

# Problématiques de la réutilisation des eaux usées traitées ou non- conventionnelle en irrigation



[www.irstea.fr](http://www.irstea.fr)

Vendredi découverte 17/02/2017

# Réutilisation des eaux usées traitées en Irrigation



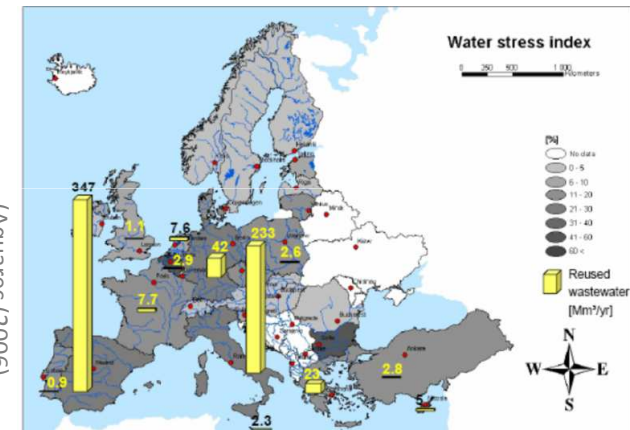
Eaux usées domestiques brutes-



Irrigation dans la Vallée du Jourdain  
Jordanie



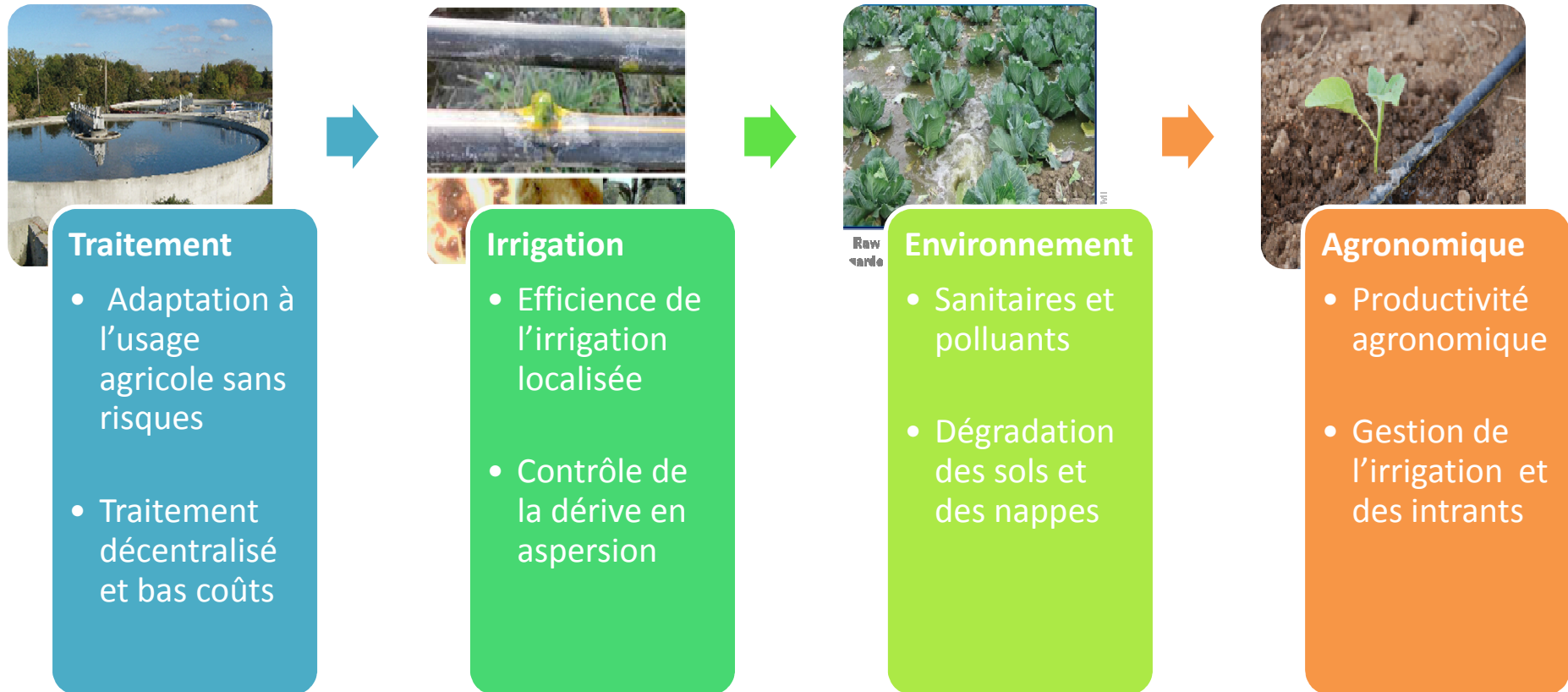
EU domestiques traitées-pomme de terre  
Ile de Noirmoutiers, France



- Le terme «réutilisation des eaux usées» se réfère à un effluent contenant des impuretés provenant de sources biologiques.
- Les sources typiques comprennent déchets humains et animaux, déchets domestiques, industriels et agro-alimentaire.

