



La REUSE décentralisée et irrigation

Pascal Molle

Irstea - Lyon

Nassim Ait-Mouheb

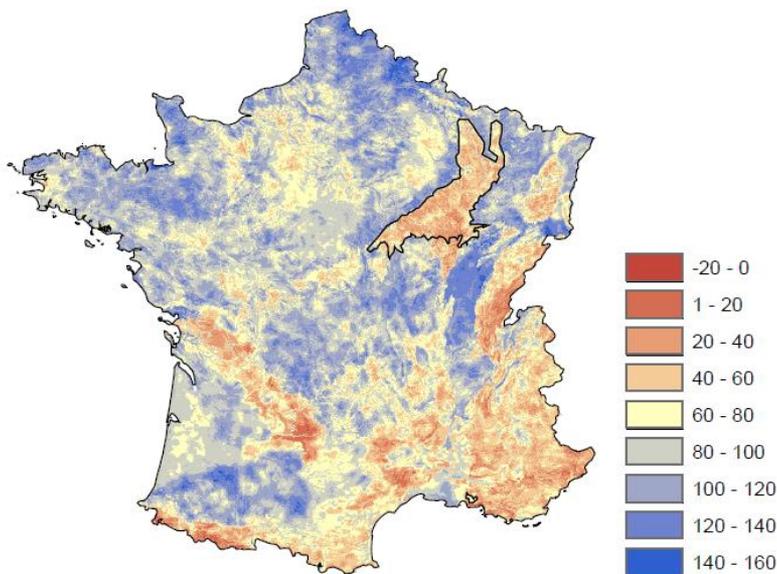
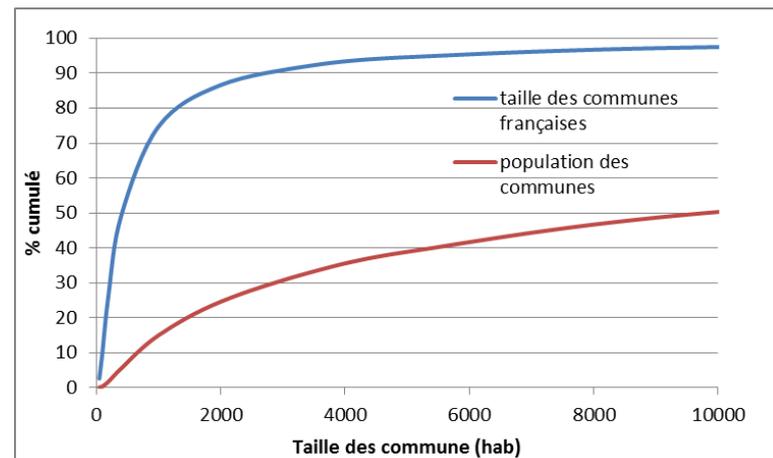
Irstea - Montpellier



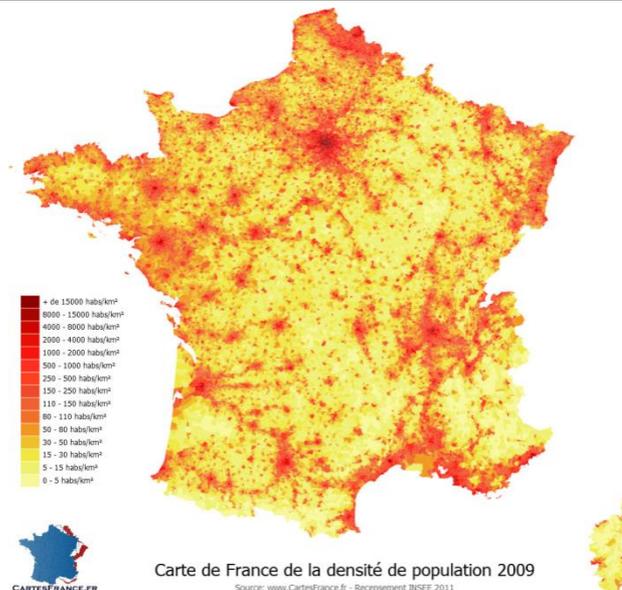
Systemes décentralisés – intérêt ?

