



**HAL**  
open science

**Modélisation des durées de transit des eaux usées dans  
le bassin de collecte d'un réseau d'assainissement  
unitaire. Une contribution aux diagnostics à l'amont des  
déversoirs d'orage et des stations d'épuration**

Gaëlle Deletraz, Thomas Bersinger

► **To cite this version:**

Gaëlle Deletraz, Thomas Bersinger. Modélisation des durées de transit des eaux usées dans le bassin de collecte d'un réseau d'assainissement unitaire. Une contribution aux diagnostics à l'amont des déversoirs d'orage et des stations d'épuration. Conférence Francophone SIG 2016, ESRI, Oct 2016, Versailles, France. hal-01408744

**HAL Id: hal-01408744**

**<https://hal.science/hal-01408744>**

Submitted on 5 Dec 2016

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Modélisation des durées de transit des eaux usées dans le bassin de collecte d'un réseau d'assainissement unitaire. Une contribution aux diagnostics à l'amont des déversoirs d'orage et des stations d'épuration.

Gaëlle DELETRAZ, Laboratoire PASSAGES UMR 5319

Thomas BERSINGER, IPREM LCABIE UMR 5254



**Contact :** Laboratoire Passages, Institut Claude Laugenie, Domaine universitaire, 64000 Pau

**Public visé :** Spécialistes SIG / collectivités

**Logiciels Esri utilisés :** ArcGIS et Spatial Analyst

**Thématiques :** Environnement – Assainissement et eaux pluviales

**Mots-clés :** Assainissement, bassin versant de collecte, déversoir d'orage, diagnostic à l'amont, station d'épuration, durée de transit, flux de direction.

**Résumé :** Mise en place d'un modèle d'écoulement des eaux usées dans un réseau d'assainissement unitaire. L'objectif du traitement est de calculer les durées de transit des eaux usées dans un bassin versant de collecte d'un réseau d'assainissement jusqu'au déversoir d'orage. Cet outil doit aider à comprendre la dynamique des déversoirs d'orage et s'inscrit dans l'optique de la réalisation de diagnostics à l'amont des stations d'épuration.

## Contexte général

En cas de fortes pluies, la capacité des stations d'épuration ne permet pas toujours de traiter l'ensemble des effluents produits. Il est alors nécessaire de dévier ces flux afin d'éviter l'encombrement des conduites et l'inondation des agglomérations. C'est le rôle des déversoirs d'orages, structures de « trop-plein », qui permettent de rejeter une partie des effluents dans le milieu naturel ou dans un bassin de rétention, sans passer par la station d'épuration, lorsque le débit en amont dépasse une certaine valeur que l'on appelle débit de référence. Ces rejets directs d'effluents par les réseaux d'assainissement collectif unitaires sont susceptibles d'avoir un impact fort sur la qualité des milieux aquatiques ou sur les usages sensibles à la pollution bactériologique, notamment la production d'eau potable, la baignade, la conchyliculture et la pêche à pied professionnelle ainsi que la pêche à pied de loisir.

Dans une note du 12 août 2016, le ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, chargé des Relations internationales sur le climat fait le constat général que « *les agglomérations d'assainissement émettent de façon non négligeable, et parfois significative, vers les milieux aquatiques, des substances dangereuses* » mais également celui d'un « *relatif manque de connaissances des émissions de certains micropolluants par ces agglomérations* » d'où la mise en place d'une surveillance réglementaire mais aussi, dans certains cas, d'un diagnostic à l'amont des stations d'épuration.

Ce diagnostic doit permettre de déterminer les sources potentielles de micropolluants déversées dans le réseau de collecte et proposer des actions de prévention ou de réduction à mettre en place pour réduire les flux de micropolluants arrivant à la station ou aux déversoirs d'orage. Ces propositions d'actions doivent être argumentées.

On peut imaginer que ces dernières s'orienteront vers des mesures de prévention au regard de l'imperméabilisation des sols, visant la limitation du ruissellement par le stockage et la régulation des eaux de pluie le plus en amont possible tout en privilégiant l'infiltration à la parcelle des eaux faiblement polluées. Ces mesures préventives s'appuient sur le concept de gestion intégrée de l'eau. Une gestion intégrée de l'eau incite à

travailler sur l'ensemble du cycle de l'eau d'un territoire (eaux usées, eaux pluviales, eau potable, eaux naturelles et d'agrément...) et à associer l'ensemble des acteurs au sein d'une collectivité (urbanisme, voirie, espaces verts, usagers...). La gestion intégrée des eaux pluviales est ainsi reconnue comme une alternative à la gestion classique centralisée dite du « tout tuyau » (SDAGE Loire-Bretagne, 2016).