**❑ La situation de la REUT dans le monde:  
Plutôt réutilisation incontrôlée que contrôlée et traitée.**

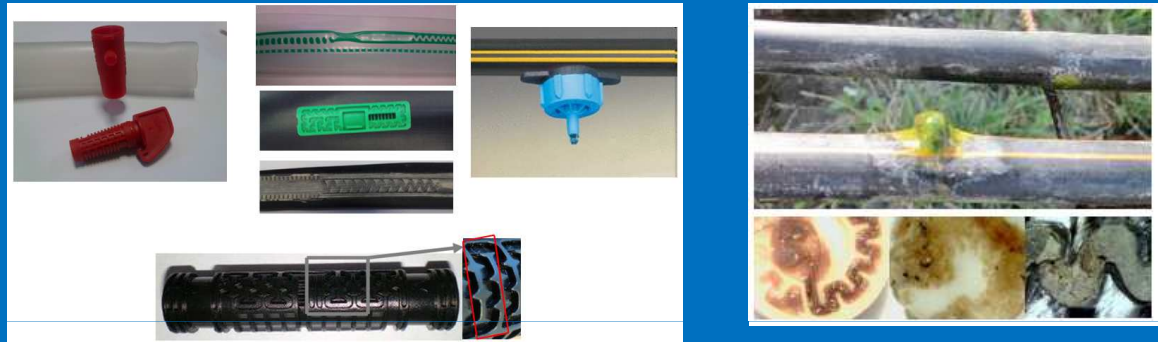
## Problématiques réutilisation des eaux usées traitées en Irrigation



## Intérêts de l'irrigation localisée:

- ✓ Economie d'eau
- ✓ Peu de main d'œuvre
- ✓ Bonnes conditions phytosanitaires
- ✓ Economie d'énergie

**Irrigation localisée** ⇒ Génération de perte de charge à l'aide de géométries complexes des canaux ou de membrane dans le goutteur.



## Problèmes

- ✓ Sensibilité au colmatage
- ✓ Investissement plus élevés

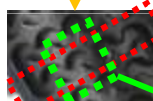


Qu'elles sont les mécanismes d'encrassement?  
Comment optimiser l'efficience des systèmes d'irrigation?  
Quelles solutions préconiser?



# Durabilité et efficacité en irrigation localisée

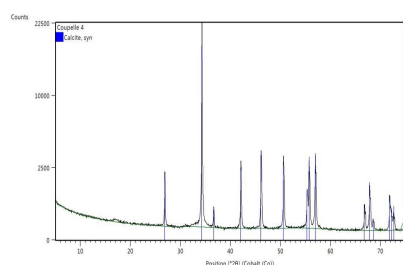
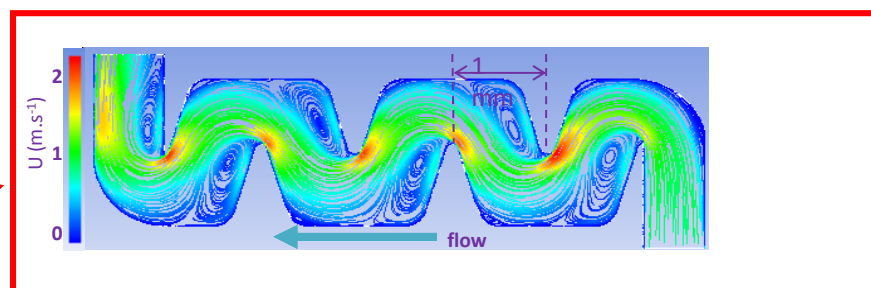
BIOFILM, DÉPÔTS, PRÉCIPITATION... ET LEURS INTERACTIONS



