

envirobatbcm **2^{de} édition**
Présente **LES RENCONTRES
PROFESSIONNELLES
DE L'EAU** Vendredi 29 novembre 2024 à Marseille

Avec le soutien de



Journée désimperméabilisation des sols

DÉSIMPERMÉABILISATION DU SITE UNIVERSITAIRE CAMPUS ÉTOILE – SAINTJÉRÔME OUVRAGES RÉALISÉS ET BILAN HYDRAULIQUE

Jean Christophe RODITIS – Aix-Marseille Université



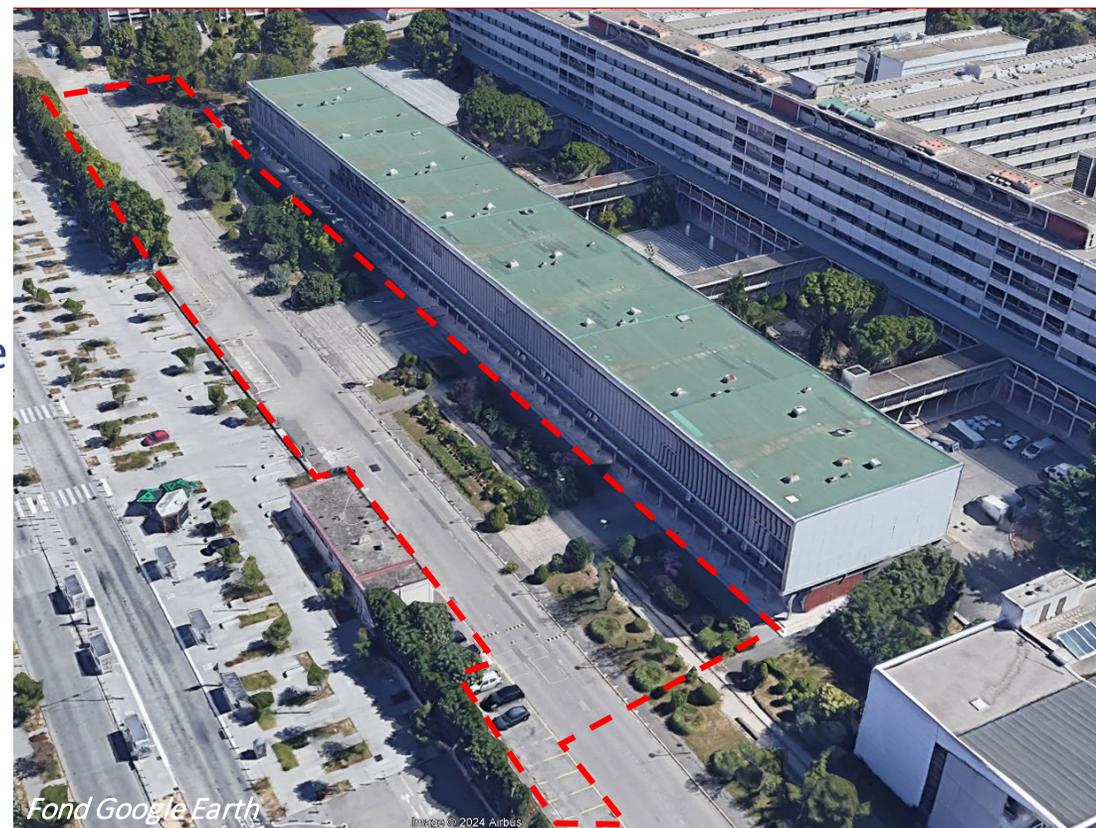
CARDIMED



Funded by
the European Union

Le projet

- Emprise globale du projet => **7 965 m²**
- Surfaces perméables => **7 060 m²** dont **5 090 m²** mises en œuvre dans le cadre du projet
- Ensemble des cheminements, voirie pompier et parvis réalisés en revêtement drainant
- Création d'espaces verts et de noues sur l'ensemble du linéaire de projet
- Création d'un **bassin principal de rétention des eaux** planté interceptant les eaux d'un bassin versant de **2 600 m²** hors emprise projet
- **Volume global de rétention de 410 m³** retenus sur site, avec restitution progressive au sous-sol => compense et améliore la seule désimperméabilisation
- **Rétention sur site d'une pluie horaire d'occurrence 5 à 10 ans**



Surfaces désimperméabilisées

Surface totale emprise projet = 7 965 m²

Dénomination	Surfaces m ²	Nature surfaces avant travaux	Nature surfaces après travaux
Piste pompier	650	Enrobé	Enrobé drainant
Parvis centre	780	Enrobé	Béton drainant
Parvis sud	285	Enrobé	Enrobé drainant
Voirie nord	1 040	Enrobé	Espace vert + noue 200 m³
Voirie sud	480	Enrobé	Espace vert
Stationnement sud	465	Enrobé	GNT compacté
Allée nord	275	Béton	Espace vert + noue 100 m³
Allée centre	140	Béton	Espace vert + noue 70 m³
Allée sud	85	Béton	Espace vert + noue 40 m³

Total surfaces désimpermabilisées 2024 : **4 200**

Espace mésocosmes IMBE (nord)	890	Enrobé	Terrain naturel foisonné, pas ou peu compacté
-------------------------------	-----	--------	---

Total surfaces désimpermabilisées 2025 : **5 090**

dont :

Espaces Verts créés, sans revêtement - m² **2 020**

Surfaces avec revêtement drainant m² **2 180**

Volume rétention créé - m³ **410**

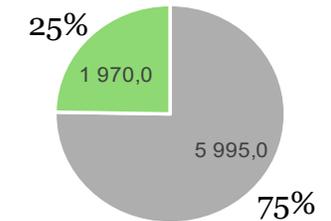
Autres surfaces (m²)

