

# ETUDE DES MECANISMES DE DISPERSION ATMOSPHERIQUE DE CONTAMINANTS : CAS DE LA REUTILISATION D'EAUX USEES TRAITEES EPANDUES PAR ASPERSION

## I- Structures d'accueil

UMR G-EAU, Irstea Montpellier

UMR 1114 EMMAH (Environnement Méditerranéen et Modélisation des Agro-Hydrosystèmes), INRA Avignon

Direction de thèse : Dominique Courault et Séverine Tomas sous réserve accréditation HDR

Encadrement Irstea : Séverine Tomas et Bruno Molle

ED 536 - Agrosociétés et Sciences (A2S) ou ED 584 - GAIA sous réserve accréditation HDR S. Tomas (soutenance prévue 2018-2019)

## II- Objectif

Le principal objectif de cette thèse est **de caractériser les mécanismes de transport de contaminants en irrigation par aspersion**. Ces travaux permettront **de participer à la mise en place des directives encadrant l'aspersion avec des eaux usées**. Les résultats pourront aussi s'appliquer dans le cadre des **techniques de traitement par pulvérisation fixe sous frondaison**. Ils s'inscrivent dans le **Défi 1 de Irstea** : concevoir des méthodes et outils pour définir, comprendre et agir sur la qualité environnementale.

## III- Résumé

La réutilisation d'eaux usées traitées (REUT) pour l'irrigation de cultures agricoles ou l'arrosage d'espaces verts présente un intérêt vis-à-vis de la préservation de la ressource en eau tant du point de vue quantitatif que qualitatif, exacerbé par les perspectives de réchauffement climatique et de croissance de la population. La France s'est dotée récemment d'une réglementation (arrêté du 2 août 2010, révisée en juin 2014) qui autorise l'usage de systèmes d'irrigation gravitaire et localisée, et établit des règles spécifiques pour la REUT par aspersion, dans l'attente d'une meilleure évaluation des risques sanitaires liés à cette application. A l'international, d'autres réglementations, reposant sur une évaluation quantitative des risques microbiens, ont commencé à apparaître en 2006 (WHO, 2006 et EPHC/NRMMC/AHMC, 2006). Cependant, cette approche très rationnelle (on ne traite pas les eaux usées au-delà des besoins sanitaires), reste limitée par le manque de connaissances, en particulier des risques liés à l'inhalation de pathogènes ou de contaminants toxiques durant l'irrigation par aspersion (aérosolisation et transport). La dispersion des gouttes les plus fines et leur possible évaporation sont des mécanismes qui ont été très peu analysés vis-à-vis de leur potentiel de contamination de l'environnement. Cela dépend de la charge des eaux utilisées pour l'irrigation et de la proportion de particules très fines de taille micrométrique ou nanométrique. La demande sociétale exige de tendre vers une gestion de nos ressources raisonnée par un plus grand recyclage de nos déchets, grâce à de nouvelles pratiques dont les impacts doivent être précisés.

Le principal objectif de cette thèse est de caractériser les mécanismes de dispersion et de création d'aérosols selon différentes techniques d'irrigation et conditions atmosphériques. L'approche proposée se base sur un important dispositif expérimental pour étudier les processus en conditions contrôlées en utilisant en particulier de grandes souffleries permettant de travailler à vent constant fixé. Cette étude en conditions contrôlées sera complétée par des mesures extérieures en cas réel. Elle vise à fournir les connaissances fondamentales pour un modèle de dispersion de contaminants

liés à l'irrigation. Les méthodes développées et les mécanismes étudiés permettront également de répondre aux questions posées par l'utilisation des installations d'irrigation pour les traitements phytosanitaires en particulier en arboriculture (PuF : pulvérisation sur frondaison). Ces travaux permettront de participer à la mise en place des directives encadrant l'aspersion avec des eaux usées et à terme la PuF.

#### **IV- Compétences requises**

Mécanique des fluides, Science de l'eau ou physique de l'atmosphère

#### **V- Mots clés**

Modèle de transport, Dispersion atmosphérique, Réutilisation d'eaux usées, Bio-aérosols, Soufflerie

#### **VI- Bibliographie (non-exhaustive)**

Courault D., Girardin G., Renault P., Capowiez L., Hane O., Bon F. 2013. Quantification des virus aérosolisés après irrigation d'eaux usées. Colloque national microbiologie des aérosols, 7-9 octobre 2013, la Bourboule. Communication orale. Résumé : <http://microbaero2013.sciencesconf.org/>

Douzals, J.P., Al Heidary, M., 2014. How spray characteristics may influence spray drift in a wind tunnel. *Asp. Appl. Biol.* 122, 271-278.

EPHC/NRMMC/AHMC, 2006. National guidelines for water recycling: managing health and environmental risks. Environment Protection and Heritage Council, the Natural Resource Management Ministerial Council and the Australian Health Ministers' Conference, Canberra, ACT.

Ferreira, M., Miller, P.C.H., Tuck, C.R., O'Sullivan, C., 2010. Comparison of sampling arrangements to determine airborne spray profiles in wind tunnel conditions. *Asp. Appl. Biol. Int. Adv. Pest. Appl.*, 291-296.

Molle, B., S. Tomas, L. Huet, M. Audouard, Y. Olivier, J. Granier. 2016. Experimental approach to assess aerosol dispersion in the perspective of treated wastewater reuse in sprinkler irrigation. *J. Irrig. Drain Eng.*, 142(9) : 04016031.

Molle B., S. Tomas, M. Hendawi and J. Granier, 2011. Evaporation and Wind Drift Loss during Sprinkler Irrigation influenced by Droplet Size Distribution, *Irrig. and Drain.* DOI : 10.1002/ird.648.

Muppidi S. and K. Mahesh, 2008. Direct numerical simulation of passive scalar transport in transverse jets. *J. Fluid Mech.*, 598, 335–360.

Verreault D., Moineau S., Duchaine C. 2008. Methods for sampling of airborne viruses. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 72, 413-444.

WHO. 2006. Health-based targets. In WHO Guidelines for the Safe Use of Wastewater, excreta and Greywater; Volume II: Wastewater Use in Agriculture (WHO eds), 59-74.

Mara, D.D., Sleight, P.A., Blumenthal, U.J. and Carr, R.M., 2007. Health risks in wastewater irrigation: Comparing estimates from quantitative microbial risk analyses and epidemiological studies. *Journal of Water and Health*, 5(1): 39-50.