En France : 97 % des communes inférieures à 10 000 habitants – 50 % de la population

Les besoins en eau sont criants loin des grosses agglomérations

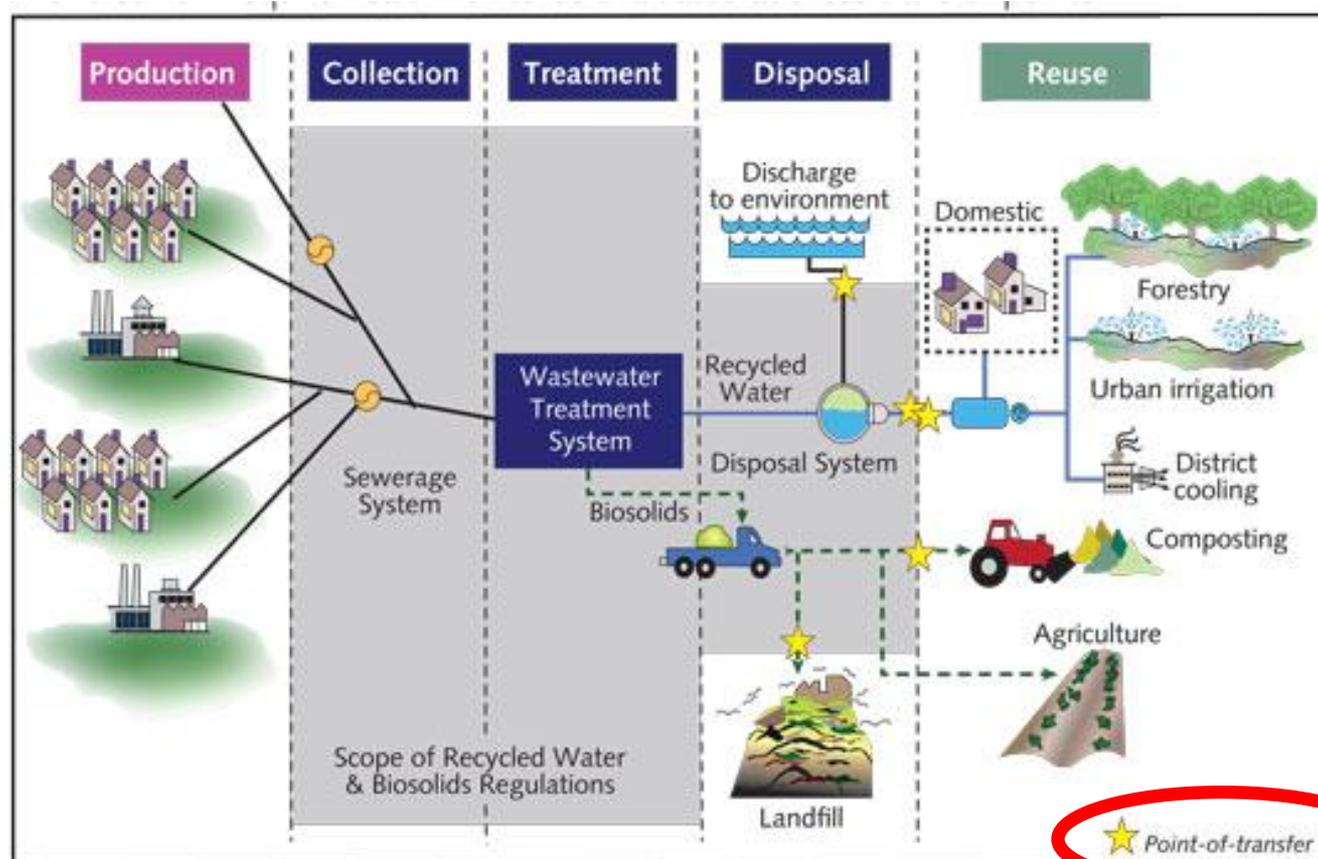


Réserve utile maximale (mm)



Systemes décentralisés – intérêt ?