Trottoir central maintenu = 610

Enrobé classique = 295

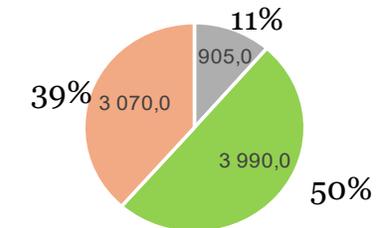
Espaces verts existants = 1 970

Surfaces avant travaux (m²)



■ Surfaces imperméable ■ Espaces verts ■ Revêtement perméable

Surfaces après travaux (m²)

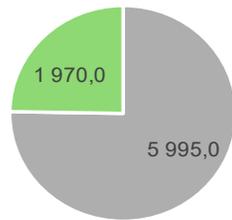


■ Surfaces imperméable ■ Espaces verts ■ Revêtement perméable

Les ouvrages



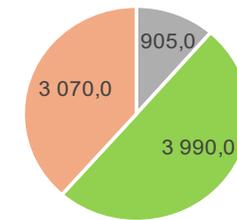
Surfaces avant travaux (m²)



■ Surfaces imperméable ■ Espaces verts ■ Revêtement perméable



Surfaces après travaux (m²)



■ Surfaces imperméable ■ Espaces verts ■ Revêtement perméable

Les ouvrages



Photo JC Roditis



Photo JC Roditis/étudiants du Maser GERINAT

Efficacité des revêtements – Pluie mars 2024



Photo P. Benaddi

Enrobé classique



Photo P. Benaddi1

Béton drainant

Effacité et niveau de services des noues et bassins



Bassins versants interceptés par les différents ouvrages
(SEPIA – Oct. 2024)

Bassin versant	Surface du bassin versant intercepté (yc surfaces de l'ouvrage)	Hauteur de rétention moyenne disponible	Volume de rétention estimé	Occurrence pluie horaire retenue
Bassin principal	2 870 m ²	35 cm	200 m ³	10 ans
Noue Nord	2 380 m ²	33 cm	100 m ³	5 à 10 ans
Noue centre	810 m ²	46 cm	80 m ³	> 30 ans
Bassin Sud	570 m ²	55 cm	40 m ³	< 30 ans

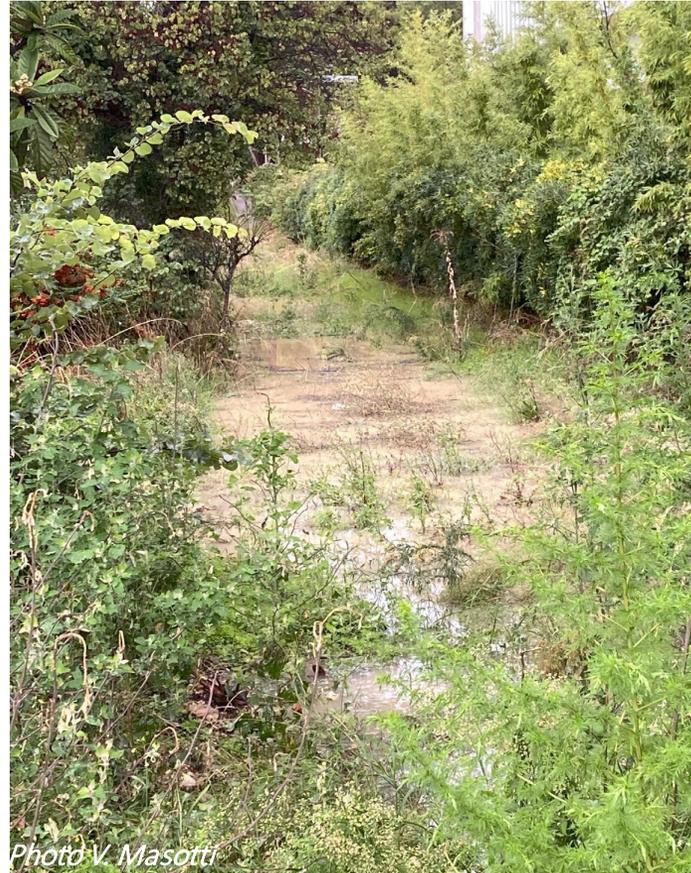
Niveau de service hydraulique des différents ouvrages
(SEPIA – Oct. 2024)

Effacité et niveau de services des noues et bassins

Pluie du 8 octobre 2024 – 50 mm/h – P > 10 ans



Bassin principal



Noue nord



Noue centre

Améliorations prévues à court terme

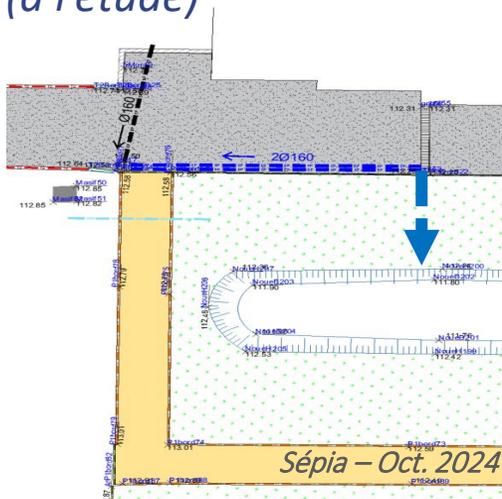


CARDIMED



Funded by
the European Union

- Meilleure interception des surfaces ceinturant le site, légers terrassements, fermeture de regards pluviaux
- Amélioration du bassin principal : terrassement et création d'un merlon (*ralentissement des eaux et amélioration de l'efficacité de l'infiltration*)
- Déconnection du réseau pluvial de 0,8 ha de bassin versant supplémentaire (*étude en cours/capacité des ouvrages*)
- Sécurisation du bassin principal par mise en œuvre d'une surverse vers le réseau des eaux pluviales (*à l'étude*)



envirobatbcm **2^{de} édition**

Présente

LES RENCONTRES PROFESSIONNELLES DE L'EAU

Vendredi 29 novembre 2024 à Marseille

Journée désimperméabilisation des sols

Avec le soutien de



RESTONS EN CONTACT :