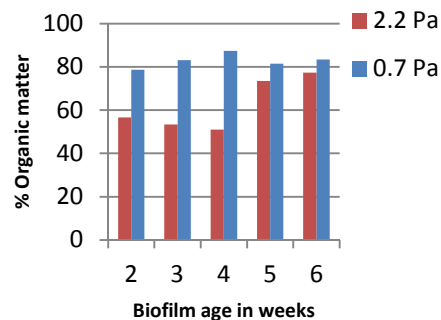
Encrassement chimique

Caractérisation de l'écoulement

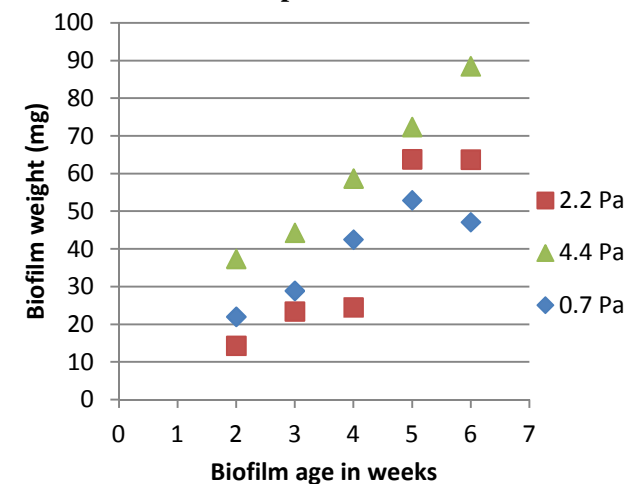
Encrassement biofilm



Analyse DRX du CaCO<sub>3</sub>



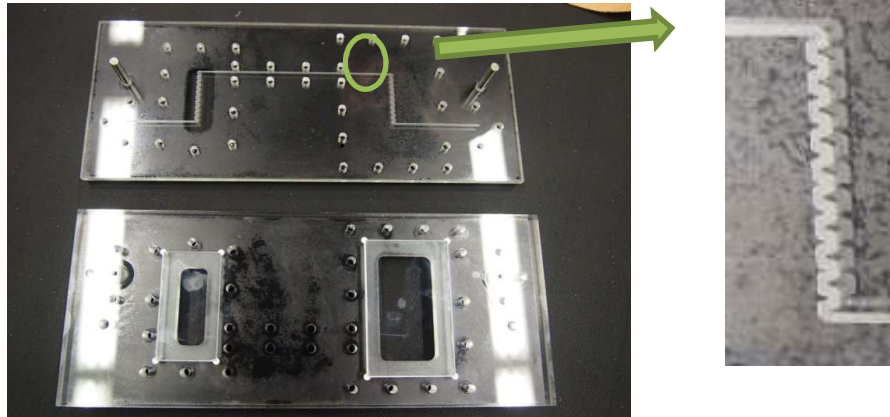
Effect of shear stress on biofilm development



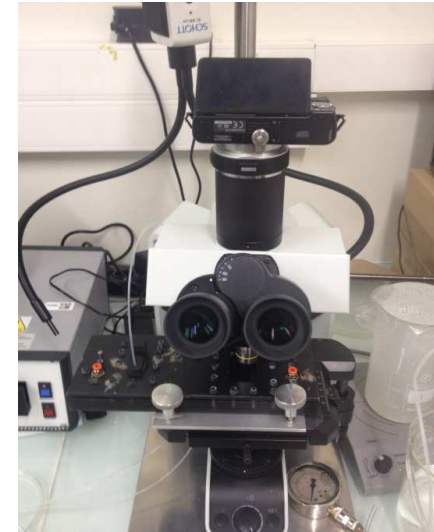


# Durabilité et efficacité en irrigation localisée

BIOFILM ANALYSE EN MILLI-FLUIDIQUE



*Plaques de PMMA/ verre constituant le prototype (2 labyrinthes de 10 chicanes)*



*Appareil photo relié au microscope optique*



*Spectromètre d'absorbance relié aux fibres optiques, pompe péristaltique et capteur de pression*



*Fibres optiques*

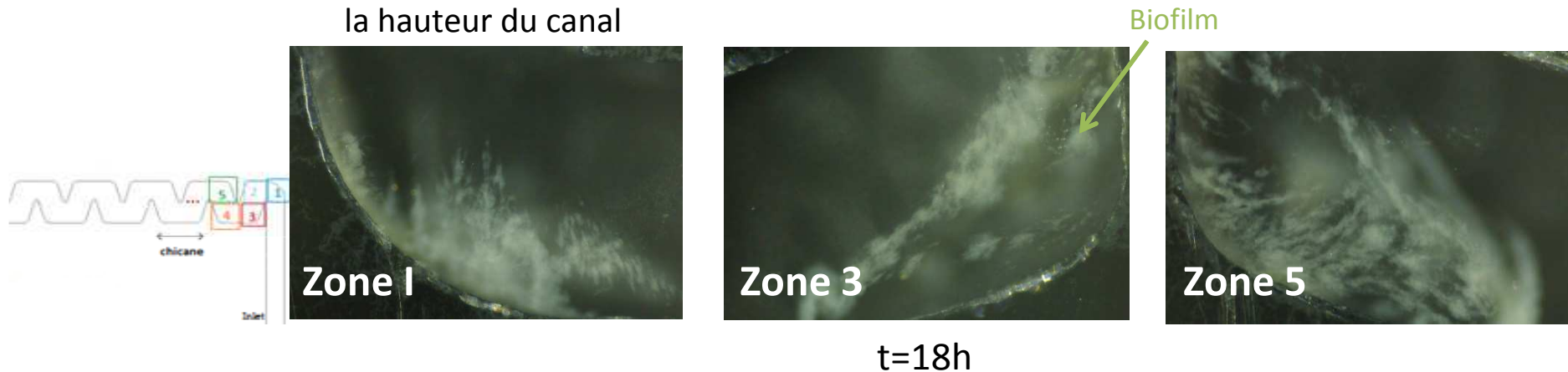
Water4Crops



# Durabilité et efficacité en irrigation localisée

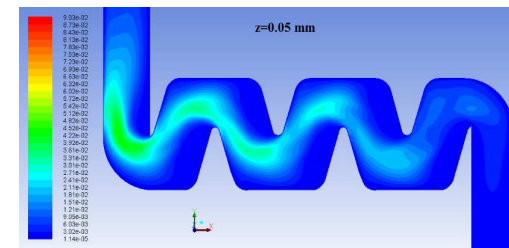
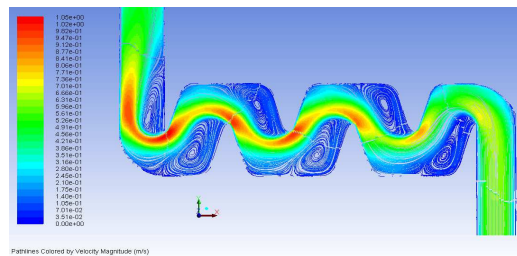
BIOFILM ANALYSE EN MILLI-FLUIDIQUE

