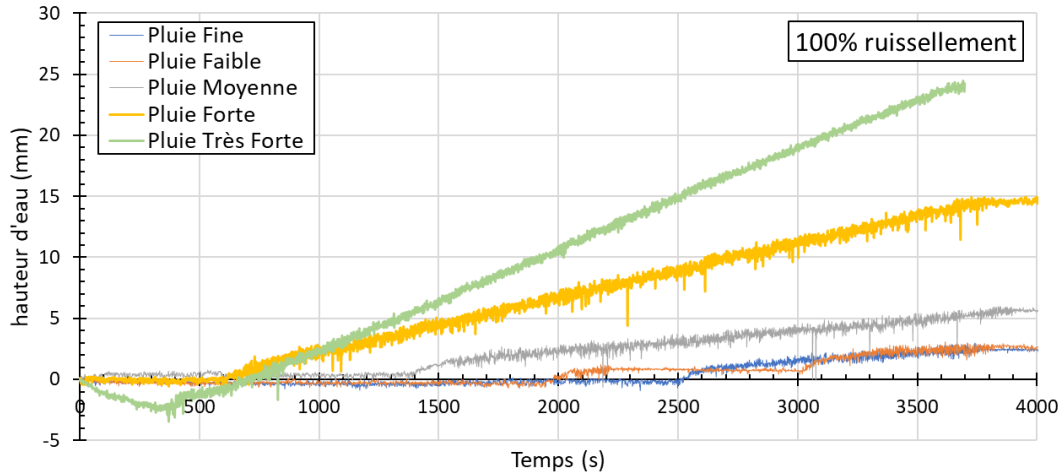
Source : doc. Technique SPRAI



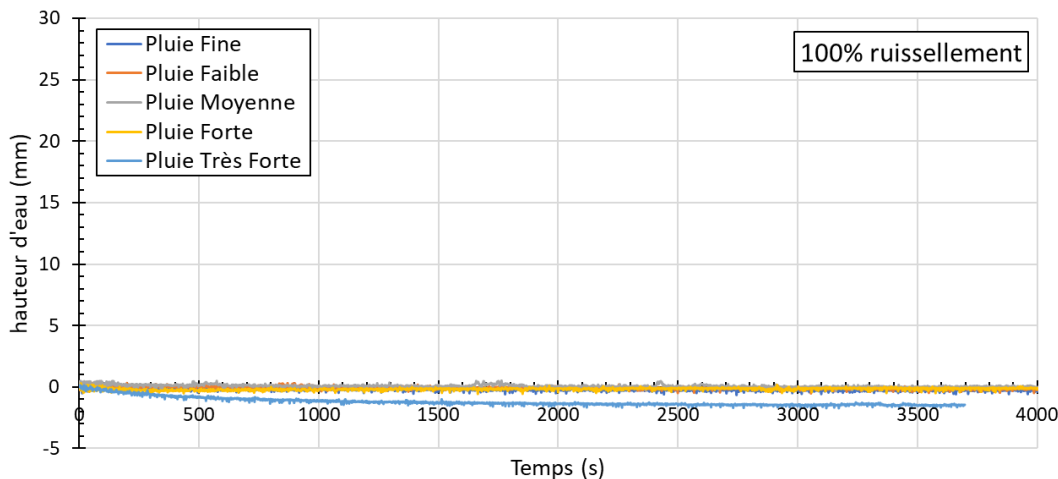
- En moyenne: la hauteur d'eau mesurée est conforme à la consigne
- **ET** La distribution de l'eau sur la surface est homogène
- Plus l'intensité augmente, plus l'homogénéité augmente