Jean-Christophe RODITIS – AMU
jean-christophe.roditis@univ-amu.fr



CARDIMED



Funded by
the European Union

envirobat bdm **2^{de} édition**
Présente **LES RENCONTRES
PROFESSIONNELLES
DE L'EAU** Vendredi 29 novembre 2024 à Marseille

Avec le soutien de



Journée désimpermeabilisation des sols

DÉSIMPERMÉABILISATION DU CAMPUS DE ST-JÉRÔME : UNE RECHERCHE PROSPECTIVE VIA UNE APPROCHE PÉDAGOGIQUE SOL & SOUS-SOL

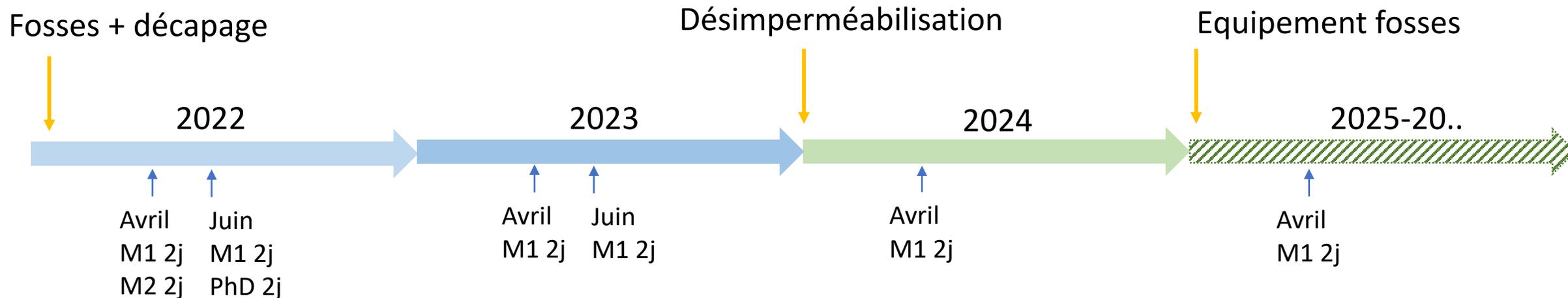
Catherine KELLER & Pierre-Etienne MATHE – Aix-Marseille Université



Etudiants concernés depuis 2022

- Master 1 Gestion de l'Environnement : module 30h dédié
- Master 1 Gestion de l'Environnement - école de terrain « *Pollution des Milieux* » : une semaine de terrain + labo 
- Master 2 stage étudiant GSDP : *implication partielle* 
- Master 2 stage étudiant UFTAM –: *implication partielle* 
- Doctorant ESPACE/CEREGE : *implication partielle*  

Implication des étudiants depuis 2022



- Formation d'étudiants aux investigations de terrain – cas concret
- Investigations menées dans le cadre des formations existantes
- Implication des étudiants ponctuelle dans le temps
- Adaptation/test des protocoles de suivi scientifique
- Aide à la décision et suivi scientifique pour la conduite de travaux sur le volet « **sol et sous-sol** »

Mesures et appareillage (1)

Compacité du sol

Mesure in situ de la résistance à la pénétration

→ implantation des végétaux

Capacité d'infiltration du sol

Mesure in situ de la conductivité hydraulique à saturation

→ risque de ruissellement/infiltration des eaux de pluie et d'amont

Contaminations

Mesure in situ + prélèvements et validation labo

→ transfert sol-plantes, transfert vers les eaux, contact...

Biosurveillance atmosphérique (relevé lichénique protocole)

→ pollution atmosphérique

Qualité des profils de sol

Description morphologique

Prélèvements et analyses physico-chimiques partielles

Densité et bilan stock carbone organique

→ Sondages profonds pour vérification des hypothèses



Qualité des sols étudiés – état initial



Fosse 1 sous bitume



Fosse 4 sous plantation



Fosse 5 sous bitume



Fosse 7 profil naturel

- Sols artificialisés profonds
- Sols avec des caractéristiques variables
- Stock en Corg équivalent au sol naturel
- Non contaminés (ETMM, HAP)

-> potentiellement intéressants pour stockage de C, de l'eau et l'implantation de végétation

Pénétrométrie – compaction

Exemple de mesure avant / après

	Résistance dynamique 0-15 cm		
	2022	2023	2024
	AVANT		APRES
Zones initialement végétalisées			
Près de la fosse 2	5,9		
Derrière haie de la fosse 5	6,9		
Côté avenue à la hauteur de la fosse 5	23,9		
Près des oliviers et de la fosse 4	5,3		7,7
Près de la fosse 4			2,2
Près de la fosse 4			3,3
Bois de pins et chênes verts sur la butte	5,6		
Champ d'oliviers sur la butte	9,6		
près de l'entrée principale côté bâtiment		6,0	
Zones initialement sous bitume			
Décapée près de la fosse 1	3,0		
Décapée près de la fosse 5	17,4		
Dans la fosse 5	26,7		
Décapée près de la fosse 3		21,6	
Zones initialement sous bitume			
Zone décapée fosse 3 foisonnée			3,9
Zone désimpermeabilisée noue centrale			10,6



Classe	Légende	Résistance dynamique (MPa)
1	Très faible résistance	≤ 2
2	Faible résistance	2-4
3	Résistance modérée	4-6
4	Forte	6-10
5	Très forte résistance	> 10

- Sols de départ globalement compacts dès la surface
- Décompaction uniquement en surface après foisonnement- à vérifier

