

ETUDE DES MÉCANISMES DE DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE DE CONTAMINANTS: CAS DE LA RÉUTILISATION D'EAUX USÉES TRAITÉES ÉPANDUES PAR ASPERSION

Nom et prénom du(de la) (post)doctorant(te) : MEHRNAZ ZARDARI

Contact :

Période du (post)doctorat : 2019-2022, soutenue le 20/12/2022

Laboratoire de rattachement : GEAU

Direction de thèse/postdoc / co-encadrement : Dominique Courault (EMMAH), Séverine Tomas et Bruno Molle (GEAU)

Partenariat/projet dans le cadre duquel s'inscrit la thèse : SMARTFERTIREUSE

Financement :

Résumé : La réutilisation d'eaux usées traitées représente une alternative intéressante pour pallier le manque d'eau et contourner les périodes de pénuries de plus en plus fréquentes ces dernières années. On constate cependant que cette pratique est peu utilisée en France, en raison d'une réglementation contraignante, et une crainte que ces eaux puissent contenir encore des contaminants ou pathogènes pas complètement éliminés par des traitements standards. Il manque de données sur ce dernier point en particulier concernant les bioaérosols qui sont émis suite à l'irrigation par aspersion. Très peu de mesures existent et les protocoles ne sont pas standardisés. L'irrigation par aspersion utilisant des eaux usées traitées peut présenter des risques sanitaires potentiels liés aux bioaérosols émis dans l'atmosphère. Le transport de ces aérosols est un phénomène complexe sur lequel on manque encore de connaissances sur les processus de dispersion. Il dépend de l'effet combiné de plusieurs paramètres dont la taille et la proportion de fines gouttelettes (<0,15 mm) et la vitesse du vent, qui sont les vecteurs les plus importants pour la transmission potentielle de pathogènes.

L'objectif de notre étude a été de mieux comprendre les mécanismes de dispersion atmosphérique des contaminants émis dans l'air par les eaux usées lorsque l'on irrigue par aspersion. Les principales questions auxquelles nous avons cherché à répondre ont été : - Quels sont les principaux facteurs et conditions affectant la dispersion des contaminants lors de l'irrigation par aspersion ? - Quelles techniques et méthodes doivent être utilisées pour la détection et l'échantillonnage des (bio) aérosols générés par l'irrigation par aspersion ? – Comment modéliser le transport et la dispersion des aérosols provenant de l'irrigation par aspersion des eaux usées traitées ? Pour répondre à ces questions, différentes expériences ont été réalisées en conditions contrôlées et en extérieur pour diverses conditions environnementales. Des comparaisons entre différents types de collecteurs (actifs (AGI-4 et SKC Biosampler) et passifs (fils de PVC)) ont été faites en utilisant deux traceurs. Avec un

colorant fluorescent (Acid Brilliant Flavine), les résultats ont montré que l'efficacité physique de l'AGI-4 était presque 16,5 % plus élevée que celle du SKC Biosampler dans la plage de 5 à 30 minutes. Des expériences ont également été menées avec E.coli. L'efficacité du SKC est apparue supérieure à celle de l'AGI-4 pour les différentes conditions étudiées. L'augmentation du temps d'échantillonnage de 5 min à 15 min, montre que la viabilité d'E.coli est réduite dans les deux AGI-4 et SKC d'un facteur de 37% et 14%, respectivement. Des expériences en soufflerie ont permis d'analyser le comportement d'un nuage de fines gouttes.

En conditions extérieures, neuf expériences ont été menées avec différentes conditions environnementales. En injectant de l'ABF dans l'eau, la distribution des aérosols produite à partir d'un asperseur soumis à une pression de fonctionnement de 350 kPa a été mesurée verticalement (1-10 m au-dessus du sol) sous le vent et horizontalement dans un périmètre équivalent à 4 fois la portée de l'asperseur (20-40 m). La distribution transversale au vent du panache de gouttelettes provenant d'un asperseur suit une distribution gaussienne, et le taux de dispersion dépend de la vitesse du vent et de l'écart type de la direction du vent. Différents modèles ont été évalués en faisant varier les facteurs climatiques mesurés. Deux modèles empiriques combinant des variables spatiales et les principaux paramètres météorologiques, notamment la vitesse du vent, l'écart type de la direction du vent, la température et l'humidité relative (pour le transport advectif), fournissent les meilleures corrélations entre les valeurs de transport simulées et les données observées ($R^2=0,9$). Ces modèles peuvent être utilisés pour de futures études visant à évaluer les risques liés à la réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation.

Axe(s)/Domaine(s) d'applications(s) du réseau/TRL :