Les enjeux de la gestion intégrée des eaux pluviales visent à :

- intégrer l'eau dans la ville ;
- assumer l'inondabilité d'un territoire en la contrôlant, en raisonnant l'inondabilité à la parcelle sans report d'inondation sur d'autres parcelles ;
- gérer la pluie là où elle tombe et éviter que les eaux pluviales ne se chargent en pollution en macro polluants et micropolluants en ruisselant ;
- réduire les volumes collectés pollués et les débits rejetés au réseau et au milieu naturel ;
- adapter nos territoires au risque d'augmentation de la fréquence des événements extrêmes comme les pluies violentes, en conséquence probable du changement climatique.

## Traduction pratique de l'évolution du contexte réglementaire

Les obligations des collectivités diffèrent selon la taille ou les caractéristiques des STEU (Station de traitement des eaux usées). On ne décrira pas ici l'ensemble du dispositif réglementaire mis en place et ses déclinaisons selon les cas mais on retient simplement l'idée que les agglomérations de taille moyennes et importantes sont concernées par l'obligation de suivi obligatoire qui porte sur les stations d'épuration supérieures à 10 000 équivalent-habitants (eh)<sup>1</sup>. Il s'agit de suivre une liste de micropolluants dans les effluents en entrée et en sortie de stations et de mettre en œuvre leur réduction.

La note technique du 12 août 2016, citée ci-dessus, présente donc une « nouvelle stratégie » qui tient compte de l'évolution des connaissances (nouveaux polluants spécifiques, substances prioritaires et dangereuses), des nouvelles normes de qualité environnementales, de l'amélioration des méthodes analytiques, de la capitalisation des campagnes précédentes. Cette stratégie est articulée en deux phases :

- Une phase de recherche sur les eaux brutes et les eaux traitées qui permet d'identifier les micropolluants à enjeu pour chaque station étudiée,
- Une phase de diagnostic à l'amont de la station qui permet une meilleure compréhension des sources d'émissions et une identification des actions de prévention ou de réduction pertinentes. C'est dans ce cadre que le travail entrepris et présenté ici prend place.

## Les diagnostics à l'amont ou le besoin de connaissance

Il devient donc essentiel de bien connaître le fonctionnement du réseau d'assainissement et de maîtriser la collecte et le transfert des effluents jusqu'à la station d'épuration. Ce besoin de connaissance est assez général et urgent au sein des agglomérations car les diagnostics vers l'amont doivent être réalisés entre 2017 et 2019 dès lors que des micropolluants sont identifiés comme significativement présents dans les eaux brutes ou les eaux traitées de la station. Un bilan au niveau national est prévu pour 2023. Il devra permettre de faire évoluer les objectifs assignés à ces études, d'en améliorer la méthodologie et de mettre en avant les bonnes pratiques rencontrées pour améliorer la maîtrise des apports d'eaux pluviales dans le réseau, que ce soit par des voies

---

<sup>1</sup> Equivalent-habitant charge moyenne de pollution produite par habitant et par jour :

- 150 litres d'eau usée
- 90 g de matières en suspension
- 60 g de demande biologique en oxygène à 5 jours (biodégradable)
- 135 g de demande chimique en oxygène
- 15 g d'azote Kjeldhal (organique)
- 4 g de Phosphore

Ces valeurs définissent le caractère domestique d'un effluent.

préventives (règles d'urbanisme pour les aménagements nouveaux) et/ou éventuellement palliatives (maîtrise de la collecte des rejets).

