



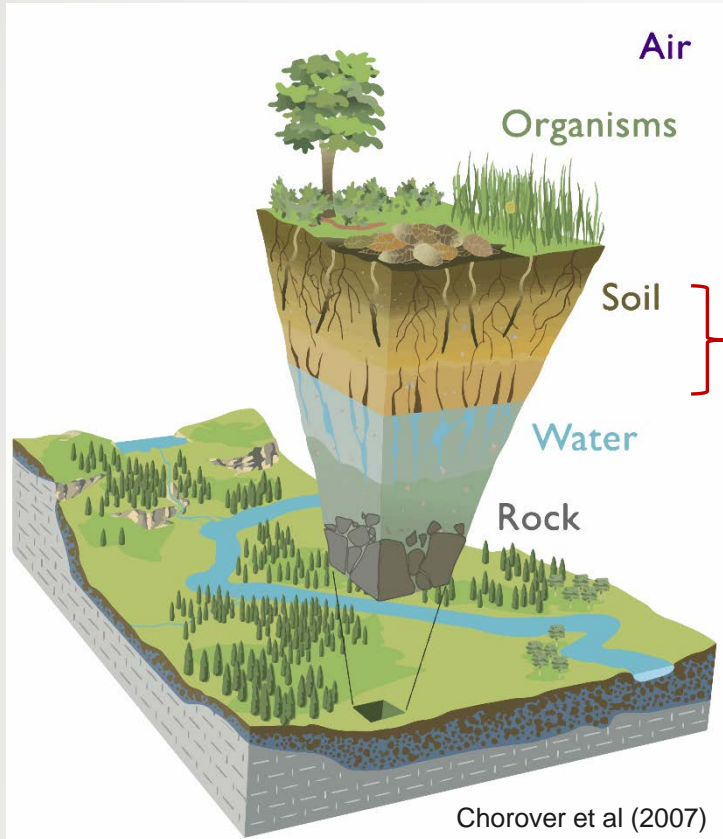
# Plateforme **O-ZNS** Observatoire des transferts dans la **Z**one **N**on-**S**aturée

POUR UNE MEILLEURE COMPRÉHENSION DES PROCESSUS PHYSIQUES, CHIMIQUES  
ET MICROBIOLOGIQUES GOUVERNANT LES TRANSFERTS DE MASSE ET DE  
CHALEUR DANS LA ZONE NON SATURÉE DES AQUIFÈRES CARBONATÉS

ARNAUD ISCH  
CLARA JODRY  
MOHAMED AZAROUAL



# Connaissance limitée des transferts dans la Zone Non Saturée (ZNS), constituant de la Zone Critique (ZC)



Chorover et al (2007)

