

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

Mesurage de l'infiltration et de l'exfiltration des eaux usées  
et des ECP dans un réseau d'assainissement.

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 6-0010-19

APA Citation (توثيق APA):

Cheklat, Sabrina (2019). Mesurage de l'infiltration et de l'exfiltration des eaux usées  
et des ECP dans un réseau d'assainissement[Thèse de master, ENSH].

The digital repository of the Higher National School for Hydraulics "Digital Repository of ENSH" is a platform for valuing the scientific production of the school's teachers and researchers.

Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...) and broadcasting it online.

Digital Repository of ENSH is built on the open software platform and is managed by the Library of the National Higher School for Hydraulics.

المستودع الرقمي للمدرسة الوطنية العليا للري هو منصة خاصة بتمكين الإنتاج العلمي لأساتذة و باحثي المدرسة.

يهدف المستودع الرقمي للمدرسة إلى حصر الإنتاج العلمي سواء كان منشورا أو غير منشور (أطروحات، مطبوعات، مبداعات، مقالات، دوريات، كتب....) و بثه على الخط.

المستودع الرقمي للمدرسة مبني على المنصة المفتوحة و يتم إدارته من طرف مديرية المكتبة للمدرسة العليا للري.

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.



## Sommaire :

Introduction générale : .....	4
Chapitre I : Etat de l'art.....	6
I.1. Infiltration : .....	6
I.1.1 Définition des eaux claires parasites : .....	6
I.1.2 .Origines des eaux claires parasites.....	6
I.1.3. Classification des eaux claires parasites .....	7
a) Classification par répartition spatiale: .....	7
b) Classification par répartition temporelle : .....	7
I.2. Exfiltration des eaux usées : .....	7
I.3. Causes de l'infiltration et l'exfiltration des eaux dans un réseau d'assainissement : .....	8
I.4. Impacts et conséquences des phénomènes de l'infiltration et l'exfiltration des eaux : .....	8
I.4.1. Impacts de L'infiltration des eaux parasite : .....	13
I.4.2. Les solutions pour pallier aux problèmes d'infiltration des ECP : .....	15
I.4.3. Les Risques engendrés par l'exfiltration des eaux usées et leurs impacts .....	15
I.4.4. Les solutions palliatives à l'exfiltration .....	16
Conclusion : .....	17
Chapitre II : Mesurage des débits d'infiltration et d'exfiltration par les méthodes traditionnelles. .	18
Introduction .....	18
II.1. Les méthodes traditionnelles utilisées pour estimer les Eaux claires parasites .....	18
a) La méthode du débit journalier d'eaux usées de temps sec (EPA ,1973) : .....	18
b) Méthode de production d'eau usée (Mayer, 1999, Harping, 1997, Université .....	19
c) La méthode de Stevens et Schutzbach (Stevens et Schutzbach, 1999 ;Chebba, 2017) :..	19
d) Méthode suisse (Hager et al., 1985 ;) : .....	20
e) Méthode d'Annen et Mueller (Annen, 1980,Chebba,2017) : .....	20
f) Différence des débits journaliers de hautes et basses eaux (Joannis, 1994) : .....	21
g) Méthode du "density average" .....	21
II.2. L'estimation des eaux d'exfiltration.....	22
Conclusion.....	23
Chapitre III : Méthode basées sur l'utilisation des traceurs. ....	24
Introduction .....	24

III.1. Méthode du traçage naturel aux isotopes .....	24
III.1.2. Définition du $\delta^{18}\text{O}$ : .....	25
III.1.3. Principe de la mesure du $\delta^{18}\text{O}$ .....	25
III.1.4. Mesurage de l'infiltration en appliquant la méthode des isotopes : .....	26
III.1.5. Limite de la méthode des isotopes : .....	27
III.2. Méthode de traçage artificiel au Nacl (méthode QUEST) .....	27
III.2.1. Principe de la méthode QUEST : .....	27
III.2.2 Choix du traceur .....	29
III.2.3 Limites d'application de la méthode QUEST : .....	29
Conclusion : .....	30
Chapitre IV :Recherche bibliographique sur la modélisation des écoulements des eaux d'infiltration et d'exfiltration dans un collecteur d'eau usées : .....	31
Introduction .....	31
IV.1. Principe de quantification des eaux d'infiltration et d'exfiltration : .....	31
IV.2. Estimation des débits d'infiltration et d'exfiltration en se basant sur l'équation de Torricelli : .....	32
Conclusion.....	33
Conclusion générale : .....	341
Références : .....	35

## ملخص

إن ظواهر التسلل والتسلل من المياه تولد آثاراً ضارة ليس فقط على الصحة العامة ولكن أيضاً على أداء نظام الصرف الصحي وكفاءة محطات المعالجة.

في الوقت الحالي، لا تعد الطرق المستخدمة لقياس تسرب المياه ومياه الصرف في أنظمة الصرف الصحي دقيقة ومكلفة للغاية. لهذا الغرض، تم وضع طرق جديدة للحصول على نتائج أكثر دقة.

يهدف هذا البحث إلى وصف الطرق المختلفة لقياس التسرب ومياه الترشيح وإجراء دراسة مقارنة بين الطرق التقليدية والأساليب الجديدة القائمة على التتبع الطبيعي والاصطناعي والطريقة القائمة على النمذجة.

**الكلمات المفتاحية:** التسلل، الترشيح، مياه الصرف الصحي، الصرف الصحي، التدفق عبر الفتحات والفوهات.

## Résumé

Les phénomènes de l'infiltration et de l'exfiltration des eaux engendrent des impacts néfastes non seulement sur la sante publique mais aussi sur le fonctionnement du réseau d'égout et l'efficacité des stations d'épuration.

