



HAL
open science

De la méthode de sélection d'indicateurs pertinents en hydrologie urbaine

Raphaël Migliori

► **To cite this version:**

Raphaël Migliori. De la méthode de sélection d'indicateurs pertinents en hydrologie urbaine. Sciences de l'ingénieur [physics]. 2020. dumas-03227825

HAL Id: dumas-03227825

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03227825>

Submitted on 17 May 2021

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.

Copyright



Travail de fin d'études pour le diplôme d'ingénieur de l'École nationale des travaux publics de l'État

Année 2019-2020

Voie d'approfondissement :
Environnement et Risques - RISPOL
Université Lumière Lyon 2 :
Master 2 GRAINE

Soutenu le vendredi 4 septembre 2020

Devant le jury composé de :

- Président du Jury : Yves PERRODIN
- Tuteur organisme: Laëtitia BACOT
- Tuteur Universitaire : Oldrich NAVRATIL
- Expert : Laurent LASSABATERE

Par

Raphaël MIGLIORI

De la méthode de sélection d'indicateurs pertinents en hydrologie urbaine

Organisme d'accueil

GRAIE - Groupe de Recherche, Animation technique et Information sur l'Eau



Notice analytique

AUTEUR			
Nom	MIGLIORI		
Prénom	Raphaël		
ORGANISME D'ACCUEIL			
Nom de l'organisme et Localité	GRAIE (Groupe de Recherche, Animation technique et Information sur l'Eau) Lyon		
Nom du Tuteur	Laëtitia BACOT		
ANALYSE DU TFE			
Titre	De la méthode/du processus de sélection d'indicateurs pertinents en hydrologie urbaine		
Title	On the process of selecting relevant indicators in urban hydrology		
Résumé	<p>Les indicateurs sont des outils de formes et usages divers permettant de résumer, représenter ou quantifier des phénomènes complexes en apportant de nouvelles connaissances ou compréhensions de ces derniers. Ils sont créés et choisis en fonction de la subjectivité de leur utilisateurs et au regard des objectifs et du contexte de leur création. La diversité d'acteurs et de contextes à l'origine de leur création et de leur utilisation rend difficile l'établissement d'une démarche applicable et répétable dans tous les cas. D'autant plus quand leurs concepteurs et leurs utilisateurs finaux ne sont pas nécessairement les mêmes acteurs et ne partagent pas les même compétences et points de vue concernant leur utilisation. On différencie ainsi plusieurs types d'indicateurs selon les domaines et disciplines dans lesquelles ils sont utilisés et autant de méthodes pour les choisir et les analyser. Ce rapport s'intéresse à l'utilisation d'indicateurs en hydrologie urbaine à travers deux cas : l'évaluation des modèles hydrologiques utilisés en assainissement et la valorisation de l'activité de l'Observatoire de Terrain d'Hydrologie Urbaine à travers son site internet.</p>		
Summary	<p>Indicators are tools of various forms and uses that summarize, represent or quantify complex phenomena by bringing new knowledge or understandings of them. They are created and chosen according to the subjectivity of their users and the objectives and context of their creation. The diversity of stakeholders and contexts behind their creation and use makes it difficult to establish an approach that is applicable and repeatable in all cases. Especially when their designers and end-users are not necessarily the same stakeholders and do not share the same skills and points of view on how to use them. We can distinguish several types of indicators depending on the fields and disciplines in which they are used and so many methods for selecting and analysing them. This report focuses on the use of indicators in urban hydrology through two cases : the evaluation of hydrological models used in urban sanitation and the online valuation of the activity of the Urban Hydrology Field Observatory.</p>		
Mots-clés	indicateurs, assainissement urbain, évaluation des modèles, recherche, valorisation		
Key-words	indicators, sanitation, model assessment, research, valuation		
Termes géographiques	France, Lyon, Valence Romans Agglo, Villefranche-sur-Saône		
COLLATION			
	Nb de pages	Nb d'annexes (pages)	Nb de réf. biblio.
	110	40	44

Sommaire

Table des matières

Travail de fin d'études pour le diplôme d'ingénieur de l'École nationale des travaux publics de l'État.....	1
Notice analytique.....	2
Sommaire.....	3
Liste des Tableaux.....	4
Liste des illustrations.....	5
Remerciements.....	6
Glossaire.....	7
1. Avant-propos.....	8
1.1 Le contexte du TFE.....	8
1.2 L'organisme d'accueil.....	8
2. Introduction générale.....	9
2.1 Pourquoi s'intéresser à l'assainissement, notamment des Rejets Urbains de Temps de Pluie (RUTP).....	9
2.2 De l'intérêt pour les collectivités d'utiliser et d'évaluer des modèles hydrologiques notamment en autosurveillance.....	12
2.3 Un panorama sur l'Observatoire de Terrain en Hydrologie Urbaine, dédié à l'études des rejets urbains.....	14
2.4 De l'intérêt de l'utilisation des indicateurs en hydrologie urbaine.....	16
2.5 Problématique.....	18
2.6 Les missions de stage.....	18
2.7 Démarches proposées et déroulement du stage.....	19
3. L'autoévaluation des modèles hydrologiques par les collectivités territoriales.....	20
3.1 Conception et évaluation des modèles hydrologiques.....	20
3.1.1 Panorama des pratiques de modélisation en hydrologie urbaine.....	20
3.1.1 Pratiques d'évaluation et état de l'art des indicateurs utiles.....	22
3.1.2 La démarche proposée par le GT autosurveillance.....	23
3.2 Le retour d'expérience des collectivités territoriales ayant utilisé cet outil.....	24
3.2.1 Méthodologie.....	24
3.2.2 La construction des retours d'expériences.....	25
3.2.3 L'amélioration de l'outil Excel du groupe de travail Autosurveillance.....	30
4. Valorisation des résultats et observations de l'OTHU.....	35
4.1 La valorisation de l'OTHU à travers son site web – Réalisation d'un benchmark... 35	
4.1.1 Méthodologie.....	36
4.1.2 Caractérisation de l'échantillon.....	38

4.1.3	Valorisation des données.....	42
4.1.4	Valorisation des observations.....	44
4.1.5	Valorisation des sites.....	46
4.1.6	Valorisation des productions.....	48
4.1.7	Autres valorisations.....	50
4.2	Propositions d'indicateurs.....	52
4.2.1	Les indicateurs testés – un tableau de bord de l'OTHU.....	52
4.2.2	Un ensemble d'opportunités lié aux indicateurs.....	56
4.2.3	Bilan.....	62
5.	Discussion Générale.....	64
5.1	En autoévaluation des modèles.....	64
5.2	En valorisation de l'OTHU par des indicateurs.....	65
6.	Conclusion.....	66
	Bibliographie.....	67
	Annexes.....	70

Liste des Tableaux

Tableau 1 .	Mise en forme conditionnelle des seuils utilisés pour les critères d'évaluation...	32
Tableau 2 .	Types de structure au sein de l'échantillon.....	38
Tableau 3.	Types de public visé par les sites web de l'échantillon.....	40
Tableau 4.	Type de structures visant le "Tout public".....	41
Tableau 5.	Types de valorisation de la donnée.....	42
Tableau 6.	Type de valorisation des observations.....	44
Tableau 7.	Types de présentation des sites de mesure.....	46
Tableau 8.	Type de valorisation des productions.....	48
Tableau 9 .	Types de valorisations.....	50
Tableau 10.	Bilan des propositions de valorisation de l'OTHU (Partie 1).....	62
Tableau 11.	Bilan des propositions de valorisation de l'OTHU (Partie 2).....	63

Liste des illustrations

Figure 1. Photographie d'un déversoir d'orage.....	10
Figure 2. Différents points de déversement d'un système d'assainissement (collecte et traitement)	11
Figure 3. Thèmes de recherche de l'OTHU pour la période 2020-2025.....	15
Figure 4. Méthodologie proposée pour le choix d'un modèle).....	21
Figure 5. Illustration sur des mesurages répétés.....	23
Figure 6. Plan de structuration des retours d'expériences (Partie 1).....	25
Figure 7. Synthèse des performance du modèle de Villefranche sur Saône.....	27
Figure 8. Plan du document de retour d'expérience (partie 2).	29
Figure 9. Présentation des différents onglets de l'outil du GT autosurveillance	30
Figure 10. Macro 1 : traitement des données	31
Figure 11. Macro 3 : mise à jour des graphiques.....	31
Figure 12. Onglets du site web de l'OTHU.....	35
Figure 13. Types de structure composant l'échantillon du benchmark.....	39
Figure 14. Public visé par les sites de l'échantillon.....	40
Figure 15. Types de structures visant le "Tout public"	41
Figure 16. Différents support de valorisation de la donnée utilisés sur les sites web de l'échantillon.....	42
Figure 17. Répartition des types de valorisation des observations	44
Figure 18. Tableau de bord de la page d'accueil de Bifrostonline	44
Figure 19. Tableau de bord d'une station hygrométrique	45
Figure 20. Méthodes de présentation et de valorisation des sites de mesure.....	46
Figure 21. Type de mise en avant des productions scientifiques	48
Figure 22. Production scientifique de l'OTHU de 1999 à 2016	49
Figure 23. Autres types de valorisation rencontrées.....	50
Figure 24. Infographie n°1 : Présentation du dispositif OTHU.....	52
Figure 25. Infographie 2: Quantification des données produites	53
Figure 26. Infographie 3 : Quantification de la production scientifique	54
Figure 27. Productivité scientifique de l'OTHU entre 1999 et 2019.....	54
Figure 28. Icones simples de représentation de la variation d'un indicateur.....	55
Figure 29. Production scientifique (articles et citations) de l'OTHU	59
Figure 30. Liens entre les auteurs, mots-clés et revues de publications des articles citant l'OTHU.....	60
Figure 31. réseau d'acteurs (en fonction des citations) au sein du corpus.....	60

Remerciements

A mes maîtres de stage, Laëtitia, Oldrich et Yves merci de m'avoir encadré, aidé, conseillé et soutenu. Un merci particulier à Laëtitia pour son omniprésence et son dynamisme édifiant.

A Elodie, Ouafaa, Cécile, Marion, Anaïs, Emilie, Agathe, Béatrice, Anne et Diego, merci pour l'accueil chaleureux au GRAIE, les pauses cafés, les repas, les discussions et l'aide précieuse.

A tous les répondants de mes enquêtes et interlocuteurs avec qui j'ai pu interagir, merci d'avoir pris de votre temps en cette période difficile. Un merci particulier à Nicolas, Adrien et Gislain pour leurs conseils et éclaircissements plus que nécessaires.

A Bernard Clément, Claude Durieux et Alicia Naveros Euphrosine, merci pour votre accompagnement et votre aide durant cette année de M2 à l'ENTPE.

A Nicolas Jacob et l'ensemble de l'équipe enseignante du M2 GRAINE, merci pour cette formation surprenante et diversifiée.

Je remercie également mon jury de soutenance, Yves Perrodin, Oldrich Navratil, Laëtitia Bacot, et Laurent Lassabatère pour le regard critique et pertinent porté sur mon travail.

Enfin, un énorme merci à mes parents et mes amis qui m'ont soutenus à distance au cours cette crise sanitaire handicapante.

Glossaire

DO	Déversoir d'orage
TP	Temps de pluie
TS	Temps sec
RUTP	Rejets urbains de temps de pluie
SDAGE	Schéma directeur d'assainissement et de gestion des eaux
OTHU	Observatoire de Terrain d'Hydrologie Urbaine
OHM VR	Observatoire hommes-milieus vallée du Rhône
ZABR	Zone atelier bassin du Rhône
SIPIBEL	Site pilote de Bellecombe
SOERE Urbis	Système d'observation et d'expérimentation sur le long terme en environnement urbain centré sur l'hydrologie
AllEnvi	Alliance nationale de recherche pour l'environnement
OSR	Observatoire Sédiments du Rhône
BDOH	Base de Données des Observatoires en Hydrologie
SHS	Sciences humaines et sociales
IFEN	Institut français de l'environnement
IDH	Indice de développement humain
PIB	Produit intérieur brut
EH	Equivalent-habitat
DERU	Directive eaux résiduaires urbaines
CGCT	Code Général des Collectivités Territoriales
DBO	Demande biochimique en oxygène
MSE	Mean Squared Error ou erreur quadratique moyenne en français
RMSE	Root Mean-Square Error
NS ou NSE	Nash-Sutcliffe Efficiency
RSR	RMSE standard deviation ratio
RVE	Erreur de Volume Relatif

1. Avant-propos

1.1 Le contexte du TFE

Le Travail de Fin d'Etude (TFE) est un travail personnel qui doit permettre à l'élève de l'ENTPE de démontrer qu'il a acquis les qualités requises pour accéder au titre d'ingénieur : autonomie, capacité à la problématisation, capacité d'adaptation et d'apprentissage continu, capacité de production d'une analyse personnelle et rigoureuse, esprit critique.

Celui-ci prend ici la forme d'un stage au sein de l'association GRAIE à Lyon, suite à une publication d'offre de stage sur leur site <http://www.graie.org/portail/>. Le but de ce TFE est d'appliquer les connaissances et méthodes acquises lors de ma formation, ainsi que d'en acquérir de nouvelles si nécessaires. La réponse à la commande permettra de contribuer à la résolution d'une question originale et à la production de nouvelles connaissances.

Ce travail est réalisé dans le cadre de la validation de la dernière d'année d'études au sein de l'ENTPE ainsi que celle du Master 2 GRAINE de l'Université Lyon 2.

1.2 L'organisme d'accueil

Le **Groupe de Recherche, Animation technique et Information sur l'Eau (GRAIE)** est une association d'intérêt général (loi 1901). Créée en 1985, cette association est composée d'une équipe permanente de 11 personnes. Celle-ci rassemble les capacités techniques, scientifiques et d'animation nécessaires à la mise en relation et la coopération des adhérents du groupe : plus de 300 professionnels publics et privés, collectivités, entreprises et laboratoires de recherche.

La vocation principale du GRAIE est de mobiliser et mettre en relation des acteurs de la gestion de l'eau, des milieux aquatiques et de l'aménagement urbain. Ainsi, son but est de développer une culture partagée par ses adhérents pour permettre une appropriation et l'évolution des connaissances, des pratiques et de la réglementation sur l'eau.

Le GRAIE a donc pour mission d'animer des dispositifs de recherche comme les différents observatoires (OTHU, OHM VR, OSR) et d'autres programmes régionaux (ZABR et SIPIBEL). Au niveau régional le groupe anime les réseaux, il organise des rencontres, conférences et colloques et mobilise des équipes de recherches. Son rôle d'intermédiaire entre ces acteurs et ses connaissances techniques lui permettent de produire différents documents techniques, scientifiques et de sensibilisation pour les diffuser à tous. Il remplit également un rôle d'intermédiaire entre les professionnels de leur réseau et les pouvoirs publics et contribue à l'amélioration du cadre réglementaire autour de la gestion des eaux.

2. Introduction générale

L'hydrologie urbaine est la discipline qui s'intéresse à l'étude du cycle de l'eau et de ses relations avec les différentes activités humaines en zone urbaine : son impact sur l'urbanisation et le fonctionnement des villes. Elle établit pour cela des relations entre la gestion des eaux de surface (fleuves, rivières, lacs etc.), les eaux souterraines (nappes) et l'aménagement de l'espace urbain (villes, routes etc.). Bien qu'indéniablement proches, le traitement et la distribution d'eau potable sont des sujets en général non compris dans les thèmes couverts par l'hydrologie urbaine.

La présence d'une zone urbaine, notamment par l'imperméabilisation des sols, entraîne localement des modifications du réseau hydrographique et du cycle de l'eau. Ce qui est à l'origine de l'apparition d'un ensemble de phénomènes physiques (pluies d'intensité accrues, inondations, etc.) et sociaux (perception et usages de l'eau) ayant des répercussions économiques, environnementales et sociales.

C'est pourquoi l'hydrologie urbaine englobe une diversité de domaines, dans lesquels l'étude de l'eau se fait à la fois quantitativement (pluie, ruissellements, débits, inondations, etc.) et qualitativement (température, biologie, transfert des polluants dans les ruissellements et infiltrations etc.). Cette discipline est au cœur de l'ensemble de la mission.

2.1 Pourquoi s'intéresser à l'assainissement, notamment des Rejets Urbains de Temps de Pluie (RUTP)

L'assainissement ou l'action d'assainir est le fait de rendre sain l'environnement. En hydrologie urbaine l'assainissement fait référence à la gestion des eaux usées, issues des activités humaines, et de l'accumulation des eaux de pluie en milieu urbain. Ces eaux usées sont un défi sanitaire pour les villes car elles contiennent un certain nombre de polluants : matières fécales, déchets urbains, métaux, hormones, médicaments, et des micro-organismes potentiellement pathogènes pour l'homme ou son environnement. Leur stagnation en ville est problématique autant pour la praticabilité des rues que pour des raisons d'hygiène et de salubrité. C'est pourquoi les doctrines hygiénistes du 19^{ème} siècle ont poussé le développement de réseaux de collecte et des dispositifs d'assainissement des eaux usées. Evacuer et traiter les eaux usées est devenu un outil majeur dans la lutte contre les épidémies, un enjeu qui s'étend aujourd'hui également à la protection de l'environnement.

L'ensemble des ouvrages actuels, destinés à collecter, transporter et traiter les eaux usées composent ce que l'on appelle le système d'assainissement. Le système de collecte et de transport raccorde l'ensemble des bâtiments à un réseau public ou collectif, en opposition à l'assainissement non collectif (ANC) qui est plus approprié quand l'habitat est dispersé ; ce type d'assainissement ne nous concerne pas dans ce rapport. La collecte peut être unitaire ou séparative en utilisant deux réseaux pour les eaux usées et les eaux de pluie. Une fois collectées les eaux usées sont acheminées jusqu'à une station d'épuration (STEP) pour y être traitées avant d'être retournées au milieu naturel ou parfois réutilisées.

En France, les réseaux unitaires sont les plus anciens, les plus utilisés et les plus répandus, encore aujourd'hui. L'un de leur principal inconvénient est notamment la surcharge du réseau en temps de pluie : le bon fonctionnement des STEP peut être altéré par un excès de pluie par rapport au dimensionnement initial des équipements. Afin d'éviter la surcharge de la STEP en temps de pluie (TP), il est commun de préférer déverser directement les excès en amont en certains points stratégiques du réseau à l'aide de déversoirs d'orage (DO) tel que celui présenté par la **Figure 1**.



Figure 1. Photographie d'un déversoir d'orage (source : GRAIE)

Cette solution n'est pas parfaite car ces rejets urbains de temps de pluie (RUTP), bien que dilués par une grande quantité d'eau de pluie, contiennent autant de polluants qu'en temps sec (TS). Mais l'utilisation de DO permet a priori de choisir et suivre à quels endroits les rejets ont lieu et quels milieux sont impactés. La maîtrise de ces déversements est donc une problématique importante dans la gestion des systèmes unitaires. Ce problème est théoriquement contourné par les réseaux séparatifs. Ces derniers présentent cependant d'autres inconvénients, comme leur coûts (doublement des réseaux de collecte) et en cas d'erreur de branchement, ils sont de nouveau impactés par les pluies. Les réseaux séparatifs ne sont pas encore une solution satisfaisante pour remplacer les réseaux unitaires. Aujourd'hui la plupart des villes françaises continuent d'utiliser des réseaux unitaires associés à des STEP mais beaucoup limitent leurs déversements en associant le réseau unitaire à des techniques alternatives (TA) d'infiltration et de stockage des eaux pluviales.

La plupart des villes françaises actuelles doivent, pour un bon fonctionnement de leur système d'assainissement, gérer et maîtriser leurs déversements de rejets urbains de temps de pluie. Cela nécessite un suivi constant des DO et autres ouvrages similaires pour s'assurer qu'ils ne rejettent pas plus que nécessaire. Cette nécessité est matérialisée à travers la réglementation française qui impose que les déversoirs d'orage, les STEP et d'autres ouvrages inclus dans le code de l'environnement (article R.214-1) doivent être suivis et surveillés par le maître d'ouvrage afin qu'ils respectent un ensemble de règles environnementales. L'ensemble des actions visant au respect de ces obligations réglementaires sont définies dans les arrêtés du 22 juin 2007 et du 21 juillet 2015 et composent la base de l'auto-surveillance des réseaux d'assainissement. L'auto-surveillance est donc une pratique menée par le maître d'ouvrage (la collectivité) afin de surveiller ces ouvrages, de leur conception à leur mise en œuvre. Elle a pour objectif de permettre une meilleure maîtrise des rejets des effluents urbains y compris dans les circonstances exceptionnelles (accident, événements météorologiques particuliers, travaux etc.). Cet arrêté propose d'ailleurs un schéma, présenté en **Figure 2**, de système d'assainissement afin de bien différencier les différents points de déversement (sachant que les points A1 sont les plus nombreux sur le réseau)¹.

¹Commentaire technique de l'arrêté du 21 Juillet 2015

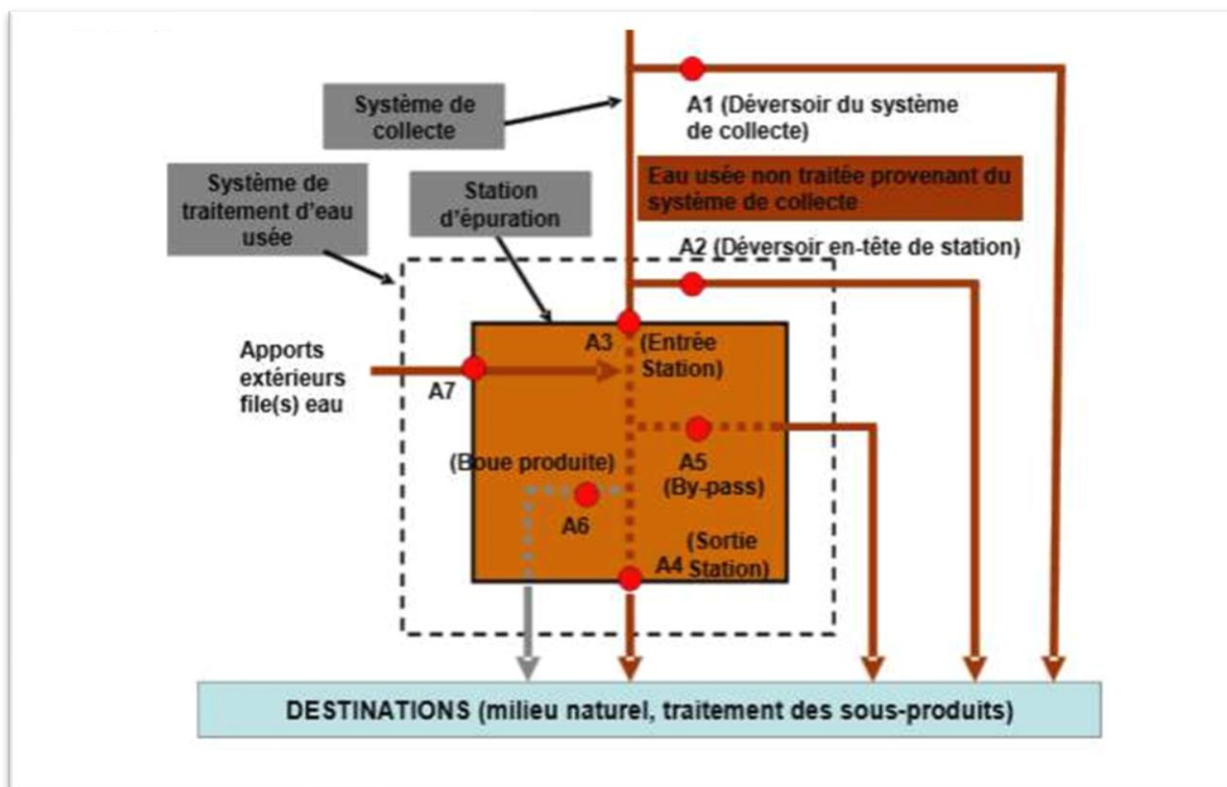


Figure 2. Différents points de déversement d'un système d'assainissement (collecte et traitement) ; d'après l'arrêté du 21 juillet 2015

La démarche d'autosurveillance demande aux collectivités que le débit et le temps de déversement de leurs ouvrages les plus impactant soient mesurés ou estimés (NB : l'arrêté fait la différence entre la notion de mesure et d'estimation, qui inclut les modèles hydrologiques cf. 2.2¹. Les méthodes de mesure sont variées, complexes selon les ouvrages et coûteuses selon la taille du système d'assainissement, elles sont donc rarement étendues à l'ensemble du réseau. Elles sont cependant toujours nécessaires pour faire des estimations sur l'ensemble du réseau et remplir les besoins réglementaires de l'autosurveillance. Depuis l'arrêté de 2015, le choix est laissé aux collectivités d'utiliser un modèle de leur système d'assainissement afin d'estimer leurs rejets. Ces modèles peuvent être utilisés pour estimer les rejets urbains aux différents DO et points caractéristiques du réseau mais ils sont également des outils d'aide à la décision très utilisés notamment dans l'élaboration de Schéma Directeur d'Assainissement et de Gestion des Eaux² (SDAGE).

Il apparaît donc que la ville et l'urbanisation en général nécessitent la mise en place d'un système d'assainissement, pour des raisons de confort, sanitaires mais également écologiques. Les techniques et pratiques françaises actuelles favorisent l'utilisation de systèmes de collecte totalement ou partiellement unitaire associés à une ou des solutions de traitement (station d'épuration). Ces systèmes unitaires nécessitent en temps de pluie de déverser les effluents urbains en amont du réseau pour ne pas surcharger la STEP. Ces déversements demeurent néfastes pour l'environnement et doivent donc être suivis, contrôlés et limités. La réglementation définit une démarche d'autosurveillance du réseau, qui incombe au maître d'ouvrage, et fixe les limites réglementaires à ces déversements. Enfin, pour mener à bien cette surveillance, les déversements doivent être mesurés ou estimés, parfois à l'aide de modèle plus ou moins complexes.

¹GRAIE, « Fiche technique n°12: Distinction entre « estimation » & « mesure » au sens de l'arrêté du 21 juillet 2015 » <http://www.graic.org/portail/fiche-methodologique-n12-distinction-entre-estimation-mesure-sens-de-larrete-21-juillet-2015/>

²Schéma directeur d'assainissement et de gestion des eaux : définit, délimite et régleme les types d'assainissement à instaurer sur la commune. (www.wikhydro.developpement-durable.gouv.fr)

2.2 De l'intérêt pour les collectivités d'utiliser et d'évaluer des modèles hydrologiques notamment en autosurveillance

L'autosurveillance s'inscrit dans une démarche qualité visant, pour l'exploitant à vérifier, en continu, l'adéquation entre les objectifs fixés et les résultats obtenus et à disposer de données fiables sur le fonctionnement des systèmes d'assainissement. Cette démarche s'adresse à toutes les collectivités disposant d'un système d'assainissement de moins de 2000 Equivalent-Habitat (EH)¹, les agglomérations plus petites doivent rédiger un cahier de vie de leur système d'assainissement². Les collectivités tenues d'effectuer une démarche d'autosurveillance ont le choix entre trois critères ou façons de surveiller leur système :

- Critère 1 : avoir moins de 20 déversement par an (respectivement 10 jours par an) pour les points du réseau (DO) de plus de 2000EH (resp. de plus de 600 kg/j de DBO³).
- Critère 2 : estimer les volumes d'eaux usées déversés et vérifier que moins de 5% de ceux-ci sont déversés directement au milieu naturel (annuellement) ou bien connaître les DO représentant plus de 70% des rejets au milieu récepteur et les instrumenter d'appareils de mesure.
- Critère 3 : vérifier que moins de 5% des flux de pollution sont déversés au milieu naturel (annuellement) ou bien mesurer et estimer les flux de pollution déversés par les DO correspondant au critère 1.

Tous ces critères peuvent être remplis soit par la mesure soit par l'estimation, d'ailleurs l'arrêté du 21 juillet 2015 fait une distinction claire entre : la mesure qui correspond à un dispositif soit normalisé et dont l'installation est vérifiée soit qui a fait l'objet d'une étude spécifique (par exemple : un modèle 3D, une relation locale $Q=f(h)$ ⁴ etc.) permettant de qualifier les données fournies (NB : cette étude doit également être vérifiée) et l'estimation qui correspond à tout autre dispositif. L'arrêté fait donc une distinction nette entre la mesure et l'estimation qui ne sont ni l'une ni l'autre la réalité (**Métadier, 2011**). De ces définitions on comprend que la plupart des collectivités utilisent conjointement les mesures et les estimations dans leurs démarches d'autosurveillance, dans la limite de leur système métrologique. D'autant plus que le choix de suivre les déversements, les volumes déversés ou les flux déversés ne dépend que de la précision de la donnée dont on dispose.