Climatologie  
Chimie de l'atmosphère

Bioclimatologie  
Ecologie  
Biologie

Pédologie

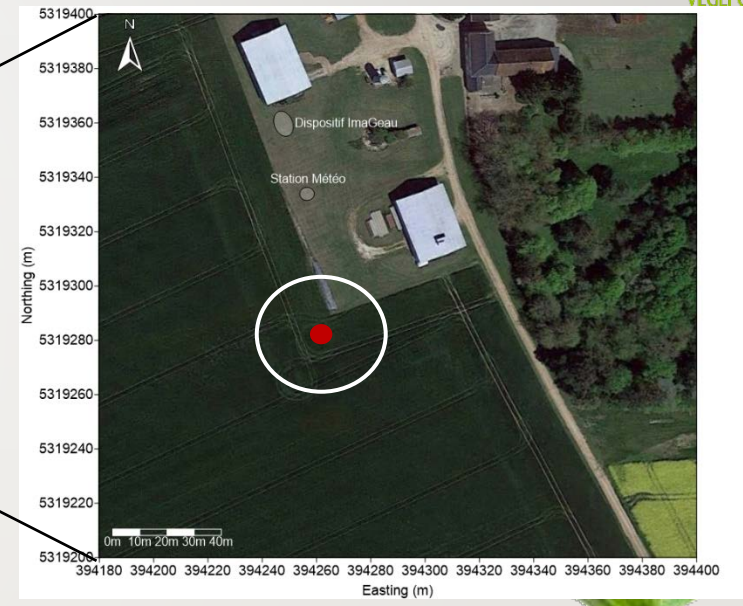
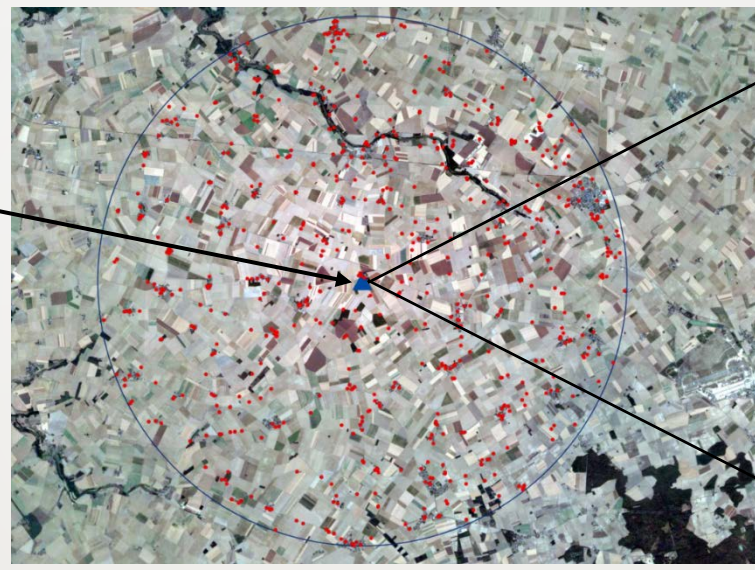
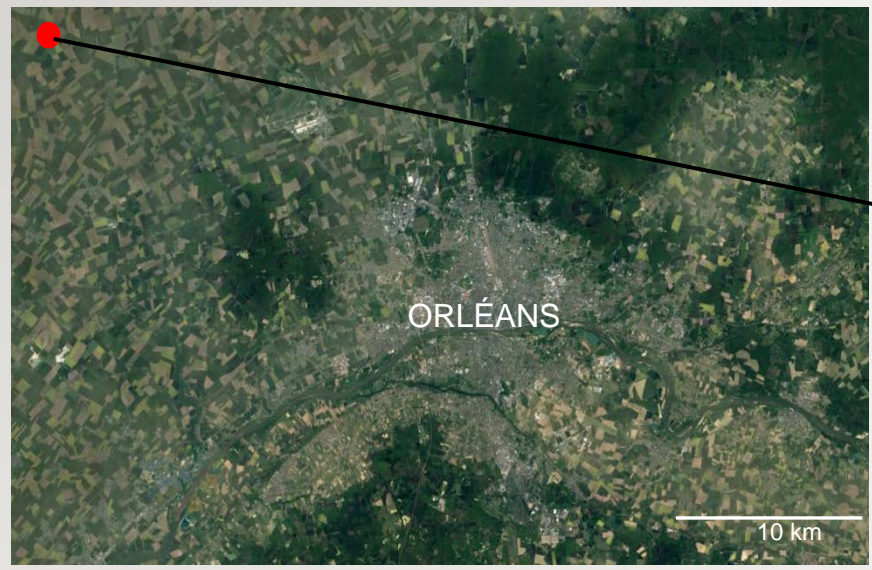
?

Hydrogéologie

Géologie



# Site O-ZNS : Puits principal et ouvrages annexes réalisés dans une parcelle agricole à Villamblain (45310, lieu-dit Les Hôtels)



- Prise en compte des études déjà réalisées autour du site (rayon de 10 km) et implémentation d'un SIG en vue de la création d'un modèle géologique 3D