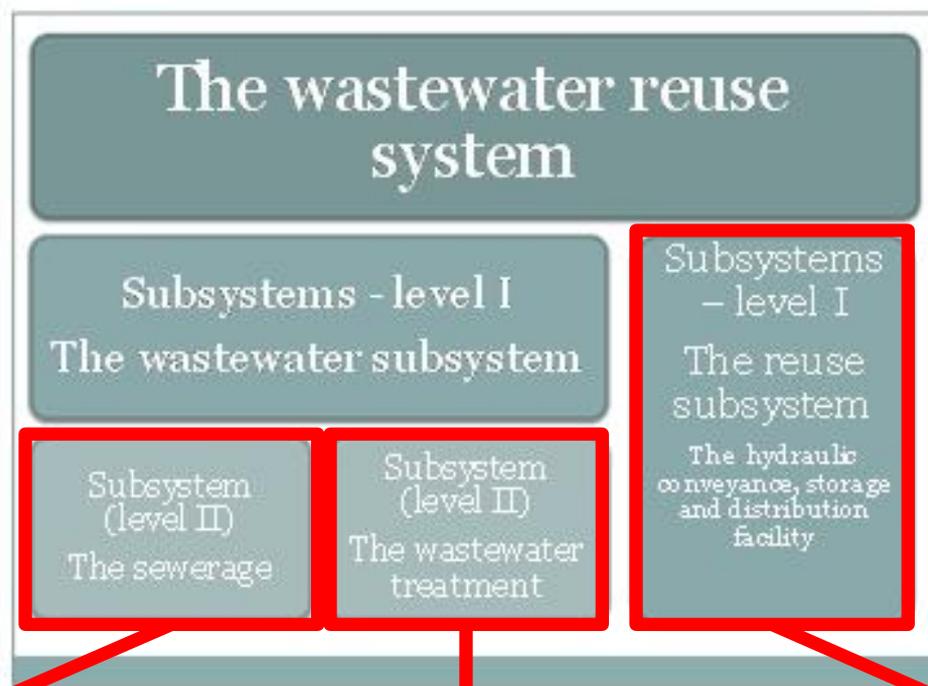
Gestion centralisée



Transfert des matières solides (camions)
Transfert des eaux traitées (tuyaux)

Impact environnemental et économique

Systemes décentralisés



**Décentralisé :
réduire le coût du
réseau**

**Quelles
techniques ?**

**Interactions avec
les techniques
de traitement**





Nécessités techniques des systèmes décentralisés

Robustesse du traitement pour faire face aux variations de charge et de qualité

Fiabilité du traitement

Simplicité de gestion

Quels niveaux de traitement

Intérêt de conserver
l'azote et le
phosphore

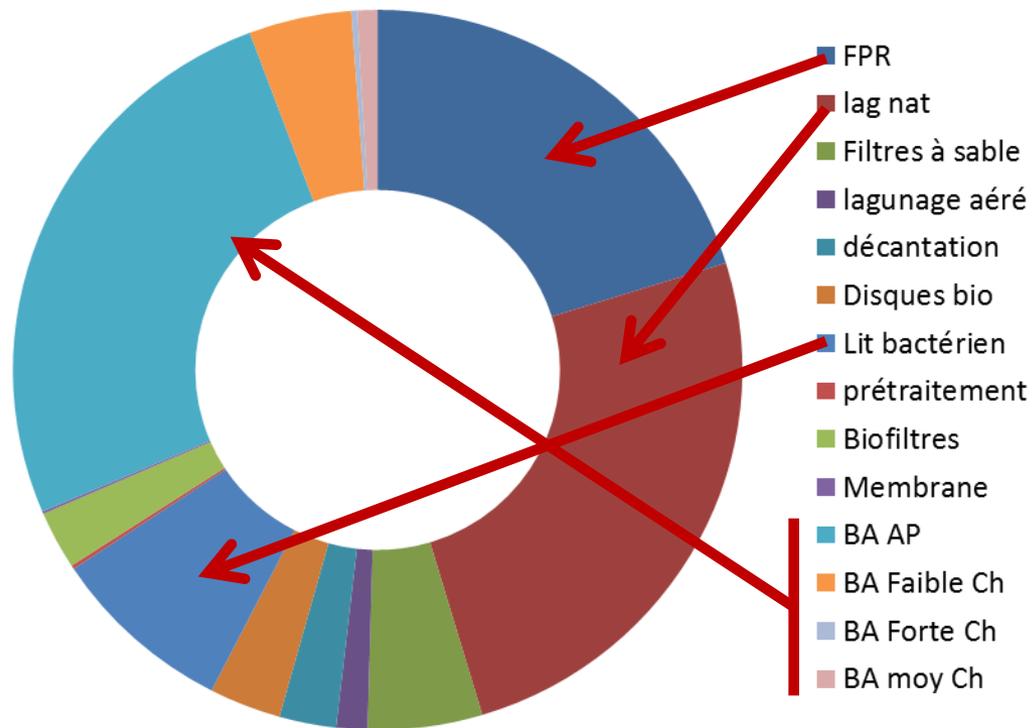
MES – pollution
carbonée et
colmatage des
systèmes
d'irrigation