- Formation de biofilm observée dès les premières heures au niveau des parois et sur la hauteur du canal



- Mêmes zones préférentielles que pour le colmatage physique par les argiles
- Présence de biofilm dans les chicanes suivantes à partir de 72h (quantité 3 fois moins importante)

Water4Crops



# Epandage effluent viticole en micro-irrigation

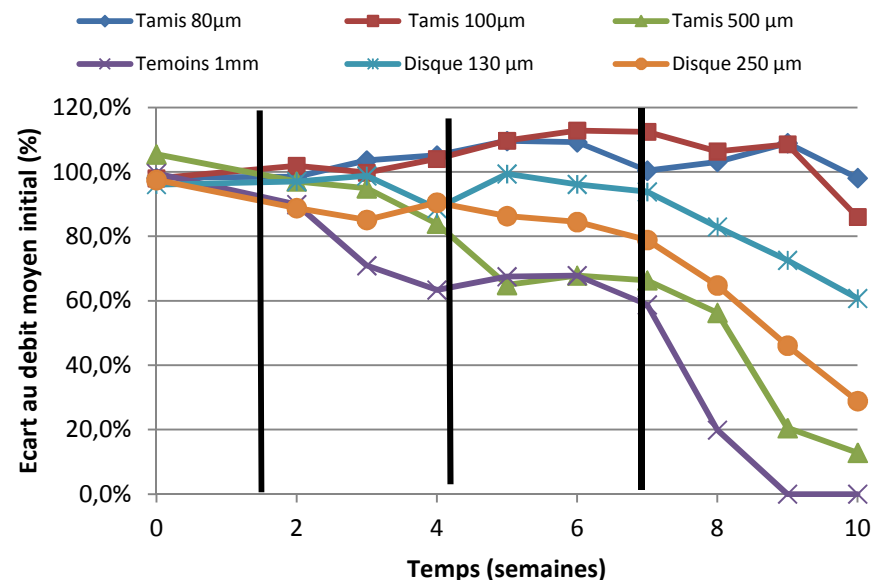
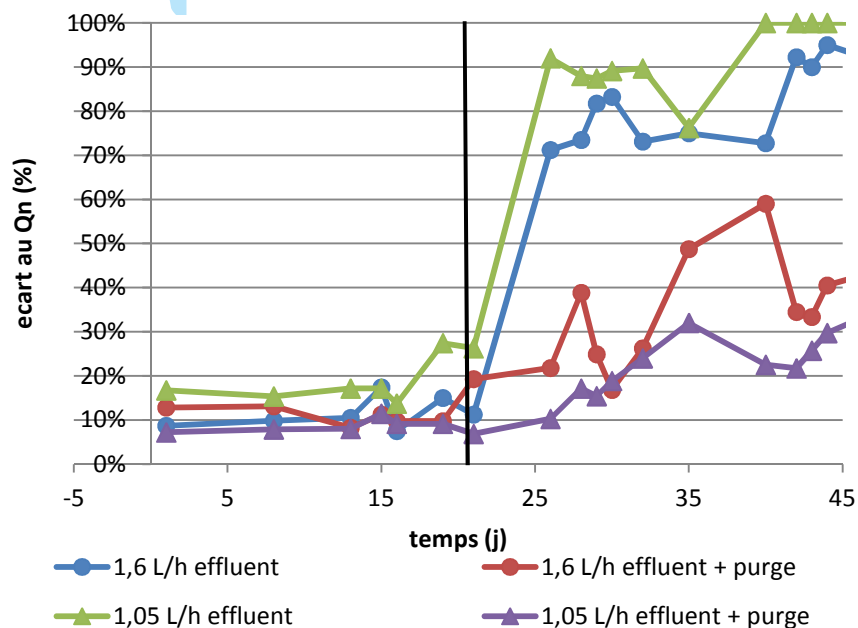


## L'épandage d'effluent en Goutte à Goutte dans quel but ?

- 1 L de vin = **1 l d'effluent** (eau nettoyage cuve + terre de filtration) (FRANCEAGRIMER, 2013).
- Apport **fertilisant**  $\Rightarrow$  nutriment pour la vigne **N,P,K.**  
(Serpolet, P. 2006)
- Valorisation agronomique + gain économique.



## Caractéristique d'une purge automatique de fin de ligne + Effet filtre sur épandage viticole



- 1<sup>er</sup> j au 24 j  $\Rightarrow$  écart  $Q_n$  plus fort goutteur 1,05 que 1,6l.h<sup>-1</sup> non purgé.
- 25 j au 45j  $\Rightarrow$  la **purge limite les décrochages** des  $Q_n$  + **proportionnalité** entre **efficacité** de la **purge** et **sensibilité** du goutteur.