# CARACTÉRISATION initiale des propriétés (pétro)physiques, mécaniques et hydriques des matériaux de la ZNS

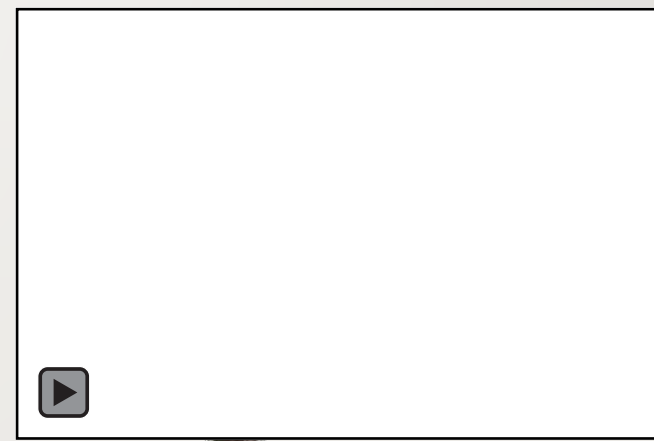
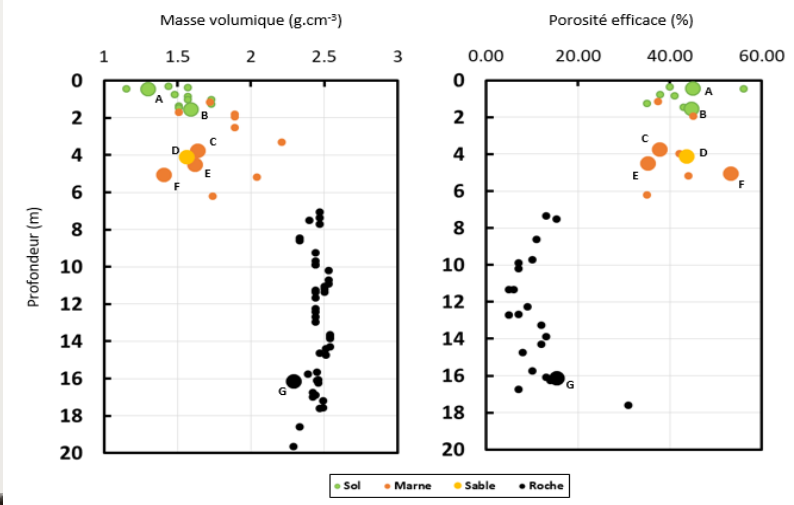
## Investigations géotechniques



