



Emission de Virus entériques de l'homme dans l'Atmosphère à proximité des Sites de traitement ou de réutilisation des eaux usées.

Acronyme: **EVASION**

Axe ECCOREV Concerné	Axe 4 : Ecodynamique et toxicologie environnementale				
Nom des coordinateurs	Dominique COURAULT	Fabienne BON	Henri WORTHAM	J-Maxime ROUX	Alexandre Armengault
Laboratoire membre d'ECCOREV Ou participants	UMR 1114 EMMAH AVIGNON	UMR1347 pôle MERS INRA Dijon	LCE Université Marseille	CEA-LETI Grenoble	AIRPACA Marseille
Courriel des coordinateurs	courault@avignon.inra.fr		Henri.Wortham@univ-amu.fr		
Téléphone des coordinateurs	0432722385				

La réutilisation des eaux usées permet de répondre partiellement à l'accroissement des besoins en eau, mais présente des risques associés aux pathogènes humains que ces eaux peuvent contenir. Parmi ces pathogènes, des virus entériques sont retrouvés en sortie des stations d'épuration, qui résistent généralement aux traitements classiques effectués. Ils ne font pas partie des pathogènes suivis dans les analyses de routine de qualité des eaux, pourtant ils sont de plus en plus souvent incriminés dans les épidémies de gastroentérites d'origine hydriques ou alimentaires. Apportés par irrigation, ces virus de très petite taille (quelques dizaine de nanomètres) peuvent être dispersés potentiellement loin dans l'atmosphère, déposés sur les parties aériennes des plantes, ou être retrouvés dans le sol, les rivières et les aquifères. Très peu d'études portent sur l'étude des mécanismes qui sont en jeu depuis leur émission dans l'air lors de la réutilisation d'eaux usées jusqu'à leur inhalation par des personnes proches des zones de traitements ou d'irrigation.

L'objectif de ce projet est de mieux comprendre le devenir des virus entériques dans l'atmosphère après irrigation d'eaux usées afin d'évaluer les risques sur les populations proches. Les questions de recherche plus spécifiques auxquelles ce projet a cherché à répondre étaient les suivantes :

- Comment se fait le processus d'aérosolisation de virus présents dans les eaux usées à partir de l'aspersion de parcelles agricoles pour différentes surfaces, types d'irrigation et de configurations atmosphériques?

- Y-a-t-il des virus qui partent par arrachement à la surface après irrigation et suivant quelle condition de surface et de climat ?

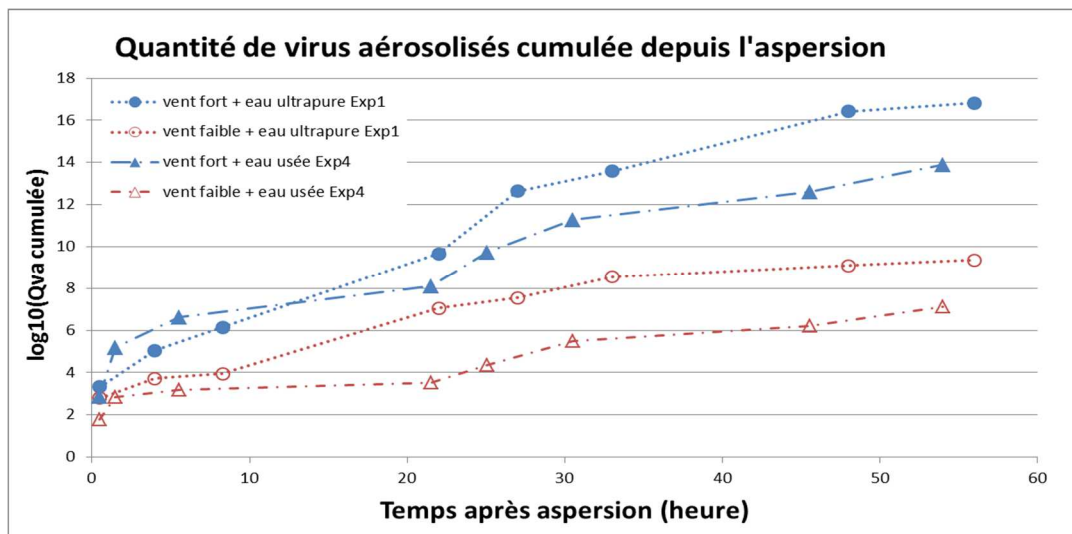
L'objectif plus détaillé a donc été de mettre au point des méthodologies pour suivre ces virus dans l'atmosphère qui permettent de dénombrer ces pathogènes et d'évaluer aussi les limites de sensibilité des outils de quantification par biologie moléculaire. Ce projet couvre un travail

essentiellement méthodologique, qui repose sur des expérimentations menées à la fois au champ mais aussi en laboratoire.

Des mesures ont été réalisées partir d'un virus modèle (le *Mengovirus murin*, virus similaire au virus de l'hépatite A mais inoffensif pour l'homme). Différents tests ont été effectués en laboratoire afin d'évaluer l'efficacité de collecte de différents biocollecteurs basés sur les principes d'impaction liquide et solide. L'étude a montré que les impacteurs avec liquide (impinger) permettaient de récupérer près de deux fois plus de virus que les impacteurs basés sur l'utilisation de filtres, mais que la perte des virus était importante dans les deux cas, supérieures à 10% (due au bullage pour les impingers et aux techniques de récupération pour les filtres).