- Filtre à disques moins efficient que filtre à tamis
- Filtre à tamis 100 µm et à disque 130µm : 12,5 % goutteurs colmatés contre 40 %.
- DU (%) : filtre à tamis 100µm > filtre à disques 130 µm.

## Projet AERMC REUT de Murviel-Lès-Montpellier

**Partenaires:** IRSTEA Montpellier / Métropole 3M/ INRA-LBE / IRD-HSM / Université de Montpellier-IEM / IRSTEA Lyon

### ASSAINISSEMENT

#### LA RÉUTILISATION DES EAUX USÉES EN TEST

C'est un projet porté par l'Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture (IRSTEA), auquel s'associe la Métropole dans le cadre de sa politique agroécologique et alimentaire. Cette expérimentation consiste en l'étude et l'évaluation des impacts de la réutilisation des eaux usées, une fois traitées, pour l'irrigation des terres agricoles, à l'aide d'un système innovant en goutte à goutte enterré. L'expérience se déroulera sur une durée de trois ans au niveau de la station d'épuration de Murviel-lès-Montpellier.



L'accès à l'eau brute constitue une garantie pour l'avenir de l'agriculture sur le territoire.

**Magazine Métropole février 2017**

### Les principaux objectifs de cette plateforme:

- I. Adapter le traitement des eaux usées à l'usage en sortie de station d'épuration (irrigation ou rejet)
- II. Optimiser la durabilité et l'efficacité des systèmes d'irrigation
- III. Valoriser les eaux usées traitées d'un point de vue agronomique
- IV. Maîtriser les risques sanitaires et environnementaux (survie des pathogènes dans les systèmes d'irrigation, l'atmosphère ou le sol, suivi de polluants émergents en système agricole)

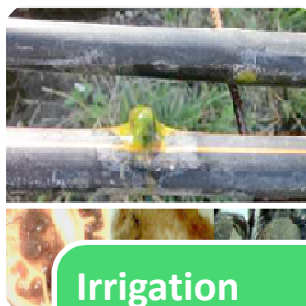


## Projet AERMC REUT de Murviel-Lès-Montpellier



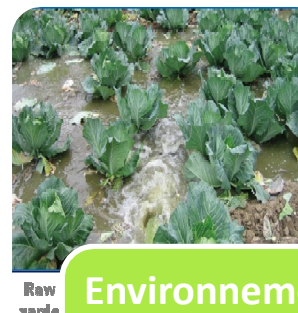
### Traitement

- Adaptation à l'usage agricole sans risques
- Traitement décentralisé et bas coûts



### Irrigation

- Efficience de l'irrigation localisée
- Contrôle de la dérive en aspersion



### Environnement

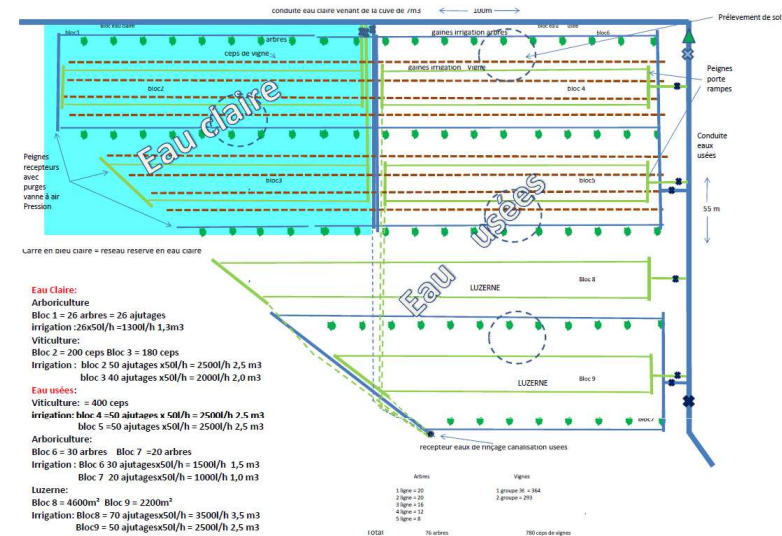
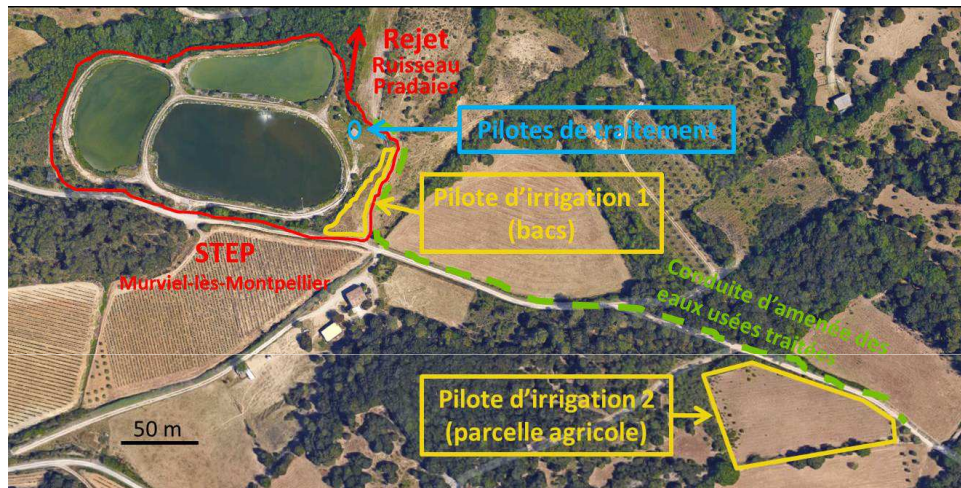
- Sanitaires et polluants
- Dégradation des sols et des nappes