Problématique
pathogènes

PARAMÈTRES	NIVEAU DE QUALITÉ SANITAIRE DES EAUX USÉES TRAITÉES			
	A	B	C	D
Matières en suspension (mg/L)	< 15	Conforme à la réglementation des rejets d'eaux usées traitées pour l'exutoire de la station hors période d'irrigation		
Demande chimique en oxygène (mg/L)	< 60			
Escherichia coli (UFC/100mL)	≤ 250	≤ 10 000	≤ 100 000	-
Entérocoques fécaux (abattement en log)	≥ 4	≥ 3	≥ 2	≥ 2
Phages ARN F-spécifiques (abattement en log)	≥ 4	≥ 3	≥ 2	≥ 2
Spoires de bactéries anaérobies sulfito-réductrices (abattement en log)	≥ 4	≥ 3	≥ 2	≥ 2

Quelles techniques

Station existante



Moins de 5000 EH

Ajout d'une étape de désinfection

Disinfectant	Formula	Form	Constraints or concerns for application to small flows
Sodium hypochlorite	NaOCl	Liquid	Corrosive, toxic, formation of carcinogenic by-products, requires chemical feed system, effectiveness may depend on water quality
Calcium hypochlorite	Ca(OCl) ₂	Solid tablet	Corrosive, toxic, formation of carcinogenic by-products, requires tablet feed system, effectiveness may depend on water quality, non-uniform tablet erosion may affect dose
Ozone	O ₃	Gas	Corrosive, toxic, requires a feed gas preparation unit and a pump for injection of ozone, effectiveness may depend on water quality, high output systems will require ozone off-gas destruction
Peracetic acid	CH ₃ CO ₃ H	Liquid	Corrosive, toxic, not commercially available, requires a chemical feed system, effectiveness may depend on water quality
Ultraviolet (UV) light	-	UV radiation	Requires periodic lamp maintenance and replacement, fouling can reduce effectiveness, performance sensitive to water quality
Biological filtration	-	Enzymatic activity, predation	Size of filter may be a limitation, expense of obtaining appropriate media, additional research needed to define design, operation, and reliability
Membrane filtration	-	Size exclusion	Dense membranes capable of excluding pathogens, e.g. reverse osmosis, require substantial wastewater pretreatment, energy and maintenance intensive
Pasteurization	-	Heat energy	Energy intensive and process not commercially available