C'est pourquoi l'arrêté de 2015 ouvre la possibilité aux collectivités d'utiliser des modèles hydrologiques (en une dimension et sur l'ensemble du réseau) pour estimer les déversements tout en limitant les mesures aux points stratégiques du réseau. Cette utilisation n'est possible que si le modèle est considéré comme représentatif et fiable. Les éléments attestant de cela (résultat du calage, de la validation, de la diversité des pluies utilisées, etc.)⁵ doivent être transmis aux services de police⁶ de l'eau ainsi qu'à l'agence de l'eau. De même le nombre de points modélisés, en accord avec la taille du réseau, et toute modification du système de collecte (taille de l'agglomération, modification d'ouvrage, extension ou restructuration etc.) font l'objet de transmissions vers ces mêmes services. Enfin, les mises à jour de l'outil doivent être faites grâce à des campagnes de mesures régulières chaque fois que nécessaire et selon une fréquence minimale de 5 ans.

¹ Equivalent-habitat (EH) : Unité utilisée en assainissement pour quantifier la pollution potentiellement émise dans un système d'assainissement et la capacité de traitement des stations d'épurations. (www.wikhydro.developpement-durable.gouv.fr)

² Selon l'article 20 de l'arrêté du 21 juillet 2015

³ Demande biochimique en oxygène (DBO) : Quantité d'oxygène qu'il faut fournir à un échantillon d'eau pour minéraliser, par voie biochimique (oxydation par des bactéries aérobies), les matières organiques biodégradables contenues dans l'eau. (www.wikhydro.developpement-durable.gouv.fr)

⁴ $Q=f(h)$: En hydrométrie (branche de l'hydrologie qui s'attache à la mesure des débits des eaux continentales et souterraines) fait référence à une relation entre la hauteur d'eau (h) d'un cours d'eau et le débit passant (Q).

⁵ Attester de la représentativité et de la fiabilité d'un modèle demande une évaluation du modèle et repose sur un ensemble de notions présentées plus loin dans ce rapport. (www.wikhydro.developpement-durable.gouv.fr)

⁶ Service police de l'eau : Désigne les personnes et services chargés du contrôle de la protection et de la qualité de l'eau dépendant de l'état et visant l'application des lois concernant la ressource hydrique. C'est un organisme à différencier des Agences de l'Eau (AE) qui sont des établissements publics qui participent à la gestion de l'eau sur un territoire correspondant à un grand bassin hydrographique. (www.wikhydro.developpement-durable.gouv.fr)

La modélisation ne permet pas de s'affranchir totalement de la métrologie et les ouvrages les plus importants (critère 1 : DO représentant 70% des déversements) doivent toujours être instrumentés. Ce n'est que dans ces conditions que l'arrêté autorise l'usage de modèles pour l'autosurveillance, tout en laissant la liberté aux collectivités de choisir leurs propres critères de suivi et leurs propres méthodes d'évaluation de l'outil, au cas par cas. En effet un modèle n'est qu'une représentation à un instant donné que l'on se fait du fonctionnement du système d'assainissement.

Cependant un modèle n'est pas uniquement un outil de surveillance, il peut également être un outil d'aide à la décision générale, à un instant t, (estimer l'impact des travaux, le taux de saturation des ouvrages, les taux de d'autres polluants, etc.) ou sur une plus grande échelle de temps (projection de scénarios). Mais c'est aussi un outil qui permet de réaliser des diagnostics hydrauliques et des analyses prédictives du fonctionnement du système. Un ensemble d'usages qui justifient l'utilisation des modèles dans l'élaboration d'un Schéma Directeur d'Assainissement et de Gestion des Eaux (SDAGE). Ce que souligne enfin l'arrêté de 2015 est la nécessité de mettre à jour son modèle pour qu'il conserve sa pertinence en matière d'autosurveillance, mais ce besoin reste vrai quel que soit l'objectif du modèle et le GRAIE prône donc l'utilisation et la réutilisation des modèles au-delà de leur but premier. Pourquoi ne pas réutiliser un modèle, produit initialement pour élaborer un SDAGE, en autosurveillance si celui-ci est suffisant pour cela ?

Cette dernière question trouve sa réponse dans le fait qu'il existe différents types d'acteurs opérationnels qui s'intéressent à la conception, l'utilisation et l'évaluation des modèles hydrologiques ; tous ne disposent pas des compétences nécessaires à la réhabilitation et la réutilisation d'un modèle pour de nouveaux objectifs. On compte parmi ces acteurs les collectivités, les bureaux d'études et une diversité d'entreprises. Les compétences d'assainissement reposent sur les collectivités¹ et établissements publics de coopération intercommunale (EPCI), ils sont donc les utilisateurs finaux de la plupart des modèles. Les bureaux d'études sont souvent les acteurs disposant des compétences techniques en modélisation. C'est donc à eux que font appel les collectivités pour concevoir un modèle hydrologique, quand elles ne disposent pas de leur propre modélisateur. Enfin, plusieurs entreprises, comme Suez ou Veolia, peuvent se voir déléguer le service public d'une collectivité et sont donc les exploitants d'un éventuel modèle hydrologique, voire leur concepteur. Il est important d'apporter des éléments de contexte concernant l'usage prévu et possible des modèles hydrologiques par ces acteurs et plus particulièrement les collectivités

Finalement, la modélisation est donc souvent une zone d'ombre ou « boîte noire » pour les collectivités ne disposant pas de ces compétences. Or l'évaluation est une étape importante de la vie d'un modèle. Selon sa précision elle permet, entre autres, d'identifier sa précision, sa sensibilité à la variation d'un paramètre ou sa pertinence pour répondre à un ensemble d'objectifs. Une bonne évaluation permet de faire vivre le modèle et de le raffiner (améliorer) tout en effectuant un retour sur les objectifs initiaux. Le manque de compétence des collectivités en termes de modélisation se répercute irrémédiablement sur leur maîtrise de l'outil une fois livré. En cela il est important pour les collectivités d'acquérir un minimum de compétences en évaluation des modèles. C'est autant pour les utiliser de façon pertinente mais aussi pour dépendre le moins possible des bureaux d'études en commençant à comprendre et maîtriser ce que contient cette « boîte noire ».

¹Selon l'article L2224-10 du Code général des collectivités territoriales - <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?idArticle=LEGIARTI000022483286&cidTexte=LEGITEXT000006070633&dateTexte=20140130&oldAction=rechCodeArticle> consulté pour la dernière fois le 11 août 2020.

2.3 Un panorama sur l'Observatoire de Terrain en Hydrologie Urbaine, dédié à l'études des rejets urbains

Au sein de la Métropole lyonnaise l'Observatoire de Terrain en Hydrologie Urbaine (OTHU)¹ est un laboratoire de recherche et d'observation hors-murs dédié à l'étude des rejets urbains, notamment par temps de pluie, et de leurs impacts sur les milieux récepteurs. En place depuis 1999, l'observatoire a été créé avec pour disposer d'un outil pérenne et puissant permettant d'acquérir de la connaissance et agir en conséquence. L'objectif de la démarche est de proposer de nouvelles solutions de conception et de gestion de l'assainissement. L'OTHU est également labélisé fédération de recherche (FED 4161) depuis 2011 par le ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche.

L'Observatoire est une entité qui rassemble un grand nombre d'acteurs scientifiques : 12 laboratoires au sein de 9 établissements de recherche pour une centaine de chercheurs. Il entretient également un lien fort avec les opérationnels et notamment ses partenaires : la Métropole de Lyon, l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse (AE RMC) et le Syndicat Mixte d'Aménagement de Gestion de l'Yzeron, du Ratier et du Charbonnières (SAGYRC). L'OTHU est également en lien constant avec des programmes et dispositifs de recherche nationaux, internationaux et de disciplines connexes. Par exemple l'observatoire est compris dans la Zone Atelier Bassin Rhône (ZABR)², mobilisée sur l'ensemble du bassin du Rhône, elle étudie les écosystèmes aquatiques, leur état, leur évolution et les résultats en termes de gestion. Mais il est aussi un des trois observatoires soutien de SOERE Urbis³, un système d'observation et d'expérimentation labélisé par AllEnvi (alliance nationale de recherche pour l'environnement)⁴ en 2010 qui forme et pérennise un réseau d'observatoires français en hydrologie urbaine. Enfin, l'OTHU est intrinsèquement lié au GRAIE qui assure sa direction exécutive, son animation et sa valorisation depuis sa création il y a 20 ans.

Ce qui rend l'observatoire si particulier et intéressant pour ces acteurs c'est le partis pris en matière d'acquisition des données qui est faite par des campagnes mais également en continue, avec des pas de temps de 1h à 1min, depuis les débuts de l'observatoire. En effet, l'étude, la modélisation et la compréhension des processus complexes liés aux rejets urbains nécessite de disposer de suffisamment de données de terrain, en quantité comme en qualité (**Métadier, 2011 ; Vezzaro et Mikkelsen, 2012**). D'où l'intérêt de collecter des données pérennes, intensives, et de longue durée par de la mesure en continu comme des campagnes (**Sun et al., 2015**). Ces données doivent être collectées, corrigées et validées avant d'être exploitées. La collecte de données est encore majoritairement réalisée sur des périodes courtes à travers des campagnes ponctuelles, ce qui présente un ensemble d'inconvénients : à chaque campagne il faut essayer de s'affranchir au mieux des conditions environnementales et d'expérimentation *in situ*, vérifier la qualité de l'appareillage et de la mesure qui en résulte, de la représentativité de la mesure etc. La particularité et la force de l'OTHU est donc d'avoir collecté, depuis 20 ans, et de continuer à produire des millions de données en continu et en campagnes chaque années sur ses différents sites pour les comparer. Mais c'est aussi un véritable défi car la collecte de données en continu est plus couteuse à entretenir, humainement et matériellement, bien que cela soit compensé par l'acquisition de données en grande quantité et de bonne qualité. La mesure est toujours influencée par la maîtrise du matériel, les conditions environnementales et les dysfonctionnements mais le dispositif de l'OTHU réduit fortement ces phénomènes par la connaissance sur le long-terme de leurs sites, de leurs équipements et leurs pratiques de vérification des données. D'autant plus que la mesure en continu présente d'autres avantages en permettant d'observer des phénomènes lents (réchauffement climatique, urbanisation, etc.) mais aussi d'améliorer les méthodes de gestion de l'assainissement (**Lacour, 2011**).

¹http://graie.org/othu/presto_10.htm

²<http://www.graie.org/zabr/index.htm>

³<http://graie.org/urbis-soere/spip/spip.php?rubrique4>

⁴<https://www.allenvi.fr/>

La mesure en continu est donc très souvent pertinente mais ne peut complètement remplacer les campagnes (l'ensemble des paramètres physico-chimiques ne pouvant techniquement pas encore être mesuré en continu). Les analyses par campagnes restent très utiles mais nécessitent une forte technicité et de la rigueur dans leur réalisation, et sont réalisées ponctuellement sans un personnel spécifique de maintenance. L'OTHU dispose donc également d'une grande quantité de données, collectées lors de campagnes mais prône le développement de la mesure en continu. Ces données doivent être validées et stockées afin d'être pérennisées et réutilisées ultérieurement par l'observatoire et ses partenaires. Leur valorisation est un sujet à part entière qui fait l'objet d'un autre stage mené entre mars et juillet 2020.

En effet l'observatoire produit plus de données qu'il n'est capable, pour l'instant, d'en stocker sur des bases de données en ligne. Et bien que chacun des jeux de données collectés a pu servir une ou plusieurs fois dans une publication ou sur une thématique, nombre d'entre eux restent aujourd'hui uniquement accessibles via un contact direct avec les chercheurs les ayant collectés ou utilisés. C'est la problématique centrale du stage de Léo Bruel (**Bruel, 2020**): la bancarisation¹ et la mise à disposition des données de l'OTHU.

Mais l'observatoire ne produit pas uniquement de la donnée, il dispose également d'une expérience scientifique et technique sur ses sites, ses thématiques et son dispositif. La diversité de ses thématiques, présentées par la **Figure 3** et disponible sur le site web de l'observatoire, ne fait que croître à chaque nouveau programme de recherche.

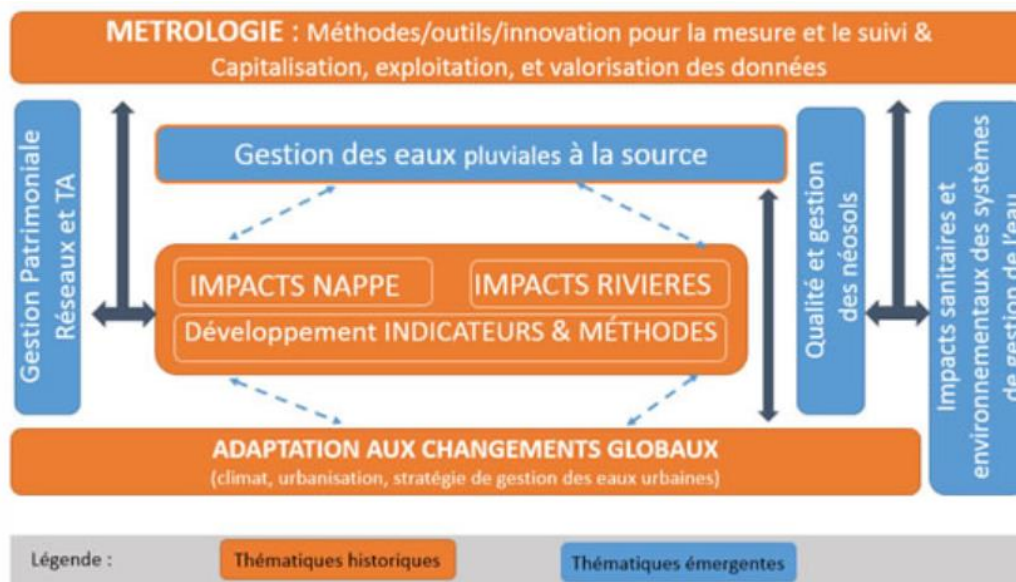


Figure 3. Thèmes de recherche de l'OTHU pour la période 2020-2025
(<http://graie.org/othu/index.htm>)

Cette quantité de thématiques et les liens entre elles sont à l'origine de la diversité et la quantité des productions scientifiques et techniques de ces deux dernières décennies, qui doivent également être valorisées. « La valorisation de la recherche ne se résume pas uniquement à l'exploitation commerciale des résultats de la recherche : elle s'appuie également sur le déploiement et l'échange des connaissances dans tous les domaines du savoir. »². Il est important pour l'OTHU d'affirmer son identité de fédération de recherche : les connaissances et résultats, les techniques et les pratiques - comme les données - doivent être mis en avant, pérennisés, partagés et réutilisés. C'est une nécessité autant pour l'image et la visibilité de l'observatoire que pour mener à bien son objectif de développement et d'amélioration des pratiques d'assainissement ainsi que de tous les enjeux qui en découlent.

¹Bancarisation : action de bancariser, mettre en banque. Dans le cas présent on parle de bancarisation, rassembler des données sur une base (en ligne ou non)

²https://fr.wikipedia.org/wiki/Valorisation_de_la_recherche

2.4 De l'intérêt de l'utilisation des indicateurs en hydrologie urbaine

La définition de ce qu'est un indicateur est très variable selon les individus, le domaine d'application et la discipline. Selon les cas un indicateur est décrit comme étant un outil, un chiffre, un graphe ou un paramètre « qui agrège des données [...] pour déterminer si un changement est en cours. Il permet de simplifier des phénomènes en nous aidant à comprendre des réalités complexes »¹. Plus largement, au sein des sciences de la nature et des sciences formelles, un indicateur est perçu comme un « objet ou paramètre permettant de traduire des concepts théoriques ou difficilement mesurables en variable observable, quantifiable » (**Lazarsfeld, 1958**).

Cette dernière définition nous renseigne bien sur l'intérêt d'utiliser des indicateurs, qu'on les qualifie ainsi ou non, dans les disciplines scientifiques, comme l'hydrologie urbaine. Dans le cas de l'assainissement et de l'études des rejets urbains, les indicateurs peuvent être utilisés à des échelles diverses : pour évaluer la fiabilité des appareils de mesure, quantifier l'état chimique, physique ou biologique d'un milieu, qualifier la représentativité d'un modèle informatique etc. C'est notamment cette dernière utilisation qui nous intéresse ici car l'évaluation de la performance d'un modèle est une démarche souvent technique et indispensable à la bonne utilisation de ce dernier (**Jakeman et al., 2006 ; Blocken et Galtieri, 2012**). La multiplication de l'utilisation de modèles hydrologiques parmi les acteurs opérationnels justifie un besoin d'appropriation des démarches d'évaluation, notamment par les collectivités qui manquent encore souvent de compétences dans le domaine. Mais les indicateurs peuvent également être utilisés par des dispositifs comme l'OTHU en tant qu'outils de communication pour quantifier et qualifier leur travail. La capacité à quantifier et représenter une productivité scientifique, l'étendue du dispositif de recherche ou la qualité des données collectées est une première étape nécessaire à leur valorisation.

Cependant, un indicateur n'a pas pour seul objectif de traduire ou rendre observable un phénomène ou une conception. Il doit avant tout être construit en lien avec un objectif précis et permettre, à partir de la « mesure » qu'il propose, de prendre une décision éclairée (**IFEN, 2001a**). Ils sont donc également des outils politiques, d'aide à la décision et de choix d'orientation stratégique. Par exemple, en modélisation des RUTP, c'est en apposant certains critères ou seuils sur un indicateur que l'on détermine si celui-ci apporte une réelle information et quelle action doit être réalisée. De même en sciences humaines et sociales (SHS), en économie par exemple, des indicateurs beaucoup plus médiatisés comme le PIB ou l'IDH² viennent souligner des problèmes ou tendances nationales ainsi qu'appuyer et souvent justifier des décisions politiques. Certains auteurs soulignent le rôle des indicateurs « pour attirer l'attention des décideurs sur un problème, d'autres y voient des instruments de légitimation, sinon de pouvoir » (**Hamman et al., 2009 citant [Kingdon, 1995 ; Lorrain, 2006 ; Lascoumes & Le Galès, 2005]**).

Ces auteurs, entre autres, nous rappellent également la dimension conventionnelle des indicateurs qui ne prennent du sens qu'au regard de la méthode utilisée pour les élaborer et surtout des différentes visions du monde à leur origine. Ils sont des outils de légitimation pour leurs utilisateurs mais leur conception est elle-même fondée sur différents registres de justification qui coexistent. En effet, chaque indicateur apporte un seul type d'information, de mesure, et est interprété différemment selon le point de vue de l'utilisateur. Ils reflètent la rationalité des acteurs. C'est alors en comparant expériences et interprétations de chacun que l'on obtient souvent les résultats les plus cohérents. Il est donc pertinent, voire nécessaire de combiner et de confronter plusieurs indicateurs ainsi que leurs utilisations (**IFEN, 2001a et 2001b**).

¹https://www.dictionnaire-environnement.com/indicateur_ID4399.html

²le mot indice au sens large est un synonyme d'indicateur mais désigne souvent des valeurs calculées (ici statistiques) complexes et combinant plusieurs autres d'indicateurs « directs » qui sont eux issus de mesures. Devant la diversité des formes d'indicateurs (graphes, valeur mesurée, calculée, couleur, présence d'une espèce dans un milieu etc.) nous n'utiliserons que le terme d'indicateur dans la suite de ce mémoire.

Toutefois, certaines critiques s'élèvent contre la tendance quantophrénique¹ à l'œuvre. Elles demandent de s'interroger sur la nécessité de multiplier des indicateurs et des quantifications parfois inutiles ou ne faisant qu'accroître une paralysie d'analyse à laquelle ils participent, notamment en SHS.. D'autant plus, que les indicateurs démontrent parfois un caractère performatif, à l'instar des sondages, en participant à la construction des représentations des acteurs. Rien qu'en les énonçant, ils peuvent créer une part de vérité chez leurs utilisateurs (**Ottaviani, 2016**). Il est donc important de les utiliser avec parcimonie et de justifier autant la pertinence de leur construction que celle de leur utilisation.

Finalement, la construction d'un indicateur dépend d'un ensemble de facteurs techniques et sociaux et doit donc suivre une certaine méthodologie, comme celle proposée par l'Institut Français de l'Environnement (**IFEN, 2001a et 2001b**) dans ses propositions pour indicateurs nationaux du développement durable. Ainsi, l'objectif sous-jacent à l'élaboration d'un ensemble d'indicateurs doit être décomposé en thèmes ou questions auxquelles il faut répondre. Les d'indicateurs identifiés pour y répondre doivent être organisés selon ces thèmes pour être interprétables individuellement tout en formant une cohérence d'ensemble. Une fois que cette pertinence et cette cohérence sont atteintes on peut effectuer un choix pertinent bien que toujours limité en pratique par la donnée disponible. Ensuite, on peut enfin calculer et analyser les indicateurs et surtout les comparer entre eux ou les confronter à d'autres utilisateurs.

Les indicateurs sont donc des « outil[s] polymorphe[s] à la fois outil[s] de connaissance, de convention, de gouvernement et de performance » (**Ottaviani, 2016**). Il faut les utiliser avec parcimonie et une méthodologie cohérente pour les rendre pertinents et efficaces.

¹Quantophrénique : (Péjoratif) Terminologie critique de l'excès d'usage mathématique en sociologie ; pathologie qui consiste à vouloir traduire systématiquement les phénomènes sociaux et humains en langage mathématique. (<https://fr.wiktionary.org/wiki/quantophrénie>)

2.5 Problématique

Ce travail de fin d'études s'interroge sur la mise en place et l'utilisation d'indicateurs en hydrologie urbaine parmi les partenaires scientifiques et opérationnels du GRAIE. La première approche est à travers l'étude des pratiques d'autoévaluation des modèles hydrologiques menées par les collectivités. La seconde est une approche plus globale et prospective concernant l'utilisation d'indicateurs pour « rendre visible » et valoriser les observations, les résultats et le travail au sens large d'un dispositif de recherche comme l'OTHU. On considère la volonté de l'OTHU d'acquérir des connaissances, de développer des méthodes vertueuses en assainissement et de les diffuser ainsi que l'intérêt d'utiliser des modèles lors de l'études et la gestion des rejets urbains. Considérant également l'intérêt d'utiliser un ensemble d'indicateurs (valeurs mesurées ou calculées, d'illustrations et de graphes) à ces fins, le travail suivant s'organisera autour de la problématique suivante :

Pour un bon fonctionnement du système d'assainissement et approfondir la maîtrise et les connaissances des rejets urbains de temps de pluie, comment créer et valoriser des indicateurs lisibles et pertinents afin qu'ils soient compris et utilisés par les acteurs opérationnels (collectivités, techniciens etc.) et les acteurs scientifiques (OTHU ou autres laboratoires et observatoires) ?

2.6 Les missions de stage

Les objectifs de ce stage sont donc séparés entre deux missions et leurs rendus spécifiques

La première mission s'intéresse aux pratiques d'autoévaluation des modèles hydrologiques, se développant notamment au sein des collectivités, particulièrement dans le cadre de l'autosurveillance des réseaux de collectes et des systèmes d'assainissement. Cette mission fait suite à la diffusion en 2018 d'un outil Excel ainsi que d'un guide concernant l'utilisation d'indicateurs par le groupe de travail (GT) autosurveillance du GRAIE. Ces deux documents avaient pour objectif de faciliter la démarche d'autoévaluation auprès des collectivités.

Dans ce contexte les objectifs de la mission de stage sont donc :

- De proposer des améliorations de l'outil Excel proposé par le GT au regard de retours d'expérience et d'autres outils existant
- De produire un support (fiche, etc.) de retour d'expérience sur les pratiques d'autoévaluation des collectivités et l'utilité des documents diffusés par le GT dans leur démarche

La seconde mission de stage s'intéresse à l'OTHU et à la valorisation de ses observations, ses résultats et productions. Depuis 2019, l'observatoire s'interroge sur les meilleures pratiques et modalités de bancarisation de ses données. Stocker et partager ses données est une première étape cruciale dans le partage de la connaissance et la valorisation du travail de l'OTHU. Ces premières interrogations ont fait l'objet d'un autre stage mené par Léo Bruel entre mars et juillet 2020. Le présent stage a pour objectif de poursuivre la réflexion portant sur la valorisation de l'activité de l'OTHU à travers notamment l'interface représentée par le site web et la possibilité d'y intégrer des indicateurs.

Dans ce contexte les objectifs de cette seconde mission sont :

- D'effectuer un inventaire des méthodes de bilan utilisées par d'autres observatoires français et internationaux pour valoriser leurs activités
- De proposer et tester des indicateurs pertinents pour l'OTHU
- De proposer en conséquence une infographie pour le site web de l'OTHU

2.7 Démarches proposées et déroulement du stage

Le stage devait à l'origine se dérouler en deux parties, les deux premiers mois devaient se concentrer sur la réalisation de la première mission portant sur l'autoévaluation des modèles pour ensuite se concentrer sur la valorisation de l'OTHU. Cette organisation était liée aux démarches prévues pour mener à bien chaque mission. Cependant la situation sanitaire mondiale ayant grandement perturbé la disponibilité des acteurs les démarches reposant sur leurs retours d'expérience ont dû être ajustées. De même les objectifs initiaux du stage (tels que défini dans l'offre de stage) ont fait l'objet d'un raffinement afin de prendre en compte la disponibilité des acteurs.

Ainsi, la mission concernant l'autoévaluation des modèles comptait s'appuyer sur les retours des collectivités ayant utilisé l'outil Excel du GT autosurveillance afin d'identifier les bugs à régler et les améliorations à apporter. Les améliorations devaient prendre en compte les pratiques et habitudes de travail des collectivités ainsi que des ajouts de professionnels de la modélisation ou de la littérature scientifique. L'objectif étant d'explicitier et illustrer, via des retours d'expérience, les meilleures façons de combiner, comparer et analyser les différents indicateurs utiles en autoévaluation.

Dans les faits, seules trois collectivités (la Métropole de Lyon, Villefranche-sur-Saône et Valence-Romans Agglo) ont pu répondre à nos interrogations et chacune des trois utilisaient déjà des outils qui leur étaient propres. N'ayant pas beaucoup de remarques concernant l'outil Excel diffusé par le GRAIE, celui-ci a été modifié de façon minime pour le rendre plus compréhensible et personnalisable. Nous nous sommes en revanche concentré sur les démarches d'autoévaluation respectives des collectivités afin de constituer un retour d'expérience valorisable.

Ensuite, pour la mission de valorisation de l'OTHU nous avons décidé de réaliser un benchmark des méthodes et indicateurs servant à la valorisation d'autres observatoires et organismes de recherche. Nous avons pour cela utilisé les sites web comme point d'entrée car c'est une plateforme accessible à tous les publics. Il nous paraît donc pertinent de produire une infographie à destination du site internet de l'observatoire. Outre le benchmark, des entretiens ont été réalisés avec des chercheurs de l'observatoire afin de mieux cerner quels étaient leurs attendus en terme de valorisation des recherches, du dispositif de recherche, des productions, des données, des sites etc. Ces enquêtes nous ont permis d'identifier plusieurs thèmes parmi lesquels peuvent se répartir plusieurs indicateurs propices à la mise en avant de l'activité de l'OTHU. Des propositions plus ou moins poussées sont présentées pour chaque thème.

Finalement, les deux missions ont dû s'échelonner sur la totalité de la durée du stage pour accorder autant les disponibilités de chacun que de donner du sens aux différentes phases et ajustements des missions. Nous proposerons en conclusion une discussion générale sur l'ensemble des sujets abordés dans ce rapport.

