Thèse de doctorat de Paul Minier

*Fichier : Leesu-Minier-These-Resume-2023-10-02.docx*

# Résumé

Le développement de systèmes d’assainissement permettant une valorisation avancée des excrétions humaines n’est envisageable que s’ils sont considérés comme sûrs vis-à-vis du risque infectieux entérique (RIE). Cette thèse vise à contribuer à cette question de santé publique, en analysant la maîtrise du RIE dans la gestion des matières fécales par le tout-à-l'égout et par les techniques de séparation à la source.

De nos jours, le tout-à-l’égout (TAE), système dominant en France et dans les pays industrialisés, est considéré comme une filière « sûre » si les eaux usées sont acheminées vers une station de traitement. Cependant, celles-ci ne sont généralement pas astreintes à des objectifs sanitaires sur les eaux rejetées. En évacuant le risque fécal des zones urbaines densément peuplées, le TAE limite la contamination intra-urbaine, mais il déplace ce risque vers l’environnement. Cette gestion induit un fort risque de santé publique pour les usagers du milieu récepteur situés en aval du rejet. Dans de nombreux pays industrialisés comme la France, d’autres barrières sont alors présentes pour le limiter (traitement de l’eau de consommation, restrictions de baignade, interdiction de vente de coquillages, système de santé performant, etc.).

Nous montrons que, depuis son développement à partir de la fin du XIXe siècle, l’efficacité sanitaire du TAE dans la gestion des matières fécales manque de preuves précises de son efficacité, notamment en raison de la concomitance avec d'autres facteurs, comme l’alimentation en eau et d’un contexte général d’amélioration de la santé et de transition épidémiologique. Il a même pu avoir des effets négatifs à l’échelle du territoire dans les contextes où le traitement de l'eau potable a été introduit tardivement. L’analyse des éditions successives du manuel d’assainissement dit « Metcalf & Eddy », publié de façon actualisée de 1914 à 2013, montre que la gestion du risque sanitaire induit par le rejet d’eaux usées contaminées à l’environnement est externalisée vers les secteurs impactés (eau de boisson, conchyliculture, baignade…).

La maîtrise du RIE ne repose donc pas sur l'établissement d'une barrière entre les déjections humaines et l'environnement (ce que l'on pourrait appeler l'assainissement), mais sur le maintien d'une barrière entre un environnement contaminé et les différents usages de l’eau, en particulier l’eau potable.

L’analyse qualitative du risque biologique de systèmes d’assainissement par séparation à la source déployés en France et en Suisse nous pousse à croire que ces systèmes d’assainissement pourraient permettre de limiter la transmission des maladies infectieuses entériques si l'ensemble de la chaîne de gestion est géré de manière adéquate. Ces systèmes d’assainissement, devenus particulièrement pertinents dans un monde en changement global et en risque de désescalade énergétique, pourraient alors être une solution de gestion des matières fécales autant, voire davantage, "sûre" que le TAE. Une analyse plus complète des voies actuelles de transmission et des risques futurs posés par les maladies infectieuses entériques, ainsi que des conséquences sanitaires des différents systèmes d’assainissement, non seulement à l'échelle urbaine, mais aussi à l'échelle plus large de toutes les communautés impactées reste à être menée.

**Mots-clés :** Matières fécales ; tout-à-l'égout ; séparation à la source ; analyse de risque ; maladies infectieuses entériques ; transition épidémiologique.

Abstract

The development of sanitation systems for the advanced reclamation of human excreta can only be envisaged if they are considered safe in terms of enteric infectious risk (EIR). This thesis aims to contribute to this public health issue, by analyzing the control of EIR in the management of fecal matter by sewerage and source separation techniques.

Today, the main sewerage system in France and other industrialized countries is considered "safe" if the wastewater is sent to a treatment plant. However, these plants are generally not bound by health objectives for the water they discharge. By removing the risk of faecal contamination from densely populated urban areas, sewerage limits intra-urban contamination, but shifts the risk to the environment. This management generates a high public health risk for downstream users of the receiving environment. In many industrialized countries, such as France, other barriers are in place to limit this risk (drinking water treatment, bathing restrictions, shellfish sales bans, effective health systems, etc.).

We show that, since its development from the end of the XIXth century onwards, there has been a lack of precise proof of the sanitary effectiveness of sewerage in the management of faecal matter, notably due to its concomitance with other factors, such as water supply, and a general context of health improvement and epidemiological transition. It may even have had negative effects on a regional scale in contexts where drinking water treatment was introduced late. An analysis of successive editions of the so-called "Metcalf & Eddy" sanitation manual, published in updated form from 1914 to 2013, shows that management of the health risk induced by the discharge of contaminated wastewater into the environment is externalized to the sectors impacted (drinking water, shellfish farming, bathing...).

EIR control is therefore not based on establishing a barrier between human faeces and the environment (what we might call sanitation), but on maintaining a barrier between a contaminated environment and the various uses of water, particularly drinking water.

Qualitative analysis of the biological risk of source-separated sanitation systems deployed in France and Switzerland leads us to believe that these sanitation systems could make it possible to limit the transmission of enteric infectious diseases if the entire management chain is properly managed. These sanitation systems, which have become particularly relevant in a world undergoing global change and at risk of energy de-escalation, could then be a faecal matter management solution as "safe" as, or even safer than, sewerage. A more complete analysis of current transmission routes and future risks posed by enteric infectious diseases, as well as the health consequences of different sanitation systems, not only on an urban scale, but also on the wider scale of all impacted communities, remains to be carried out.

**Keywords:** Faecal matter; sewerage; source separation; risk analysis; enteric infectious diseases; epidemiologic transition