Mesures et appareillage (2)

Extrapolation des sondages et mesures ponctuelles

Mise en évidence des hétérogénéités du sol et sous-sol par combinaison de :

->2D Vertical Tomographie de résistivité électrique (TRE):

Structure/nature des roches, degré de saturation en eau des pores

->2D Horizontal Cartographie magnétique et minéralogie magnétique :

Structure/nature des roches, détection et caractérisation des matériaux ferreux

->Potentiel Spontané : Courants naturels du sol (CEC argiles, flux d'eau, phénomène redox)

->Visée optique, GPS appli mobile, DGPS: Nivellement, positionnement cartographique

Suivi sous-sol:

Dynamique de l'altération des roches et circulations préférentielles de nappes

Suivi sol :

Cycles infiltration/évaporation, porosité

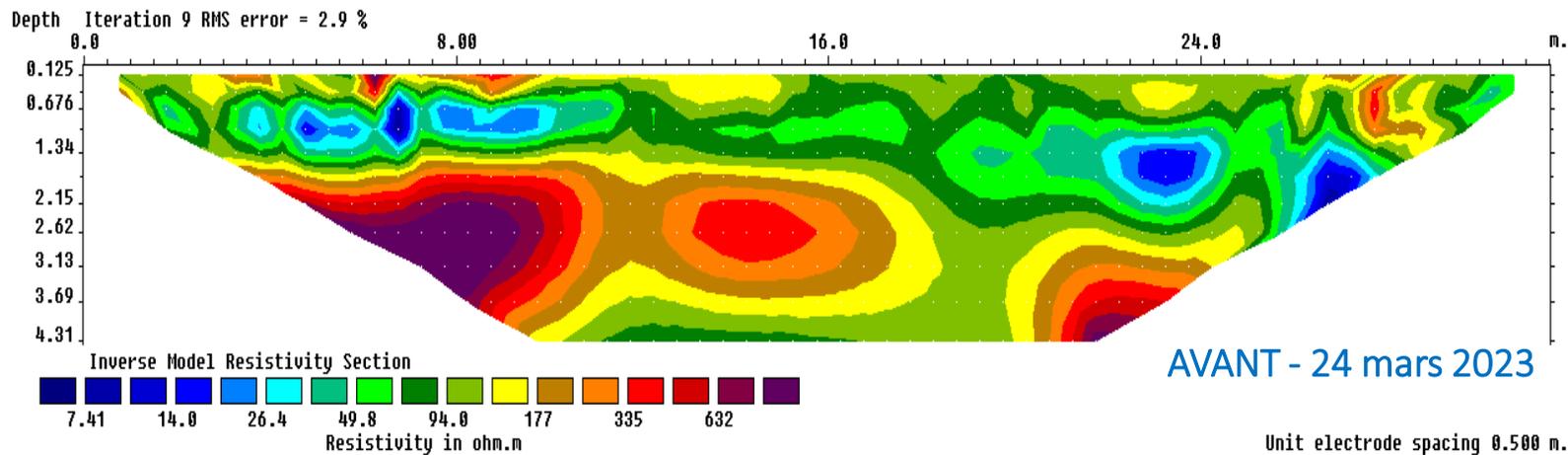
-> Naturel vs aménagé

-> Variabilité saisonnière : pérennité des niveaux de nappes, contrôle qualité réseaux/usages