## Mesures géophysiques depuis la surface et en forage

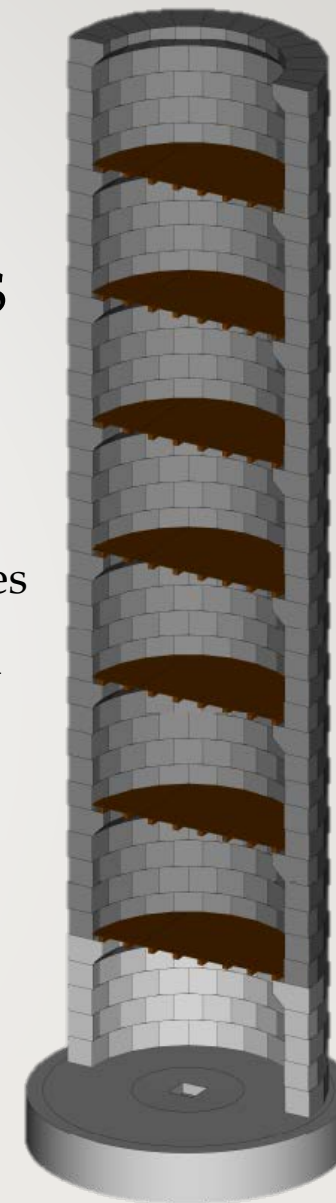


## Essais en laboratoire



## RÉALISATION d'un puits instrumenté pour caractériser les transferts de masse et de chaleur dans l'ensemble de la ZNS

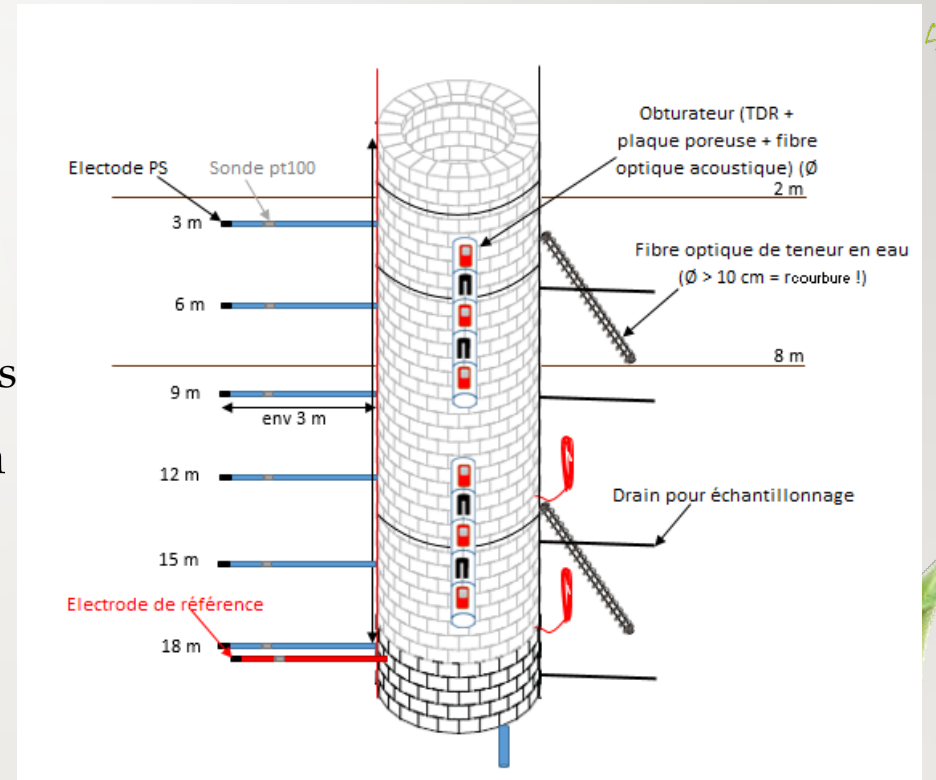
- Dimensions exceptionnelles (4 m de diamètre & 20 m de profondeur)
- Soutènement constitué de claveaux en pierre naturelle calcaire inerte chimiquement et assurant la durabilité de l'ouvrage sur plusieurs décennies
- Plateformes disposées tous les 3 m pour l'instrumentation de la ZNS via la mise en place de forages, de mesures ponctuelles et de prélèvements d'échantillons depuis l'intérieur du puits
- Présence de métaux limitée au strict nécessaire
- Centrales d'acquisition de données équipées en techniques de télé-suivie
- Début des travaux : Fin 2019
- Début d'exploitation : Été 2020



# INSTRUMENTATION du puits à l'aide de solutions de monitoring environnemental innovantes et évolutives

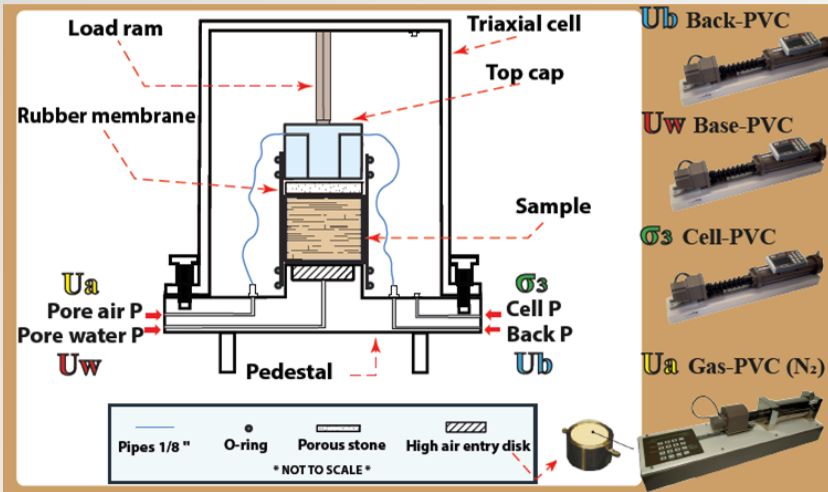


- Instrumentation à l'aide de
  - ✓ Nombreuses techniques de monitoring environnementales couplées (géophysique, hydrogéologique, microbiologique, thermique, micromouvements, etc...)
  - ✓ Capteurs déjà sur le marché et prototypes novateurs
- Zones d'intérêts identifiées pour l'instrumentation
- Exploitation des résultats associée à des expérimentations en laboratoire permettant de découpler les différents signaux et d'analyser finement les phénomènes observés *in situ*