3. L'autoévaluation des modèles hydrologiques par les collectivités territoriales

3.1 Conception et évaluation des modèles hydrologiques

3.1.1 Panorama des pratiques de modélisation en hydrologie urbaine

En hydrologie urbaine il existe différents types de modèles dont les caractéristiques varient selon leurs objectifs. Les modèles 1D permettent de représenter de manière simplifiée un système d'assainissement et les valeurs (débits, hauteurs d'eau etc.) en plusieurs points clés (DO, postes de relèvement, ...). En pratique les modèles 2D sont plus utilisés pour des sujets comme la prévention inondation. En revanche les modèles 3D peuvent être utilisés, comme mentionné par l'arrêté du 21 juillet 2015, pour comprendre le fonctionnement d'un ouvrage précis et donc justifier ou améliorer l'instrumentation en place (**Blocken et Galtieri, 2012**). Ainsi les modèles 1D sont ceux qui nous intéressent ici car ce sont ceux utilisés en autosurveillance. La mise en place d'un modèle environnemental repose sur un ensemble de paramètres (précision des données, des connaissances des phénomènes complexes, des objectifs etc.) entretenant des relations complexes. Il existe donc autant de façon de les classer.

Si l'on prend en compte la littérature scientifique on observe cependant un ensemble d'étapes communes dans les pratiques de modélisation. Celles-ci peuvent donc être rassemblées en une méthodologie en dix étapes ayant pour objectif de produire un modèle le plus utile possible aux « end-users », les utilisateurs finaux du modèle (**Jakeman et al., 2006**). Une méthode, résumée par le schéma en **annexe A**, qui s'étend bien au domaine de la mécanique des fluides environnementaux et donc l'étude des rejets urbains (**Blocken et Galtieri, 2012**). La modélisation y est présentée comme un processus qui commence par la définition des objectifs du modèle et se termine par son évaluation qui permet d'identifier quelle étape précédente doit être reprise afin d'améliorer le modèle.

Cependant, dans le cas d'un modèle livré par un bureau d'étude à une collectivité, cette dernière ne dispose pas nécessairement des outils pour raffiner le modèle après évaluation. De plus, les quatre dernières étapes proposées par (**Jakeman et al, 2006**) sont souvent confondues par les collectivités comme les modélisateurs et demandent donc à être éclaircies :

Le terme de **calage** (*calibration* en anglais) désigne la démarche destinée à tester le modèle avec pour objectif d'identifier sa structure et les valeurs des paramètres (**Métadier, 2011**). Cela se fait via l'utilisation d'un algorithme de validation et d'une fonction objectif (cf. **Annexe B**). Une fois les paramètres et la structure optimale identifiés le modèle peut être modifié en conséquence pour donner le modèle final. Les termes de « calage » ou de « recalage » sont souvent utilisés abusivement pour désigner une modification du modèle suite à l'identification d'une amélioration possible, ce que le GT autosurveillance souhaite plutôt qualifier de raffinement.

Le terme de **validation** ou **vérification** désigne l'action de vérification de la robustesse du modèle c'est-à-dire si ses estimations et prédictions demeurent pertinentes face à la variabilité des jeux de donnée d'entrée (**Jakeman et al., 2006**). Cette étape est souvent réalisée avec des critères de performance (des indicateurs) calculés à l'aide des mêmes fonctions objectifs que le calage mais doit théoriquement être réalisée avec des jeux de données différents pour être efficace (**Bennett et al., 2013**).

La validation est souvent confondue avec l'**analyse des incertitudes** du modèle, quand elles ne sont pas réalisées ensemble. Cette analyse est l'étape permettant d'évaluer l'incertitude de prédiction du résultat final mais également les sources de ces incertitudes (**Métadier, 2011**). Elle permet de donner un certain degré de confiance au modèle et d'identifier les domaines dans lesquels il faut acquérir de la connaissance pour le raffiner.

L'**évaluation** du modèle est en général considérée comme une démarche à mener pour estimer la pertinence du modèle. Dans la littérature scientifique on distingue plusieurs types d'évaluations qui s'intéressent principalement à : la qualité de la modélisation par rapport à un jeu de données réel, l'analyse d'incertitude, la comparaison technique des modèles ou l'efficacité de celui-ci pour avoir un impact social, environnemental ou politique (**Pohjola et al., 2013 ; Hipsey et al 2008**). L'évaluation est considérée comme extérieure à la production du modèle bien qu'elle permet d'améliorer celui-ci et que la méthode

utilisée (indicateurs, algorithmes etc.) puisse être similaire à celle de validation et/ou de calage (Vezzaro et Mikkelsen, 2012 ; Blasone et al., 2008).

Au regard des précédentes définitions, et considérant le rassemblement assez courant du calage, de la validation et de l'analyse d'incertitude (quand ils sont tous réalisés) en une seule étape nous préférons nous reposer sur la représentation de (Métadier, 2011) pour décrire le processus de création ou de choix d'un modèle.

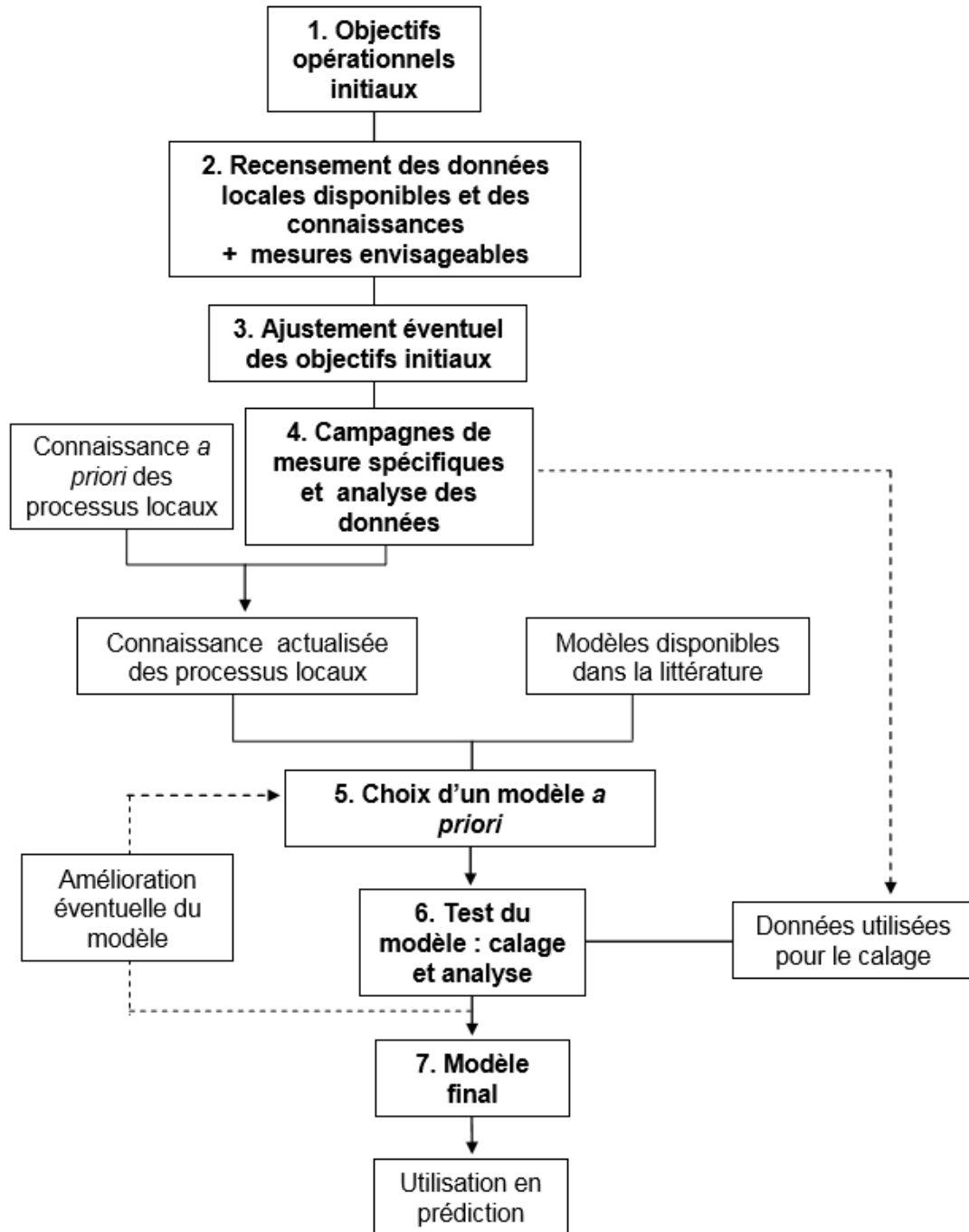


Figure 4. Méthodologie proposée pour le choix d'un modèle (d'après Métadier, 2011)

Dans la **Figure 4**, l'évaluation qui nous intéresse intervient après l'étape 7, et serait une dernière étape réalisée par les collectivités pour affiner leur maîtrise de l'outil en qualifiant ses capacités prédictives ou proposer des améliorations quand elles disposent de compétences en modélisation.

3.1.1 Pratiques d'évaluation et état de l'art des indicateurs utiles

a) Les critères de performance

Concernant les techniques d'évaluation, elles reposent sur un ensemble d'indicateurs visuels (graphes) ou calculés (appelé aussi critères de performance). Plusieurs articles s'attachent à recenser les indicateurs utiles et l'un des plus complets est celui de **(Bennett et al., 2013)**, présentée en **annexe C**.

Il sépare les indicateurs entre ceux se basant :

- uniquement sur les données simulées (y_i) et les données mesurées (\hat{y}_i) (**Annexe C₁**)
- sur les résidus (la différence $|y_i - \hat{y}_i|$) (**Annexe C₂**)
- sur une transformation des données et de leur résidu (**Annexe C₃**)

b) La démarche d'évaluation

Cependant l'évaluation d'un modèle doit utiliser un ou plusieurs des indicateurs présentés mais il doit suivre une méthode précise, autant pour le choix de ces indicateurs que pour l'analyse de l'information qu'ils apportent. Ici aussi **(Bennett et al., 2013)** apporte une contribution importante en proposant une évaluation en 5 étapes, adressée à un modélisateur :

1. Contextualiser en revoyant les objectifs, l'échelle, la résolution et la portée du modèle
2. Vérifier les données disponibles et leur qualité
3. Vérifier la performance globale du modèle et si un phénomène n'a pas été modélisé grâce à un ou des indicateurs visuels pour diriger l'analyse plus précise vers ces points
4. Combiner et analyser plusieurs critères de performance de base dont au moins un « large » (MSE¹ ou le biais) permettant de facilement communiquer la performance globale du critère et un critère de l'**annexe C₃**.
5. Raffiner le modèle, la méthode d'évaluation ou les données mesurées puis retourner à l'étape 1 si nécessaire.

c) L'implication de l'utilisateur final

Les différents auteurs rappellent l'importance d'impliquer l'utilisateur final dans la démarche d'évaluation mais aussi dans la conception du modèle. En effet, associer les non-experts aux modélisateurs permet de se poser les bonnes questions pour s'assurer que les objectifs sont atteints en cernant mieux les besoins de modélisation **(Schwanitz, 2013 ; Hipse et al 2008)**. On s'intéressera donc moins à faire s'accorder mesure et simulation, ce qui n'est pas forcément souhaitable **(Bennett et al., 2013)**, plutôt qu'à la pertinence du modèle vis-à-vis des objectifs **(Jakeman et al., 2006)**.

Pour évaluer le modèle il peut donc être pertinent de se poser un ensemble de questions telles que celles proposées par **(Blocken et Galtieri, 2012 ; Robson et al., 2008)** :

1. Est-ce que le modèle peut reproduire un jeu de données indépendant ?
2. Est-ce que le modèle complexe est meilleur que le simplifié ?
3. Est-il efficace dans des événements particuliers ?
4. Est-ce que le modèle peut servir à mieux comprendre le fonctionnement du système ?
5. Et surtout permet-il de répondre à des questionnements ou faire des prédictions sur le fonctionnement du système ?

L'évaluation revient donc à vérifier si le modèle utilisé permettra de remplir ses objectifs, et cela en se demandant si l'on a bien défini les objectifs et la structure du modèle au regard des données dont on dispose et si les indicateurs utilisés sont suffisants pour le montrer.

¹Mean Squared Error ou erreur quadratique moyenne en français mesure la qualité d'un estimateur (ici l'estimateur est le modèle qui « estime » une valeur réelle) permettant d'évaluer son exactitude. Cet indicateur utilisant la fonction carrée, sa racine (RMSE – Root-Mean-Square Error) est souvent utilisée pour conserver la dimension (l'unité) du paramètre considéré.

3.1.2 La démarche proposée par le GT autosurveillance

Le groupe de travail (GT) autosurveillance du GRAIE essaye depuis 2015 de guider les collectivités vers des pratiques d'autosurveillance utilisant des modèles et notamment en leur fournissant un intermédiaire avec les scientifiques ainsi que des documents pour faciliter leur démarche. L'ambition étant de guider pas à pas ces acteurs à gagner en compétences, en évaluation des modèles mais également en modélisation. La démarche et la volonté du GT GRAIE se traduit par le logigramme présenté en **Annexe D**. Afin d'aider les collectivités dans leurs démarche le sous-groupe « modélisation » du GT a produit et diffusé deux documents en 2018. Un troisième document est en cours d'élaboration « Aide à la conception et à l'évaluation d'un modèle pour l'Autosurveillance réglementaire réseaux et/ou système d'assainissement » et devait éventuellement être complété par les retours d'expérience de ce stage.

Le premier document est un guide « Critères & indicateurs d'auto-évaluation des modèles » pour introduire la notion d'autoévaluation, la démarche générale prônée par le GT (**Annexe D**) et plusieurs indicateurs choisis parmi ceux présentés en **Annexe C**. Le second est un outil Excel permettant de faciliter les calculs, composé de 6 onglets pour présenter la démarche, les indicateurs (retenus dans le guide), entrer, calculer et analyser ses données ainsi qu'un dernier onglet pour donner des exemples d'analyses possibles. Parmi les indicateurs retenus par le GT on retrouve :

- Des indicateurs généraux (Biais, RMSE, MSE)
- Des indicateurs normalisés c'est-à-dire calculés et jugés par rapport à une valeur de référence et permettant une comparaison entre deux modèles ou deux points par exemple (Nash-Sutcliffe, RVE¹, RSR² et les normalisations des indicateurs généraux)
- Des indicateurs visuels (Fonction des résiduels, Graphique des X observés en fonction des X simulés).

Ces indicateurs sont également présentés au regard de ce qu'ils permettent d'évaluer : la fidélité, la justesse et l'exactitude du modèle ; qui sont, comme illustré par la **Figure 5**, des notions différentes.



Figure 5. Illustration sur des mesurages répétés³

L'utilisation des indicateurs généraux, de leur normalisation ainsi que du critère de Nash-Sutcliffe (NS) est compréhensible car ce sont les plus couramment utilisés en modélisation, surtout le Nash qui permet une quantification de l'adéquation du modèle par rapport au phénomène observé.

¹RVE ou Critère d'Erreur de Volume Relatif : Un indicateur qui permet comme le Nash de quantifier l'adéquation globale du modèle à la mesure quand il est minimisé. Cependant des écarts trop positifs et négatifs peuvent se compenser (un phénomène commun avec le biais, ces deux indicateurs ne doivent pas être utilisés seuls).

²RSR ou RMSE standard déviation ratio (calculé à partir de la RMSE) : Similaire au critère de Nash-Sutcliffe cet indicateur permet de plus pénaliser des différences observées entre le modèle et la mesure lors des pics de débits.

³« Illustration sur les mesurages répétés », J-L Krajewski, 2016

3.2 Le retour d'expérience des collectivités territoriales ayant utilisé cet outil

C'est à partir de cette bibliographie ainsi que de la démarche déjà initiée par le sous-groupe « modélisation » du GT autosurveillance que nous souhaitons réaliser un retour d'expérience.

3.2.1 Méthodologie

a) Que veut-on ? - Les objectifs

La démarche et le document permettant de choisir ses propres indicateurs¹ sont justifiés et pertinents au vu de la bibliographie et face aux enjeux que représentent la vulgarisation et la transmission de ces connaissances vers les collectivités. Mais ces dernières poursuivent leur démarche d'autosurveillance depuis déjà plusieurs années et y ont ajouté l'utilisation de modèles depuis 2015. L'objectif est de compiler les retours d'expérience pour produire un document d'aide à la conception d'une démarche d'évaluation similaire. Les interrogations principales portent sur : les objectifs de la démarche d'évaluation, la méthode d'analyse et d'interprétation des indicateurs et le raffinement qui s'ensuit. Ces retours doivent également servir à améliorer l'outil Excel pour qu'il soit plus facilement utilisable par les collectivités.

b) Pour qui ? – Les cibles

Les cibles principales des documents produits et à produire sont les collectivités désirant évaluer leur modèle. Bien que l'on se concentre sur les collectivités territoriales et autres opérationnels disposant déjà d'un modèle, il ne faut pas perdre de vue que certaines collectivités n'utilisent pas encore de modèle dans leur démarche d'autosurveillance. Ces dernières sont donc également des cibles indirectes qui doivent être sensibilisées à l'intérêt de cette démarche et accompagnées si elles souhaitent l'initier.

c) Comment ? – La procédure

Considérant la situation sanitaire nationale liée à la pandémie de coronavirus et le congé forcé de plusieurs agents des collectivités, nous avons décidé de privilégier les retours d'expérience au sein du groupe de travail autosurveillance. Ainsi 60 personnes ont été sollicitées par email à la fin du mois d'avril via la diffusion d'un questionnaire en ligne. Celui-ci est présenté en **Annexe E**.

Le questionnaire a permis d'effectuer une première approche de leur retour d'expérience et d'identifier les acteurs avec lesquels nous avons échangé pour le reste du stage. C'est ensuite par des échanges individuels avec les répondants nous avons continué ces retours. Ces échanges téléphoniques, par mail ou en visioconférence ne seront pas relatés ici.

Ces retours ne sont pas terminés dans le sens où le document qui les compile demande encore aujourd'hui à être relu et validé par tous les partis ayant participé à sa conception. Mais la démarche décrite ci-dessous relate particulièrement comment nous avons décidé de structurer ces retours pour les rendre lisibles et pertinents au regard des documents déjà existants.

¹« Critères & indicateurs d'auto-évaluation des modèles » Rédacteurs : Santiago SANDOVAL - INSA Lyon DEEP, Adrien MOMPLOT – AEGIR, Laëtitia BACOT – GRAIE – [LIEN](#)

3.2.2 La construction des retours d'expériences

Le questionnaire envoyé en avril a eu 4 répondants : La métropole de Lyon, en la personne de Matthieu HERVE, la commune de Villefranche sur Saône, en la personne de Léa CHABAT et la communauté d'agglomération de Valence Romans Agglo en la personne de Virginie DANIEL pour Valence et de Nicolas DRUT pour Romans et Bourg-de-Péage. La commune de Valence venant de recruter un nouveau modélisateur pour prendre en main les modèles hydrauliques et la démarche d'évaluation, ils n'ont pu tester l'outil et n'ont donc pas été inclus dans ce retour d'expérience. La commune de Bourg-de-Péage a en revanche utilisé un modèle dans le cadre d'un SDA et nous avons donc jugé pertinent d'intégrer leur retour à cette fiche initialement orientée vers l'autosurveillance.

a) Structuration des retours

Les retours d'expérience ont pour objectif d'être présentés sous forme de fiches qui sont en phase de travail, leur dernière version datant du 28 août 2020 se trouve en **Annexe K**. Leur contenu a été structuré suivant le plan présenté par la **Figure 6** :

1. Le système d'assainissement
2. Le dispositif d'autosurveillance
 - a. Le modèle
 - b. Le système métrologique
3. Les objectifs de la démarche d'autosurveillance
4. ZOOM sur la définition des événements de temps de pluie
5. Les critères de performances utilisés pour l'autoévaluation
6. Démarche d'autoévaluation
7. Fréquence de la démarche
8. Exemple de ce que la démarche a permis d'identifier ou d'améliorer
9. Citation « Pour vous, qu'est-ce que la démarche d'autoévaluation ? »

Figure 6. Plan de structuration des retours d'expériences (Partie 1)

On donne ainsi des éléments de comparaison sur la taille du système d'assainissement, le ou les modèles utilisés ainsi que le système métrologique en place.

A partir de là on entre dans la vraie démarche d'autoévaluation en définissant les objectifs de la collectivité vis-à-vis de l'autosurveillance et du modèle qui y est associé.

Nous avons estimé nécessaire d'intégrer un zoom sur la définition du temps de pluie qui est un paramètre important pour la modélisation. En effet un modèle, selon sa construction, est calibré pour différents types de pluies (orages intenses et courts et pluies longues par exemple), ce qui se répercute dans ses performances en temps de pluie ou en temps sec. Selon l'objectif fixé (quel type de pluie on veut suivre le plus précisément), il est important de faire la distinction pour évaluer les performances séparément. D'autant plus que tous les instruments de mesure ne réagissent pas forcément de la même manière à tous les événements pluvieux selon les pas de temps de mesure, les débits, l'intensité ou la répartition des précipitations.

On s'intéresse ensuite aux critères de performances utilisés par chaque collectivité ainsi que la manière dont ils sont interprétés (démarche d'autoévaluation). On se pose les questions : Comment les différents indicateurs chiffrés sont-ils combinés ? Quels sont les seuils au-delà desquels un indicateur permet de dire que le modèle est « bon » sur ce qu'il évalue ? etc. On s'intéresse également à l'analyse graphique effectuée : avec quel type de graphe, quelles observations sont faites, etc.

Les derniers éléments permettent de contextualiser l'utilisation de l'autoévaluation dans le cas présenté : Est-ce une démarche annuelle ou permanente ? Quels ont été les raffinements du modèle ou les améliorations de la métrologie ? etc.

b) Une démarche et des outils propres à chacun

La compréhension de la démarche et de la méthode d'évaluation d'un modèle en un point a été faite à travers la prise en main des Excel propres à chaque acteur ou l'utilisation d'un rapport de modélisation pour Bourg-de-Péage.

- La Métropole de Lyon

Le dispositif d'autosurveillance de la métropole ainsi que la démarche d'autoévaluation des modèles qui y est associée sont les plus conséquents des trois collectivités et cela se ressent dans leur démarche.

Ils disposent pour cela de leur propre outil Excel, bien plus complexe que celui proposé par le GT, qui sert principalement à évaluer la qualité du modèle vis-à-vis de l'autosurveillance. C'est-à-dire que l'analyse se fait sur l'année entière avec une seule donnée de débit ou de volume déversé par jour (compilée depuis les données avec un pas de temps de 6 minutes). A partir de là les événements pluvieux sont délimités par l'outil (puis corrigés si nécessaire manuellement). Les critères utilisés sont l'écart en débit et en volume déversés, qui sont considérés comme « bon », « moyen » ou « mauvais » selon l'écart entre le modèle et la réalité (moins de 30% d'écart, entre 30 et 80% ou plus de 80% d'écart respectivement). Ils sont calculés et comptabilisés sur l'année, par événements mais aussi en différenciant les jours « temps de pluie » et « temps sec ». Cela permet d'estimer la qualité du modèle sur l'année et d'indiquer si celui-ci est meilleur en temps sec ou en temps de pluie.

Pour une évaluation plus fine, l'outil permet une visualisation graphique (débits mesurés et simulés en fonction du temps ainsi que la pluviométrie) et calcule le critère de Nash-Sutcliffe sur l'année ainsi que pour chaque événement. La visualisation graphique ainsi que les NS par événements permettent de repérer plus facilement les événements sur lesquels le modèle a été mauvais. Cependant l'analyse fine du modèle pour un potentiel raffinement n'est réalisée ni avec cet outil ni par les mêmes personnes. Il sert seulement à acquérir une compréhension très large de la qualité du modèle.

Ils parviennent grâce à cet outil à remplir facilement et rapidement des objectifs d'autosurveillance et de préparer le terrain pour une analyse plus fine, mais qui est menée de façon séparée.

- Villefranche-sur-Saône

La commune de Villefranche sur Saône est en charge d'un système d'assainissement moins conséquent que celui de la métropole (400km de réseau modélisé pour la métropole contre 60km pour Villefranche) et se rapproche donc beaucoup plus du contexte de la plupart des communes visées. Ils utilisent également leur propre outil pour évaluer leurs différents modèles servant à l'autosurveillance. Cet Excel ci est inspiré de celui-proposé par le bureau d'études pour le calage des points lors de l'élaboration des modèles.

L'outil permet de calculer 4 critères de performance par événements pluvieux (NS, RMSE, l'écart en volume et en débits de pointe). Des seuils sont appliqués à ces quatre critères (NS>0,6 ; RMSE <0,2 ; les écarts en débit et volume doivent être inférieurs à 30% en temps de pluie et 20% en temps sec). Si trois critères sur quatre sont atteints le point est considéré « calé » (représentatif et fiable) pour le type de pluie considéré.

Cette démarche d'autocontrôle est réalisée pour chaque événement pluvieux (d'une période de retour de 2 semaines à 6 mois¹ et peut être plus à l'avenir) en chaque point du réseau (DO, PR et point de mesure permanent). Cette évaluation prend du temps et beaucoup de détail, elle est donc réalisée annuellement et ses résultats sont transmis de manière simplifiée aux services de police de l'eau (écart des volumes en temps secs et temps de pluie).

La démarche a pour but principal d'identifier le domaine de validité du modèle tel que présenté par la **Figure 7**. Cette figure présente le pourcentage des points « calés » du modèle en fonction des types de pluies (avec Pr la période de retour – et Pi la « période intense »²).

¹Période de retour : Désigne le temps statistique (le plus probable d'y avoir) entre deux événements (ici des événements pluvieux). La notion s'étend à tous les phénomènes naturels réguliers et doit être associé à une notion d'intensité pour avoir un sens. (https://fr.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9riode_de_retour)

²On suppose que « période intense » désigne ici la période pendant laquelle l'intensité de la pluie a été à son maximum, le terme n'as pas encore été éclairci auprès de la collectivité.

Pr / Pi	6min	15min	30min	1h	2h	3h	6h	12h	>12h
6m	29%								93%
3m					54%		88%		72%
2m			33%			81%		65%	71%
1m			82%	68%	76%		72%	70%	64%
3sem	53%	64%	73%		81%	64%		71%	79%
2sem	50%	52%	75%	69%	58%	59%		67%	

Figure 7. Synthèse des performance du modèle de Villefranche sur Saône (source : Léa CHABAT)

Cet objectif est atteint par une procédure relativement chronophage (une personne dédiée au modèle en interne) et ne permet pas encore de raffinement réguliers du modèle. Cependant il permet déjà de cerner les performances du modèle en représentant les cas dans lesquels il peut être considéré comme une source fiable d'information.

- Valence Romans Agglo

Le retour d'expérience de la communauté d'agglomération de Valence Romans Agglo ne relève pas de l'autosurveillance réglementaire mais de l'aide à la décision en termes d'aménagement. Un modèle y a été mis en place en 2012 dans le cadre d'un SDA avec pour objectif de retranscrire au mieux les déversements sur le réseau en temps de pluie pour déterminer le besoin en équipements. Une démarche d'évaluation du modèle a été réalisée en 2017 par Véolia Eau, en charge de la modélisation, et a été retranscrit dans un rapport¹ qui a servi de support à la compréhension de la démarche.

Cette évaluation a été réalisée pour les 35 points modélisés du réseau grâce à des données de campagnes de mesure. Les critères de performance utilisés sont les mêmes que ceux de Villefranche-sur-Saône avec cette fois des seuils pour un résultat « bon », « moyen » ou « mauvais ». La détermination de si le point était bien « calé » ou non revenant à l'évaluateur dans chaque cas, en fonction des informations apportées par les indicateurs.

Le but de la démarche était d'identifier pour chaque point et par type de pluie, les causes potentielles de la faiblesse du modèle (quand elle était identifiée par les critères). Parmi les causes principales on compte notamment : un mauvais calage initial, une mauvaise représentativité de la pluie et une métrologie inadaptée à l'endroit de la mesure. Malgré les premiers résultats intéressants du modèle, la démarche d'évaluation a permis d'alerter le maître d'ouvrage sur ses faiblesses potentielles et de le mettre à jour l'année suivante.

¹ Véolia Eau, août 2017, Rapport de modélisation « Réseau d'assainissement - modélisation de Bourg-de-Péage et Chatuzange-le-Goubet », Département de la Drôme, Valence Romans Agglo

c) Constitution d'un document de retour d'expérience

Ces retours d'expérience nous ont permis d'identifier plusieurs facteurs influençant la qualité de la démarche d'évaluation d'un modèle et les choix faits en termes d'indicateurs. On remarque bien évidemment l'influence de deux points cruciaux : la taille de la collectivité considérée, qui va influencer autant sur le budget que sur la difficulté de mise en place d'un système métrologique, et les objectifs des démarches menées.