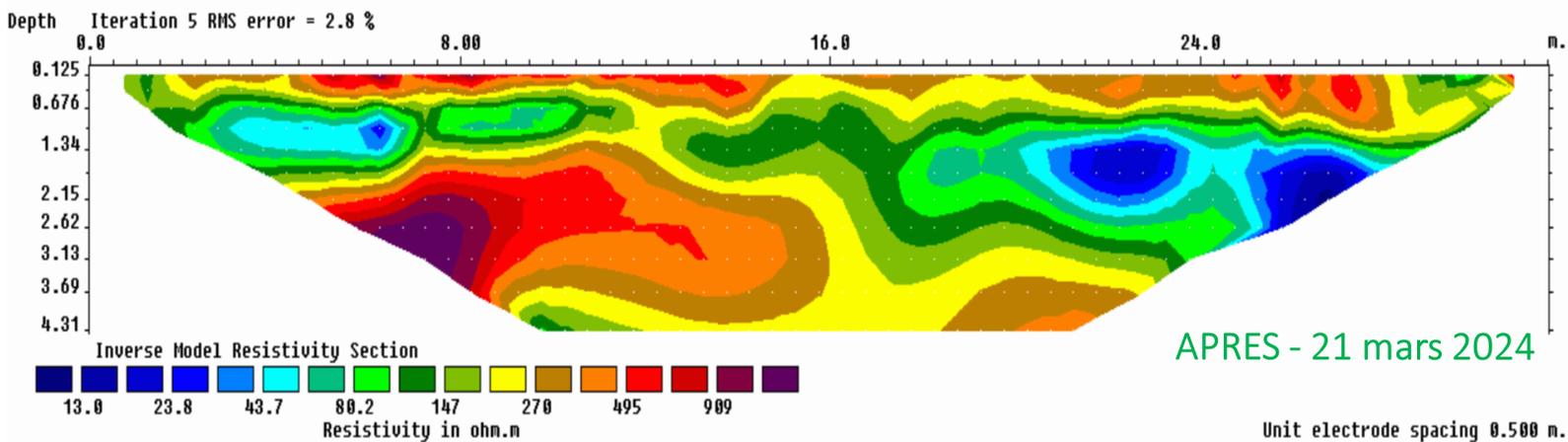
-> Bilan carbone de surface



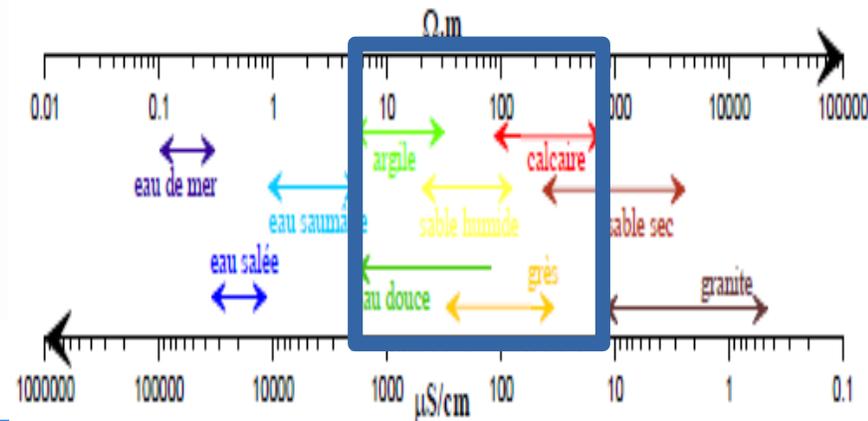
PROFIL TRE à proximité de la fosse 5 : zone de référence à pins



AVANT - 24 mars 2023

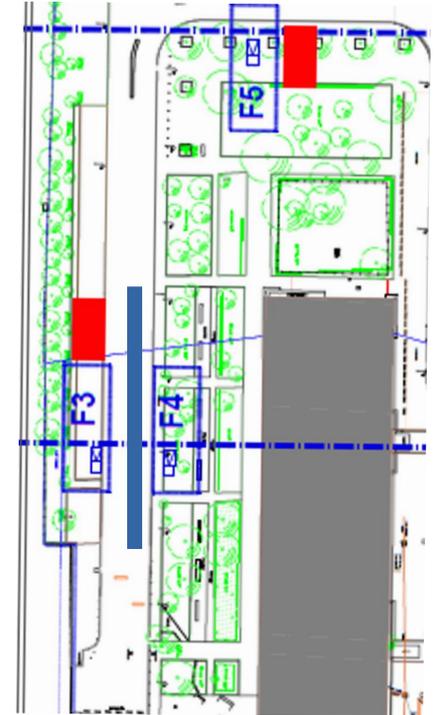
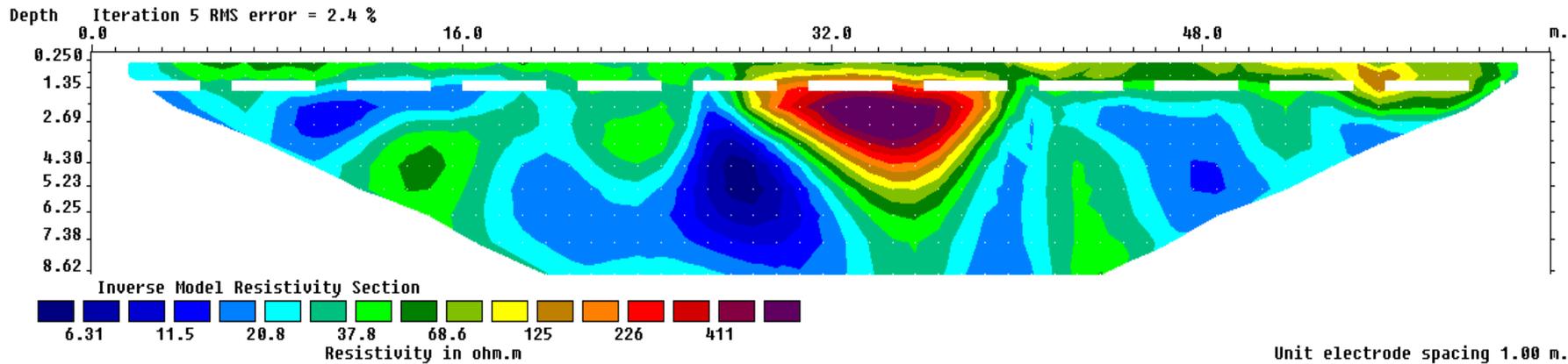
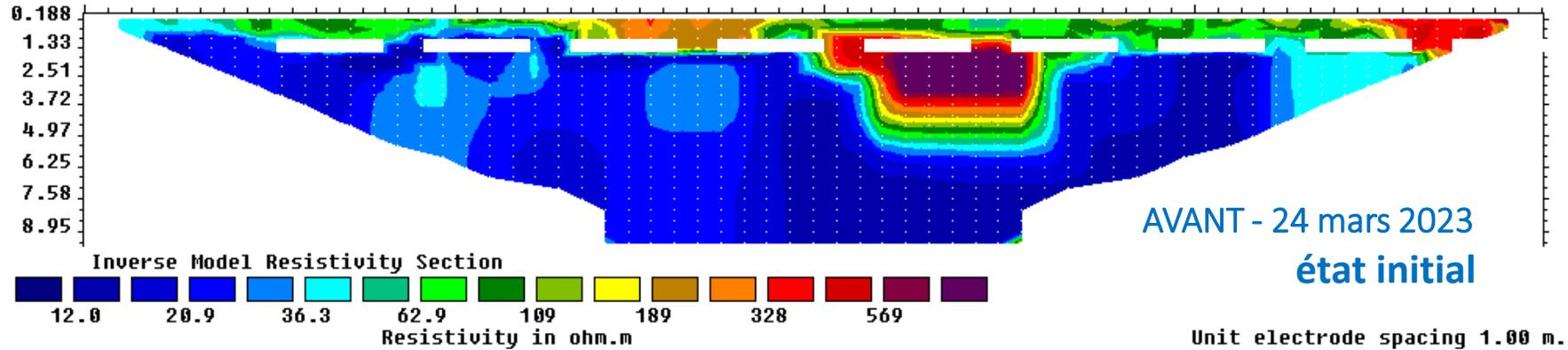