Pour l'heure, ces diagnostics doivent présenter les éléments suivants :

- Réalisation d'une cartographie du réseau de la station avec notamment les différents types de réseau (unitaire/séparatif/mixte) puis identification et délimitation géographique des bassins versants de collecte et des grandes zones d'occupation des sols : zones agricoles, zones d'activités industrielles, zones d'activités artisanales, zones d'habitations, zones d'habitations avec activités artisanales ;
- Identification sur la cartographie réalisée des contributeurs potentiels dans chaque zone (par exemple grâce au code NAF) ;
- Identification des émissions potentielles de micropolluants par type de contributeur et par bassin versant de collecte, compte-tenu de la bibliographie disponible ;
- Réalisation éventuelle d'analyses complémentaires pour affiner l'analyse des contributions par micropolluant et par contributeur ;
- Proposition d'actions visant la réduction des émissions de micropolluants, associées à un calendrier de mise en œuvre et à des indicateurs de réalisation ;
- Identification des micropolluants pour lesquelles aucune action n'est réalisable compte-tenu soit de l'origine des émissions du micropolluant (ex : levier d'action existant mais uniquement à l'échelle nationale), soit du coût démesuré de la mesure à mettre en place.

## **Modélisation des durées de transit des eaux usées et pluviales dans le réseau**

### **Les objectifs de notre contribution**

Notre travail s'inscrit dans ce besoin d'approfondissement de la connaissance du fonctionnement du système de collecte. Il s'agit d'un travail de collaboration entre la communauté d'agglomération de Pau-Pyrénées et l'université de Pau et des Pays de l'Adour. Une partie de cette collaboration porte sur le suivi des micropolluants, une autre est dédiée à la cartographie des bassins versants de collecte et à l'exploration des possibilités de modélisation, de façon facilement reproductible, du temps de transit nécessaire à une goutte d'eau tombée sur l'agglomération paloise pour parvenir au déversoir d'orage associé à son bassin de collecte.

Dans cette présentation, nous détaillons comment nous sommes parvenus à une première évaluation de ce temps de transit. Plusieurs données en entrée devront être affinées pour une utilisation opérationnelle ainsi qu'un couplage avec les données d'imperméabilisation des sols, données existantes mais non intégrées à l'heure actuelle. L'objectif est d'apporter un élément d'information supplémentaire pour accompagner ou du moins hiérarchiser spatialement la mise en œuvre d'actions préventives ou palliatives pour la réduction des apports d'eaux pluviales dans le réseau d'assainissement. Ce travail peut être qualifié d'exploratoire mais constitue une première étape vers un modèle plus complet. Le travail est réalisé sous ArcGis 10.2 et Spatial Analyst.

### **La zone d'étude**

La zone test retenue est le bassin versant de collecte attaché au déversoir d'orage DO3bis sur la communauté d'agglomération de Pau-Pyrénées. Il s'agit d'un bassin versant à forte densité de population. Nous travaillons avec les données du service assainissement, revue et complétée sur le terrain lors de cette étude.

### **La chaîne de traitement**

La chaîne de traitement comprend plusieurs étapes.

## Etape 1 : Calcul des directions de flux dans le réseau

Les couches vecteurs du réseau et de localisation du déversoir d'orage (l'exutoire) sont rastérisées. Nous travaillons à une résolution de 1 mètre par pixel. Ces couches font l'objet d'une classification. On affecte la valeur 1 au réseau et à l'exutoire et la valeur NoData au reste de l'espace. On calcule la distance en mètre à l'exutoire pour chaque point du réseau à l'aide de la fonction de spatial analyst « distance de coût ». Sur cette base, on calcule la direction des flux du réseau avec la fonction « flux de direction », donnée par les valeurs de distance. On obtient une carte des sens d'écoulement pour chaque point du réseau. On reclasse cette couche pour affecter des zéro à la place des NoData.