Ainsi la métropole de Lyon a développé une démarche qui lui permet autant de remplir les objectifs de l'autosurveillance que d'améliorer en permanence son modèle pour en tirer pleinement partie en aide à la décision. Une telle démarche demande que suffisamment de personnes travaillent à améliorer et faire vivre le modèle, ce qui n'est pas une possibilité ou un objectif pour toutes les collectivités. L'exemple de Villefranche-sur-Saône nous montre en revanche un compromis où un seul agent est dédié au modèle et lui permet, via une évaluation annuelle, de conserver sa pertinence en autosurveillance. Le dernier exemple de Bourg-de-Péage illustre enfin comment une petite collectivité peut, à travers un travail ponctuel de modélisation et de mise à jour, disposer d'un outil d'aide à la décision à un instant donné (montage d'un SDA) mais aussi dans la durée.

De plus, nous avons pu souligner plusieurs facteurs déjà connus qui interviennent dans le choix des indicateurs utilisés pour la démarche. On remarque notamment l'utilisation des écarts entre le modèle et la mesure des débits de pointe et des volumes déversés (en moyenne mais surtout en pourcentage) qui est clairement ancrée dans les pratiques, autant dans la démarche propre, mais surtout dans les retours faits aux services de police de l'eau. On comprend ce choix car ces critères sont « suffisants » pour justifier de la démarche auprès des services mais ont surtout l'avantage d'être a priori connus ou facilement compréhensibles par les différents acteurs du domaine. La possibilité pour un indicateur d'être moins bien interprété par le modélisateur ou compris par les autres acteurs « non-sachants » est réelle. Eviter ce phénomène, dans une optique de simplification, semble être une des raisons principales empêchant l'ajout ou la multiplication de plusieurs indicateurs dans les démarches qui n'ont pas besoin d'être complexifiées au-delà des besoins opérationnels.

Toutefois nous avons bien identifié plusieurs besoins émergeant de ces premiers retours :

- tout d'abord l'intérêt et la diversité des objectifs d'une démarche d'évaluation ne semblent pas nécessairement compris ou connus par les différents acteurs (surtout les « non-experts »). Le modèle n'étant nécessairement pas une source fiable cela confirme le besoin pour les collectivités de pouvoir estimer dans quels cas il l'est et cela, en fonction de leurs objectifs. Quitte à ce que ces objectifs soient redéfinis ou réajustés après la conception du modèle.
- il manque également beaucoup de connaissances globales de ces mêmes acteurs sur la façon d'appréhender les données mesurées. Lesquelles doivent être collectées et choisies pour être représentatives et précises mais qui ne s'accorderont peut-être jamais au modèle ce qui n'est pas nécessairement un problème. Car selon le contexte le modèle, comme la mesure, peut être le plus proche de la réalité et il faut donc savoir à quel cas on a affaire.
- la démarche d'évaluation, et d'analyse des indicateurs dépend totalement des choix propres des modélisateurs puis des évaluateurs en charge de ce travail, au regard des objectifs fixés. Mais cette démarche repose sur les attentes des différents décideurs qui, « sachant » ou non, doivent y être associés pour s'assurer que leur point de vue est pris en compte.

En conclusion, nous proposons d'élaborer un document en deux parties. La première donnerait plusieurs éléments de contexte sur le pourquoi il faut, quand on modélise, évaluer un modèle ; sur l'importance de bien collecter et choisir des données (pour avoir les bons pas de temps, le bon type de pluie etc.) ce qui constitue un sujet en soi ; et sur la nécessité et la façon de construire une méthode d'évaluation transparente et répétable, en choisissant des indicateurs adaptés. Elle est donc organisée selon le plan présenté par la **Figure 8** :

Introduction du document

ENCART

Qu'est-ce que modéliser le fonctionnement d'un système d'assainissement ?

1. La place de la modélisation en autosurveillance des systèmes d'assainissement
2. Pourquoi autoévaluer son modèle ?
3. La démarche d'évaluation

Étape 1 : Connaître la finalité du modèle et définir pourquoi se lancer dans une démarche d'auto-évaluation

Étape 2 : Rassembler et caractériser les données disponibles

Étape 3 : Sélectionner des critères de performance

Étape 4 : Le calcul et l'interprétation des critères

Étape 5 : Les actions de correction

ENCART : L'autoévaluation ce n'est pas...

ENCART : Importance de la définition du temps de pluie

ENCART – A retenir : Avantages et inconvénients des critères de performance

4. Pourquoi un retour d'expérience ?

Figure 8. Plan du document de retour d'expérience (partie 2).

La seconde partie serait, elle, constituée du contenu des retours d'expériences (cf. 3.2.2.a, **Figure 6**). Il s'agit ainsi de montrer qu'il n'y a pas d'outil (modèle ou d'évaluation) miracle et que chaque démarche doit être construite en accord avec le système d'assainissement considéré. C'est en cela que ce retour d'expérience vient compléter les deux premiers documents du GT : après l'aide au choix des critères et leur calcul, on donne des éléments pour construire la démarche destinée à les interpréter.

d) Discussion

Il faut cependant garder à l'esprit que ce retour d'expérience ne s'appuie que sur la démarche de trois collectivités. Celles-ci ont des profils et des objectifs divers, ce qui donne tout de même un premier aperçu des pratiques en place, mais il doit en exister d'autres. Dans tous les cas il pourrait être intéressant d'interroger des collectivités n'ayant pas de modèle ou de démarches d'évaluation élaborées sur ce qui les empêche ou les retient de franchir le pas. Cela permettrait de mieux identifier les sujets et supports à créer et diffuser mais surtout d'affiner les cibles de cette communication (modélisateur, décideurs etc.). On pourra sans-doute, avec suffisamment de retours, identifier non pas de nouveaux indicateurs mais des méthodes d'analyse plus simples ou intuitives pour les collectivités.

D'autant plus que l'on voit une problématique certaine, dans la littérature comme dans les retours d'expérience, autour de la sélection et de la hiérarchisation des objectifs. L'évaluation du modèle demande la reprise de ses objectifs initiaux qui n'ont parfois pas été correctement formalisés par les collectivités. Il y a donc un sujet à part entière de sensibilisation à l'utilité de la modélisation et le besoin d'avoir un cahier des charges précis en tête. Le GT tente déjà de répondre à ce besoin dans son document en cours de création « Aide à la conception et à l'évaluation d'un modèle pour l'autosurveillance réglementaire réseaux et/ou système d'assainissement ». D'ailleurs certains éléments en ont été repris (premier encart de la **Figure 8**). Mais s'il y a un vrai besoin de former les collectivités à l'intérêt de l'évaluation des modèles mais aussi de la modélisation en général, peut-être faut-il en faire deux documents distincts. Le premier

serait celui proposé dans ce rapport et le second serait une reprise de celui en cours avec, peut-être, de nouveaux retours d'expérience sur l'intérêt de la modélisation.

3.2.3 L'amélioration de l'outil Excel du groupe de travail Autosurveillance

Les réflexions suivantes concernant l'amélioration de l'outil Excel du GT autosurveillance ont été menées à travers la discussion avec les différents acteurs interrogés dans la partie précédente et par une prise en main de l'outil du GT, de celui utilisé par la Métropole de Lyon et celui de la commune de Villefranche-sur-Saône.

a) Présentation de l'outil

L'outil proposé par le GT Autosurveillance se présente sous la forme d'un Excel en 6 onglets présentés par la **Figure 9**.

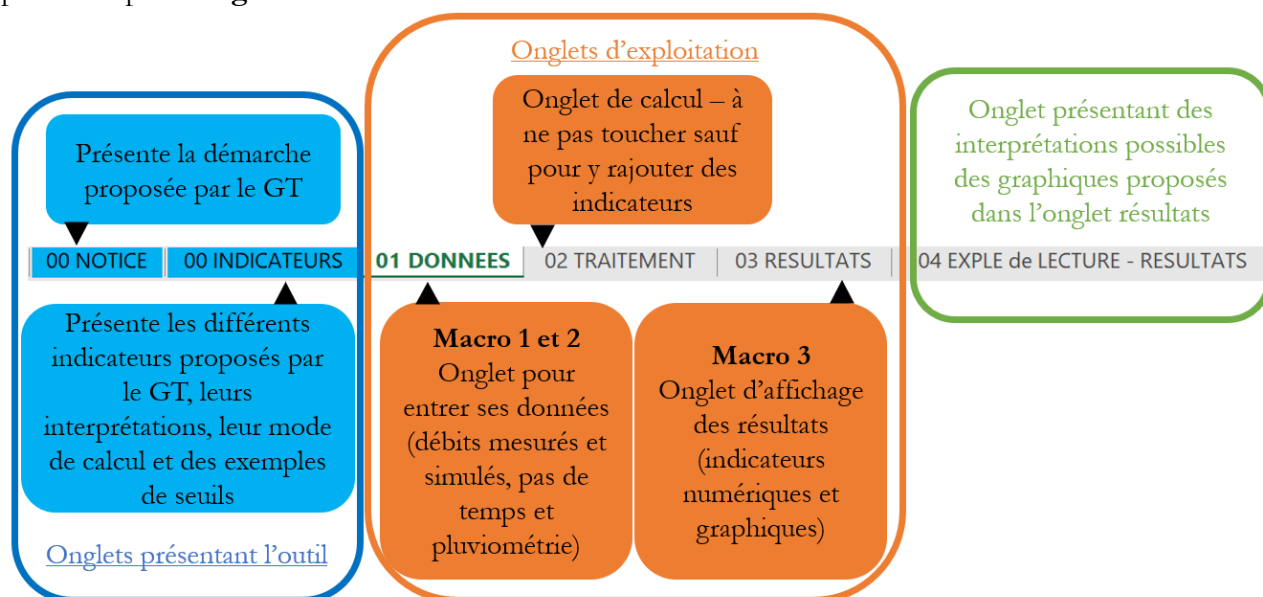


Figure 9. Présentation des différents onglets de l'outil du GT autosurveillance (production personnelle)

On voit sur cette figure que les deux premiers onglets forment la notice de l'outil, les trois suivants servent véritablement à l'évaluation des données et le dernier onglet présente de premières manières d'interpréter des indicateurs graphiques. La particularité de l'outil, supposé le rendre facile à prendre en main, est l'utilisation de 3 macros. Les macros sont un moyen de mémoriser et de répéter un enchaînement de tâches. Les macros sont des outils simples qui permettent d'automatiser certains calculs dans un logiciel ou un fichier de calcul. On rappelle que l'ambition du GT était avant tout d'aider la mise en œuvre de la démarche et non pas de créer un logiciel.

b) Les macros

D'après les retours d'expérience, les macros étaient une source de dysfonctionnement. On peut donc voir là un premier point d'amélioration concernant l'outil. Le concepteur initial de l'outil n'ayant pas nécessairement laissé de guide concernant le fonctionnement de ces dernières, nous nous attachons également à leur compréhension.

- **Macro 1 – Traitement des données**

La première macro à utiliser est celle de l'onglet « Données ». Celle-ci copie la première ligne de données dans l'onglet « Traitement » et calcule les indicateurs en étendant les calculs à la ligne correspondante aux données. Nous n'avons identifié, a priori, aucun bug lié à cette macro.

En revanche si l'on souhaite rajouter certains indicateurs dans ceux calculés, il faut pour cela rajouter des colonnes dans l'onglet « Traitement » et faire une modification du code de la macro. Comme on peut l'observer sur la **Figure 10**, le cadre rouge indique les colonnes de calcul affectées par la macro.

```

Sub étendre_affichage ()
'
' étendre_affichage Macro
' pour étendre l'affichage et effectuer les calculs sur l'ensemble des données
'
' Touche de raccourci du clavier: Ctrl+p
'
Application.ScreenUpdating = False
Sheets("02 TRAITEMENT").Select
Range("F2").Select
Dim drlig As Long
drlig = Sheets("01 DONNEES").Cells(Rows.Count, 3).End(xlUp).Row
Sheets("02 TRAITEMENT").Range("A2:U" & drlig).FillDown
Sheets("01 DONNEES").Activate
Application.ScreenUpdating = True
End Sub

```

Figure 10. Macro 1 : traitement des données (nommée « étendre affichage » dans le gestionnaire de macro de l'outil)

Pour étendre le calcul au-delà de la colonne U il faudra simplement remplacer le U par le numéro de la colonne voulu. Cependant il faut faire attention à ne pas empiéter sur le récapitulatif des calculs (qui commence actuellement à la colonne W). Aucun indicateur n'a pour l'instant été ajouté à cet outil mais cette modification peut être pertinente et doit être gardée en tête.

- **Macro 2 : Nettoyage**

Cette seconde macro, également dans l'onglet « 01 Données », permet un nettoyage des calculs de l'onglet « Traitement » pour laisser la place aux calculs suivants. Dans le cas où l'on souhaiterait rajouter des colonnes dans l'onglet traitement, la modification à apporter est la même qu'à la macro 1 : il faut modifier la colonne finale dans le code « Range("A3:U" & drlig).Select » de la macro nommée « nettoyage ». Cependant un problème a été identifié, lié à cette macro : le nettoyage est effectué jusqu'à la ligne des données présentes dans l'onglet « Données ». Il faut donc utiliser la macro avant de rentrer un nouveau jeu de donnée d'une longueur différente, surtout quand celui-ci est plus court que le précédent. Car le cas échéant, un jeu de données plus long aura laissé des lignes de calcul au-delà des nouvelles ce qui vient fausser le calcul des indicateurs, qui est effectué sur toute les lignes de la colonne. On propose pour cela de simplement inclure la mention « à utiliser avant et après chaque changement de données » dans le bouton d'action de la macro.

- **Macro 3 : Affichage des graphes**

La troisième macro de l'Excel se trouve dans l'onglet « Résultats ». Elle permet la mise à jour des différents graphiques de l'onglet afin qu'ils englobent toutes les données. Si le nettoyage avec la macro 2 a été correctement effectué, celle-ci ne rencontre pas de bugs. En revanche entre la version 1 et 2 de l'outil certains graphiques, jugés non pertinents, ont été retirés de l'onglet sans que leur ligne de code ne disparaisse. Ce petit oubli entraînait un bug systématique de la macro dans la version 2 de l'outil. En supprimant les bonnes lignes de code ont abouti à une macro simplifiée fonctionnelle comme présentée dans la **Figure 11**.

```

Sub affichage_graph()
'
' affichage_graph Macro
'
' Touche de raccourci du clavier: Ctrl+j
'
ActiveSheet.ChartObjects("Graphique 1").Activate
ActiveChart.Axes(xlCategory).MaximumScale = Sheets("02 TRAITEMENT").Range("AF2")
ActiveSheet.ChartObjects("Graphique 6").Activate
ActiveChart.Axes(xlCategory).MaximumScale = Sheets("02 TRAITEMENT").Range("AF2")
End Sub

```

Figure 11. Macro 3 : mise à jour des graphiques (nommée "affichage graph" dans le gestionnaire de macro de l'outil)

c) Les choix et utilisation des indicateurs

Au vu de la bibliographie sur l'utilisation d'indicateurs réalisée en 3.1.1, les critères de performances proposés par l'outil sont largement suffisants. Le retour d'expérience proposé en 3.2.2 montre d'ailleurs qu'il y en a peut-être même trop pour les collectivités qui n'en n'utilisent que 2 à 4 en plus d'un outil graphique (la représentation des débits mesurés et simulés, parfois avec la pluviométrie).

Concernant le choix des indicateurs on propose simplement de laisser ce dernier aux collectivités qui trouveront suffisamment d'éléments pour faire un choix éclairé dans les documents proposés par le GT. On peut cependant conseiller d'utiliser trois des indicateurs généraux pour estimer la fidélité (le biais), l'exactitude (MSE ou RMSE) et la variance (justesse) et de les associer à au moins un des critères normalisés permettant d'évaluer l'adéquation globale du modèle à la mesure (Nash-Sutcliffe, RVE ou RSR). En plus du choix des indicateurs, le choix des seuils semble plus important, pour cela l'outil contient déjà des bornes conseillées pour chacun des indicateurs. Mais les indicateurs de l'onglet « 03 Résultats » n'étaient encore pas associés à un code couleur. C'est pourquoi des colonnes y ont été ajoutées pour permettre de modifier facilement la mise en forme conditionnelles choisir ses propres seuils comme présenté par le **Tableau 1**.

Seuils - entrez vos propres valeurs

	le modèle n'apporte pas d'informations pertinentes	insatisfaisant	satisfaisant	Réelle information apportée	Resultat du calcul
indicateurs généraux	biais	0,001	0,0001	0,00001	-0,01
	MSE	10	1	0,2	0,00
	RMSE	10	1	0,44	0,03
	justesse (variance)	2	1	0	0,00
indicateurs normés	RSR	0,3	0,2	0,1	0,96
	RVE	1000	10	1	0,00
	Nash sutcliffe	0,2	0,5	0,7	0,1
	MSE (moy_mes)	0,3	0,1	0,0001	0,36
	MSE (moy_sim)	0,3	0,1	0,0001	0,27
	MSE (val_mes)	0,3	1	0,1	20,16
	MSE (val_sim)	0,3	0,05	0,01	0,56
indicateurs standardisés	biais normalisé	100	2	1	0,00
	MSE normalisé	100	10000	1	2,84
	RMSE normalisé	100	1,5	1	1,68
	justesse normalisée	100	10	9	1,71

Tableau 1 . Mise en forme conditionnelle des seuils utilisés pour les critères d'évaluation

Concernant les différents graphes proposés (présentés en **Annexe F**), celui le plus utilisé par les collectivités reste une simple représentation des débits mesurés et modélisés, ce qui suffit à identifier des phénomènes non modélisés (**Bennett et al, 2013**), surtout pour une analyse annuelle. Un autre graphe pertinent proposé par l'outil est le traçage des valeurs du modèle en fonction des valeurs de la mesure, ce qui permet à la fois d'observer pour quels débits le modèle semble bon en ce point mais aussi de tracer un coefficient de corrélation (r^2) qui est un indicateur supplémentaire à observer. Enfin l'outil propose un autre graphe qui peut être pertinent dans une analyse fine, à l'échelle d'un seul évènement : celui-ci applique un seuil de confiance à la différence entre le modèle et la mesure pour observer si celle-ci est significative. Cette différence d'usage entre les graphes pourrait être ajoutée à l'outil, et pour la rendre plus adaptable nous avons rajouter la possibilité de changer facilement entre les seuils de confiance de 90%, 95% et 99% (pour une loi normale et un nombre de points supérieur à 30. Afin d'offrir plus de seuils de confiance on pourrait rentrer plus de valeurs à l'aide d'une abaque.

On s'interroge également sur la possibilité de rajouter les écarts en volumes et débits de pointe dans l'onglet « Résultats » car si l'écart en débit est calculé, sa moyenne ou son pourcentage n'est pas affiché dans les résultats. De même l'écart moyen en volume ou en pourcentage n'est pas présenté car la conversion n'est pas faite par l'outil (NB : si elle l'était il faudrait ajouter un nouveau bouton d'action pour renseigner le pas de temps utilisé que la conversion soit toujours juste).

d) Autres améliorations

Des autres améliorations envisageables de l'outil, une seule a vraiment émergé des discussions faites par les collectivités : aussi intéressant soit-il, l'outil ne permet d'évaluer qu'un seul jeu de données à la fois, en seul point. Ce qui pose problème dans des démarches qui cherchent à évaluer le modèle sur un grand nombre de point (les trois cas observés jusqu'ici) et vont donc perdre du temps à changer les jeux de données, les analyser et compiler les résultats. De plus, comme discuté dans le paragraphe précédent, les indicateurs doivent être utilisés différemment si l'on veut effectuer une analyse globale pour chaque point du réseau. Comme ce que réalisent la Métropole de Lyon ou Villefranche-sur-Saône. Ou bien on doit mener une analyse plus précise par événements pour un ensemble de points, plus proche de ce qu'a réalisé Bourg-de-Péage.

Afin de remédier à cela on propose de différencier plusieurs modes d'utilisation de l'outil Excel en fonction du point d'approche préféré (lequel peut être conditionné autant par les données renvoyées que par la métrologie, le modèle ou le format de transmission aux services police de l'eau). Dans chaque cas, il est nécessaire de rajouter un onglet « compilation des résultats » ou d'utiliser un deuxième Excel pour cela. Ainsi on différencie deux cas d'utilisation de l'outil :

- Pour une évaluation **par point du réseau** (adapté à des mesures en continu) il faut utiliser un Excel par point (DO, PR etc.) et rajouter un onglet pour chaque jeu de données que l'on souhaite analyser. En conservant le même format par jeu de données (numérotation, pas de temps, données mesurées, simulées et pluviométrie) un simple copié-collé des 5 premières colonnes suffit à changer les données de l'onglet « 01 Données ». Le choix du type de jeu de données (annuelles, par événements etc.) revient ensuite à l'utilisateur qui les y ajoutera.
- Pour une évaluation **par événements pluvieux** (plus approprié à des mesures par campagnes) il peut être préférable de faire un Excel par événement suivi. On ajoute ensuite les données modélisées de tous les points à évaluer dans un ou plusieurs onglets supplémentaires.

En choisissant un de ces deux modes de fonctionnement on pourra plus aisément traiter plusieurs jeux de données dans le même Excel tout en faisant une différence entre événements et points du réseau.

e) Discussion

Des éléments présentés précédemment émergent cependant plusieurs interrogations.

Tout d'abord on souhaite proposer une alternative au critère de Nash qui, bien que pratique et très utilisé par les acteurs, connaît plusieurs critiques dans le monde scientifique notamment sur sa capacité à évaluer un modèle lors de variation saisonnières (Ye et al., 2014). Cela a déjà été fait par le GT qui propose le RSR et le RVE mais pourquoi ne pas y ajouter le KGE (Kling-Gupta Efficiency). Cet indicateur proposé par (Gupta et al., 2009) intègre les éléments du Nash ainsi que le biais, il est présenté par (Bennett et al., 2013) comme une « approche plus élégante » de l'évaluation.

Ensuite on peut critiquer l'utilisation du graphique traçant les valeurs simulées en fonction des mesurées. Si celui-ci permet de dire « pour quel type de débits le modèle est bon » il ne permet pas d'identifier quelles pluies donne quel type de débit sur le réseau. C'est donc un indicateur qui permet d'établir un domaine de validité du modèle se concentrant sur les débits. Deux des démarches présentées (Villefranche et Bourg de Péage) demandent d'analyser les réponses des réseaux en fonction des types de pluie et ce graphe serait donc quasi inutile dans ce cas.

De plus on se rend compte que si plusieurs collectivités n'ont pas utilisé l'outil du GT cela vient principalement du manque de temps et de moyens nécessaires à l'appropriation d'un nouvel outil. Car celui-ci doit être modifié, même légèrement, pour correspondre aux types de données de la collectivité (mesurées et renvoyées par le modèle), aux indicateurs préférés (selon les habitudes et connaissances) et aux communications faites vers la police de l'eau. Dans ce cas-là, il est compréhensible que les collectivités ne changent pas quand celui qu'elles utilisent est très performant et conçu pour leur situation (Métropole de Lyon, Villefranche). D'ailleurs peut-être faudrait-il plutôt inciter les collectivités à demander directement aux bureaux d'études de leur fournir un outil d'évaluation qui leur permettra de faire vivre leur modèle ou même d'établir un partenariat durable, pour assurer des raffinements futurs (exemple de Véolia Eau à Bourg-de-Péage).

Enfin, un dernier souci est soulevé par l'outil Excel de la Métropole de Lyon : il facilite la définition des évènements de temps de pluie quand les mesures sont réalisées en continu sur le réseau. Ce n'est pas nécessairement une fonctionnalité intéressante pour une collectivité réalisant surtout des campagnes de mesures ou ayant un modèle qui permet également de différencier les temps de pluie (Villefranche-sur-Saône). Mais dans l'optique où les partenaires du GRAIE incitent à utiliser la mesure en continu (l'OTHU notamment) peut-être faudrait-il s'inspirer de la Métropole pour créer un nouvel outil permettant de séparer un grand jeu de données en continu en plusieurs évènements pluvieux. S'il existe d'autres collectivités intéressées bien évidemment.

4. Valorisation des résultats et observations de l'OTHU

Dans cette seconde partie nous allons nous intéresser à la production d'indicateurs destinés à valoriser les différentes activités de l'Observatoire de Terrain en Hydrologie Urbaine.

4.1 La valorisation de l'OTHU à travers son site web – Réalisation d'un benchmark

On s'intéresse donc particulièrement à la valorisation de l'observatoire via son site web. D'abord car c'est une plateforme de communication privilégiée mais aussi car elle permet de facilement comparer l'OTHU à d'autres dispositifs et organismes de recherche afin d'inventorier leurs indicateurs et méthodes de valorisation.

Le site internet de l'observatoire a été créé en 1999 par le GRAIE et totalise en moyenne 62 000 visites annuelles depuis 2009. Ses différents onglets et leur contenu, bien qu'explicites, est résumé par la **Figure 12**.

On note que la page la plus visitée du site est sa page d'accueil (<http://graie.org/othu/index.htm>).

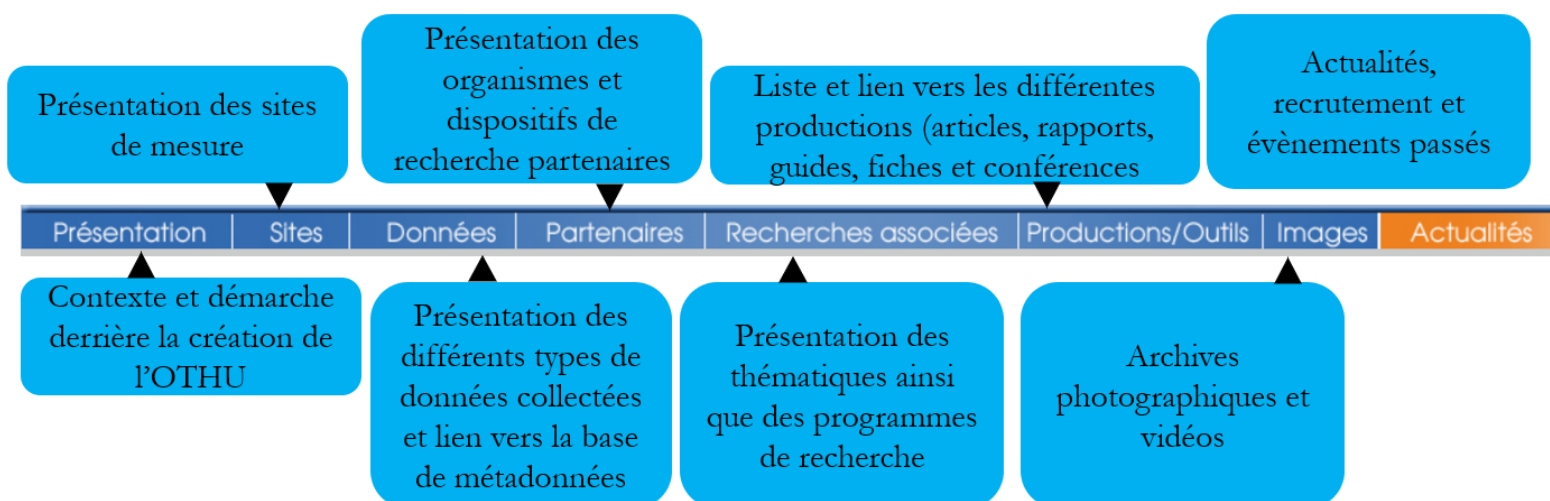


Figure 12. Onglets du site web de l'OTHU

4.1.1 Méthodologie

a) Que veut-on ? – Les objectifs

L'objectif principal de la mission de stage est de produire une infographie à destination du site web de l'observatoire. On décide pour cela de se limiter à des indicateurs simples et faciles à mettre en œuvre, tout en prenant le temps d'étudier lesquels pourraient être les plus pertinents pour valoriser l'activité de l'observatoire, à plus ou moins long terme. On veut pour cela qu'ils soient a priori compréhensibles sans avoir beaucoup de connaissances préalables. On souhaite également que certains d'entre eux soient testés d'ici la fin de cette mission de stage ce qui implique de se concentrer sur des indicateurs pour lesquels les données sont déjà disponibles et accessibles.