APRES - 21 mars 2024



Variabilité interannuelle de résistivité apparente : variation du degré de saturation en eau

PROFIL TRE à proximité de la fosse 4



Conclusions générales préliminaires et étapes suivantes

Concernant l'approche

- Importance du travail sur cas réel pour les étudiants : prise de recul
- A venir : suivi temporel + mesure de la qualité de l'eau du sol

Pour le site

- Identification de la roche sous-jacente (conglomérat) et du remblaiement sur 1 à 3 m
- Hydromorphie temporaire à maximum 2,5 m de profondeur
- Contribution relative nappe phréatique/ apports de surface (dont arrosage)/fuites
- Forte compacité et infiltration limitée – amélioration ponctuelle de la surface
- Pas de contaminations détectables
- Bon potentiel de stockage de carbone organique

envirobat**bdm** **2^{de} édition**
Présente **LES RENCONTRES
PROFESSIONNELLES
DE L'EAU** Vendredi 29 novembre 2024 à Marseille

Journée désimperméabilisation des sols

Avec le soutien de



RESTONS EN CONTACT :

- Catherine KELLER – AMU
keller@cerege.fr
- Pierre-Etienne MATHE – AMU
mathe@cerege.fr



CARDIMED



Funded by
the European Union

envirobat**bdm** **2^{de} édition**
Présente **LES RENCONTRES
PROFESSIONNELLES
DE L'EAU** Vendredi 29 novembre 2024 à Marseille

Avec le soutien de



Journée désimperméabilisation des sols

VOLET BIODIVERSITÉ DU SITE DE SAINT JEROME

Véronique Masotti IMBE

Virginie Baldy, Lola Czuckermand, A.M. Farnet, A. Saatkamp,



Actions de formation et de recherche

- Salle de TP pour les étudiants
 - L2 et L3 SVT (écologie, microbiologie, anglais)
 - M1 et M2 BEE
- Stages de recherche (M2 BEE, M2 Psycho)
- Doctorant.e.s (écologie, psycho...)
- Chercheurs CEREGE, IMBE, LCE, LPED, LPC, LPS, Polytech...

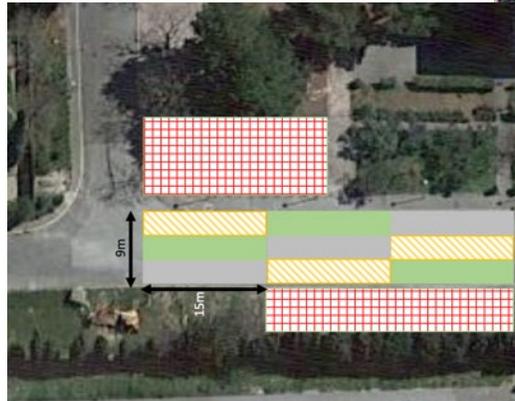


Actions de formation et de recherche

- Suivi de la biodiversité végétale
 - Inventaires floristiques
 - Successions végétales
 - Ressources
- Fonctionnalité du sol
 - PLFA
 - Éléments chimiques impactants (ETMM)
- Faune du sol
 - Macro et mésofaune



Localisation des actions



-  Désimperméabilisation simple
-  Prairie : Plantation par semis d'une strate herbacée
-  Garrigue : Plantation d'arbustes méditerranéens + semis d'herbacées
-  Désimper hors expérimentation

Mésocosmes

Travaux dans les noues

envirobatbcm **2^{de} édition**
Présente **LES RENCONTRES
PROFESSIONNELLES
DE L'EAU** Vendredi 29 novembre 2024 à Marseille

Journée désimperméabilisation des sols

Avec le soutien de



RESTONS EN CONTACT :

- Véronique Masotti – IMBE – veronique.masotti@imbe.fr – 04 13 944 936



CARDIMED



Funded by
the European Union

envirobat bdm **2^{de} édition**
Présente **LES RENCONTRES
PROFESSIONNELLES
DE L'EAU** Vendredi 29 novembre 2024 à Marseille

Avec le soutien de



Journée désimperméabilisation des sols

VOLET QUALITE DE L'AIR ET TEMPERATURE

Julien Kammer

Maître de conférences Laboratoire Chimie Environnement - UMR 7376

et Thomas Fasquelle

Maître de Conférence au laboratoire IUSTI et à l'école Polytech-Marseille



CARDIMED



Funded by
the European Union

Les campus de St-Jérôme et St-Charles : terrains d'expérimentation

Station Météo à Saint Jérôme

(+12 capteurs de température et d'humidité,
+ campagnes de mesures des propriétés)