### Agronomique

- Productivité agronomique
- Gestion de l'irrigation et des intrants

# Projet AERMC REUT de Murviel-Lès-Montpellier



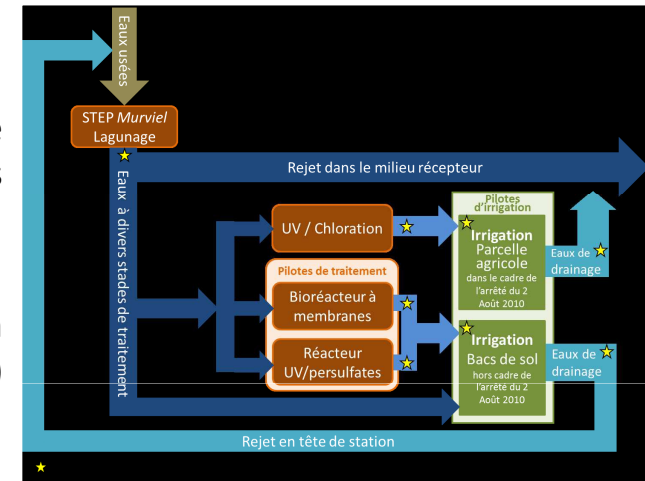
## Une parcelle agricole pour les eaux entrant dans le cadre règlementaire

- La parcelle de 0,5 ha, appartenant classée en AOC, est située sur la colline des Proses, à Murviel-lès-Montpellier.
- La parcelle sera conduite en agroforesterie, avec vignes - oliviers et luzerne – céréales en inter-rang.
- L'irrigation sera assurée par un système enterré. Une partie de la parcelle sera irriguée avec des eaux usées traitées de la station, une autre partie témoin avec de l'eau claire (forage) .
- Les conditions d'utilisation des eaux usées traitées (qualités B ou C) pour l'irrigation de cette parcelle se situent dans le cadre de l'arrêté du 2 Août 2010, révisé le 25 Juin 2014.

## Projet AERMC REUT de Murviel-Lès-Montpellier

### Des bacs de sol pour les eaux hors cadre réglementaire

- Pour les usages et qualités d'eau non prévus par l'arrêté (qualité C d'eau usée traitée pour irrigation en cultures maraîchères et légumières),
- Il est envisagé de travailler avec des cultures légumières en bacs de sol (1 m<sup>2</sup> en surface et 0.7 m en profondeur) disposés sur une zone nivelée, dans l'enceinte de la STEP
- Les bacs et les systèmes d'irrigation goutte à goutte seront protégés par une serre afin de contrôler la totalité des apports d'eau.
- Pour les différents procédés de traitement (témoin sans traitement tertiaire, UV et membrane),
- Les bacs de sol auront pour objectif de confronter les diverses qualités d'effluents du point de vue de l'efficacité d'équipement et des performances agronomiques et sanitaires (sol et plante).
- Les lixiviats de chaque bac seront récupérés et analysés afin de quantifier l'impact des plantes cultivées sur les teneurs en (i) nutriments et (ii) pathogènes.







## Projet AERMC REUT de Murviel-Lès-Montpellier



### Action 1 : **Adaptation du traitement des eaux usées à l'usage**

*(IEM, HSM, LBE, IRSTEA Lyon)*

- 1.1. Evaluer l'efficacité de la technologie et du pilotage des processus d'épuration tertiaires du point de vue de l'abattement des contaminants (organiques, micropolluants, pathogènes) et de la préservation de nutriments ;
- 1.2. Evaluer les mêmes critères sur une filière complète innovante de filtre planté.

### Action 2 : **Valorisation agronomique des eaux usées** *(IRSTEA Montpellier, agriculteur)*

- 2.1. Calibrer le modèle OPTIRRIG de culture pour les espèces pérennes (vigne, oliviers) et le site. On s'appuiera sur une paramétrisation *ad hoc du modèle à partir de données acquises sur le site de Murviel* (mesures liées à l'eau, l'azote et la salinité dans le sol).
- 2.2. Optimiser la stratégie d'irrigation au plus près des besoins des plantes, en tenant compte des caractéristiques de l'irrigation (souterraine et ponctuelle), de la qualité de l'eau, des transferts/accumulations de minéraux et de la teneur en nutriments résiduels dans les lixiviats.