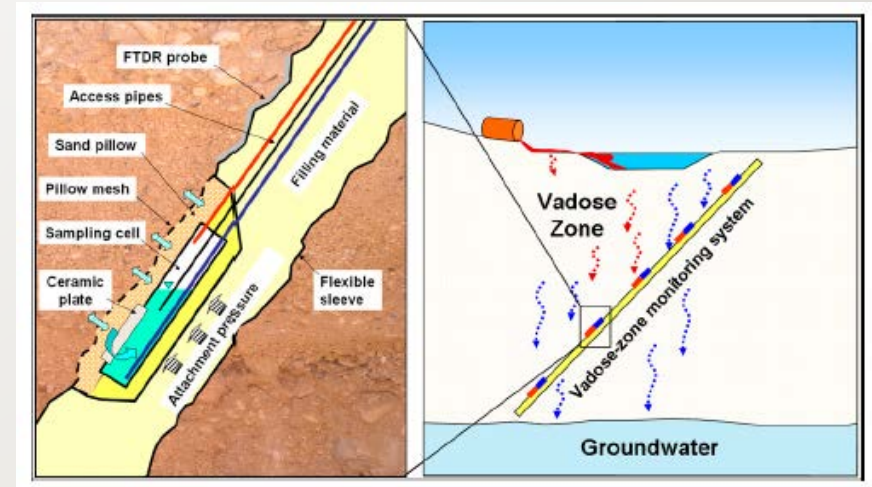
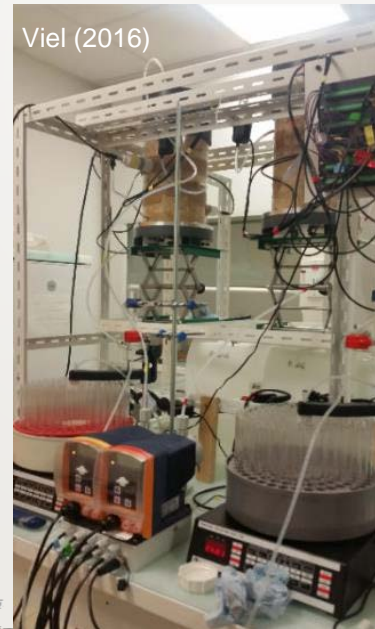


# INSTRUMENTATION pour le suivi de l'hydrodynamique et la réalisation de prélèvements pour la caractérisation de la dynamique des contaminants et des flux gazeux dans la ZNS

- Caractérisation des propriétés hydriques des échantillons au laboratoire
- Couplage entre expérimentations au laboratoire et instrumentation terrain pour le suivi de la dynamique hydrique dans la ZNS



Aldana (2019)

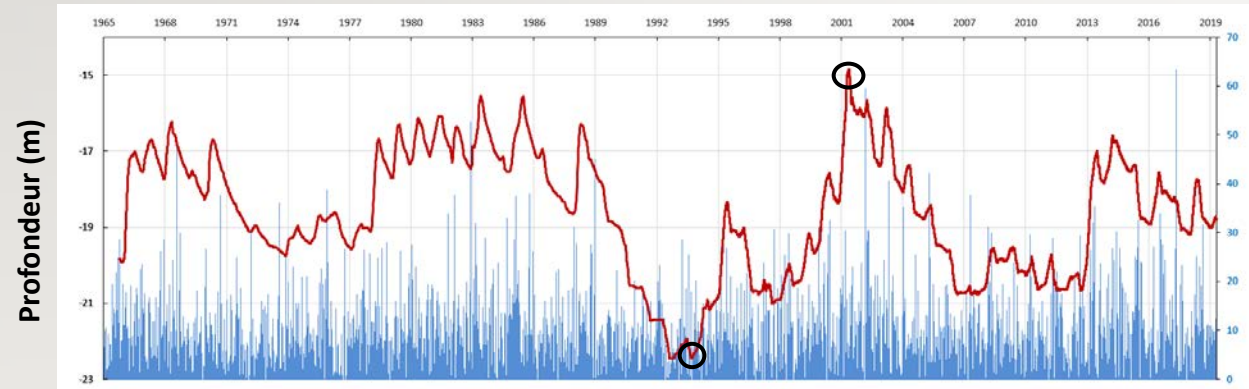


Dahan et al. (2009)