Un préalable nécessaire à la définition de nos objectifs été la définition des différents termes utiles pour désigner les différentes activités de l'OTHU :

- **Données** : C'est le niveau le plus basique d'information qui est collecté (photographie, une valeur à un instant t mesuré par un capteur, etc.).
- **Métadonnées ou données d'état** : ensemble des informations liées à une donnée ou un jeu de données (lieu de mesure, quel paramètre est mesuré, avec quelle précision, durée de la mesure etc.)
- **Observation¹** : Processus d'accumulation et de recueil d'informations (de données) sur un phénomène, un objet d'études. C'est un compte rendu des phénomènes constatés. Cette dernière définition suppose donc que l'on va représenter un phénomène ou les données qui le caractérisent.
- **Résultats** : Conséquence d'un acte de recherche réalisé avec un but défini et qui apporte une solution ou des hypothèses plausibles à un problème ou des interrogations. Parfois utilisé en synonyme d'observation dans le sens où un compte rendu d'observations constitue souvent un résultat en soi, au même titre que l'analyse de données. (N.B : Afin d'éviter la confusion entre résultat et observations nous allons plutôt nous intéresser aux productions scientifiques. La valorisation des supports (rapports, articles, conférences, thèses etc.) supposés présenter ces résultats sera notre objectif.

b) Pour qui ? - Les cibles

Le public de l'OTHU, susceptible de consulter son site web, est la cible principale de l'infographie qui doit être créée. Afin de pouvoir cibler nos indicateurs on différencie toutefois ce « tout public » en trois catégories :

- Le **public scientifique** composé des chercheurs et doctorants de l'OTHU ainsi que des chercheurs et laboratoires avec lesquels ils collaborent.
- Le **public opérationnel** constitué des collectivités partenaires (financiers ou non), des entreprises et différents techniciens avec lesquels l'observatoire travaille.
- Le **public avisé** est constitué de tous les acteurs connaissant le domaine de l'assainissement et pouvant rechercher de l'information sur le site de l'OTHU sans nécessairement interagir avec lui. Il est constitué des étudiants, stagiaires, et autres acteurs du domaine ne collaborant pas avec l'observatoire.

¹(<https://fr.wikipedia.org/wiki/Observation>)

c) Comment ? – La procédure

Comme mentionné précédemment nous avons décidé de réaliser un benchmark de ce que font d'autres observatoires et organismes de recherche pour valoriser en ligne leurs activités.

Le but premier était d'inventorier ces méthodes et indicateurs mais il semble plus pertinent au regard de la littérature présentée en introduction (cf. 2.4) de s'intéresser à la détermination de plusieurs thématiques dans lesquelles nous pourrions classer ces indicateurs. C'est pourquoi notre exploration d'autres sites web nous a permis en premier lieu de différencier 5 thèmes de valorisations dans lesquels nous avons observé ce qui était fait sur les différents sites web. On différencie ainsi : la valorisation des données, des observations, des sites d'observations, des productions scientifiques et une dernière catégorie dans laquelle on regroupe la valorisation des thématiques, des techniques, des programmes et des équipes de recherche,

Le choix de ces thèmes et de leur sous catégories s'est fait au regard des pratiques qui étaient les plus rencontrées, afin de pouvoir comptabiliser leurs occurrences, et en concertation avec Laetitia BACOT et l'aide de Gislain LIPEME KOUYI. Le choix des sites web de l'échantillon a été fait à travers des recherches web sous le moteur Ecosia (Bing) en utilisant poignée de mots-clés, combinés entre eux :

- hydrologie urbaine (urban hydrology)
- observatoire (observatory)
- observatoire environnement (environment observatory)
- observatoire scientifique (scientific observatory)
- Observatoire national (national observatory)
- données (data)

Tous les sites web consultés sont issus de la première page de résultats de la recherche web ou des « organismes partenaires » trouvables sur les sites consultés. Dans le but de trouver des sites se rapprochant plus de véritables observatoires nous avons écarté les sites web trop éloignés en termes d'objectifs (commerciaux, touristiques).

Enfin, les premiers résultats de ce benchmark ont été présentés le 16 juillet 2020 lors d'un café OTHU (en visioconférence) devant une dizaine de membres de l'observatoire (public réunissant des chercheurs de disciplines variées fortement impliqués dans l'observatoire et des partenaires opérationnels de la Métropole de Lyon). Ce café et les entretiens individuels qui ont suivi ont permis de constituer une base des avis des chercheurs sur les questions soulevées par ce travail de valorisation. Parmi les chercheurs interrogés on compte Gislain LIPEME-KOUYI, Isabelle BRAUD, Florian MERMILLOD-BLONDIN et Flora BRANGER. Nicolas WALCKER a également été interrogé vis-à-vis du fonctionnement de la collecte de données et des fiches de métadonnées. Les entretiens semi-directifs ayant été effectués avec des questions sensiblement différentes en fonction de l'avancée du stage nous ne proposerons pas ici de compte rendu de ces entretiens. Un résumé des avis et propositions émises pendant ces entretiens sera fait pour chaque thématique.

Ce travail nous permettra ensuite de différencier dans une seconde partie (4.2) nos propositions d'indicateurs.

4.1.2 Caractérisation de l'échantillon

La liste des organismes et des dispositifs de recherche utilisés pour le benchmark est présentée en **Annexe G** avec les éléments de caractérisation présentés ci-après. Les résultats du benchmark sont également présentés en **Annexe H**.

a) Types de structure

Nous allons dans un premier temps définir les différents termes que nous avons utilisés pour distinguer les types de structures composant notre échantillon :

- **Observatoire¹** : Organisme créé par l'Etat, une collectivité, ou un organisme plus grand, qui a pour mission de rassembler et compléter des connaissances afin de faciliter les prises de décisions et l'accès à l'information dans différents domaines.
- **Observatoire environnement** : Site se définissant comme un observatoire sur des sujets touchant à l'environnement.
- **Observatoire autres domaines** : Site se définissant comme un observatoire sur des sujets ne touchant pas à l'environnement.
- **Dispositif de recherche** : Ensemble de moyens, de mesures et d'acteurs rassemblés et mis en œuvre afin de mener un ou plusieurs types de recherche. Selon cette définition, un observatoire est un dispositif de recherche, nous classons donc dans cette catégorie tous les dispositifs ne se caractérisant pas eux même d'observatoires.
- **Organisme de recherche** : Selon l'Encadrement communautaire des aides d'État à la recherche et au développement², un organisme de recherche est « une entité, telle qu'une université ou un institut de recherche, quel que soit son statut légal (organisme de droit public ou privé) ou son mode de financement, dont le but premier est d'exercer des activités de recherche fondamentale, de recherche industrielle ou de développement expérimental et de diffuser leurs résultats par l'enseignement, la publication ou le transfert de technologie, les profits [étant] intégralement réinvestis dans ces activités, dans la diffusion de leurs résultats ou dans l'enseignement. »
- **Base de données destinées à la recherche** : Outil web permettant de stocker, structurer et ainsi d'exploiter (en conservant et retrouvant a posteriori) un ensemble de données brutes, d'informations liées à un ou plusieurs sujets.
- **Site d'information gouvernemental** : Toute plateforme web dépendant d'un organisme ou d'un dispositif gouvernemental.
- **Autres** : Il n'y a qu'un élément dans cette catégorie dans l'échantillon, c'est l'association AGIRO qui réalise des actions environnementales et participe à des initiatives dans le but de protéger l'eau et les écosystèmes naturels sur le bassin versant (BV) de la rivière Saint-Charles à Québec.

Selon ces catégories, l'échantillon se décompose ainsi :

Type de structure	Nombre
Observatoire environnement	9
Observatoire autres domaines	7
Dispositif de recherche	6
Organisme de recherche	4
Base de donnée recherche	2
Site d'information gouvernemental ou national	6
Autre	1
Total	35

Tableau 2 . Types de structure au sein de l'échantillon

¹https://fr.wikipedia.org/wiki/Observatoire_%28administration%29

²<http://www.innoviscop.com/definitions/organisme-de-recherche>

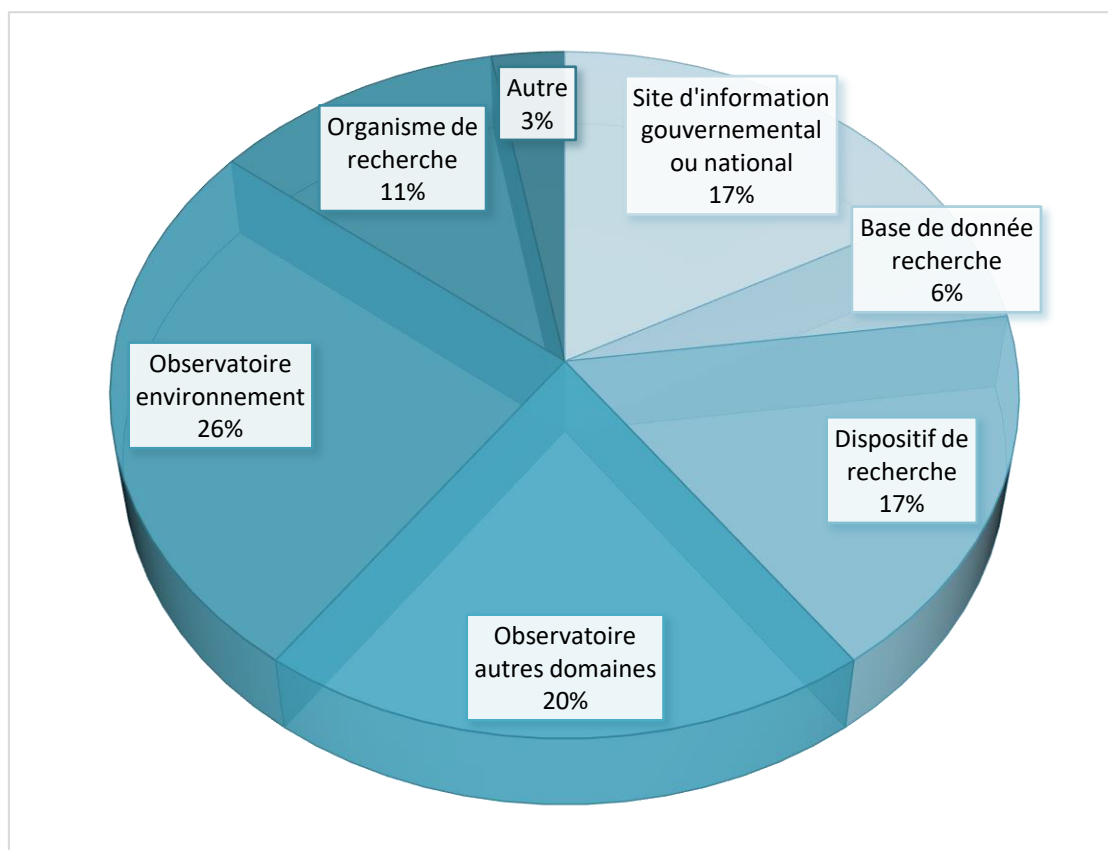


Figure 13. Types de structure composant l'échantillon du benchmark (en pourcentages)

Cette classification et ses résultats sont présentés dans la **Figure 13**. Nous avons, sur un échantillon de 35 sites web, plus de 50% de dispositifs de recherche (dont les observatoires environnement et autres domaines) qui forment la base de notre échantillon.

Les autres types de structures, notamment les sites d'information gouvernementaux, permettent d'introduire des sites web s'intéressant à des domaines ou avec des modes de fonctionnement différents des observatoires de recherche français. C'est pourquoi on compte uniquement 8 structures traitant d'hydrologie dont 4 particulièrement d'hydrologie urbaine. L'écologie et l'environnement sont également deux thèmes plutôt bien représentés dans l'échantillon (14). De même nous avons essayé de ne pas nous limiter à des structures françaises et bien qu'elles représentent le gros de l'échantillon (24) nous avons réussi à apporter un minimum de diversité. On compte notamment 5 autres pays (Canada, Allemagne, Grande-Bretagne, Luxembourg et les USA) et 4 structures internationales (dont une européenne uniquement).

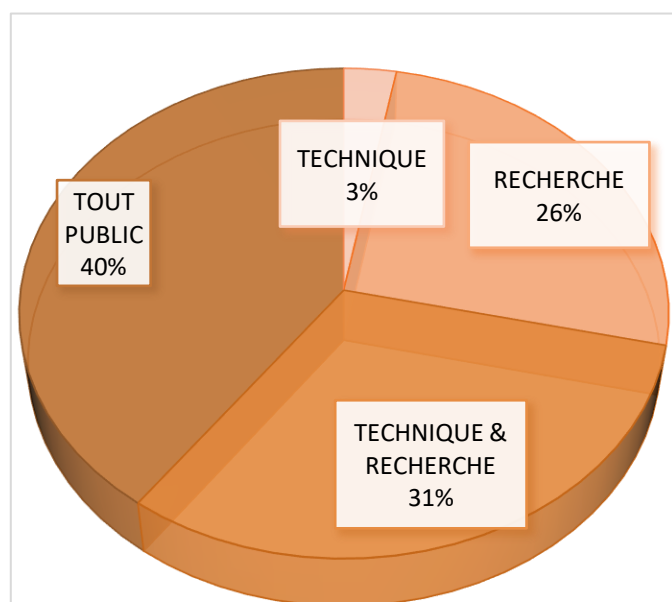
On peut cependant discuter de l'inclusion de bases de données en ligne qui ne correspondent pas vraiment à ce que nous cherchons à évaluer car l'OTHU ne pourra pas dans un futur proche bancariser ses données (**Bruel, 2020**). On peut également critiquer la présence de plusieurs organismes déjà partenaires, en coopération, ou identiques à d'autres mais à une échelle différente (ex : les LTER Français, Européen et International). Enfin on peut critiquer le choix de moteur de recherche, une utilisation plus poussée de google aurait sans doute permis d'augmenter facilement la taille de cet échantillon. D'autant plus que le biais induit par la barrière de la langue (français et anglais) est renforcé par le moteur de recherche qui a tendance à proposer des sites web en français.

b) Publics visés

Afin de continuer la description de l'échantillon nous avons décidé de définir les publics visés par les différents sites web. On distingue ainsi, comme pour l'OTHU, le public plus opérationnel ou techniques et le public plus scientifique ce qui donne lieu à quatre catégories de publics visés :

- Le public **technique** ou **opérationnel** : La plateforme web se concentre plus sur la présentation des sites de mesure, des techniques employées, etc. On a plus affaire à de la recherche appliquée ou du développement expérimental¹.
- Le public **recherche** ou **scientifique** : Le site web se concentre sur la présentation des équipes et programmes de recherche, l'accès aux données et la mise en avant des publications. On semble plus être dans de la recherche fondamentale ou appliquée.
- **Technique & recherche** : Le site web correspond aux deux catégories précédentes et semble s'intéresser aux deux types de public.
- **Tout public** : On distingue cette dernière catégorie lorsque le site web présente un gros effort de vulgarisation sur la présentation des thématiques, des observations et des résultats scientifiques ou tout simplement quand le site est explicitement adressé à toute la population (sites gouvernementaux).

Selon ces définitions on obtient une répartition des sites de l'échantillon comme présenté dans la **Figure 14** et le **Tableau 3** :



Types de public	Nombre
Technique	1
Recherche	9
Technique & recherche	11
Tout public	14
Total	35

Tableau 3. Types de public visé par les sites web de l'échantillon

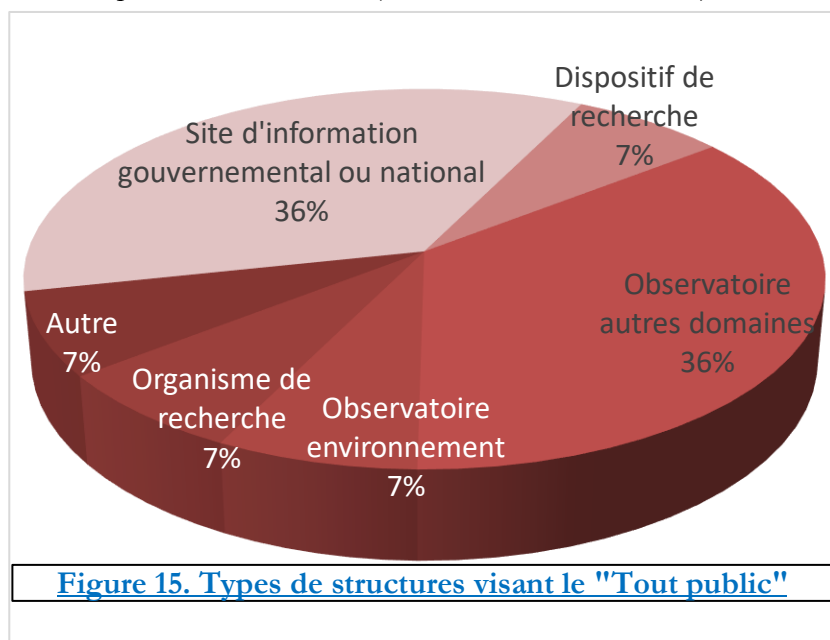
Figure 14. Public visé par les sites de l'échantillon

On peut ici aussi critiquer cette distinction relativement subjective qui ne prend pas en compte que la plupart des organismes ou dispositifs de recherche sont en général intéressés par de la recherche fondamentale comme opérationnelle. Ce que nous discriminons ici est seulement l'image de la structure renvoyée par son site internet. La distinction entre « technique » et « recherche » n'a pas forcément lieu d'être à l'échelle d'une structure entière et cela transparaît par l'absence de site uniquement « technique ». De plus tous les sites web ne rendent pas nécessairement une image fidèle des orientations de sa structure. On remarque toutefois qu'une part importante de l'échantillon se concentre sur le « Tout public », on propose donc de faire un focus sur le type de structure que cela représente.

¹La recherche appliquée se définit par l'acquisition de connaissances dans un but ou objectif pratique déterminé. Le développement expérimental est la démarche qui vise avant tout à développer un projet, un produit, un dispositif par l'association ou l'acquisition de connaissance. Ces deux pratiques sont à différencier de la recherche fondamentale qui ne s'intéresse qu'à l'acquisition de nouvelles connaissances sans envisager, de prime abord, d'application pratique. (https://fr.wikipedia.org/wiki/Recherche_et_d%C3%A9veloppement)

c) Focus sur les structures visant le « Tout public »

Les sites web « Tout public » empêchent la dichotomie entre Recherche/Technique en rendant compte d'un effort de vulgarisation pour atteindre un plus grand public (opérationnels, étudiants, grand public). Comme présenté par la **Figure 15**, on observe que la plupart des quatorze sites destinés au « Tout public » sont les sites gouvernementaux (les 5 de l'échantillon) et les observatoires d'un autre domaine que l'environnement (5 sur les 7 de l'échantillon).



Type de structure	Nombre
Site d'information gouvernemental ou national	5
Base de donnée recherche	0
Dispositif de recherche	1
Observatoire autres domaines	5
Observatoire environnement	1
Organisme de recherche	1
Autre	1
Total	14

Tableau 4. Type de structures visant le "Tout public"

On observe qu'au-delà de ces sites gouvernementaux, les sites web « Tout public » restants sont des structures multidisciplinaires (Université de Strasbourg, OTHU, INEE) ou ayant fait un véritable effort de vulgarisation (Association AGIRO, Bifrostonline, etc.).

On peut d'ailleurs retenir le site de Bifrostonline, mis en place par deux réseaux de recherche internationaux : le Nordic Network for Interdisciplinary Environmental Studies (NIES) et Humanities for environment (faisant partie de l'échantillon). Ce site est un exemple de comment les sites web disposant d'un important budget pour leur développement ont souvent des plateformes plus agréables à parcourir, à comprendre et à exploiter.

d) Conclusion de la caractérisation de l'échantillon

En conclusion, nous avons constitué un échantillon assez divers d'organismes de recherche d'observatoires et d'autres dispositifs (sites web gouvernementaux, base de données et une association). Tout cela représente un échantillon de 35 sites web, principalement français ou francophones, mais s'échelonnant d'un niveau régional à international.

Plus de la moitié des sites de l'échantillon sont orientés vers un public scientifique intéressé par la recherche fondamentale (recherche) ou appliquée (recherche et technique). Les autres sites de l'échantillon sont plus adaptés à un « grand public », soit par la qualité graphique de la plateforme qu'ils proposent, la diversité de sujets qu'ils abordent, leur qualité de site d'information gouvernemental, ou l'effort de vulgarisation scientifique qui est démontré.

Outre les critiques déjà évoquées concernant la subjectivité du classement dans les différentes catégories on remarque tout de même l'autre source principale de biais dans cet échantillon : sa taille. En effet nous avons fait notre possible pour introduire de la diversité dans les types de structures, de sujets, de nationalité et d'échelles mais un échantillon plus grand aurait peut-être permis d'identifier des particularités ou des méthodes de valorisation non rencontrées jusqu'ici.

4.1.3 Valorisation des données

Le sujet initial du stage s'intéressant à la valorisation de la donnée nous avons d'abord abordé ce sujet afin d'apporter une cohérence avec l'autre stage en cours au sein de l'OTHU.

Nous avons donc établi plusieurs critères à comptabiliser sur chaque site parcouru, ceux permettant de rendre compte de la valorisation des données sont présentés dans le **Tableau 5**. On remarquera que sur les 35 structures de l'échantillon, 10 ne remplissent aucun de ces critères c'est à dire 24% de l'échantillon ne valorise pas ses données.

Tableau 5. Types de valorisation de la donnée

	Description
Texte présentant les données collectées	La plateforme web comporte un ou plusieurs paragraphes servant à présenter les données collectées : le contexte, pourquoi ces données, etc.
Lien vers une base de données	Un lien permet de se rendre sur une base de données dédiée aux données de la structure (et parfois à d'autres structures).
Fiches de métadonnées	Le partage de données se fait à l'aide d'un ensemble de fiches de métadonnées qui présentent synthétiquement le contenu de chaque jeu de données, à travers des mots clés, des dates de relevés etc.
Lien direct vers la donnée	Un lien (html ou autre) permet de télécharger directement le jeu de données (en général sous forme de tableur).
Logiciel spécifique de partage de données	Le partage de données est effectué au sein de la structure à l'aide d'un logiciel spécifique. L'accès et le mode d'emploi de ce type d'outil sont présentés sur la plateforme web.
Le site est une base de données / en a la forme	Certains sites de l'étude sont en eux même des bases de données ou bien ont une interface web qui fonctionne comme une base de données : un moteur de recherche donnant accès à un ensemble de fiche, de dossiers via des mots clés (thématiques, géographiques, etc.)

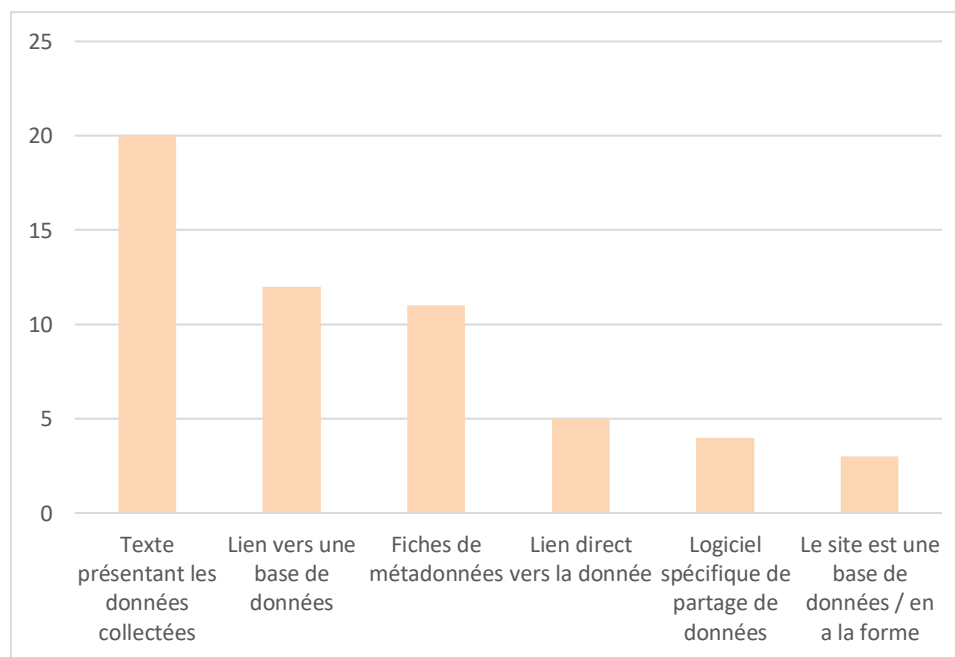


Figure 16. Différents support de valorisation de la donnée utilisés sur les sites web de l'échantillon

Ces résultats sont représentés dans la **Figure 16** ci-dessus. On observe directement que le format texte, et c'est compréhensible intuitivement, est privilégié pour présenter des données en ligne. En séparant les structures en deux groupes on remarque que parmi celles utilisant des métadonnées (11 structures), seul l'OTHU n'offre pas de possibilité de télécharger les données directement en ligne. Parmi les 14 les structures n'utilisant pas de fiches de métadonnées seules 3 ne proposent pas de moyen de téléchargement de leurs données : ORISK (Observatoire du Risque Inondation de la Sécheresse et du

Karst) et Bifrostonline qui compensent cela en proposant une multitude de supports de visualisation de données (graphiques en temps réel, vidéos etc.) et l'Observatoire des perspectives utopiques qui se contente de décrire le type des études menées et de données collectées dans une perspective commerciale.

En conclusion nous avons la majorité des sites web qui proposent, en plus de la présentation de leurs données (via texte ou parfois des fiches de métadonnées), un moyen de télécharger directement leurs données en ligne. Ce qui vient confirmer le besoin pour des solutions de bancarisation identifié pour l'OTHU. Nous n'avons pas reconnu ici de facteurs incitant à utiliser plutôt une bancarisation que des liens de téléchargement directs, à l'exception sans doute de la quantité de jeux de données considérés. Ce qui va dans le sens de (Bruel, 2020) qui préconise, pour les études ponctuelles, d'intégrer des liens de téléchargement des données directement dans les fiches de métadonnées. La bancarisation ne devient nécessaire que pour les jeux de données très conséquents, les mesures en continu par exemple.

On remarque que la catégorie « Logiciel spécifique de partage de données » désigne en général l'usage d'une base de données privée, nécessitant des identifiants spécifiques à la structure. Peu optent pour cette solution qui correspond au final à des données non accessibles au public. Cette catégorie manque donc d'intérêt dans cette étude, les données de l'OTHU étant a priori publiques, mais a le mérite de soulever la question de l'accessibilité des données. Enfin on comprend que le premier critère « texte » est une boîte noire qui correspond au format de base de présentation de l'information en ligne. Celui-ci n'apporte pas de vraie information à part la présence effective ou non d'une valorisation et sera donc parfois supprimé dans les parties suivantes.

Apports des chercheurs :

Concernant la valorisation des données, les discussions avec les chercheurs se sont concentrées principalement sur l'amélioration du catalogue de métadonnées qui est pour l'instant le meilleur outil à disposition de l'OTHU pour « partager » ses données. De ces échanges on peut retenir plusieurs remarques :

- Il est dommage que ces fiches ne contiennent pas de lien de téléchargement de la donnée, surtout quand ceux-ci existent déjà (exemple de BDOH¹)
- Un graphique permettant d'illustrer le type de données considéré pourrait être également un ajout intéressant à chaque fiche mais deviendrait une charge supplémentaire dans l'édition des fiches par les chercheurs
- Dans l'optique de l'augmentation du nombre de fiche il pourrait être intéressant d'augmenter le nombre de filtres permettant de les trier. Notamment en augmentant le nombre de thèmes, au nombre de 3 pour l'instant (*Dataset, Inland Water et Environment*).

¹Base de Données des Observatoires en Hydrologie

4.1.4 Valorisation des observations

La valorisation des observations se fait principalement par l'usage d'indicateurs graphiques (différentes courbes, cartes etc.) et numériques (valeurs importantes dans le domaine d'études). Considérant la diversité de graphes et de paramètres pouvant être utilisés pour rendre compte des observations nous avons décidé de différencier les catégories suivantes :

Tableau 6. Type de valorisation des observations

	Description
Texte / tableau résumant les observations	Les différentes observations sont introduites, présentées et résumées sous la forme d'un ou de plusieurs textes (éventuellement dans un tableau).
Graphiques illustratifs	Les observations sont résumées et illustrées à travers l'utilisation d'un ou de plusieurs graphiques.
Illustration photographique	Des ressources photographiques sont utilisées pour présenter ou rendre compte des observations faites.
Tableau de bord (indicateur graphique)	Le site web utilise un tableau de bord incluant un ou plusieurs graphiques comme indicateurs. Dès qu'un graphique est mis à jour régulièrement (tableau de bord ou visualisation en temps réel sur une carte interactive) il a été comptabilisé dans cette catégorie.
Tableau de bord (indicateur numérique)	Le site web utilise un tableau de bord utilisant un ou plusieurs indicateurs numériques
Autres	Autres méthodes de mise en avant des observations (détaillées ci-après).