Ajout d'une étape de désinfection

Concentrations sortie

**E. Coli : 170 UFC/100ml
(ET : 190)**

**Entérocoques : 75
UFC/100ml (ET : 65)**

**Problématique de
maintenance en petites
collectivités**

**Contrôle de
fonctionnement – alerte**

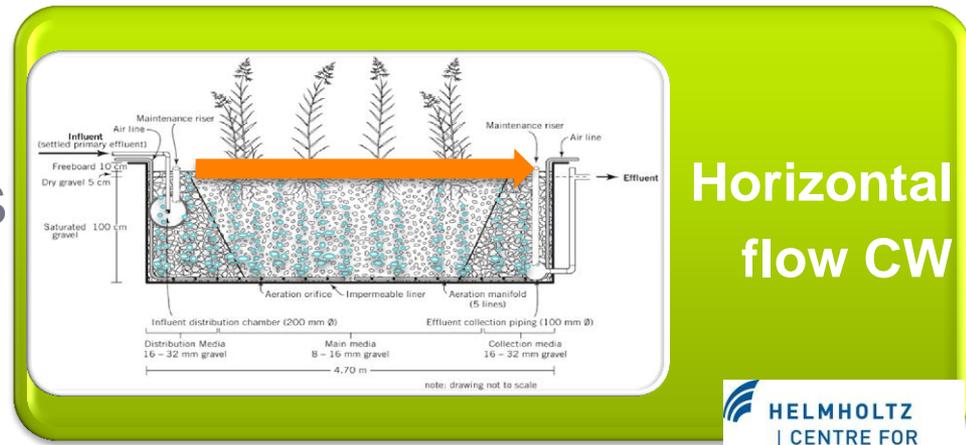
Classe A problématique



Quelles techniques

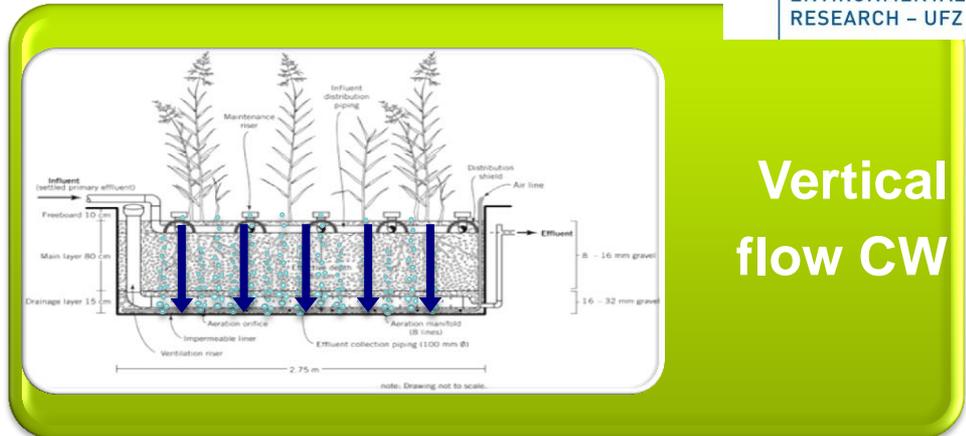


Aération forcée



Horizontal flow CW

HELMHOLTZ
CENTRE FOR
ENVIRONMENTAL
RESEARCH - UFZ



Vertical flow CW

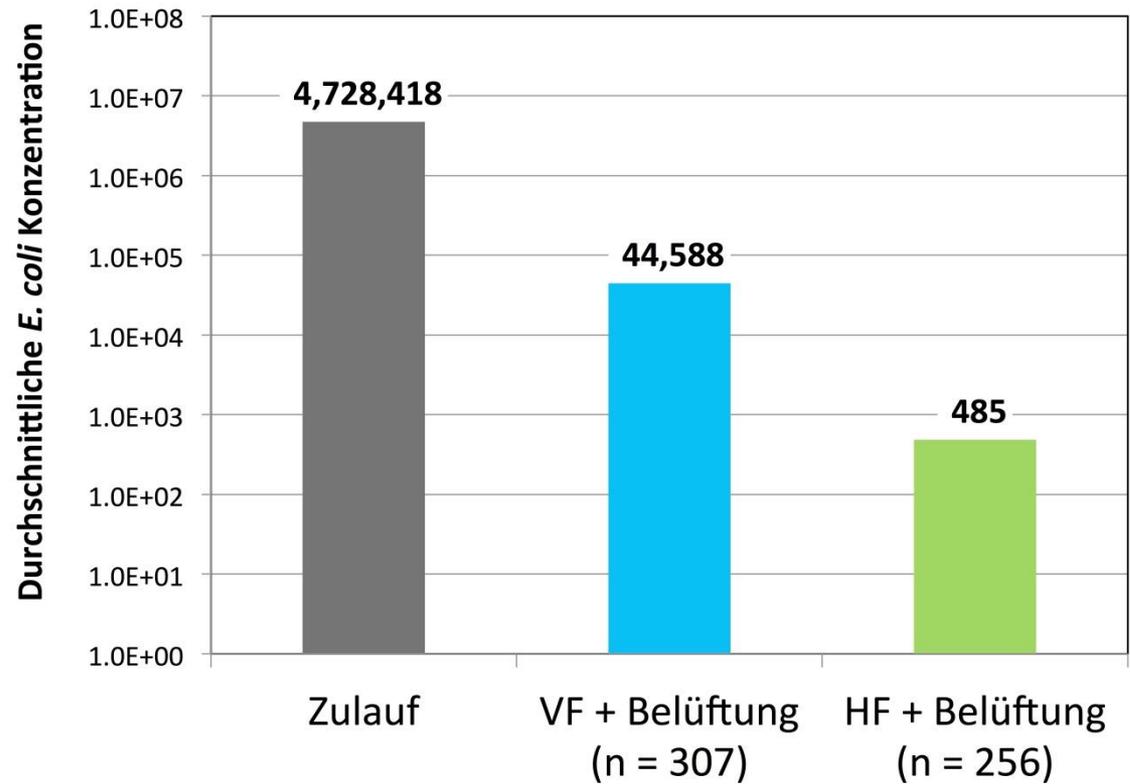


Aerated Rock Filter

Quelles techniques



Aération forcée



REUSE sans traitement des pathogènes, ex de Nègrepelisse



Capacité : 11 000 m³/an (131 t MES)
 Bassin tampon aéré : 180 m³
 Lits de séchage plantés : 2600 m²
 FPR pour traitement percolats : 100 m²
 Bassin stockage pour irrigation : 140 m³