# Calibration des capteurs ultrasons

## Bac de ruissellement



## Bac d'infiltration

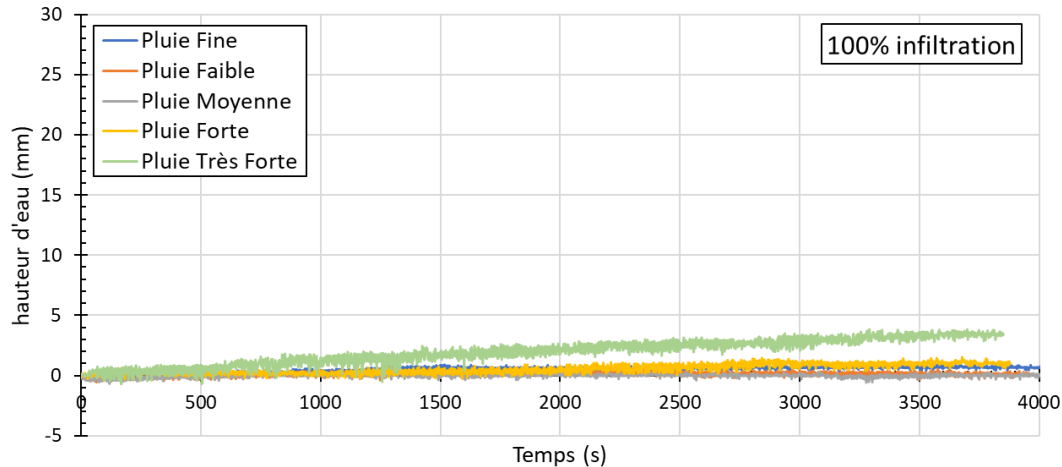


### Essais de pluies sans matériaux:

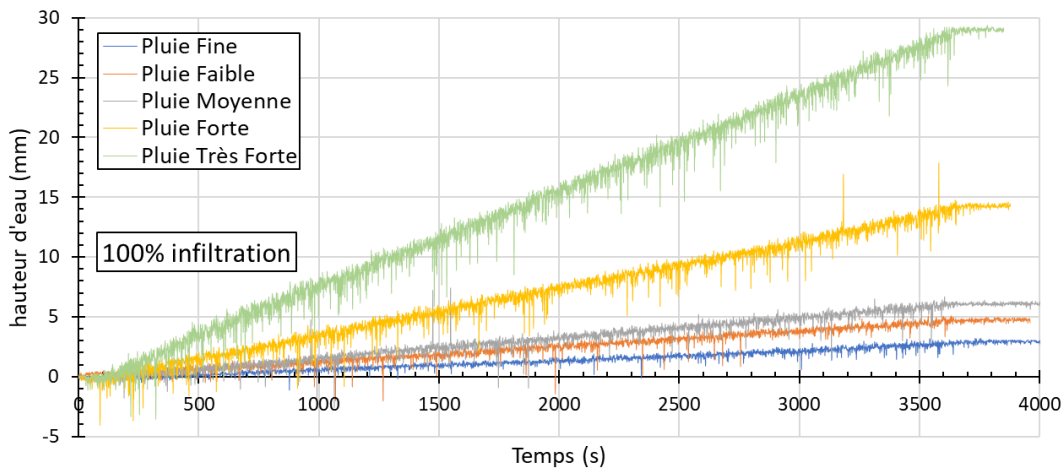
- Plaque étanche pour assurer le 100% ruissellement
- Pente = 0
- 5 intensités appliquées
- Durée/intensité appliquée = 1hr

# Calibration des capteurs ultrasons

## Bac de ruissellement



## Bac d'infiltration



### Essais de pluies sans matériaux:

- Récupération de l'eau du simulateur directement dans le caisson d'infiltration à travers des grilles circulaires.
- Pente = 0
- 5 intensités appliquées
- Durée/intensité appliquée = 1hr



## Conclusion et perspectives

- Montage du dispositif terminé et premiers corps d'épreuve fabriqués
- Réalisation de nombreux calages et ajustements expérimentaux
- En cours : Calibration du dispositif avec ses différents capteurs
- En perspectives :
  - *Validation du dispositif expérimental sur des structures de voiries constituées de matériaux aux porosités variables avec des conditions pluviométriques classiques puis extrêmes*
  - *Modélisation de la cinétique d'infiltration*
  - *Méthode d'essai pour détermination  $C_r$  et  $C_i$*
  - *Valeurs types sur des structures classiques*
  - *Séminaire d'échange et présentation à la profession*

# Merci de votre attention

**Cédric LEROUX**  
**COLAS / Routes de France**  
[cedric.leroux@colas.com](mailto:cedric.leroux@colas.com)

**Anne DONY**  
**ESTP**  
[adony@estp.fr](mailto:adony@estp.fr)

**Shadi JOSEPH**  
**ESTP**  
[sjoseph@estp.fr](mailto:sjoseph@estp.fr)