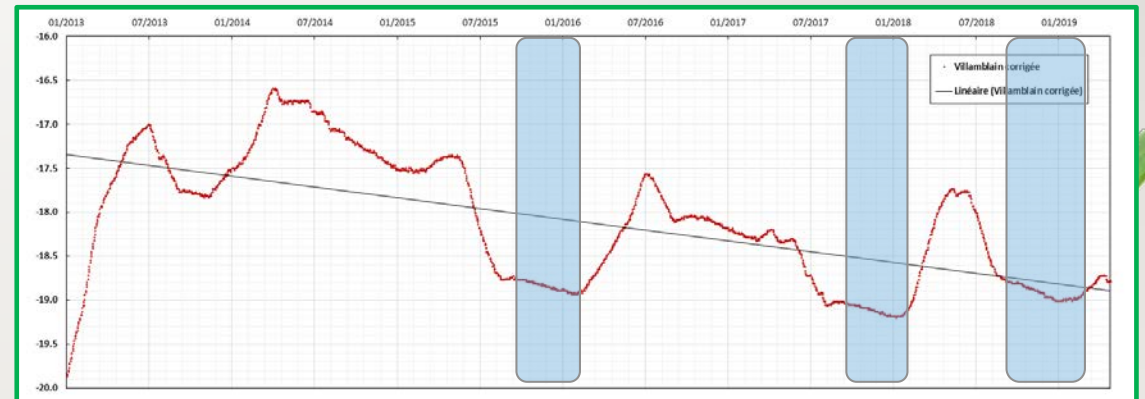
# INSTRUMENTATION pour le suivi de l'hydrodynamique et la réalisation de prélèvements pour la caractérisation de la dynamique des contaminants et des flux gazeux dans la ZNS

- Caractérisation des propriétés hydriques des échantillons au laboratoire
- Couplage entre expérimentations au laboratoire et instrumentation terrain pour le suivi des écoulements dans la ZNS
- Estimation des bilans hydriques dans la ZNS à partir des données météorologiques, chroniques piézométriques et stocks d'eau fournis par les capteurs

Années



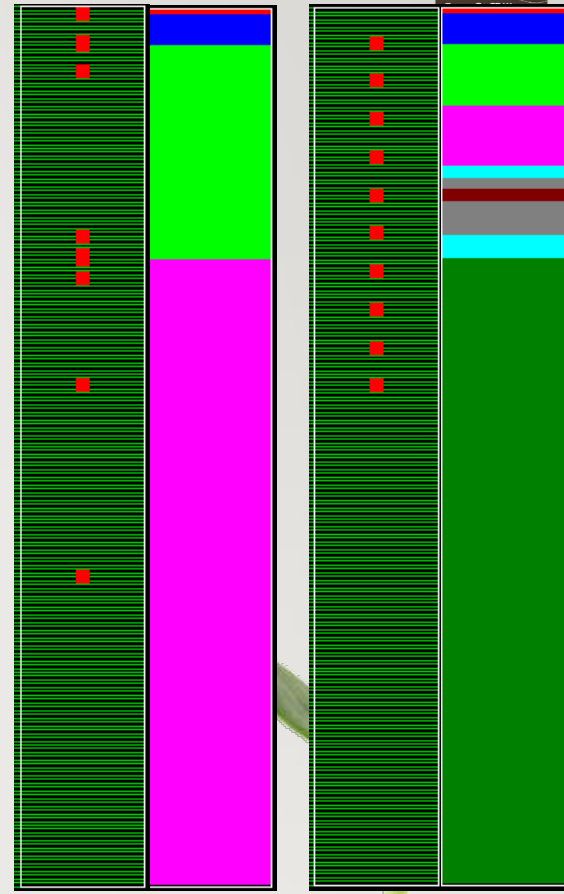
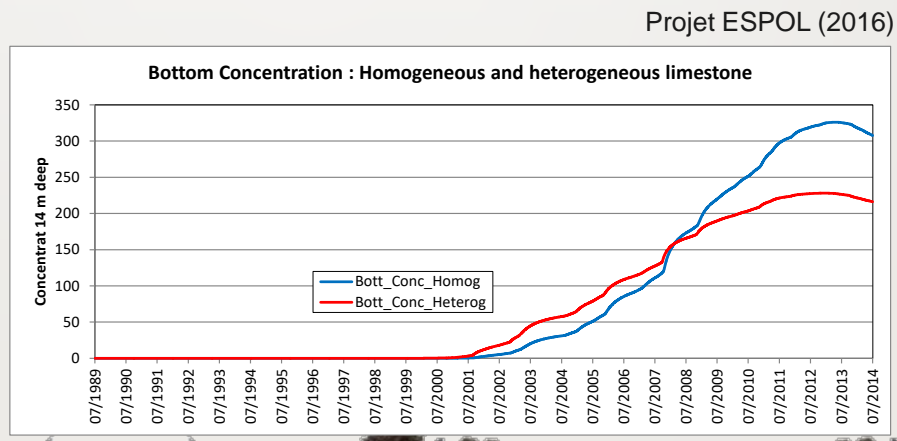
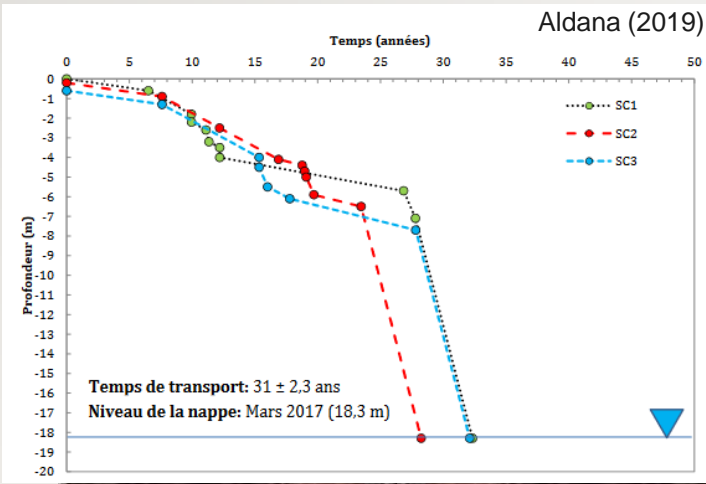
Pluviométrie (mm)