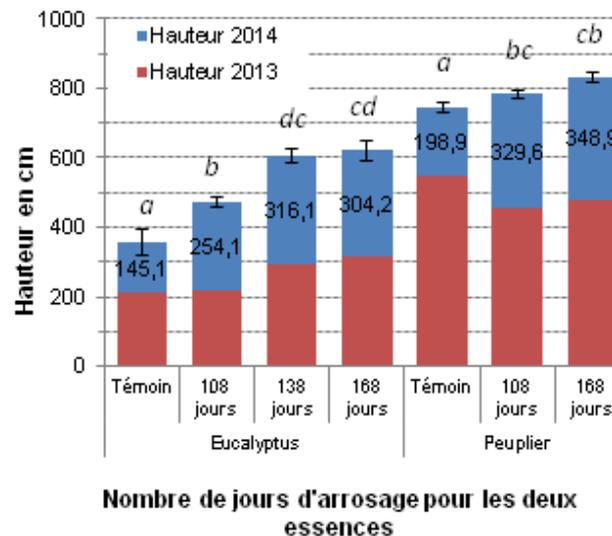
REUSE sans traitement des pathogènes, ex de Nègrepelisse

Irrigation de parcelles de bois énergie

Eaux traitées avec des teneurs en MES encore fortes (50 – 200 mg/l)

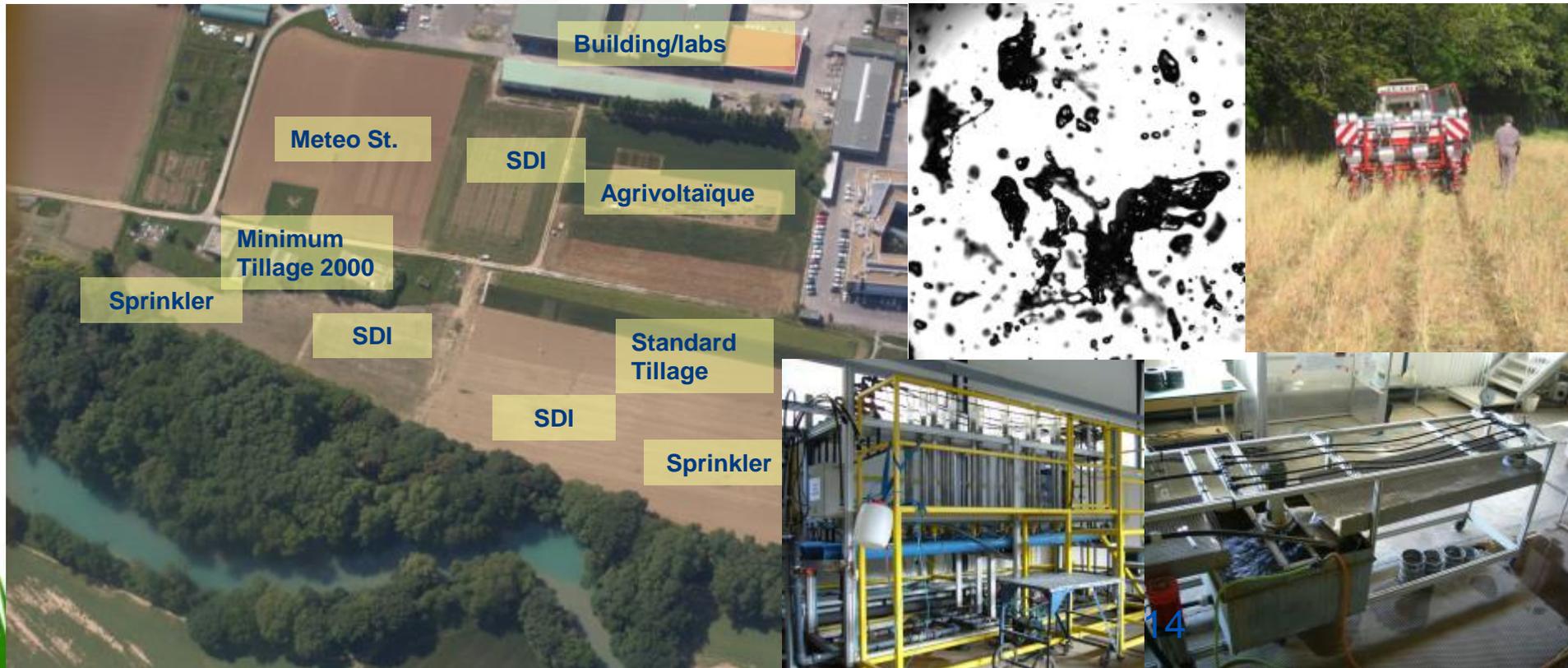
Quelles solutions d'irrigation suffisamment robustes pour épandre des effluents pouvant être encore chargés ?