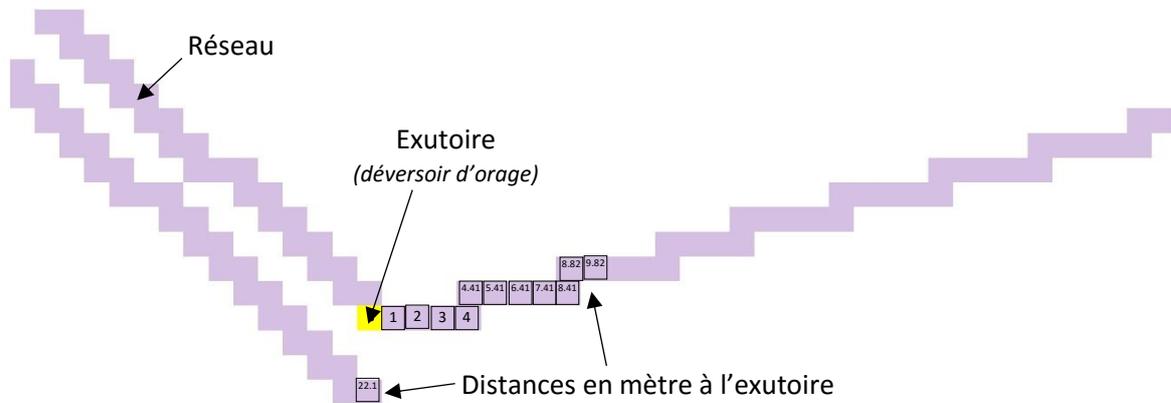


Figure 1 : Distance en mètre de chaque point du réseau à l'exutoire calculé avec la fonction « distance de coût ». (Extrait de la couche).

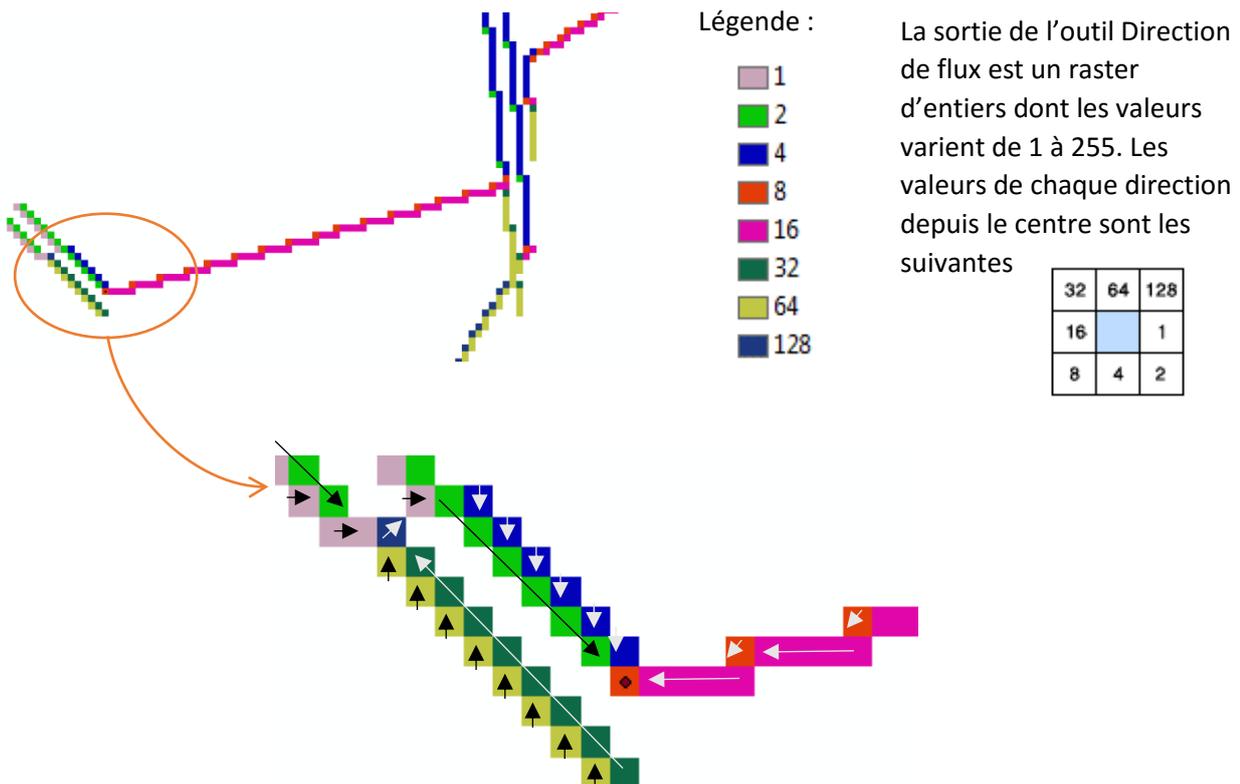


Figure 2 : Direction du flux dans le réseau obtenue avec l'outil « direction de flux »

## Etape 2 : Calcul des directions de flux pour l'ensemble de l'espace du bassin de collecte

On reclassse le fichier raster du réseau de façon inversée en affectant une valeur de 0 à l'ensemble de l'espace sauf au réseau lui-même, classé en NoData.