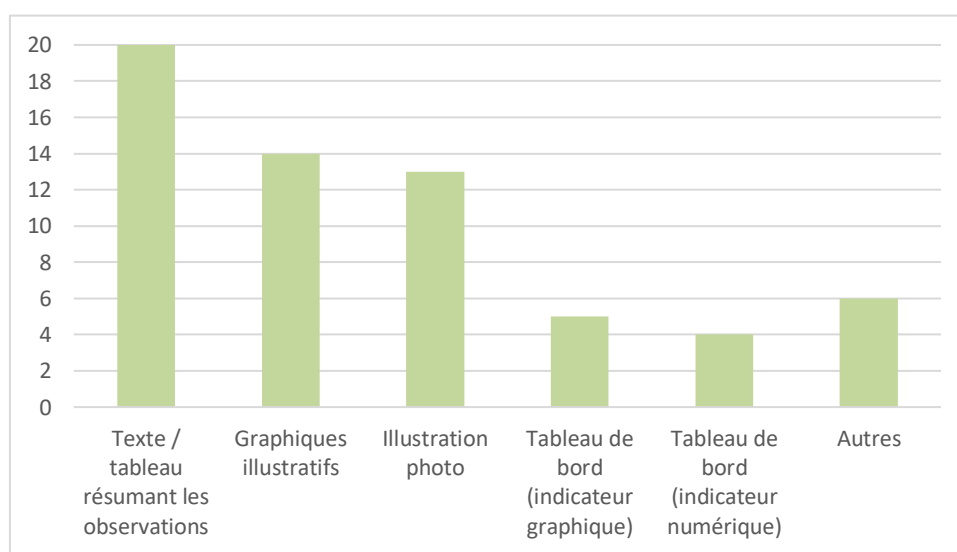


Figure 17. Répartition des types de valorisation des observations

Les résultats sont présentés dans la **Figure 17** ci-dessus. On note que 15 des sites web de l'échantillon ne valorisent pas leurs observations et parmi eux 6 d'entre eux ne valorisaient pas non plus leurs données.

On remarque d'abord que l'utilisation d'illustration (graphique ou photographique) est quasi systématique afin d'illustrer le support textuel qui reste dominant pour présenter les observations. Nous avons cependant tenu à utiliser une catégorie « tableau de bord » afin d'identifier si l'utilisation de ce type de présentation était courante sur ce type de sites web et nous en avons effectivement croisé plusieurs. On distingue ainsi les tableaux de bord permettant de rendre compte des thématiques suivies par la structure : par exemple le tableau de bord du réchauffement climatique, en **Figure 18**, présenté par Bifrostonline.org.

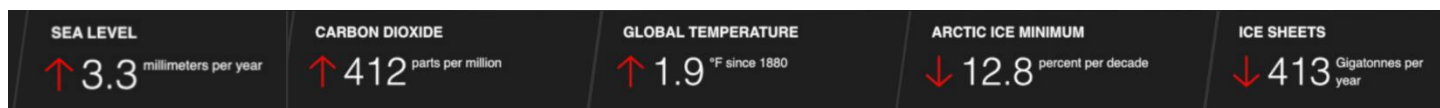


Figure 18. Tableau de bord de la page d'accueil de Bifrostonline (données NASA)

Mais il existe également des tableaux de bords permettant de rendre compte d'observations de façon beaucoup plus localisée, par exemple des mini tableaux de bord pour chaque station de mesure, comme celui de la **Figure 19**, utilisé par Orisk.

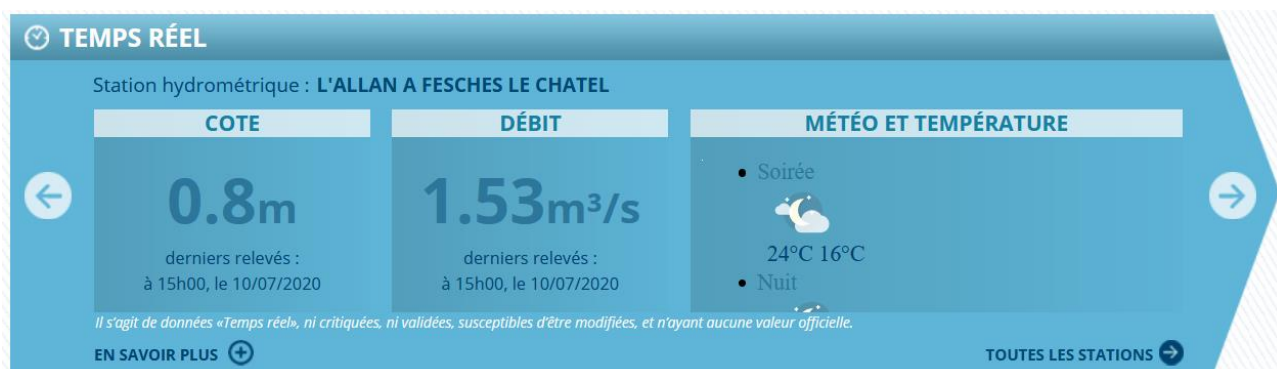


Figure 19. Tableau de bord d'une station hydrométrique (source: orisk-bfc.fr)

On trouve également dans la catégorie « autres » quelques formats intéressants pour présenter des observations. On pense d'abord aux cartes interactives qui permettent, quand elles sont suffisamment complexes, de visualiser directement les données en cliquant sur un site de mesure (exemple du site gouvernemental de suivi des cas de coronavirus en France). Ensuite, certains sites web utilisent des formats spécifiques comme des fiches de conjoncture économiques (Observatoire de l'industrie électrique) ou plus longs et difficiles à mettre en place comme des vidéos présentant les résultats de recherche (Bifrostonline) ou des galeries photo classées par thèmes (LTER international).

En conclusion, en plus de l'association récurrente de textes et d'illustrations, la présentation des observations se fait souvent (50% des sites) par un format plus visuel et didactique. Cela nous conforte dans notre démarche de recherche d'indicateurs utiles. Parmi les formats rencontrés, les plus intéressants ont a priori été : les vidéos (d'illustration ou de présentation de résultats), les tableaux de bords (avec indicateurs numériques comme graphiques) et les cartographies interactives (permettant de suivre des paramètres en direct). Considérant le manque de temps, de moyens et de compétences en montage nous avons décidé de nous orienter vers la construction d'un ou de plusieurs tableaux de bord pour l'OTHU (cf. 4.2.1).

Apports des chercheurs :

Le sujet des observations a clairement été le plus riche en propositions pendant les différentes entrevues avec les chercheurs. Il est vrai qu'en considérant la quantité de données collectées par l'observatoire on peut facilement imaginer de multiples façons de les valoriser.

Ainsi, dans les diverses propositions entendues, on retient un intérêt certain pour la possibilité de mettre en place une cartographie interactive permettant de visualiser les mesures en continu des différents sites de l'OTHU. Une cartographie qui permettrait de montrer l'importance des chroniques de long terme. Mais il y a également eu un certain intérêt pour la possibilité de réaliser un ou plusieurs tableaux de bords selon les thématiques de recherche, les sites d'observations ou simplement pour caractériser les observations de l'année (avec des indicateurs très généraux tels que la température des nappes phréatiques, les débits maximum et minimum mesurés, les événements orageux etc.). Cartographies, graphiques ou indicateurs numériques, le sujet a souvent porté sur la conception d'outils ou d'indicateurs utiles à la recherche plutôt qu'à la communication et la valorisation à travers le site internet, comme suggéré par nos objectifs initiaux.

Pourtant ce sujet ne manque pas de nous intéresser et, si nous n'avons disposé ni du temps ni des moyens nécessaires à la construction d'indicateurs utiles à la recherche, cela nous laisse entrevoir plusieurs opportunités, présentées en partie 4.2.2 de ce rapport.

4.1.5 Valorisation des sites

La diversité et la singularité des sites de mesure de l'OTHU font parties des points forts de l'observatoire. Leur présentation et valorisation via le site web est un sujet à part entière, bien que proche de la présentation des observations (perspective d'une cartographie interactive). C'est pourquoi nous avons cherché à déterminer quelques caractéristiques de la présentation des sites de mesure (**Tableau 7**). On remarque déjà que seul 18 structures de l'échantillon présentent leurs sites de mesure.

	Description
Texte de présentation des sites	Les sites et leurs spécificités sont présentées de façon textuelles (paragraphe dédiés ou « fiches d'identité »)
Photographie des sites	Des ressources photographiques sont utilisées pour présenter les sites ou simplement illustrer le texte
Cartographie	La plateforme dispose d'une cartographie, interactive ou non, permettant de présenter au moins la localisation des sites
Autres	Autres méthodes de mise en avant des sites de mesure (détaillées ci-après).

Tableau 7. Types de présentation des sites de mesure

La répartition de ces catégories dans l'échantillon est présentée dans la **Figure 20** suivante.

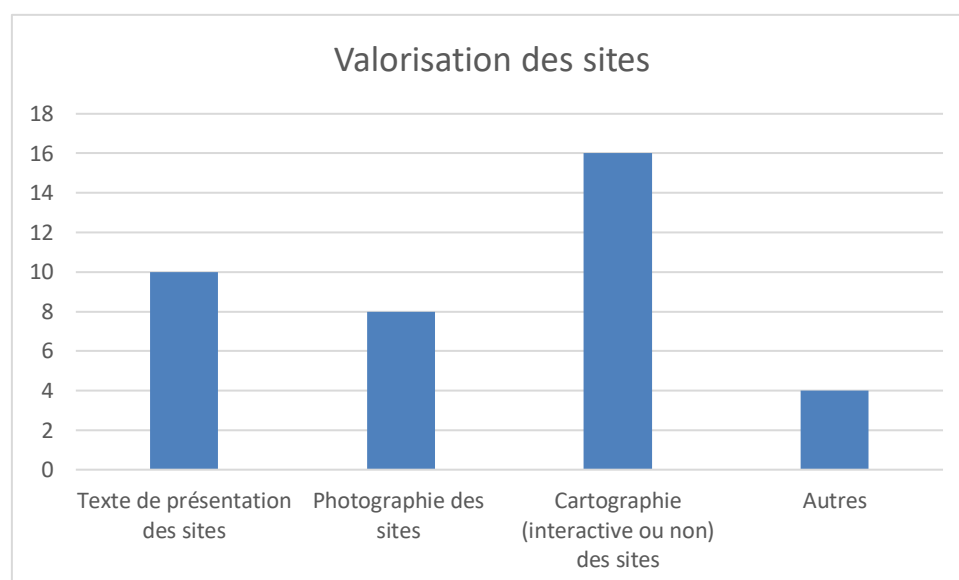


Figure 20. Méthodes de présentation et de valorisation des sites de mesure

Les catégories que nous utilisons ont été établies en fonction des tendances observées sur les différents sites web visités. Dans la **Figure 20** on comprend que l'utilisation de la cartographie est prédominante et nous n'avons pas trouvé d'autres tendances aussi récurrentes dans la présentation des sites de mesure. Une analyse fine permet cependant de constater que si beaucoup de structures utilisent une cartographie simple pour localiser géographiquement leurs sites et montrer leur nombre, d'autres utilisent des cartographies parfois très complexes pour y ajouter d'autres éléments. Ainsi on a déjà évoqué le cas des cartes interactives permettant de visualiser les données ou bien l'utilisation de tableaux de bord mais les équipes, thèmes et programmes de recherche de chaque sites peuvent également y être introduit.

Nous avons également observé plusieurs fois des structures favorisant la création de fiches d'identité des sites présentant leurs caractéristiques et plusieurs illustrations (photos comme des graphes de données). C'est un choix fait par LTER international qui consacre d'ailleurs plusieurs pages web à la description de ses sites et dont les fiches sont un résumé. Mais c'est aussi la stratégie adoptée par les deux seules structures à ne pas utiliser de cartographie pour présenter leurs sites (IRSTV/ONEVU et l'Observatoire des LAc). Enfin l'association AGIRO nous présente le concept de « cartes narrative » où la présentation d'un site (localisation, caractéristiques biologiques et physicochimiques, impacts humains) est prétexte à la présentation d'une histoire, d'un concept (impacts des microplastiques, l'eutrophisation etc.).

Sans forcément nous apporter plus de connaissances concernant les méthodes de présentation des sites de mesure, ce thème a pour mérite de poser certaines questions en termes de valorisation.

D'abord, est-ce un objectif pour l'OTHU de rendre compte des observations de chaque site ? A priori oui, c'est même un des sujets principaux de valorisation des données. Cependant est-ce que leur visualisation directement en ligne (pour les données en continu par exemple) est un objectif souhaitable ? Si c'est effectivement le cas, la possibilité de mettre en place une carte interactive permettant cela est à envisager.

Ensuite, que veut-on présenter des sites OTHU ? Les différents supports du site web de l'OTHU (cartographie, fiches spécifiques et tableau récapitulatif) donnent plus d'informations que ne le font beaucoup d'autres structures (localisation, paramètres relevés, équipements, objectifs, milieux récepteur, type de bassin versant etc.). Il n'y a donc a priori pas de problème dans la diversité d'informations présentées mais peut être uniquement dans leur organisation. Peut-être que limiter à deux supports, une cartographie associée à un tableau ou des fiches spécifiques, suffirait à rendre ces informations plus lisibles.

Apports des chercheurs :

Lors des échanges avec les chercheurs le sujet de la présentation des sites a toujours été envisagé comme l'occasion de faire le lien avec les observations. Comme évoqué précédemment, cela impliquerait l'utilisation d'une carte interactive et la mise à jour régulière (automatisée ou non) d'un ensemble de données, ce qui est une tâche à laquelle nous n'avons pas pu nous consacrer. Mais cette carte permettrait également de faire un « focus » sur chaque site et de présenter aussi bien ses données que ses caractéristiques (thématiques, paramètres etc.). Ce fonctionnement rappelle fortement l'utilisation actuelle de « fiches spécifiques » qui n'apportent pour l'instant pas toutes les informations possibles. Ces retours des chercheurs nous orienteraient donc plus, à défaut d'une carte interactive sophistiquée, vers le besoin de compléter les fiches de présentation des sites.

4.1.6 Valorisation des productions

On s'intéresse maintenant à la valorisation des différentes productions scientifiques de l'OTHU, qui sont principalement représentés par les publications d'articles (dans des revues, des ouvrages ou autres) mais comprennent également les thèses, les rapports et les participations à des conférences.

Au-delà de la présentation de ces productions nous avons essayé d'identifier si les sites de l'échantillon utilisaient des indicateurs pour quantifier leur production. Nous avons donc décidé d'utiliser les quelques catégories présentées dans le **Tableau 8**. On remarque que la valorisation des productions est déjà plus répandue dans l'échantillon (27).

	Description
Liste des articles publiés	Les articles publiés par la structure sont listés sur leur plateforme, avec ou sans le lien vers ces derniers.
Liste ou lien vers les productions (rapports, thèses, etc.)	Les autres productions de la structure sont listées sur la plateforme. On ne relève pas plus de niveau de détail vis-à-vis de leur classification (par thèmes ou types de documents)
Infographie sur la quantité de production	La quantité de production scientifique est résumé et présentée sous la forme de graphiques (nombre de publications par an, de citations, de rapports etc.)
Autres	D'autres types de productions ou méthodes de valorisation sont utilisées

Tableau 8. Type de valorisation des productions

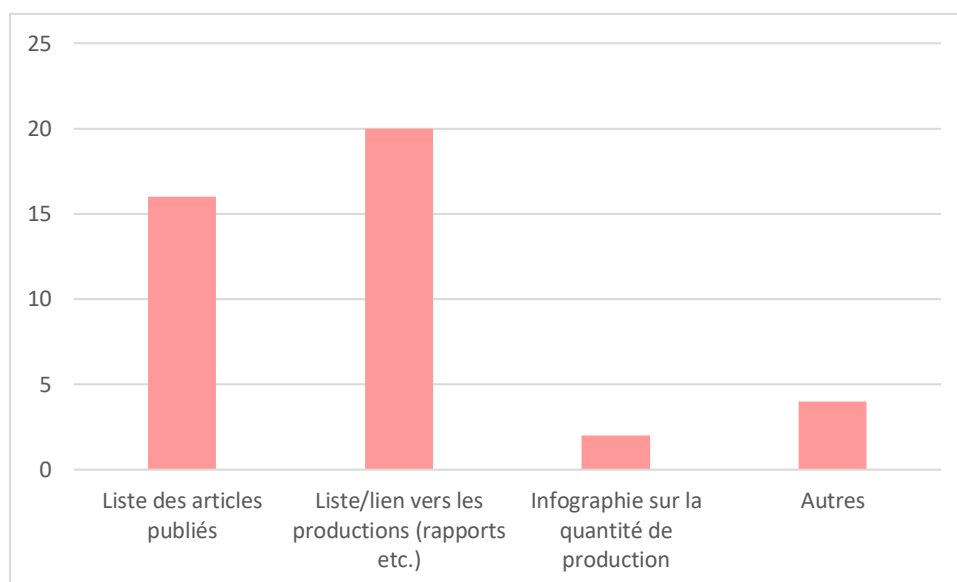


Figure 21. Type de mise en avant des productions scientifiques

On observe sur la **Figure 21** que la plupart des sites web de l'échantillon se contentent, comme l'OTHU, de donner une liste détaillée de tous les articles publiés, quand ils ont un profil scientifique, et plus généralement de fournir des liens vers les autres types de productions (rapport, conférence etc.). Les seules vraies différences observables se trouvent dans la classification par types de productions, qui varient selon la structure, et la possibilité sur certains sites de classer les publications. Ainsi on trouve des classifications simples des articles par thèmes (observatoire de géophysique de Munich) ou par années (OLA) et parfois des liens vers des bases de données dédiées à la bibliographie (Cranfield university).

Ensuite, on remarque qu'un seul des sites de l'échantillon (à l'exception de l'OTHU) propose des indicateurs pour présenter leur productivité : le site de SOKARST qui publie tous leurs articles via un compte HAL¹ qui propose automatiquement quelques statistiques. A priori seul l'OTHU a pris le temps de compiler quelques données bibliométriques afin de valoriser sa productivité, comme illustré par la **Figure 22** présentée sur son site.

¹ Hyper articles en ligne ou HAL est une archive ouverte en ligne, française, qui compile un ensemble de documents scientifiques dont des articles, thèses etc.

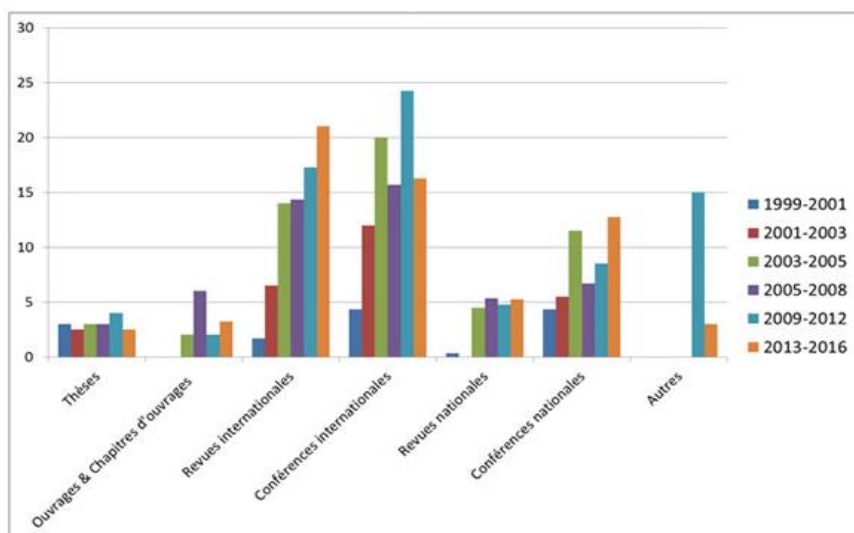


Figure 22. Production scientifique de l'OTHU de 1999 à 2016
 (source : <http://graie.org/othu/index.htm>)

En conclusion, l'observatoire ne semble pas avoir de véritables points d'amélioration sur la classification ou la mise à disposition de ses productions. On peut tout de même remarquer la difficulté d'accéder à des articles perdus au milieu d'une longue liste mais c'est le cas pour beaucoup d'autres sites. Ce qui évoque peut-être un besoin d'offrir de meilleurs outils recherche en ligne pour trouver les publications sur le site de l'OTHU. Le site propose déjà une classification par année et type de publications, si possible pourquoi ne pas rajouter une classification par thématiques principales (via un code couleur par exemple). Bien sûr cela ne s'applique que si l'on conserve les listes déroulantes actuelles, mais l'utilisation d'une base donnée ou d'un outil de partage comme Zotero (utilisé par LTER) permettrait de facilement diffuser et filtrer toute la bibliographie de l'observatoire. Ce qui serait avantageux autant pour les chercheurs que pour le « public avisé » d'étudiants et de stagiaires. Enfin on a remarqué que l'observatoire était le seul de l'échantillon à faire quelques représentations bibliométriques, ce que nous proposons de continuer voire d'approfondir selon les objectifs considérés (cf. 4.2.2).

Apports des chercheurs

Les chercheurs interrogés n'ont pas tous porté le même intérêt à la valorisation des productions, dans le sens où leurs publications sont déjà une réussite en soit. Le besoin de faciliter la recherche d'articles déjà publiés par l'observatoire est toutefois un sujet important pour plusieurs d'entre eux, surtout au regard des futures études et bibliographies à constituer. Pareillement, certains ont été fortement intéressés par la possibilité de constituer des indicateurs bibliométriques afin de représenter la productivité de l'observatoire. On évoque notamment les nombres de publication, de citations mais aussi de collaborations, de tutelles, de brevets etc. Un ensemble d'informations qui ne sont malheureusement que peu accessibles et qui demanderaient beaucoup de temps pour être récupérées auprès de chaque équipes de recherche. Les mêmes équipes qui doivent déjà faire remonter chaque année leurs différentes publications et rapports d'activités aux financeurs de l'observatoire.

4.1.7 Autres valorisations

Enfin, nous nous sommes intéressés dans cette dernière partie à d'autres thèmes de valorisation. Nous avons voulu identifier si les sites de l'échantillon valorisaient plus leurs thématiques de recherche que leurs programmes ou leurs équipes ou techniques innovantes. On utilise pour cela les catégories présentées dans le **Tableau 9** :

	Description
Présentation et classification par thématiques	Le site est structuré par une présentation et ou une organisation des thématiques de recherche
Présentation des équipes	La présentation des équipes est faite sur le site (a minima noms et contact)
Présentation des techniques et innovations	Les techniques utilisées ou développées par la structure sont présentées
Présentation et lien vers les programmes ou projets de recherche	Les projets ou programmes de recherche spécifiques sont présentés sur le site web (avec ou sans renvoi vers les sites web dédiés)
Autres	Autres catégories ou méthodes de présentation particulière des catégories ci-dessus.

Tableau 9. Types de valorisations

On remarque que le seul site ne mettant pas en avant ce type d'informations est celui du BDOH qui se cantonne à son rôle de base de données en ne communiquant que les contacts des référents (dans le cadre de la réutilisation des données). Les résultats du benchmark sont présentés dans la **Figure 23** ci-dessous :

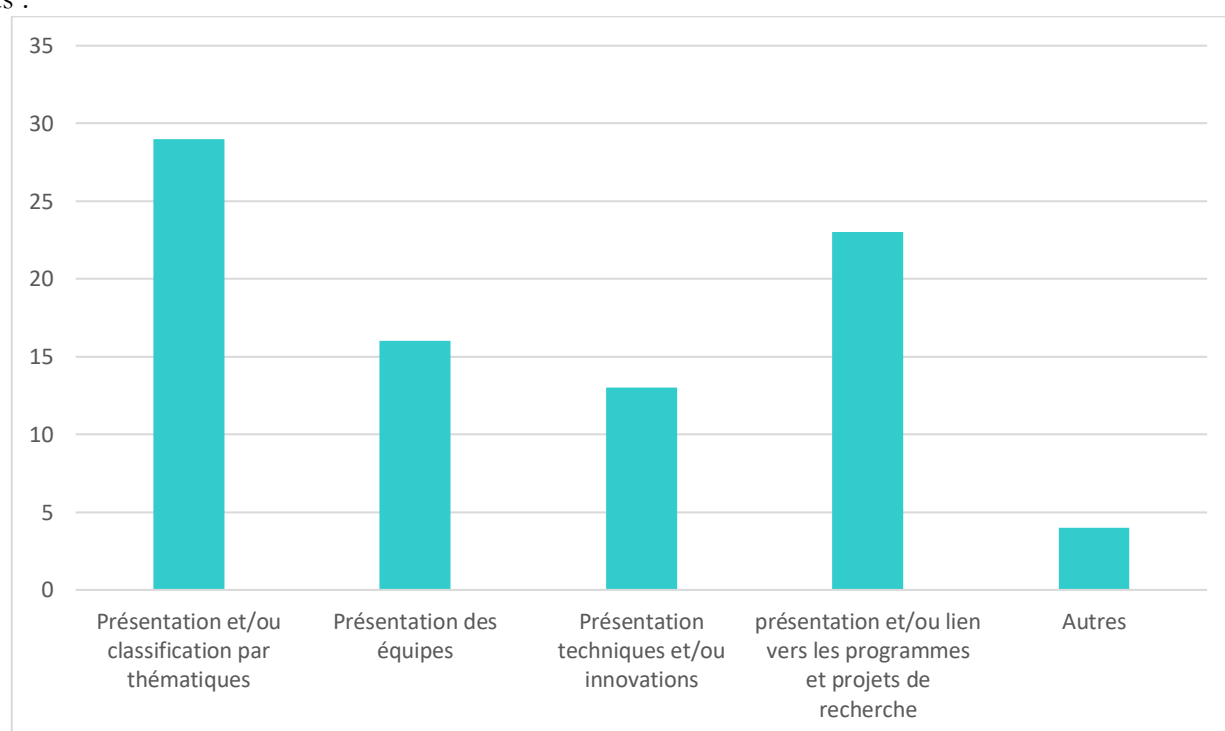


Figure 23. Autres types de valorisation rencontrées

On observe que la plupart des structures présentent en priorité leurs thématiques puis leurs programmes de recherche avant de présenter leurs équipes ou leurs techniques et méthodes. La présentation des thématiques ou des programmes de recherche ont plus souvent des pages dédiées que les deux autres. De plus, il arrive parfois que le site web soit présenté et organisé selon les thématiques (observatoire de géophysique de Munich) ou les programmes de recherche (OPUR¹ ou LTER Europe).

¹OPUR :Observatoire des Polluants Urbains

Dans la catégorie « autres » on recense deux sites utilisant des vidéos de présentation de leurs programmes de recherche ou leur structure en général (OPUR et Cranfield university) et deux présentant les structures partenaires sans présenter directement les membres équipes (OTHU et l'École et observatoire des sciences de la terre).

On comprend assez bien que la présentation des thématiques et des projets de recherche d'une structure sont les éléments principaux permettant de la caractériser. Mais c'est également l'occasion de faire le lien avec la présentation des équipes et des techniques utilisées quand cela est important pour la structure. Finalement on retrouve dans ces résultats une organisation compréhensible intuitivement. Les variations qu'il pourrait être intéressant d'observer seraient donc dans le détail de ces catégories : jusqu'où les présente-t-on? Cependant ce n'est pas forcément parce que c'est présenté ainsi ailleurs que l'OTHU doit reproduire les mêmes schémas. Et la question au-delà de « Que met-on le plus en avant » serait donc plutôt « Quels liens fait-on entre chacun de ces sujets ? ». Pourtant le site de l'observatoire fait bien le lien entre les thématiques et tous les autres sujets cependant, comme pour la présentation des sites, ce semble être plus l'organisation des informations qui fautive. C'est pourquoi nous voulons proposer une infographie en 4.2.1 pour faciliter la présentation de l'OTHU à un visiteur lambda.