Amélioration de la croissance (hauteur et circonférence) des arbres avec l'irrigation



Plateforme PReSTI pour l'efficience de l'irrigation au niveau du champ

- Location Montpellier, campus Agropolis.
- Staff permanents: 7 chercheurs ; Doctorants: 4 to 5; Staff temporaires: 3 to 5
- Terrains d'expériences: 3,5ha, plusieurs conditions pédoclimatiques; une serre de 100m²
- Terrain REUSE sur Murviel Lès Montpellier: 0,5 ha, vigne et culture fruitière.
- Laboratoire teste, expérience et recherche en équipement.





IWMI

**Irrigation eaux usées brutes-
Ecofilae**



SCE

**Irrigation eaux usées traitées- Ile de
Noirmoutiers, France/ Ecofilae**

Nos objectifs en REUT:

Déterminants des performances de l'irrigation, comme moyen de contrôler des dangers... et au-delà le risque

Transport et dérive (aspersion) , dépôts, colmatage et recroissances (micro-irrigation)

Différentes échelles d'expertise de l'efficience et de l'impact de la réutilisation des eaux usées traitées

1. Sur les usages au niveau des exploitations agricoles et sur le pourtour méditerranéen
2. A l'échelle locale (m^2) dans des colonnes de sols avec pour le suivi équipement/sols/plantes
3. En laboratoire et banc d'essai contrôlé

Réutilisation des eaux usées traitées en irrigation

Irrigation localisée



- ✓ Economie d'eau et d'énergie
- ✓ Condition phytosanitaire et sanitaires
- ✗ Vieillesse prématurée et non uniformité de distribution
- ✗ Accumulation /re-largage des pathogènes et polluants
- ✗ Dégradation des sols par accumulation des sels

Aspersion



- ✓ Economie d'équipement
- ✓ Robustesse: pas de colmatage
- ✓ Exposition des pathogènes à la dégradation (UV, pression)
- ✗ Sensibilité au vent de l'uniformité de distribution
- ✗ Dépôts sur les feuilles
- ✗ Possible aérosolisation

Impact agronomique



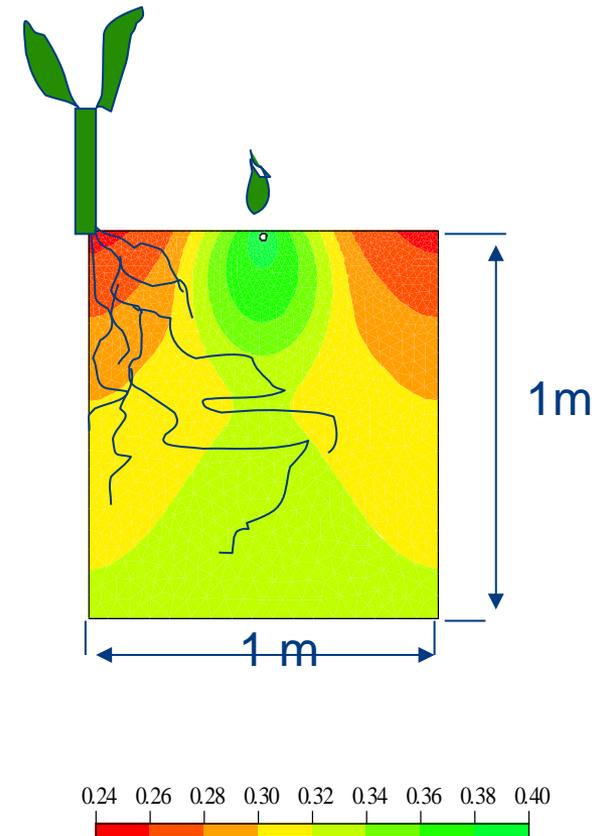
- ✓ Recyclage des nutriments résiduels
- ✓ Exposition des polluants et pathogènes à la dégradation
- ✗ Risque de salinisation
- ✗ Accumulation des métaux lourds et polluants émergents
- ✗ Diffusion de maladies