## Projet AERMC REUT de Murviel-Lès-Montpellier

### **Action 3 Optimisation de la durabilité et de l'efficienne des systèmes d'irrigation**

*(IRSTEA Montpellier, LBE, HSM)*

- 3.1. Evaluer l'uniformité de la distribution et la sensibilité au colmatage de goutteurs selon les procédés et les qualités des eaux usées traitées (concentrations en nutriments).
- 3.2. Mettre au point des moyens de détection et de suivi du colmatage.
- 3.3. Explorer des solutions de nettoyage et de maintenance (chloration, chasse hydrique) des systèmes d'irrigation.





## Projet AERMC REUT de Murviel-Lès-Montpellier



### **Action 4 : Maîtrise des risques sanitaires et environnementaux**

*(HSM, IEM, LBE, IRSTEA Montpellier, IRSTEA Lyon)*

#### **4.1. Etude des contaminants émergents**

- Développer et valider une méthode analytique pour le dosage des composés ciblés dans les tissus de plantes ;
- Evaluer la capacité d'atténuation naturelle de ces composés dans les sols ou au contraire leur capacité à s'accumuler dans les sols ou les plantes,

#### **4.2. Suivi et survie de pathogènes**

- Suivre la dynamique des contaminants microbiologiques à la fois par des techniques culturales et des techniques moléculaires
- Evaluer la dispersion et la survie d'un pathogène bactérien lors d'une irrigation par aspersion en conditions climatiques réelles.

#### **4.3. Suivi des nutriments et sels**

- Suivre les quantités d'eaux drainées, leur teneur en nutriments et leur conductivité électrique ;
- Etablir les bilans de sels et nutriments au cours d'une saison puis projeter sur le moyen terme.

## REU-T en irrigation : mécanismes en jeu, durabilité, impacts pratiques en conditions Méditerranéennes – **REUT-Med**.

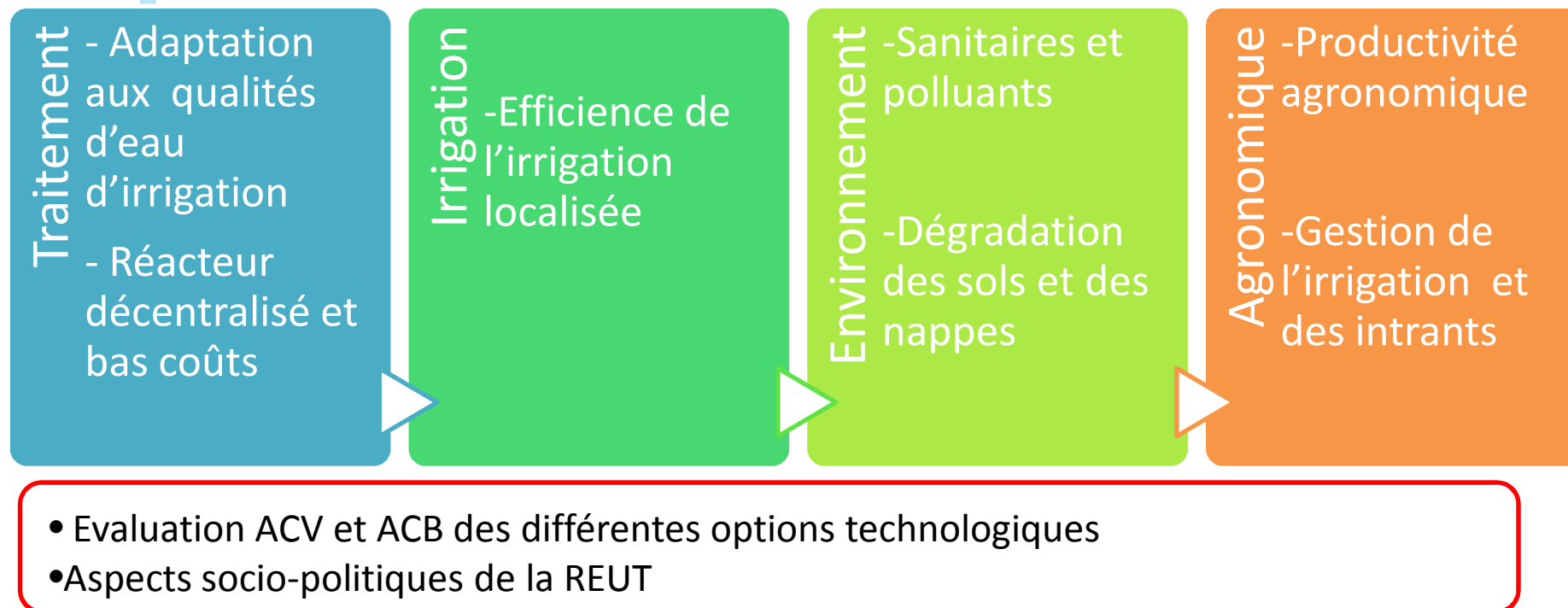


- Evaluation ACV et ACB des différentes options technologiques
- Aspects socio-politiques de la REUT

**Coordinateurs** : Nassim Ait Mouheb (IRSTEA, UMR G-EAU), Jérôme Harmand (INRA, LBE)

**Partenaires** : Carole Sinfort (ITAP, France), Pierre-Louis Mayaux (G-EAU, France), Sylvain Barone (G-EAU, France), Bruno Molle (G-EAU, France), Tarik Hartani (Université Khemis Miliana, Algérie), Abdelkader Douaoui (Université Khemis Miliana, Algérie), Sami Sayadi (CBS, Tunisie), Nahla Abdellatif, Nihel Benamar et Fatma Ellouze (ENIT-LAMSIN, Tunis, Tunisie), Boumediene Benyahia (Université de Tlemcen, Algérie), Mustapha Turan (Yeditepe University, Turquie).