Apports des chercheurs :

Sur ces sujets les chercheurs s'accordent à dire qu'il est important de montrer les différents liens existants. On note par exemple un besoin de montrer le travail en coopération des équipes qui est rarement illustré. La présentation des projets et programmes de recherche semble plus délicate car la plupart sont en appui sur l'observatoire et non pas portés par lui. En conséquence, tous les programmes et projets de recherche gravitant autour de l'OTHU ne sont pas forcément connus ou recensés. La mise en avant des thématiques abordées par l'OTHU (cf. **Figure 3**) ne semble être en défaut que dans les fiches spécifiques de présentation des sites. Enfin l'idée a été proposée d'utiliser ces fiches comme point d'entrée pour chacune des présentations : ainsi chaque fiche pourrait donner les thématiques, équipes, programmes et techniques utilisés sur chaque site et, au moyen d'un lien hypertexte, renvoyer sur les pages web correspondantes (lesquelles existent déjà pour la plupart). Ce serait autant l'opportunité d'harmoniser les termes utilisés pour désigner les thématiques (parfois appelés domaines ou enjeux) que de faire des liens vers les fiches techniques ou les ressources photos et vidéos de l'onglet « image ».

4.2 Propositions d'indicateurs

Le benchmark nous a permis d'identifier plusieurs modes de valorisations selon les structures considérées et de poser plusieurs questionnements sur les thèmes à prioriser. Considérant les limitations en temps et en moyens, on rassemble dans une première partie les indicateurs à notre disposition pour répondre à notre objectif initial de valoriser l'activité de l'OTHU. Mais nous exposerons dans une seconde partie les perspectives et opportunités soulignées par ce travail prospectif.

4.2.1 Les indicateurs testés – un tableau de bord de l'OTHU

Nous décidons donc dans cette première partie de nous restreindre à l'utilisation d'indicateurs à destination des différents publics de l'observatoire (opérationnels, scientifiques et grand public ou public avisé). On définit pour cela trois thèmes ou objectifs à atteindre : aider à montrer la taille ou l'importance du dispositif de l'OTHU et de traduire cette importance en illustrant la quantité de données et de productions scientifiques qui en émanent.

a) Représenter la taille du dispositif O.T.H.U

On se propose donc dans un premier temps d'aider à comprendre la taille de l'observatoire mais aussi de montrer la coopération entre les structures qui le composent. Cette thématique est intéressante pour les trois cibles car même les acteurs familiers avec l'OTHU peuvent avoir du mal à se représenter cela. On propose donc comme indicateurs de simplement réutiliser les grands chiffres que l'on peut retrouver dans beaucoup de rapports de l'observatoire (nombre de partenaires, de laboratoires etc.). On les rassemble dans une infographie de type « tableau de bord » présenté dans la **Figure 24** et qui serait à inclure dans la page d'accueil ou l'onglet « présentation » du site internet.



Figure 24. Infographie n°1 : Présentation du dispositif OTHU

On a avec cela une première idée de comment résumer le dispositif de l'OTHU. Bien sûr les termes utilisés devraient être modifiés si jamais ils ne correspondent pas ou plus à ce que l'on veut désigner (exemple : laboratoires et équipes de recherche sont des termes très proches mais pas toujours confondus). Il pourrait d'ailleurs être intéressant de faire correspondre ces termes aux onglets du site web afin de rediriger facilement les visiteurs vers ceux-ci.

b) Valoriser le volume de données produites

Ensuite nous souhaitons mettre en avant ce qui fait la force de l'observatoire : la quantité de données produites, en continu comme en campagnes. On propose pour cela d'utiliser un mini-tableau de bord comme celui présenté en **Figure 25**.

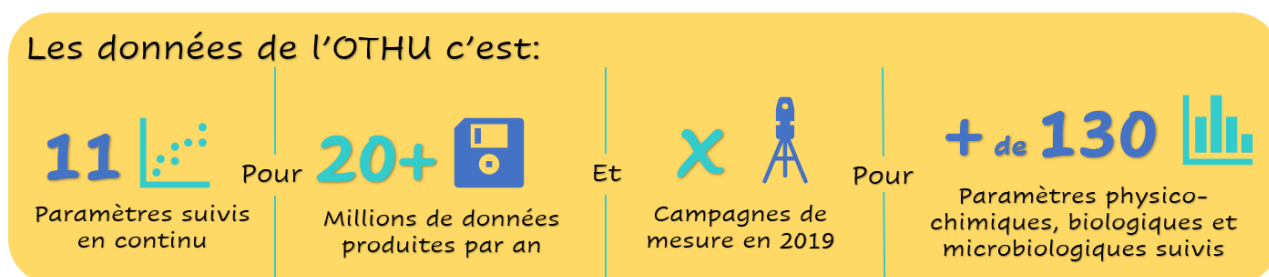


Figure 25. Infographie 2: Quantification des données produites

On montre ici le volume de données produites par la mesure en continu mais également la diversité de celles relevées à travers les campagnes. Là aussi ce tableau de bord s'adresse aux trois publics de l'observatoire même si les chercheurs sont a priori plus conscients de ce sujet. Cette infographie pourrait être intégrée à l'onglet « données » du site web et être en relation directe avec le lien vers la base de métadonnées pour ceux qui souhaiteraient les consulter (scientifiques). Mais si l'on veut faire le lien avec les sites où sont collectés ces données il faut peut-être mieux l'intégrer à l'onglet « sites ».

Ici aussi tous les termes utilisés peuvent être modifiés et les valeurs doivent être mises à jour. Comme le souligne le « X » à la place du nombre de campagnes, même ces indicateurs très généraux sont compliqués à récupérer et le détail des données dont nous disposons est présenté en **Annexe I**. De même, pour obtenir le nombre de campagnes précis il faut aller le demander à chaque équipe, ce qui demanderait plus de temps que nous n'en avons eu.

Enfin, nous ne représentons ici que la quantité de données que l'observatoire est capable de produire. Mais il serait intéressant à long terme de réussir à collecter des indicateurs capables d'estimer la qualité de ces données : le pourcentage des données validées par rapport aux collectées ou produites¹, le pourcentage de données enregistrées et/ou mise en ligne, le nombre de lacunes, de pannes des stations de mesure, etc. Cela permettrait de montrer à quel point il est important d'améliorer et d'uniformiser la chaîne d'acquisition de données de l'observatoire afin de pouvoir exploiter la plus grande part des données produites. Mais c'est également une invitation à s'appliquer à la pérennisation de ces données en les conservant en ligne via notamment la base de métadonnées (**Bruel, 2020**).

¹On fait la différence entre ces trois types de données. Les données produites par l'ensemble des capteurs de l'OTHU qui ne sont pas forcément collectées car écrasées avant la collecte (faute de mémoire ou de dispositif de télétransmission). Les données collectées à partir de ces données produites, mais qui comprennent parfois des données sans intérêt (mesures en continu même en absence d'eau sur les sites). Les données exploitables données qui sont potentiellement représentatives et pertinentes (acquisition en présence d'eau) mais doivent encore être validées (définitions par Nicolas Walcker).

c) Quantifier la production scientifique

Enfin on propose de continuer ce que l'OTHU est déjà le seul à faire dans notre échantillon : quantifier sa production scientifique. Ici aussi nous sommes grandement limité par la quantité d'informations à disposition sur les publications faites par l'observatoire et encore plus sur les publications en appui sur les données de l'observatoire. On se limite donc à un tableau de bord à quatre indicateurs de la **Figure 26**.



Figure 26. Infographie 3 : Quantification de la production scientifique

On se concentre ainsi sur les deux indicateurs les plus cités et les plus simples à collecter en bibliométrie (**Ferrand et al., 2019 ; Maddi, 2018**) : les articles scientifiques dans des revues et leurs citations. On voit déjà que le nombre de citation n'est pas renseigné car celui ne peut être obtenu qu'à partir d'une extraction sous Scopus, Web of Science ou HAL par exemple. Mais cela supposerait que tous les articles et les citations soient bien trouvables sur ces plateformes (cf.4.2.2). On montre également comment l'observatoire participe à la formation et la qualification des chercheurs avec les thèses et HDR. D'ailleurs les HDR ne sont comptabilisés que depuis 2019 (3) et on estime qu'une dizaine ont été soutenus depuis le début de l'observatoire, il est intéressant d'aller les comptabiliser.

Cette infographie serait donc à ajouter dans l'onglet « Productions/outils » du site web afin de compléter le graphique s'y trouvant déjà (**Figure 22**). On propose également de modifier légèrement ce graphique en utilisant plutôt des histogrammes empilés plutôt que groupés afin de mieux voir les variations entre le type de documents produits et la productivité totale (**Figure 27**).

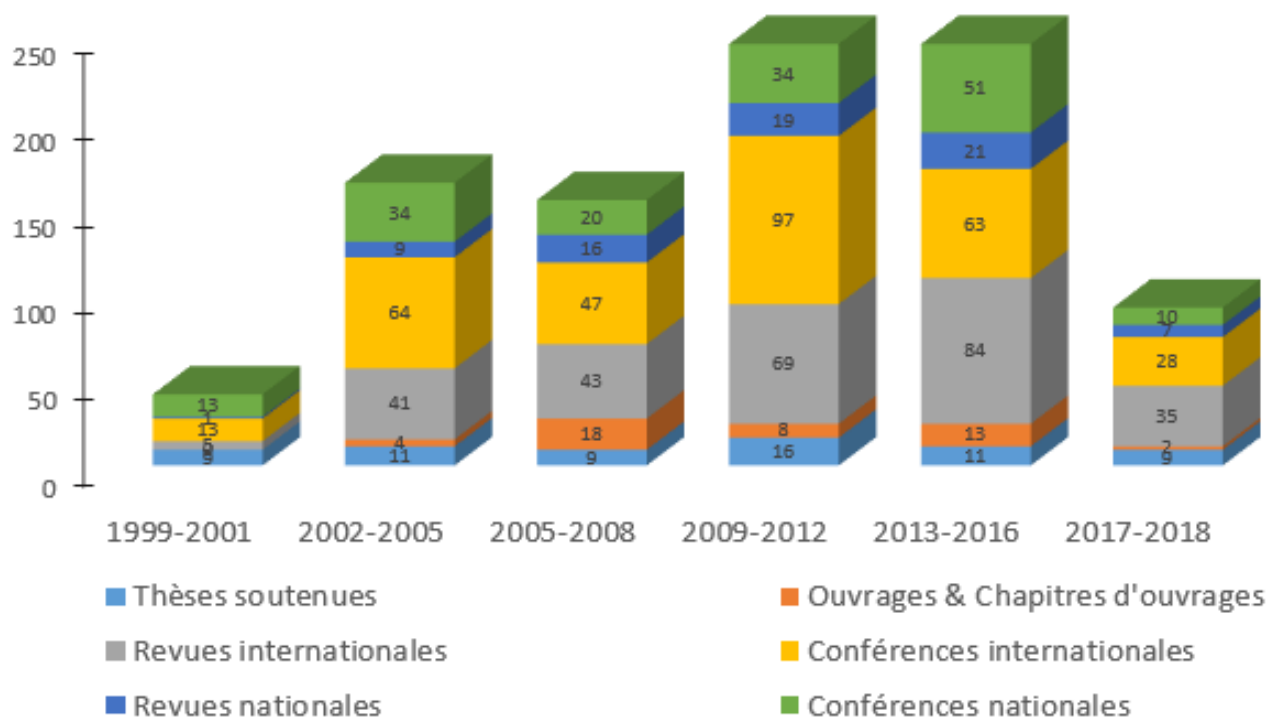


Figure 27. Productivité scientifique de l'OTHU entre 1999 et 2019

Dans la **Figure 27** Les productions sont groupées par cycles de 3 ans, ce qui correspond à la périodicité de l'accord entre la Métropole de Lyon et l'observatoire. On peut observer un pic de productivité autour des années 2012-2013, lié à la quantité de thèses soutenues à cette époque. D'ailleurs il ne faut pas se laisser influencer par la dernière colonne qui suggère une grosse chute de productivité alors que les données de 2019 n'ont pas encore été ajoutées.

d) Discussion

Toutefois il faut remarquer que ces propositions sont de simples infographies qui ont pour objectif de simplifier et d'explicitier les informations principales que l'on souhaite montrer de l'observatoire. La précision de l'information qu'ils apportent dépend des liens faits entre chaque indicateur. Ainsi les différents mots de transitions utilisés entre chaque indicateur peuvent éventuellement être modifiés ou enlevés pour créer ou éviter de créer un lien entre deux indicateurs. Notamment si ce lien introduit une relation de causalité entre deux des indicateurs, par exemple : l'OTHU ne suit pas 130 paramètres durant chacune des campagnes de mesure comme pourrait le dire implicitement la **Figure 25** (infographie 2).

De même, il peut être intéressant d'ajouter des éléments permettant de montrer l'évolution de ces indicateurs mais il faut veiller à ne pas donner les mauvaises interprétations à ces variations. Les indicateurs proposés sont réfléchis pour une année précise et la variation entre deux années est soumise à trop de paramètres pour que leur interprétation soit simple. On pourrait donc, si on le souhaite, introduire de simples flèches vers le haut ou le bas pour indiquer une variation annuelle comme proposé dans la **Figure 28** ci-contre. On peut indiquer si celle-ci est « positive », « négative » ou « neutre » en introduisant un code couleur (vert, rouge et noir). Il peut cependant être préférable d'utiliser des graphiques incluant plusieurs années de variations, commentées, car l'observation d'un changement d'une année à l'autre n'est pas forcément le plus pertinent à l'échelle d'un dispositif comme l'OTHU.

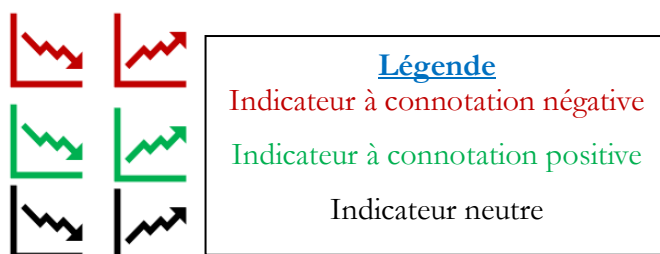


Figure 28. Icones simples de représentation de la variation d'un indicateur

Enfin, on comprend bien que les différents indicateurs proposés font partie des plus globaux et les plus simples à obtenir. Les données utilisées pour les calculer, présentées en **Annexe I**, sont compilées annuellement par Laetitia BACOT et Nicolas WALCKER dans le cadre de leurs missions respectives de directrice exécutive de l'observatoire et de responsable des données et des sites. Obtenir plus de précision sur ces indicateurs (quand ils sont estimés) ou en utiliser de plus complexes demanderait forcément de rajouter une charge de travail en allant directement les chercher auprès des équipes de recherche ou dans les archives de l'observatoire (pour le nombre de campagnes ou de HDR par exemple). Cette charge de travail semble un peu trop faible pour justifier la prise d'un stagiaire uniquement sur cette thématique mais couplée à d'autres missions en lien avec l'OTHU, le recrutement d'un stagiaire annuel pourrait être une bonne opportunité pour récolter et traiter ces données et obtenir des indicateurs plus complexes comme l'estimation du nombre de données validées, de lacunes ou de citations liée à l'OTHU (cf.4.2.2.).

4.2.2 Un ensemble d'opportunités lié aux indicateurs

Le benchmark et les interviews nous ont également permis de soulever un ensemble de questions vis-à-vis de la valorisation de l'observatoire et de l'utilisation d'indicateurs à cet effet. On se propose ici d'identifier et de développer quelques points et opportunités mis en exergue par notre démarche.

a) Les observations de terrain - Un tableau de bord utile à la recherche

Le premier sujet à évoquer est évidemment la possibilité d'utiliser des indicateurs « scientifiques », c'est-à-dire qui rendent compte des différentes observations de l'OTHU et seraient utiles à la recherche ; une problématique à laquelle nos propositions précédentes ne répondent pas.

Dans notre échantillon, on remarque en effet des sites web comme Agiro ou Orisk qui affichent plusieurs indicateurs et paramètres suivis et mis à jour régulièrement. Que cela soit sous une forme de tableau de bord ou bien sur une cartographie interactive il peut être intéressant d'avoir de tels indicateurs à des fins de recherche. C'est également un bon moyen de montrer ce que l'observatoire mesure réellement.

Cependant le choix d'indicateurs pertinents est un sujet à part entière qui demande une étude rigoureuse pour déterminer quels paramètres sont les plus intéressants à suivre, comme le montre la littérature scientifique (Selle et al., 2013 ; Treharne et al., 2020 ; Crespo-Ramos et al., 2013 ; Cochran et al., 2020 ; Asterl et al., 2007). Il n'est peut-être pas nécessaire d'avoir une démarche aussi stricte pour choisir quelles observations représenter sur le site web de l'observatoire et intégrer simplement des graphes de données aux différentes fiches de sites ou de métadonnées peut suffire en termes de communication. Mais il en va autrement pour une démarche scientifique qui permettrait de choisir des indicateurs, leurs représentations et leurs interprétations possibles à des fins de recherche. Dans ce cas-là, il est nécessaire de définir un ensemble de caractéristiques à ces derniers :

- les **thèmes** couverts : que l'on veuille appliquer la démarche à chaque thématiques de l'OTHU ou non va grandement déterminer le nombre d'indicateurs et donc la quantité de travail nécessaire, notamment dans la subdivision de chaque thèmes et leur mise en cohérence.
- les **objectifs** à atteindre : chaque indicateur doit apporter une information propre, répondant à un ou des objectifs. Selon la diversité d'objectifs, il faut s'assurer de ne pas avoir trop ou trop peu d'indicateurs pour éviter de calculer des valeurs inutiles ou de ne plus pouvoir mettre en cohérence les résultats.
- les **territoires** ou espaces géographiques : comme souligné par les propositions de l'IFEN¹ les indicateurs doivent être suffisamment territorialisés pour avoir un sens et être analysés et exploités correctement. Dans l'OTHU il faut donc se poser la question de si l'on veut des indicateurs à l'échelle des bassins versants suivis (pluies, niveau de nappes, etc.) ou bien à l'échelle de chaque site de mesure (en fonction notamment des mesures en continu en place).
- l'**échelle temporelle** : De la même façon qu'il faut définir un espace géographique à ces indicateurs il est nécessaire de définir pour quelle période de temps ils seront calculés et à quelle fréquence ils pourront être mis à jour. La difficulté que rencontre le dispositif à faire remonter les données des chercheurs incite plutôt à choisir des indicateurs annuels, permettant de qualifier une année par exemple, ce qui s'inscrit mieux dans une thématique d'études des changements globaux.
- la **faisabilité** : les caractéristiques précédentes doivent être sélectionnées au regard des informations disponibles ou potentiellement disponibles. Nous avons déjà évoqué plusieurs limites à la collecte de données au sein de l'observatoire qui est le facteur limitant le choix des indicateurs.

¹Ministère de l'écologie et du développement durable, 2004, « Indicateurs nationaux du développement durable : lesquels retenir ? », Paris, La documentation Française, Coll. Réponses Environnement

Finalement si l'OTHU souhaite développer des indicateurs en ligne à destination des scientifiques, le sujet n'est plus vraiment d'améliorer la communication du site web mais de créer un véritable outil de recherche connecté. Ce sujet complexe est totalement différent de celui auquel nous répondons actuellement. Mais on a identifié quelques éléments à prendre en compte si on souhaite le mener à bout : classer les indicateurs par thèmes et sous thèmes de recherche, selon les échelles spatiales (Bassin versants ou sites de mesure) et les échelles temporelles (des résultats annuels semblent plus simples à mettre en œuvre). Il reste cependant à définir les objectifs de cette démarche, que ce soit de développer un nouvel outil ou répondre à un besoin de la recherche, ceux-ci doivent être fixés par et pour l'ensemble de l'OTHU. Ce n'est qu'alors que la faisabilité servira de dernier critère de choix des indicateurs aux personnes (stagiaires ou chercheurs) en charge de leur sélection.

b) Observations de terrain et présentation des sites – Les possibilités d'une cartographie interactive

Un second point déjà évoqué précédemment, que l'observatoire peut rapidement améliorer, est la réorganisation de la page web « Sites ». En effet les sites de l'OTHU sont relativement exceptionnels en hydrologie urbaine : ils sont normalisés, urbains, de longue durée et font l'objet d'un suivi rigoureux lors des coopérations et montages internationaux. Ils doivent par conséquent être valorisés, notamment en donnant plus de lisibilité à l'onglet qui leur est dédié.

La possibilité d'utiliser une carte interactive beaucoup plus sophistiquée est une première méthode à laquelle on peut songer. Celle-ci permettrait de visualiser des chroniques de long terme et d'afficher les observations sur plusieurs sites, selon les différents paramètres ou thématiques. Mais la multiplicité de sites comme de paramètres suivis risque de surcharger l'information qui est réellement communiquée à l'internaute.

D'autant plus qu'il est préférable d'un point de vue technique de limiter temporellement les données auxquelles on a accès par ce type de visualisation. Il peut alors être préférable d'utiliser des graphes ou indicateurs globaux propres à chaque site pour qualifier l'année d'observation. On différencierait donc les indicateurs de fonctionnement (nb de données collectées, lacunes, pannes du site etc.) et les indicateurs rendant compte des observations (cumul annuel de pluie, coefficients d'écoulement à l'échelle du BV, flux de sédiments dans les bassins, concentrations en polluants ou pathogènes remarquables, températures de l'air, des nappes et rivières etc.). Une cartographie interactive de cette ampleur nécessiterait des bases de données conséquentes et une automatisation importante de la collecte, ce qui n'est pas encore dans le champ des possibles pour l'observatoire. De plus, ce ne serait plus vraiment un indicateur destiné à la communication mais un nouvel outil à part entière de visualisation de données, à destination des chercheurs.

En conclusion, la perspective d'une cartographie interactive très évoluée ne semble pas encore être dans les possibilités de l'OTHU mais représente un sujet intéressant à long terme, si l'on identifie les besoins pour le développement d'un tel outil. Concernant la valorisation des sites de mesures via le site web, nous proposons simplement de simplifier l'onglet actuel en supprimant le tableau récapitulatif et en intégrant ses éléments aux fiches de présentation des sites. L'idée étant de compléter ces fiches de sites, contenant actuellement les localisations et les équipements en place, en y ajoutant notamment : les thématiques abordées sur le site, les équipes permanentes y travaillant, leurs objectifs, les milieux récepteurs et les caractéristiques du système d'assainissement. C'est également l'occasion d'ajouter aux photos d'autres illustrations telles que des graphes de quelques données correspondant à chaque site, ce qui peut largement suffire à montrer le type de données collectée.

c) Pratiques de citation - Un sujet de bibliométrie

Ensuite nous avons décidé de nous intéresser à ce que l'on appelle de la bibliométrie : une méta-science qui prend pour objet d'étude principal la science elle-même, à travers l'étude de ses activités (intran, publications, impacts) et de ses réseaux¹. Plusieurs archives en ligne proposent déjà des scores de citations ou d'autres indicateurs bibliométriques et deviennent des outils facilitant l'évaluation de la qualité d'une publication, d'une revue ou d'un chercheur. Ces sites se basent en général sur le nombre de publications et les nombres de citations pour constituer des indicateurs de notoriété (**Ferrand et al., 2019**). Et bien que cela semble suffisant pour évaluer la qualité, l'impact ou la notoriété d'un article cela ne peut être fait qu'au regard des pratiques de citation des chercheurs (taux d'autocitation), des types de documents (articles uniquement ou bien on inclut les éditoriaux, thèses etc.), de la langue utilisée (anglais dominant), de l'archive utilisée et de la discipline considérée (si elle est plus ou moins internationalisée ou non) (**Maddi, 2018**).

Mais nous n'avons pas ici essayé de réaliser une étude bibliométrique complète de l'OTHU mais bien d'explorer les possibilités offertes par un outil bibliométrique pour aider à comprendre les pratiques de publications et valoriser ces dernières. On se donne comme **objectif** premier de trouver un nombre de citations exploitables comme indicateur pour la **Figure 26** (infographie 3).

En termes de **méthodologie** on utilise un outil de bibliométrie simple comme la bibliothèque « bibliometrix » sous R. Il suffit de la télécharger (<https://www.bibliometrix.org/>), l'ouvrir « library(bibliometrix) », d'entrer la commande « biblioshiny() » et l'on est redirigé vers une page web permettant l'analyse de données.

Elles doivent être importées au format BibText depuis une des trois plateformes reconnues par bibliometrix, à savoir Scopus, Web of Science ou Dimensions². Ne disposant pas d'accès Web of Science et n'étant pas familier avec le site Dimensions, on se limite ici à une extraction sous Scopus. Cependant Dimensions semble disposer d'un grand nombre d'articles et il pourrait être intéressant pour ce type de travail mais la démarche de tri des publications s'est avérée trop complexe pour le temps dont nous disposons. De même la plateforme HAL permet d'extraire au format BibText sans que celui-là soit compatible avec bibliometrix, mais moyennant un travail sous Excel peut-être pourrait-on remédier à cela et utiliser ce site qui a l'avantage de compiler tous les articles en français en plus des thèses.

Dans Scopus on utilise une recherche par mots clés en cherchant « OTHU » (on peut utiliser le nom anglais « Field observatory for urban water management » ou complet sans acronyme mais dans notre cas cela n'a pas permis de trouver plus de documents). Une fois le corpus de documents contenant le ou les mots clés constitué, il faut procéder à un tri des articles. On propose d'abord d'éliminer dans la catégorie « Auteur » les articles de Othus Megan³ une chercheuse en médecine de Seattle. Ensuite le tri se fait à travers les thématiques de publications dont certaines peuvent a priori être éliminées d'office comme *Physics and astronomy*, *Energy*, *Decision sciences*, *Mathematics*, etc. Alors que d'autres doivent être analysées au cas par cas comme *Agricultural and biological sciences* qui contiennent plusieurs articles de l'observatoire mais également d'autres s'intéressant à l'étude de l'espèce *Lepus othus* - le lièvre de la toundra d'Alaska⁴.

Après avoir correctement trié le résultat de la recherche nous sommes arrivés à un corpus de 45 articles citant l'observatoire. On remarque que ce chiffre est relativement faible par rapport aux centaines de publications d'articles décrits en 4.2.1 car ce sont quasi-exclusivement des articles publiés dans des revues scientifiques renommées et donc susceptibles de se retrouver sur Scopus.

¹ https://fr.wikipedia.org/wiki/Bibliom%C3%A9trie#Fondements_th%C3%A9oriques

² <https://app.dimensions.ai/discover/publication>

³ <https://www.researchgate.net/scientific-contributions/48080456-Megan-Othus>

⁴ <https://www.wildlifenorthernamerica.com/Mammal/Alaskan-Hare/Lepus/othus.html>

L'export BibText de Scopus, une fois importé dans Bibliometrix permet d'obtenir un Excel résumant ses informations, dont le nombre total de citations des articles du corpus, qui est de 664.

Mais Bibliometrix permet également de facilement visualiser quelques graphique tels que la productivité scientifique (en nombre d'article et de citations) comme montré dans la **Figure 29**.