On calcule la distance de chemin, c'est-à-dire, pour chaque cellule, la distance de plus faible coût cumulé jusqu'à la source la plus proche (l'exutoire), tout en tenant compte de la distance de surface (0 pour les pixels du réseau d'assainissement, 100 ailleurs) et des facteurs de coût horizontaux et verticaux.

On crée ensuite un raster de direction de flux à partir de chaque cellule vers son voisin de plus grande pente descendante (outils direction de flux). On reclassse cette couche pour affecter des zéro à la place des NoData.



Figure 3 : Résultat du calcul de distance de chemin

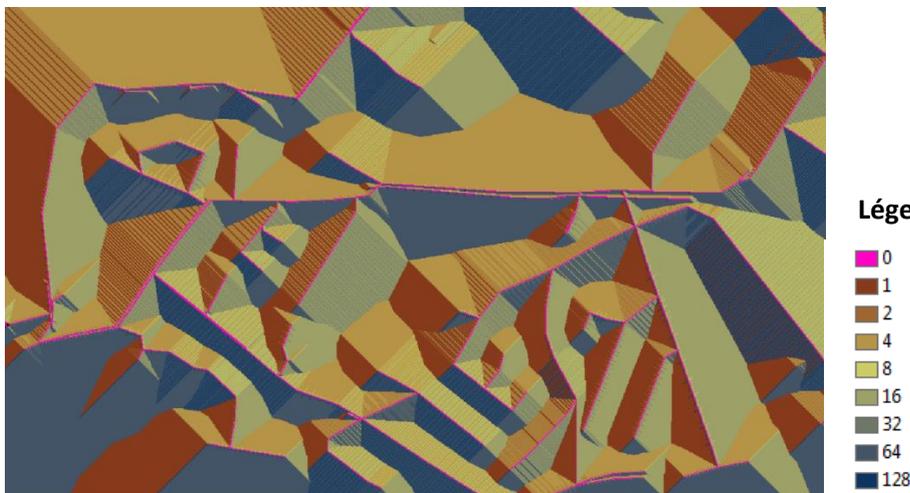


Figure 4 : Direction du flux pour l'ensemble de l'espace du bassin de collecte avec l'outil « direction de flux ». Cf. figure 2 pour le détail des valeurs de la légende.

## Etape 3 : Obtention des directions de flux pour l'ensemble de l'espace du bassin de collecte et pour les cellules du réseau d'assainissement.

On additionne les deux couches précédemment obtenues avec la calculatrice raster. On obtient ainsi un raster de direction de flux pour toute la zone (avec traitement séparé de l'espace hors réseau et du réseau au sens propre).

## Etape 4 : Calcul de la longueur de flux à l'exutoire pour tout point de l'espace du déversoir d'orage DO3bis

En théorie, il suffit de lancer la commande « Longueur de flux » pour obtenir le résultat. Cela dit, pour faire fonctionner cet outil, nous avons dû réaliser au préalable une extraction par rectangle. Cette étape faite, nous avons pu obtenir le raster de résultat suivant :