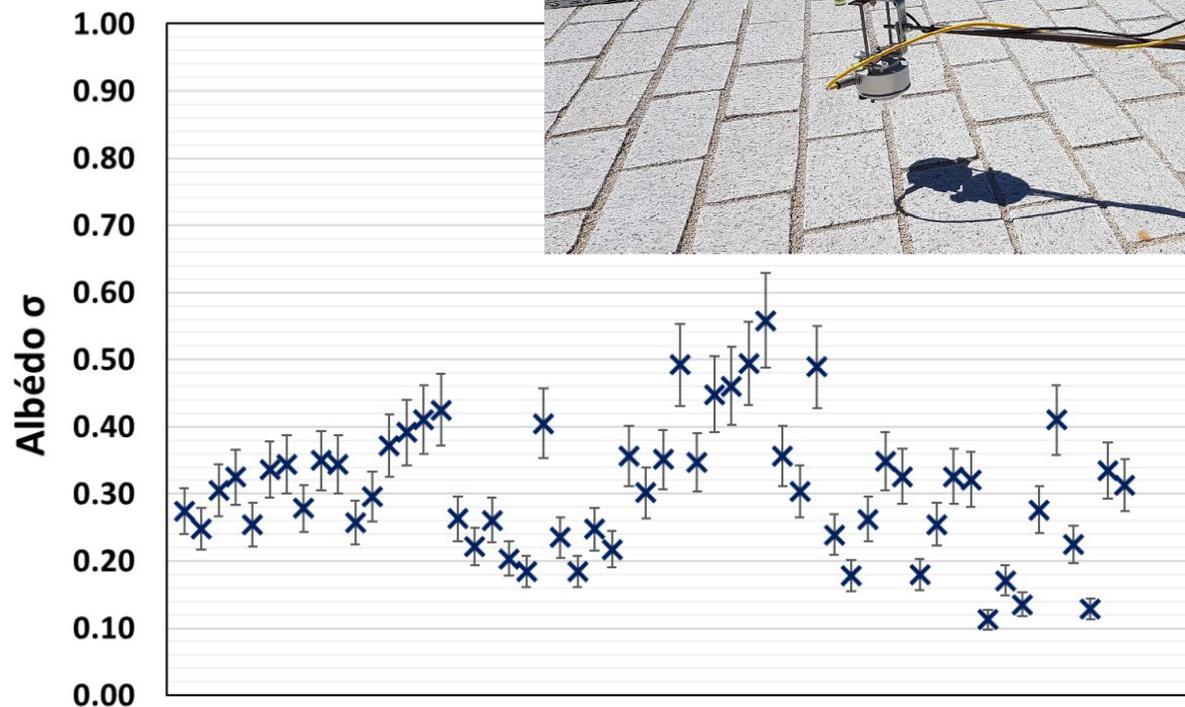
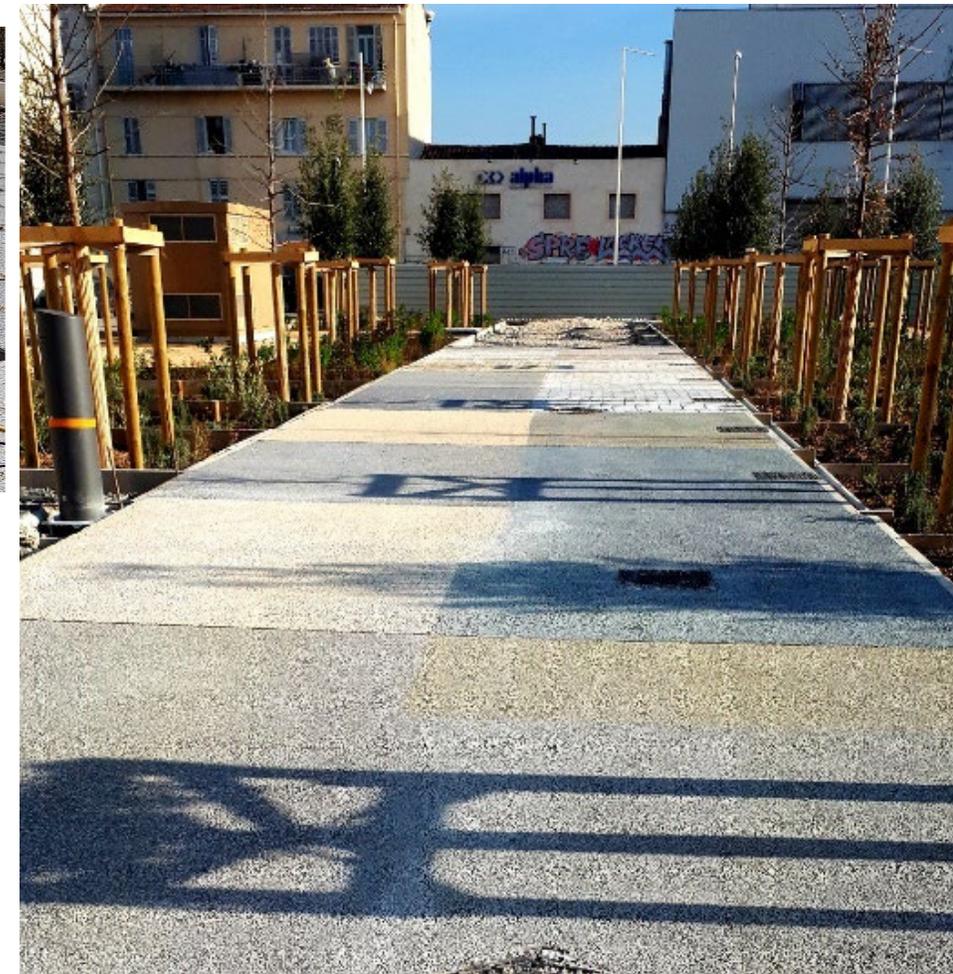
Projet ETUVE : 1) Mesures de températures et d'humidité sur sites pilotes

Un capteur de température et d'humidité à St-Charles
(parmi 11, + station météo)



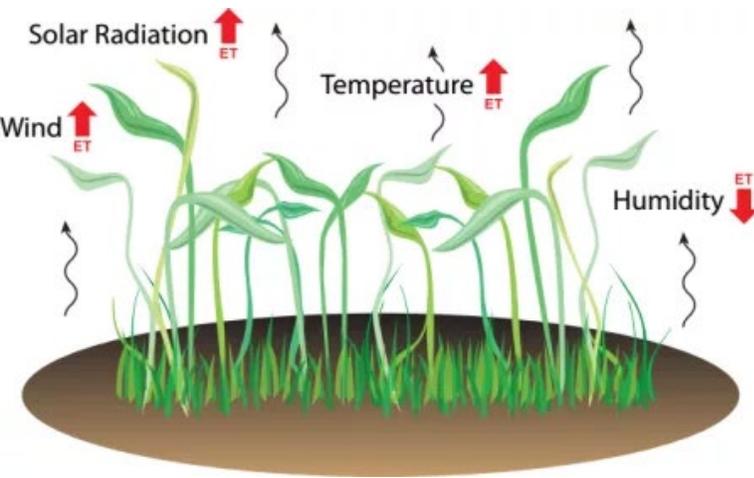
Projet ETUVE : Mesures in-situ des propriétés thermiques

Albédo, émissivité, etc.