## REU-T en irrigation : mécanismes en jeu, durabilité, impacts pratiques en conditions Méditerranéennes – **REUT-Med**.





## REU-T en irrigation : mécanismes en jeu, durabilité, impacts et pratiques en conditions Méditerranéennes – **REUT-Med.**



*Pompage Eaux usées brutes*



*Pompage Eaux usées traitées*



*Maraichage avec REUT micro-irrigation*



Entre 2015 et 2016, certains objectifs ont été abordés :

- I. Retours d'expérience et de pratiques des projets de REUT.
- II. Analyse de l'impact de la REUT d'un point de vue environnemental, protection des sols et conservation d'un haut niveau de performance des équipements d'irrigation
- III. Evaluation, notamment par modélisation, différentes options technologiques en vue d'optimiser les procédés de traitement de l'eau à des fins d'irrigation.
- IV. Inter-comparaison des différentes options technologiques de traitement au regard de leurs impacts environnementaux respectifs par ACV.
- V. Etude de la problématique REUT en sociopolitique entre les deux rives de la méditerranée.

REU-T en irrigation : mécanismes en jeu, durabilité, impacts et pratiques en conditions Méditerranéennes – **REUT-Med.**

**Actions réalisées et en cours :**

*Pompage Eaux usées brutes*



*Pompage Eaux usées traitées*



*Maraichage avec REUT micro-irrigation*



### **A. Les pratiques de REUT en agriculture :**

**Action 1 :** Analyses des pratiques d'irrigation et la compréhension de la problématique du colmatage en micro-irrigation d'une zone agricole de Tipaza ( Thèse en cours CUTipaza, GEAU ).

### **B. Les technologies de traitement et d'irrigation**

**Action 1 :** Caractérisation du colmatage chimique et biologique en micro-irrigation dans un contexte de réutilisation des eaux usées traitées ( GEAU)

**Action 2 :** Modélisation des systèmes de traitement pour la réutilisation des eaux usées (LBE, ENIT-LAMSIN)



REU-T en irrigation : mécanismes en jeu, durabilité, impacts et pratiques en conditions Méditerranéennes – **REUT-Med.**

**Actions réalisées et en cours :**

*Pompage Eaux usées brutes*



*Pompage Eaux usées traitées*



*Maraichage avec REUT micro-irrigation*



### **C. Evaluation des impacts environnementaux**

**Action 1 :** Caractérisation des impacts de la REUT sur la salinisation et la microbiologie du sol au niveau d'une zone agricole de Tipaza (Université Khemis Miliana, Algérie)

**Action 2 :** Analyse de Cycle de Vie de la REUT en irrigation en Algérie (Université Khemis Miliana, ITAP, GEAU).

REU-T en irrigation : mécanismes en jeu, durabilité, impacts et pratiques en conditions Méditerranéennes – **REUT-Med.**

**Actions réalisées et en cours :**

Interdisciplinarité GEAU



Pompage Eaux usées traitées



Maraichage avec REUT micro-irrigation



## **D. Les enjeux sociopolitiques de la REUT.**

**Action 1 :** La réutilisation des eaux usées traitées (REUT) en France : problématisations plurielles et émergence limitée (GEAU)

**Action 2 :** Mythe et réalité de la politique des eaux usées de Marrakech : entre intérêts privés et légitimation publique ( GEAU)



## REU-T en irrigation : mécanismes en jeu, durabilité, impacts et pratiques en conditions Méditerranéennes – **REUT-Med.**

### **Perspectives:**

- I. une intégration plus forte des approches pluridisciplinaires (sciences économiques et sociales, sciences politiques, sciences humaines) ;
- II. le suivi des pratiques de REUT en agriculture et des impacts environnementaux et sanitaires devra être élargies sur d'autres terrains d'étude et notamment sur le pourtour Est de la méditerranée,
- III. une extension des collaborations avec un usage renforcé des approches de modélisation et d'évaluation de scénarii (évaluation éco-environnementale) pour lever des verrous liées à l'utilisation d'approches innovantes dans les domaines de l'instrumentation, de la surveillance de systèmes, du contrôle des procédés, etc... et produire des instruments d'aide à la décision relativement aux questions posées en réutilisation des eaux usées ;
- IV. une volonté de diversifier les actions de formation et de dissémination pour impliquer un plus grand nombre d'acteurs, promouvoir plus largement les résultats de recherche obtenus dans le cadre de SICMED-REUSE et former de jeunes chercheurs.

*Par exemple, un atelier de formation et d'échange avec une association d'agriculture, qui projette l'utilisation de **EUT en irrigation sur la région de Settat au Maroc** (agriculture fourragère, irrigation goutte à goutte sur 400 ha), **est envisagé en Mai 2017.***