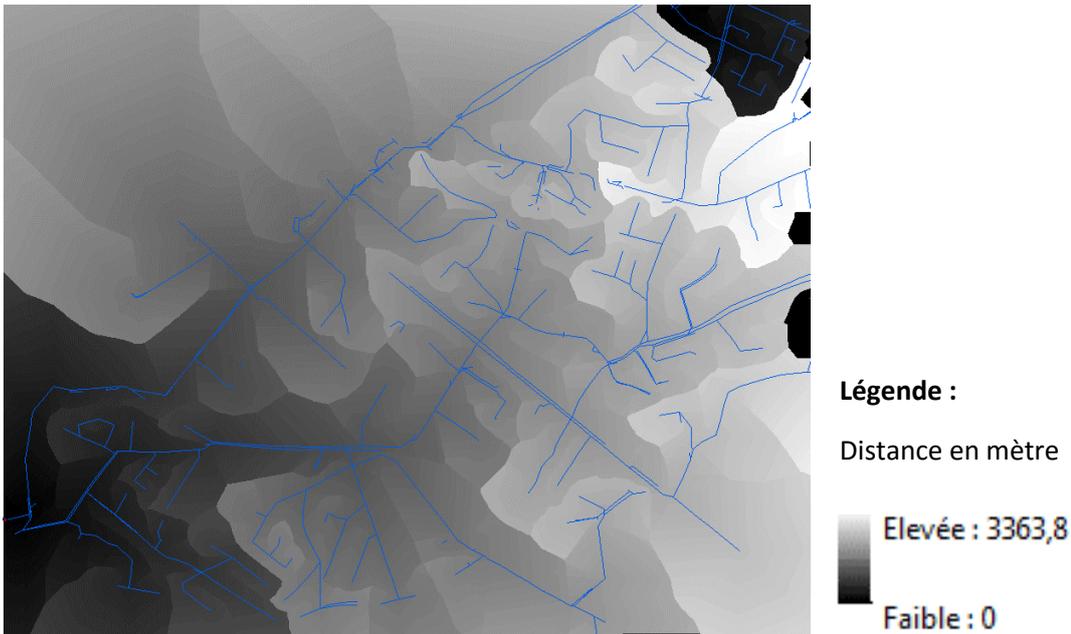


Figure 5 : Carte des distances en mètres au déversoir d'orage pour l'ensemble du bassin de collecte

### Etape 5 : Calcul du temps de transit à l'exutoire pour tout point de l'espace du déversoir d'orage DO3bis

Pour la finalisation de la carte ci-dessous, nous avons utilisé comme vitesse de l'eau en surface une vitesse moyenne de 1m/s (la vitesse est en fait supérieure sur les toits et inférieure sur les parkings). Nous avons également utilisé la vitesse moyenne de 1m/s dans le réseau. Il est toutefois facile de créer autant de pondérations de cette vitesse que de données précises connues. L'étape suivante sera effectivement d'affiner ces vitesses en fonction des types de surface (zone en herbe et autre type de surface par exemple). Le résultat proposé ci-dessous est donc une estimation qu'il serait facile d'améliorer.

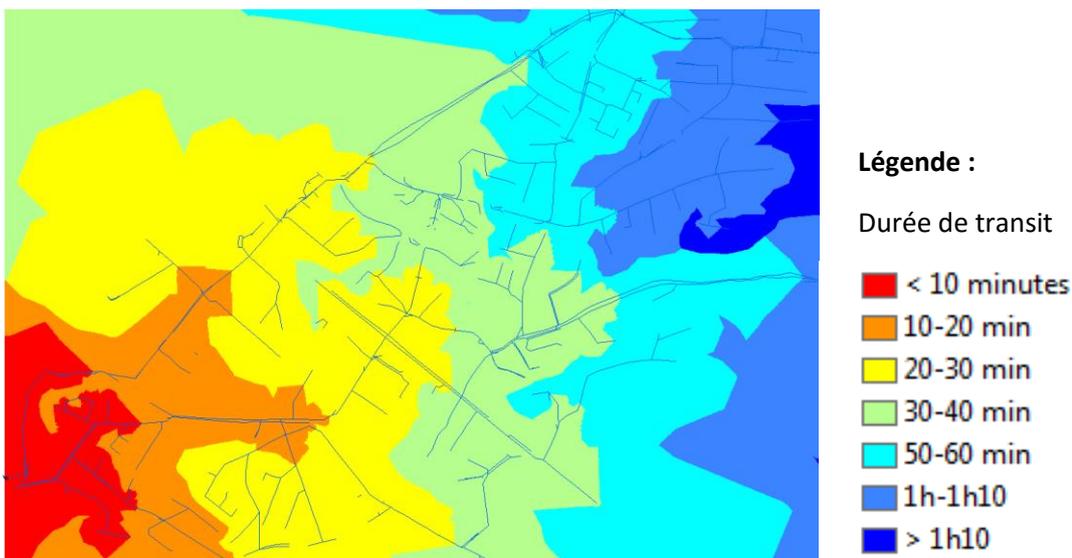


Figure 6 : Résultat final provisoire : Carte des durée de transit au déversoir d'orage

### Références

Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, chargée des Relations internationales sur le climat, Note technique du 12 août 2016 relative à la recherche de micropolluants dans les eaux brutes et dans les eaux usées traitées de stations de traitement des eaux usées et à leur réduction.

Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux 2016-2021 Bassin Loire-Bretagne, février 2016.

## **Remerciements**

Les auteurs remercient la Communauté d'Agglomération de Pau Pyrénées (CDAPP), le Syndicat d'Eau et d'Assainissement du Pays de Nay (SEAPaN), le Laboratoire de Chimie Analytique Bio Inorganique et Environnement (LCABIE) et l'Agence de l'eau Adour Garonne pour leur participation à ce projet.