Projet ETUVE : Mesures in-situ de l'évapotranspiration

A l'aide d'analyseur de gaz, de poromètres, de capteurs de rayonnement, de température et d'humidité et de stations météorologiques



Les projets Litosmed/VeSPA : effet des arbres sur la qualité de l'air



Les COV - Composés Organiques Volatils

- Organique = composé de carbone + hydrogène
- Volatils = sous forme gazeuse dans l'atmosphère
- La végétation ~ 90 % des émissions mondiales
- Métabolites secondaires des plantes
 - rôle antioxydant (lutte contre les stress biotiques/abiotiques)
 - Impliqués dans la « communication » entre plantes, plantes/pollinisateurs, plantes/herbivores

Les projets Litosmed/VeSPA : effet des arbres sur la qualité de l'air

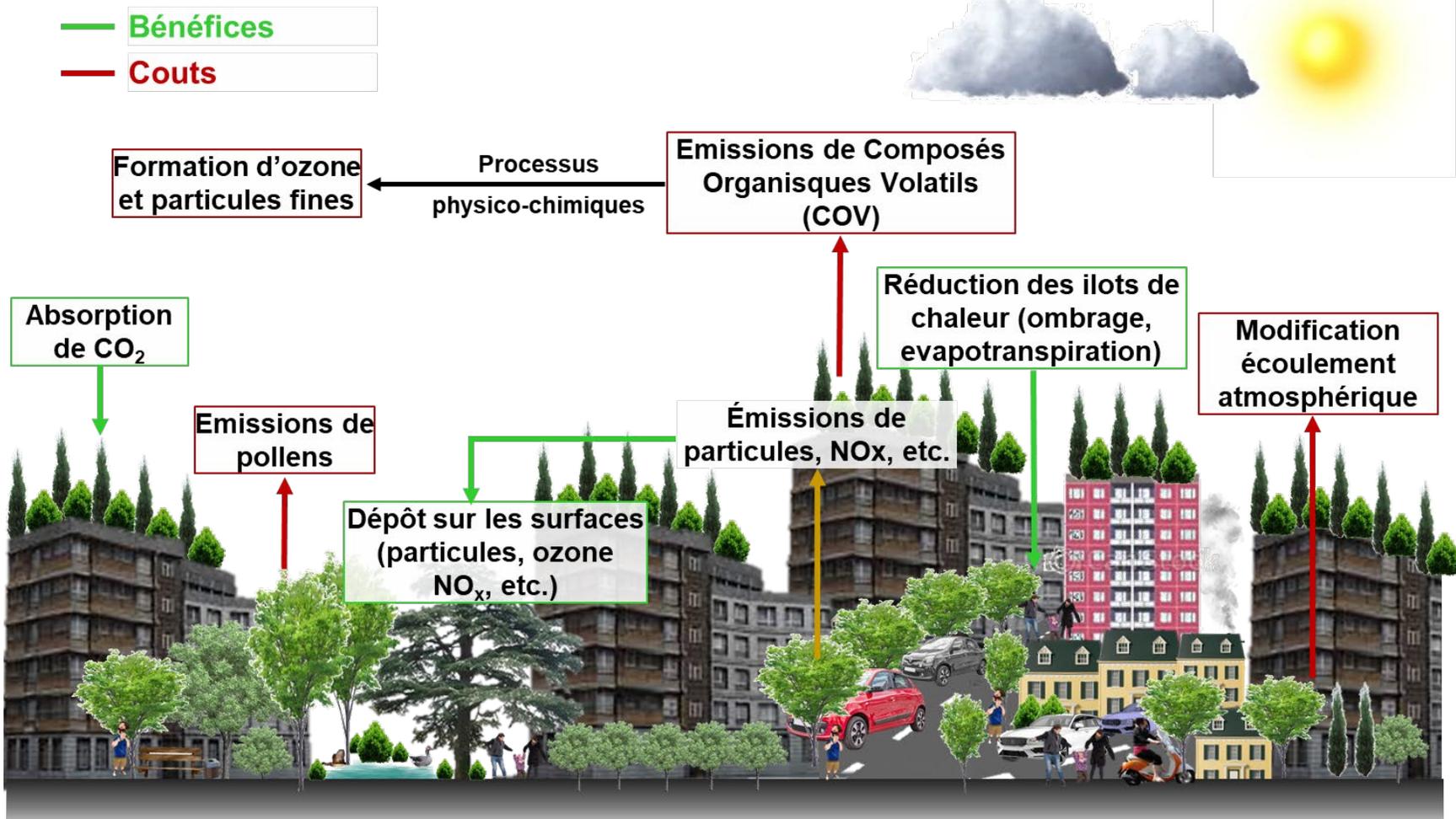


CARDIMED :

problématique : la végétalisation peut constituer une surface de dépôt pour les particules fines émises par les sources anthropiques (voitures, industries, bateaux, etc.) mais aussi en former par transformation physico chimique des COV. Bilan difficile à estimer.

D'où la question : Quel est l'impact de la végétalisation sur les niveaux de particules fines sur les campus St Jerome et St Charles?

L'approche consiste à mesurer les particules fines (pas les COV, ca coute beaucoup plus cher) avant, pendant et après les travaux



Les projets Litosmed/VeSPA : effet des arbres sur la qualité de l'air

Faut-il végétaliser : OUI !

-> Intégrer les composantes climat ET qualité de l'air parmi les différents critères dans le choix des espèces