# INSTRUMENTATION pour le suivi de l'hydrodynamique et la réalisation de prélèvements pour la caractérisation de la dynamique des contaminants et des flux gazeux dans la ZNS

- Détermination de jeux de paramètres hydrodynamiques et de dispersivités des matériaux constitutifs de la ZNS à partir des résultats des caractérisations réalisées au laboratoire et *in situ*
- Modélisations 1D des écoulements à l'échelle de plusieurs profils de ZNS aux hétérogénéités croissantes pour l'étude des zones d'accumulation d'eau et l'estimation des temps de transferts
- Modélisations 3D des écoulements à l'échelle du site O-ZNS en tenant compte des propriétés géologiques des matériaux et des caractéristiques du bassin hydrogéologique



# WORKSHOP INTERNATIONAL O-ZNS ISTO, Orléans (27 & 28 juin 2019)

Abstract submission deadline : 14/06/2019

- Day one (June 27): Plenary Conferences
  - ✓ The founding stones of the O-ZNS observatory
  - ✓ The geosciences challenges and coupled/uncoupled processes
- Day two (June 28): Round Tables
  - ✓ Static structures – dynamic properties relationships
  - ✓ Imagery, spatialization and discontinuities in geological bodies
  - ✓ Dynamics and couplings
  - ✓ Smart sensors for environment and geosciences issues
  - ✓ Artificial intelligence, machine learning, deep learning and beyond for environmental issues

LE STUDIUM  
**WORKSHOP**  
ORLÉANS | 2019

27-28 June 2019

*Knowledge's frontiers  
in water unsaturated  
hydrogeosystems: interface  
dynamics, heterogeneities &  
couplings*



#### LOCATION

Observatoire des Sciences de  
l'Univers en région Centre (OSUC)  
Campus Géosciences  
1A Rue de la Férellerie  
45100 Orléans - FR

#### CONVENORS

Dr Mohamed Azaroual  
& Prof. Lionel Mercury

Earth Sciences Institute of Orléans  
(ISTO) / University of Orléans, CNRS,  
French Geological Survey (BRGM) - FR

#### PROGRAM - REGISTRATION

registration@lestudium-ias.com  
www.lestudium-ias.com