Actuellement les méthodes réalisées pour mesurer les eaux d'infiltration et d'exfiltration dans les réseaux d'assainissement ne sont pas précises et très couteuses. Pour cela de nouvelles méthodes ont été mises en place afin d'avoir des résultats plus précis.

Cette recherche a pour but de décrire les différentes méthodes de mesurage des eaux d'infiltration et exfiltration et faire l'étude comparative entre les méthodes traditionnelles, les nouvelles méthodes basées sur les traçages naturels et artificiels et la méthode basée sur la modélisation.

**Mots clés :** l'infiltration, l'exfiltration, eau usées, assainissement, loi de débit à travers les ajutages et les orifices,

## Abstract:

The phenomena of infiltration and exfiltration of water generate negative impacts not only on the operation of the sewer system but also on the efficiency of the treatment plants.

Currently, the methods used to measure infiltration and exfiltration water in sewerage systems are not precise and very expensive. For this, new methods have been put into place to have results that are more accurate. The purpose of this research is to describe the new methods of measuring infiltration and exfiltration water and to make a comparative study between traditional methods, these new methods based on natural and artificial tracing and .the method based on modeling.

**Key words:** infiltration, exfiltration, wastewater, sanitation, flow through the nozzles and orifices

## **Introduction générale :**

La question du vieillissement et la détérioration des réseaux d'assainissement devient de plus en plus importante surtout pour les gestionnaires des réseaux d'assainissement.

Parmi les conséquences directes dues à la dégradation des réseaux d'égout, les défauts d'étanchéité qui peuvent donner naissance à deux phénomènes, l'infiltration d'eaux souterraines et l'exfiltration.

L'infiltration conduit à une augmentation significative du débit des eaux usées qui arrive à la station d'épuration, et donc dans le coût du traitement, elle modifie également la composition chimique par dilution des principaux composants des eaux usées d'une part, et par addition des polluants supplémentaires d'une autre part. Par conséquent, ces décharges parasites compliquent l'évaluation du rôle du système d'égout en tant qu'étape de prétraitement des eaux usées (Hvitved-Jacobsen et al., 1995; Warith et al., 1998).

D'autre part l'exfiltration des eaux usées peut causer la contamination des eaux souterraines utilisées pour l'alimentation en eau potable d'une part et la pollution des sols d'une autre part.

De plus, l'infiltration et l'exfiltration contribuent à plusieurs phénomènes qui peuvent détériorer la structure physique des réseaux d'assainissement tel que la déstabilisation, l'affaissement de la chaussée et l'érosion des parois des conduites.

Le mesurage de ces eaux d'infiltration et d'exfiltration au sein du réseau d'assainissement est une démarche très importante du point de vue technique et financière, elle est une préoccupation majeure dans le domaine de la gestion des eaux urbaines. Les estimations des décharges parasitaires rapportées vont de 30 à 72% (Valliron et Tabuchi, 1992; Verbanck, 1993; Kracht et Gujer, 2005; Kracht et al., 2007).

Plusieurs chercheurs et praticiens partout dans le monde ont étudié les phénomènes de l'infiltration depuis 20 ans et l'exfiltration depuis 10 ans environ. (Jérôme De Bénédictis, 2004)

Cependant, les méthodes de mesurage de l'infiltration et de l'exfiltration ne donnent pas des résultats précis. Le programme de recherche européen APUSS (Assessing infiltration and exfiltration on the Performance of Urban Sewer Systems) a mis en place de nouvelles méthodes plus précises, moins coûteuses et ne modifient pas les caractéristiques hydrauliques de l'écoulement des eaux usées dans les collecteurs.

Ces méthodes reposent sur le traçage naturel (l'utilisation des isotopes naturels) pour mesurer la quantité d'eau qui s'infiltré dans les collecteurs et sur le traçage artificiel au NACL pour le mesurage de l'exfiltration des eaux usées artificiels.

De plus ces débits peuvent être estimés en se basant sur la théorie des orifices et ajutages en considérant les fissurations comme étant des orifices.

L'objectif de notre travail est d'identifier les méthodes de mesure des eaux d'infiltration et d'exfiltration dans les réseaux d'assainissement et d'en donner une description qualitative de chaque méthode. Dans cette perspective nous avons suivi la méthodologie suivante :

- Mise en évidence les problèmes et les impacts de l'infiltration et de l'exfiltration des eaux sur le fonctionnement des réseaux d'assainissement.
- Décrire les différentes méthodes de mesurage des eaux d'infiltration et exfiltration.
- Etude comparative entre les méthodes traditionnelles et les nouvelles méthodes.

Ce mémoire sera composé en quatre parties :

La partie I nous donnera un aperçu bibliographique en termes de connaissance des phénomènes d'infiltration et d'exfiltration des eaux dans les réseaux d'assainissement. Dans ce chapitre nous nous intéressant à l'état de l'art dans lequel nous allons élaborer les définitions, les causes et les impacts de ces deux phénomènes.

La partie II concerne le mesurage de l'infiltration des eaux claires parasites dans les réseaux d'égout par les méthodes traditionnelles.

La partie III décrit la méthode du traçage naturel et artificiel au NaCl utilisée pour le mesurage de de l'infiltration et l'exfiltration des eaux usées en comparant cette dernière aux anciennes méthodes.

La partie VI vise à mettre en évidence le mesurage de l'infiltration l'exfiltration en se basant sur la modélisation.