Sur le terrain, une eau chargée avec une concentration connue de *Mengovirus murin*, a été utilisée en aspersion sur du sol nu présentant différentes conditions de surface. Le dispositif expérimental comprend plusieurs tunnels permettant de fermer le système une fois l'irrigation effectuée. Ces tunnels disposent d'une ventilation réglable simulant des conditions de vents forts et faibles. Des prélèvements d'air ont été analysés sur plusieurs jours après les apports, et montrent des variations significatives de virus dans l'air suivant les situations étudiées.

La figure 1 montre les quantités de virus aérosolisés (Q_{va} , exprimés sous forme de log en cumuls depuis l'aspersion jusqu'à 3 jours après irrigation) pour deux conditions de composition d'eaux différentes et de vent variable. L'effet de l'intensité du vent a un impact clair sur la remise en suspension de virus dans l'air, plus le vent est fort, plus les quantités de virus aérosolisés sont importantes, quelle que soit la composition de l'eau contenant les virus. Ceci étant, lorsque l'eau est déjà chargée en divers constituants (cas de l'eau usée), les virus sont moins nombreux à repartir dans l'atmosphère que lorsqu'il s'agit d'eau pure. Ces résultats originaux ont fait l'objet d'un abstract soumis à la conférence internationale de l'AGU qui se tiendra à San Francisco en décembre prochain



Communications

Courault D, Girardin G, Capowiez L, Krawczyk C, Ball C, Albert I, Salemkour A, Bon F, Perelle S, Fraisse A, Renault P, Amato P, 2014. Bioaerosol dispersion in relation with wastewater reuse for crop irrigation. (Experiments to understand emission processes with enteric virus and risks modeling) AGU San Francisco, 15-19 dec 2014, (présentation orale + abstract)

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 oct 2013, la Bourboule, <http://microbaero2013.sciencesconf.org/> (oral+ abstract)

Girardin G, Bon F, Renault P, Wortham H, Capowiez L, Tison F, Courault D, 2013. Inactivation atmosphérique des virus présents dans les eaux usées utilisées en irrigation : suivi en enceinte climatique dédiée. Colloque national microbiologie des aérosols, 7-9 oct 2013, la Bourboule, <http://microbaero2013.sciencesconf.org/> (oral + abstract, thésard encadré)

Girardin G, Bon F, Courault D, Renault P, Wortham H, Capowiez L, Tison F, 2013. Survival of Enteric Viruses emitted in the Atmosphere after irrigation by wastewater: experimental assessment in a Lab reactor. 5th congress of European microbiologists, FEMS Leipzig, 21-25 juil 2013, Autriche, http://www2.kenes.com/fems2013/pages/home.aspx?gclid=CNyT07XT8rYCFfLkAod_3kA7w. (abstract+ poster, thésard encadré)

Article à comité de lecture soumis

Tison F, Girardin G, Courault D, Renault P, Wortham H, 2015. Générateur d'atmosphère contrôlée pour étudier l'impact des facteurs climatiques sur le comportement de micro-organismes, soumis aux cahiers techniques de l'INRA, 13p.

Mémoires d'étudiants

Krawczyk C, 2014. Etude de la dispersion des bioaérosols liés à la re-utilisation d'eaux usées pour l'irrigation agricole (cas des virus entériques). Rapport de stage M2, Bordeaux Sciences Agro, 38p.

Ball C, 2014. Evaluation de méthodes de mesures de pathogènes partants dans l'atmosphère après irrigation de parcelles agricoles avec des eaux usées. Rapport IUT Digne, DUT Génie Biologique Option Génie de l'Environnement
51p

Hane O, 2013. Evaluation de méthodes de mesures de pathogènes partants dans l'atmosphère après irrigation de parcelles agricoles avec des eaux usées. Mémoire de M2 spécialisé, Capteurs et géosciences, Polytech Orléans.

En préparation

Suites données au projet :

Dépôt en 2013 d'un projet ANR W2REUSE porteur Dominique COURAULT (suite à la sélection de la lettre d'intention)

Guichet : ANR défi 1 gestion sobre des ressources

Intitulé : *Reuse of treated wastewater in agricultural irrigation by an integrated approach combining water treatment, environmental fate of enteric viruses, microbial risk assessment and cost-benefits considerations*

Dépôt d'une lettre d'intention en 2014 à l'ANR W2REUSE, revu avec des partenaires complémentaires

Projets obtenus

Acceptation d'un projet Initiative Structurante EC2CO, porteur Dominique Courault, avec ICCF Clermont, UMR AgroparisTech INRA Paris- Versailles, ANSES, AMU LCE Marseille

Intitulé: *Evaluation des risques liés aux virus entériques de l'homme émis dans l'atmosphère à proximité des sites de traitement d'eaux usées ou de réutilisation en irrigation*

Dépôt équipement lourd obtenu pour financer 2 impacteurs en cascades d'un montant de 82.3k€ (50k€ obtenu par la CNOC de l'INRA et 16.3 k€ par le département EA porteur Dominique Courault, avec INRA Bordeaux, Narbonne, Dijon, UPV Avignon)