Transferts d'eau et de nutriments: Opt'Irrig

- I. Transferts 1D (aspersion), 2D (micro-irrigation) d'eau et de solutés en système irrigué.
- II. Transferts de solutés: Azote uniquement, certains sels (dépend de leur comportement, développements en cours ou prévus)
- III. Gestion du stress hydrique

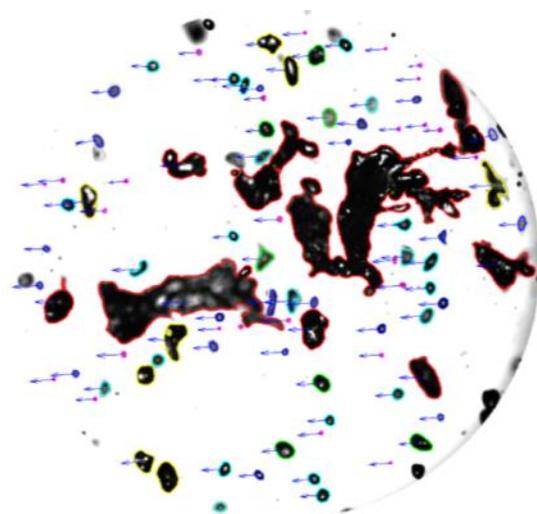
Propagation des pathogènes et polluants en partenariat

- I. Transfert et fixation: compétence en cours de développement et intégration prévue dans Opt'Irrig
- II. Suivi sur le terrain des conséquences des pratiques de Reuse: système agricole (Murviel les M), bacs de sol (Irtsea-Lavalette)



Transferts d'eau dans l'air et sur les plantes

- I. Dispersion d'un jet et fragmentation en gouttes
- II. Influence du vent sur l'uniformité de distribution
- III. Création d'aérosols et transport de petites gouttes
- IV. Dépôts sur les plantes et conséquences



Propagation des pathogènes et polluants (en partenariat)

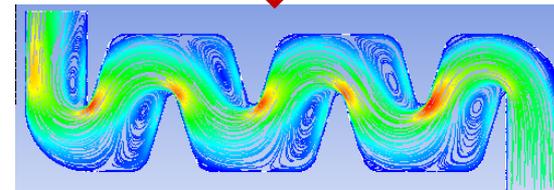
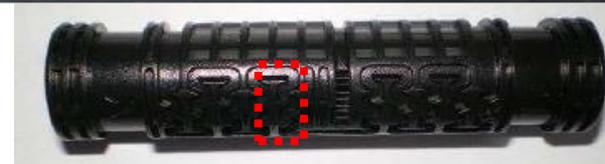
- I. Mesure des phénomènes de transport de gouttes en conditions réelles (champ) et contrôlées (tunnel)
- II. Survie et dispersion de pathogènes (virus) en aspersion (avec Inra)
- III. En perspective suivis de pathogènes bactériens (avec Inra) survie dans l'air, sur les feuilles dans le sol



Expertises en irrigation localisée et REUT

Vieillesse prématurée et non-uniformité de l'irrigation

- I. Détermination des zones sensibles à l'encrassement et optimisation des goutteurs.
- II. Analyses des phénomènes de colmatages physiques, biologiques et chimiques et des solutions de nettoyage selon les qualités des eaux usées.
- III. Développement de goutteurs adaptés et de capteur de détection précoce du colmatage sur champ.



Simulation numérique de l'écoulement dans un goutteur



Développement bactérien

Propagation des pathogènes et polluants (en partenariat)

- I. Evaluation de la croissance/accumulation/abattement bactérien et des risques sanitaires du système d'irrigation à la plante.
- II. Suivi sur le terrain des pratiques de REUT et de ces impacts.



Prototype de distributeur REUT



REUSE décentralisée

L'intérêt et la demande est présente mais :

Besoins de recherches pour fiabiliser la désinfection par des systèmes simples et robustes

Besoins en métrologie (simple de gestion et fiable) pour le contrôle des paramètres sanitaires



REUSE en irrigation

Le risque agronomique, sanitaire et environnementale peut être contrôlé mais :

Besoins de recherches pour analyser la vulnérabilité des équipements et les transferts des polluants des équipements, du sol, aux plantes

Requiert une forte capacité d'intégration et d'innovation



Merci de votre attention