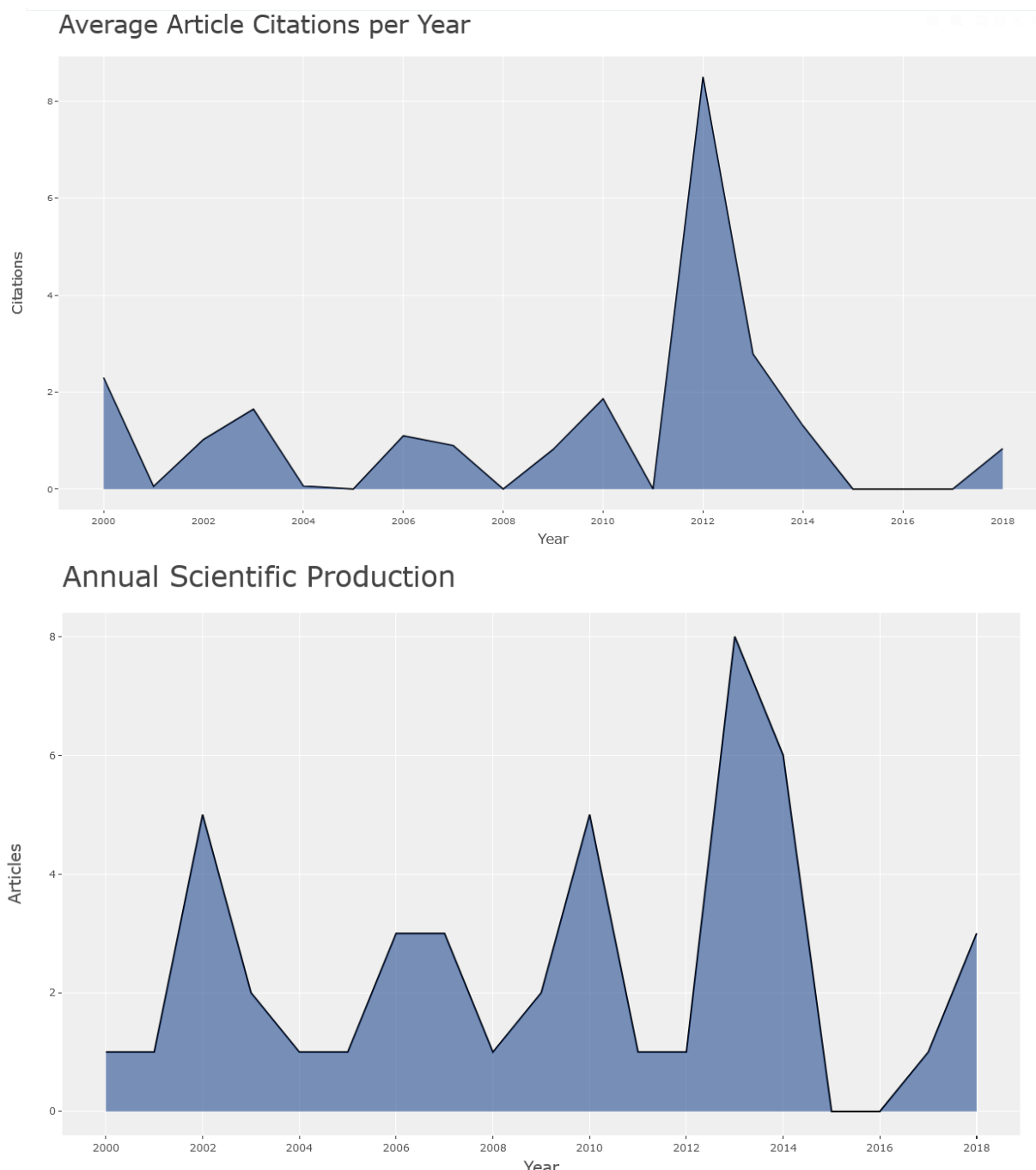


Figure 29. Production scientifique (articles et citations) de l'OTHU d'après les articles tirés de Scopus

Ces graphes confirment, de façon plus marquée, la tendance observée dans la **Figure 29** dans les indicateurs de productivité. En considérant la notoriété de Scopus, on peut considérer que cette productivité est une part de celle de l'observatoire à l'international, et il faudrait mener la même démarche au moins sur Web of Science pour le confirmer.

Mais un outil comme Bibliometrix permet d'autres types de visualisations comme une représentation des liens entre les auteurs, les mots clés utilisés ou les thèmes et les revues dans lesquels les articles sont publiés comme présenté par la figure **Figure 30**.

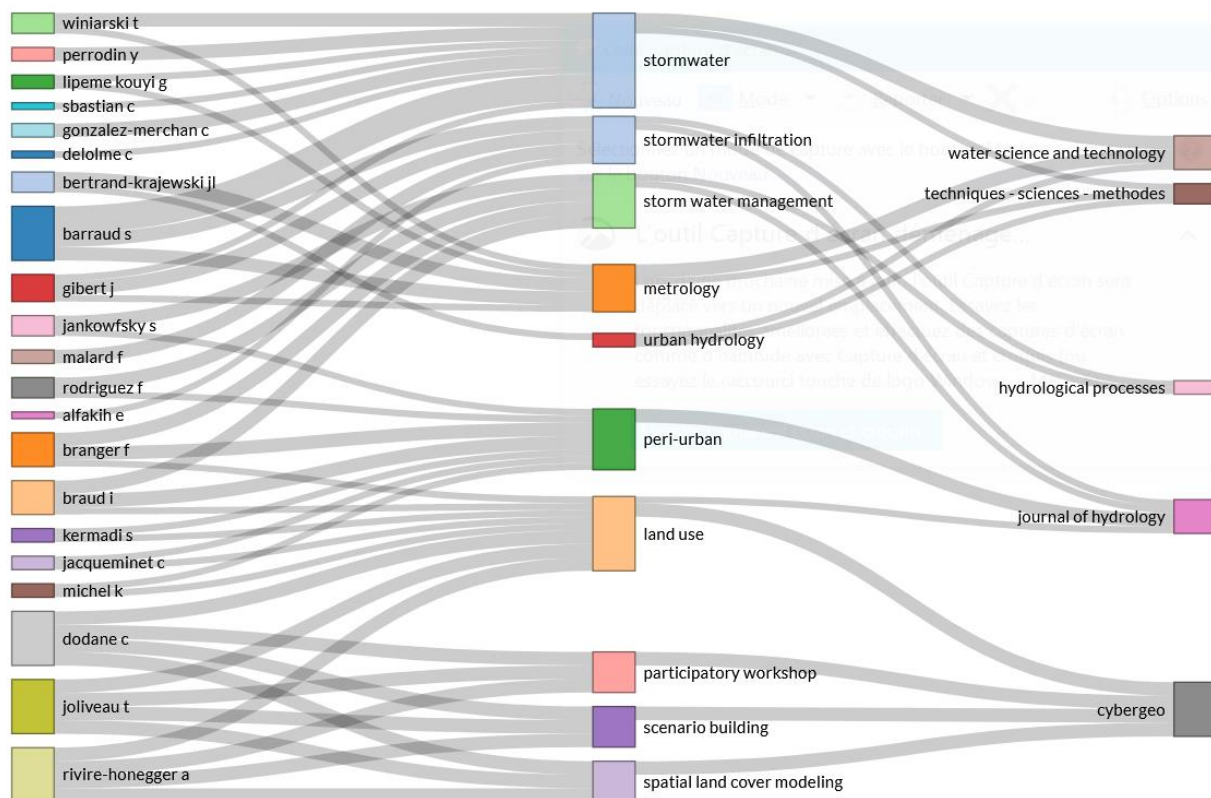


Figure 30. Liens entre les auteurs, mots-clés et revues de publications des articles citant l’OTHU (tirés de Scopus)

Ce graphique permet bien d’identifier rapidement les revues principales (toujours du point de vue de Scopus) dans lesquelles sont publiés les articles citant l’observatoire et d’en tirer des enseignements (l’absence d’articles s’intéressant à des thématiques comme la microbiologie par exemple malgré leur importance au sein de l’OTHU). Ce qui peut permettre de détecter des tendances dans les pratiques de publication, désirables ou non, et de proposer des pistes pour les renforcer ou les corriger.

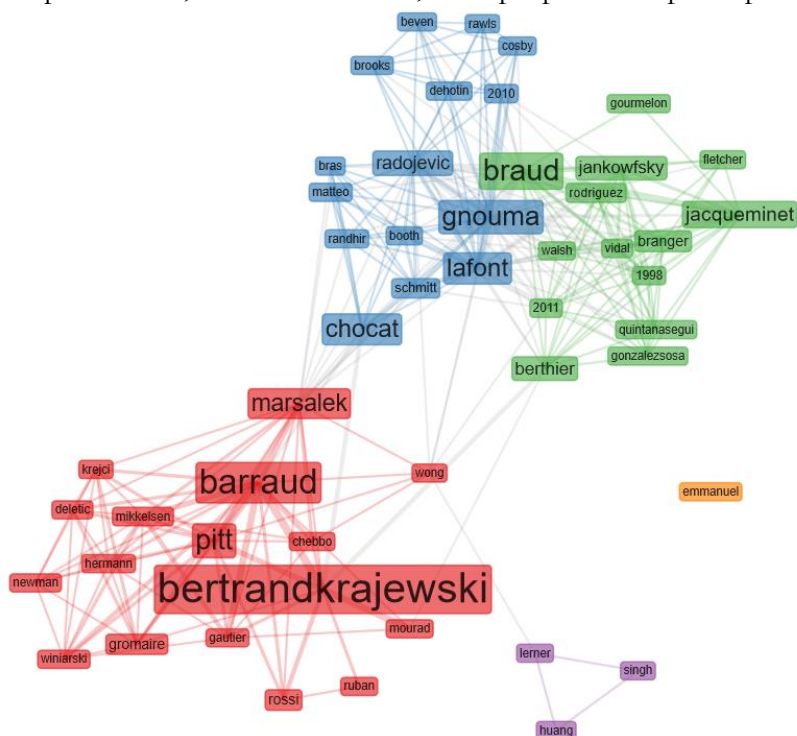


Figure 31. réseau d’acteurs (en fonction des citations) au sein du corpus

Il en va de même pour les réseaux d’acteurs proposés par bibliometrix qui montrent comment les différents auteurs et co-auteurs se citent entre eux comme illustré par la **Figure 31**.

Dans ce réseau d’acteurs, la taille des noms représente le nombre de citations au sein du corpus de texte et les liens indiquent par qui ils sont cités.

Ce type de graphique pourrait aider à identifier des tendances dans les pratiques de citation entre des chercheurs issus d’un même organisme mais surtout à représenter la coopération entre ces organismes.

En conclusion, la bibliométrie peut être utile à l'observatoire d'abord pour représenter la coopération qu'il permet entre les organismes, la productivité dans des revues internationales ou la multidisciplinarité de ses publications. Mais c'est également un outil qui pose plusieurs questions sur les pratiques de publication de l'OTHU.

Ainsi nous avons conclu de notre étude rapide que sur un corpus de 45 textes tirés de Scopus, ceux-ci étaient cités 664 fois (dont plusieurs fois entre eux). Ce qui semble à priori être un score honorable (14 citations par articles) mais doit être plutôt faible par rapport aux 270 publications liées à l'observatoire depuis 1999. C'est pourquoi nous ne préconisons pas l'utilisation de ce chiffre dans le tableau de bord proposé en 4.2.1.

Mais cela nous indique déjà que les publications qui n'apparaissent pas dans ce corpus sont non trouvables sur Scopus ou ne citant pas l'OTHU. Il faudrait donc pousser ce type d'études à d'autres sites comme Web of Science ou surtout HAL si c'est possible pour vraiment englober la plupart des productions. Cependant ces premiers résultats posent des premières questions sur les pratiques de citations et de remerciement et peuvent donc inciter l'OTHU à s'améliorer dans ces domaines.

Enfin, si les indicateurs bibliométriques sont de plus en plus utilisés dans le monde scientifique il est nécessaire d'acquérir un minimum de connaissances sur ces derniers afin de ne pas se laisser dépasser et surtout ne pas les utiliser à tort et à travers. C'est une critique émergente dans plusieurs publications soulignant l'effet de compétition exacerbé par ce type d'indicateurs qui poussent souvent à simplement évaluer les chercheurs individuellement et servent de bases à des décisions d'embauche ou de financement (**Hicks et al, 2015 ; Ferrand et al., 2019**). D'autres auteurs montrent en revanche la pertinence de la bibliométrie pour étudier des tendances plus générales dans certains types de revues ou disciplines telles que les biais de traitement des autrices ou l'efficacité de la revue par les pairs par exemple (**Maddi et al., 2018**).

d) Discussion

On ne manquera pas de remarquer que les trois sujets évoqués précédemment ne sont pas des projets réalisables à court termes pour l'OTHU. Chacun nécessite une concertation et une coopération importante entre les acteurs scientifiques et opérationnels (financeurs) afin de définir les différents objectifs à atteindre pour construire des démarches efficaces.

En effet, le développement d'indicateurs utiles à la recherche paraît intéressant, que l'on veuille les utiliser dans les différentes équipes de recherche ou pour les afficher sur le site web de l'observatoire. Mais ils demanderont dans tous les cas la collecte et l'utilisation d'un ensemble de données, de connaissances et au final, de moyens. Des moyens qui font parfois défaut à l'OTHU et doivent donc être utilisés efficacement : l'objectif du développement de tels indicateurs devrait être de répondre à un besoin fort, identifié et formalisé par l'ensemble des décideurs de l'observatoire.

De même une cartographie interactive permettant de visualiser des données en temps réel est un outil complexe qui demande une automatisation de la collecte et de la mise en ligne (bancairisation) de la donnée. Le stage de Léo BRUEL a déjà montré que ce type d'outil n'est pas encore à portée de l'observatoire. Et quand bien même il le serait, il faudrait ici aussi avoir une concertation éclairée entre scientifiques et opérationnels pour décider de l'objectif ou du besoin justifiant un tel outil.

Enfin, l'usage de la bibliométrie demande, comme les indicateurs utiles à la recherche, de se poser la question de quels sont les objectifs soutenant son utilisation. Car on a évoqué les différentes opportunités que représente la bibliométrie pour l'observatoire mais également les dérives qu'elle peut entraîner en poussant à la compétition et les publications individuelles. Avant d'engager un stagiaire pour s'intéresser à ce types d'indicateurs, il faut définir quels types de pratiques on souhaite étudier et améliorer (publications, citations, revues par les pairs, etc.) et lesquelles on veut identifier ou éviter de perpétuer (publications apportant peu ou pas de nouvelles informations, limiter les pratiques d'autocitations, etc.).

4.2.3 Bilan

Nous avons rassemblé dans les **Tableaux 10 et 11**, selon les 5 thèmes présentés précédemment et les types de publics, les différentes propositions et opportunités qui ont été évoquées dans ce rapport et lors de ce stage. Toutes ces façons de valoriser l'observatoire ne se basent pas uniquement sur des indicateurs, mais les démarches à suivre restent les mêmes que dans la sélection d'indicateurs : une définition des objectifs, une organisation des types de solutions et une évaluation des moyens à disposition est nécessaire avant de pouvoir construire une réponse appropriée. A l'image d'une matrice de choix FFOM (Forces, Faiblesses, Opportunités, Menaces), nous avons intégré les forces et faiblesses de nos propositions à court terme et les opportunités et menaces existantes autour de nos propositions à long terme.

	Valorisation		
	Des données	Des observations	Des sites
Propositions à court terme	Infographie 2 : montrer la quantité de données produites par l'OTHU	Ajouter des graphiques illustrant les données collectées dans les fiches de métadonnées ou dans les fiches de présentation des sites	Reprendre l'onglet web de présentation des sites : plutôt en complétant les fiches de sites avec les thématiques, objectifs et équipes présentes sur chacun
Public visé	Tous	Scientifiques et public avisé	Tous
Force	Données déjà collectées par des postes en place	Donner plus de visibilité aux différentes observations	Augmenter la lisibilité de l'onglet
Faiblesse	Manque de précision des données	Rajoute une charge de travail aux chercheurs créant leurs fiches	Chronophage
Propositions et possibilités à long terme	Compléter par des indicateurs de qualité des données (pourcentage de données validées, de lacunes par exemple) + Suivre les recommandations de Léo Bruel sur la pérennisation des données + Améliorer la base de métadonnées (en nombre de fiches, de filtres, liens de téléchargement ...)	Développer des indicateurs utiles à la recherche , classés par thèmes, pour qualifier l'année d'observations, soit à l'échelle du bassin versant soit à l'échelle de chaque site.	Développer une cartographie interactive permettant de visualiser plusieurs types de paramètres en temps réel (ceux mesurés en continu notamment)
Public visé	Scientifiques et opérationnels	Scientifiques	Scientifiques
Opportunités	Grosse marge de progression de l'observatoire	Avoir une vue d'ensemble des observations réalisées	Avoir une vue d'ensemble des observations réalisées
Menaces	Difficulté de coordination et d'uniformisation des pratiques des différents acteurs	Demande la constitution d'une démarche rigoureuse (objectifs, méthode, etc.) et une récupération de données importante	Demande à priori une bancarisation des données, une automatisation de la mise à jour de l'outil interactif et une justification de son utilité

Tableau 10. Bilan des propositions de valorisation de l'OTHU (Partie 1)

	Valorisation	
	Des publications	Autre
Propositions à court terme	Infographie 3 : indicateurs généraux sur la productivité de l'OTHU	Infographie 1 : Montrer le lien entre thèmes, équipes, programmes de recherche et partenaires opérationnels
Public visé	Tous	Tous
Force	Données déjà collectées par des postes en place	Données déjà collectées par des postes en place
Faiblesse	Ne montre pas la coopération entre les équipes et la multidisciplinarité	Ne peut pas être plus détaillé sans être redondant avec le contenu des autres onglets du site web
Propositions et possibilités à long terme	Réaliser une étude bibliométrique : à la fois pour développer des indicateurs montrant la multidisciplinarité et la coopération au sein de l'OTHU (démarche annuelle par exemple) mais aussi pour interroger et améliorer les pratiques de publications, de citations et de remerciements + Faciliter l'accès et le tri de la bibliographie de l'observatoire à travers des outils tels que Zotero.	/
Public visé	Scientifiques et opérationnels	
Opportunités	Marge de progression potentielle de l'observatoire	
Menaces	Utiliser trop de bibliométrie et entrer dans des schémas de notations et de comparaison des chercheurs plutôt que de chercher à améliorer globalement les pratiques	

Tableau 11. Bilan des propositions de valorisation de l'OTHU (Partie 2)

Nous avons ainsi essayé, par des indicateurs très simples et facile à obtenir, de répondre à l'objectif de valorisation de l'OTHU par son site web. Mais nous avons également identifié un ensemble d'opportunités liées à des indicateurs bibliométriques et scientifiques. Ces derniers pourront être à l'avenir, si utilisés parcimonieusement et avec pertinence, des outils efficaces dans l'amélioration des pratiques d'acquisition de données, de recherche et de publication de l'observatoire.

5. Discussion Générale

On se rend compte que dans un sujet aussi pratique que l'évaluation des modèles hydrologiques ou aussi prospectif que la valorisation d'un dispositif de recherche comme l'OTHU, la sélection d'indicateurs pertinents est toujours une démarche délicate. Nous avons identifié plusieurs points importants dans chacun de ces sujets et émis plusieurs propositions, pas forcément sur quels indicateurs doivent être sélectionnés mais sur quelles questions doivent être posées avant de faire ce choix. Les éléments récurrents à prendre en compte dans ce choix, on le répète, sont une bonne définition des objectifs, des moyens à disposition et de la cohérence de ces indicateurs.

Dans nos deux sujets, la définition des objectifs d'un projet, d'une démarche, et des indicateurs sur lesquels ils s'appuient est toujours issu d'une concertation entre différents acteurs. C'est l'opposition des objectifs des décideurs et des possibilités laissées aux techniciens ou modélisateurs qui va conditionner les indicateurs choisis pour évaluer un modèle. Les critères de choix étant basés autant sur les connaissances techniques des derniers que sur le besoin de compréhension des premiers. La différence de points de vues entre les acteurs opérationnels (techniciens et financeurs) et scientifiques de l'OTHU est ce qui permet de définir des objectifs communs et de décider des démarches ou des indicateurs à utiliser. Et l'interprétation des indicateurs peut être diamétralement différente en fonction de celui qui l'utilise. Dans le cas où ils sont établis pour servir plusieurs subjectivités il est souvent nécessaire qu'ils soient interprétés comme tels.

De plus, on remarque bien dans le facteur limitant que représente les moyens à disposition pour établir et maintenir des indicateurs. Le contexte dans lequel ils sont conçus va conditionner leurs formes mais également influencer leur interprétation. La « faisabilité » de ces indicateurs dépend autant des ressources disponibles que des efforts (financiers, humains, etc.) que l'on est prêt à fournir. Et là aussi on ne peut que remarquer comment la mobilisation de moyens dépend à nouveau de l'arbitrage des objectifs des différents acteurs « décideurs ».

Finalement les indicateurs sont des outils, issus de choix subjectifs dans un contexte donné et auxquels on prête une puissance, une capacité à la fois à décrire une réalité et conséquemment à justifier les choix s'appuyant sur eux. Il faut donc prêter attention à être le moins biaisé possible dans ses objectifs initiaux pour ne pas développer d'indicateurs renforçant une vision du monde déséquilibrée mais également à se donner les moyens d'en construire des pertinents. Il s'agit de trouver un équilibre entre la complexité des indicateurs utilisés et l'adaptation au contexte dans lequel ils sont développés, entre l'information apportée par ceux-ci et celle qu'ils ignorent.

5.1 En autoévaluation des modèles

Cet notion d'équilibre, d'arbitrage dans les choix faits, transparait notamment dans le cas de l'évaluation des modèles.

La multiplication des indicateurs par les évaluateurs (collectivités) peut être utile dans certains cas pour mieux appréhender le modèle. Mais il s'agirait de ne pas complexifier une démarche dont les objectifs sont parfois très simples, quand ils sont définis. La précision du modèle passe souvent ou devrait passer au second plan par rapport à l'utilité, la pertinence de celui-ci (**Bennett et al., 2013**). Et si des non-initiés à la modélisation choisissent de faire confiance à un modèle pour les aider à prendre des décisions, cela doit reposer sur une évaluation de la « fitness for purpose » du modèle (**Jakeman et al., 2006**). L'objectif principal est de savoir si le modèle est capable de reproduire des phénomènes réels pour les bonnes raisons et si l'on peut lui faire confiance pour faire des prédictions et si oui, dans quels cas ? (**Hipsey et al 2008**). On ne peut qu'inciter les collectivités à développer l'utilisation de cahiers des charges et de véritables définitions d'objectifs lors du lancement d'un projet de modélisation.

Le choix et l'analyse d'indicateurs qui s'ensuit est un sujet déjà grandement documenté scientifiquement et vulgarisé par des organismes comme le GRAIE, qui tente de proposer différents documents et outils pour faciliter les démarches et la compréhension de ces différentes problématiques. Mais cela pose la question du rôle du GRAIE, dont ni les missions ni les compétences ne permettent de

véritablement développer des outils ou logiciels. Et bien que les collectivités peuvent avoir besoin d'outils pour les aider à choisir et évaluer un modèle correspondant à leurs données et leur contexte (**Gromaire et al., 2002**), ce n'est pas forcément au GRAIE de proposer une solution. Peut-être faut-il s'intéresser à la constitution d'un guide global d'aide à la conception, l'évaluation et l'utilisation de modèles environnementaux comme proposé par (**Bennett et al., 2013**), citant le guide gouvernemental (**EPA, 2009**).

Mais cela ne fait que poser la question du rôle du gouvernement dans le développement et l'acquisition des compétences en modélisation des collectivités territoriales. Car si ces dernières utilisent des modèles hydrologiques, dans la limite de leurs moyens, c'est souvent plus d'une initiative propre que d'un véritable besoin émis par la réglementation. Les moyens et le temps nécessaire à l'utilisation efficace d'un modèle ne semble pas réellement rentable par rapport aux bénéfices environnementaux (pas forcément évalués) ou économiques (réduction de la métrologie). D'autant plus quand les objectifs d'autosurveillance semblent plus atteignables et justifiables auprès des services de police de l'eau sans l'utilisation d'un modèle.

5.2 En valorisation de l'OTHU par des indicateurs

On ne peut s'empêcher de remarquer que la démarche de benchmarking et d'enquête auprès des chercheurs de l'observatoire a été très exploratoire car comportant des objectifs divers et variés. Nous avons tenté d'éclaircir les différents thèmes et sujets auxquels la valorisation de l'OTHU par des indicateurs pouvaient se rapporter et proposé quelques indicateurs simples, pour une utilisation immédiate.

Mais cette démarche a été construite selon notre subjectivité, celle de notre encadrante et celle des différents interviewés. Nous nous sommes basé sur un ensemble hétéroclite de plusieurs sites web d'autres observatoires et dispositifs de recherche sans pour autant essayer de caractériser la qualité de ces organismes en termes de communication ou au sein de la communauté scientifique. Car nous avons déjà évoqué que ces observations ne servent pas à évaluer l'OTHU mais bien à interroger les pratiques de valorisation en place notamment par l'utilisation d'indicateurs (graphiques comme chiffrés).

Nous avons ainsi identifié plusieurs indicateurs simples et déjà disponibles pour qualifier l'OTHU, qui ne demandent qu'à être mis en avant. On peut cependant s'interroger sur l'utilité d'indicateurs plus complexes comme ceux présentés comme opportunités en 4.2.2. Car ceux présentés en 4.2.1 remplissent pour l'instant un rôle assez simple, mais nécessaire, de représentation ou de matérialisation d'une réalité : l'OTHU ce sont ces organismes, ces financeurs, ces données et ces productions. Mais les démarches et indicateurs plus complexe évoqués en 4.2.2 supposent de définir en amont une réelle feuille de route méthodologique au sein de l'OTHU : Quelles observations veut on exploiter et dans quel but ? A quel point veut-on être efficace dans l'acquisition de données ? Quelles pratiques de publication veut on améliorer ou développer ?

Enfin on rappelle la dimension stratégique de ces outils, qui peuvent non seulement aider l'observatoire à représenter et quantifier l'ampleur de son travail mais aussi à justifier ses financements. Ainsi, on pourrait s'aider d'indicateurs pour évaluer globalement les performances de l'observatoire, choisir des orientations stratégiques, des objectifs à atteindre et donc des moyens à mobiliser pour cela. De la même manière que l'on pilote un projet en évaluant son efficacité et en corrigeant ses faiblesses, des indicateurs, correctement classifiés et mis en cohérence, pourraient servir d'outil de pilotage et d'évaluation à l'OTHU.

6. Conclusion

En conclusion, je dirais que ce stage a été l'occasion pour le GRAIE, l'OTHU et moi-même de développer un regard nouveau sur la problématique de l'utilisation des indicateurs.

Ce terme est souvent mal compris s'il n'est pas au préalable contextualisé. Nous avons besoin d'un domaine d'étude, une discipline à laquelle les rattacher mais également d'une démarche, d'un objectif à leur attribuer. Ce n'est qu'alors, que l'on est capable, non seulement de comprendre leur utilité, mais également de les appeler véritablement par ce terme générique « indicateur ». Un terme si large qu'il englobe aisément les deux missions remplies lors de ce stage.

Ainsi les indicateurs proposés par nos infographies sont principalement des outils de communication qui aident à montrer et faire comprendre l'activité de l'observatoire. Ils sont en cela des objets bien différents des indicateurs complexes nécessaires à l'évaluation d'un modèle. Ces derniers sont en effet des instruments savants, reposant sur un ensemble de connaissances complexes, et portant explicitement le nom d'indicateur ou de critère dans leur champ scientifique.

Pourtant nous avons réussi ici à rappeler et simplifier les définitions diverses de ce qu'est un indicateur. Nous avons bien observé que tout chiffre, tout graphique et toute information peut au final être érigé en indicateur. Ce qui fait l'indicateur c'est la volonté de ses utilisateurs de lui donner une place particulière au sein de leur méthode ou de leur démarche. Ce choix découle de l'information que l'on souhaite obtenir qui n'est apportée que par un certain nombre d'indicateurs.

Toutefois nous ne pouvons jamais avoir la certitude que l'indicateur que nous utilisons est le « bon » il est, tout au plus, le meilleur à notre disposition. Et c'est en cela qu'ils sont des outils profondément et fondamentalement scientifiques : ils aident à comprendre la réalité et permettent des interprétations de cette dernière mais ne sont « vrais » ou « bons » que tant qu'ils n'ont pas été invalidés. Conséquemment les méthodes de sélection et d'interprétation des indicateurs, décrites dans ce rapport et la littérature scientifique, sont aussi multiples que les acteurs désirant en user.

Nous avons essayé au cours de ce stage d'éclaircir les choix existants et les ressources disponibles pour choisir des indicateurs, et cela dans deux cas pratiques totalement différents. L'évaluation des modèles nous a montré qu'il n'est pas nécessaire d'avoir les « meilleurs » indicateurs à disposition, surtout quand ils peuvent être très difficiles à interpréter. Et il semble dans ce cas préférable de se concentrer sur une démarche accessible à tous, afin que chacun puisse s'appropriier les outils et documents proposés. La valorisation de l'OTHU nous a en revanche appris que, sans définition précise des objectifs, la recherche d'indicateurs pertinents peut être un sujet très vaste. Sujet que nous avons donc décomposé en différents thèmes et ressources dont l'observatoire dispose déjà, ou pourrait disposer en redirigeant et réorganisant ses moyens (humains comme financiers). Nous avons donc proposé une infographie simple pour répondre à l'objectif premier de « montrer l'activité de l'observatoire » avec des indicateurs choisis dans les informations déjà à disposition. Mais il n'appartient maintenant qu'à l'OTHU de décider de se saisir des autres problématiques soulevées et d'y répondre avec des objectifs clairs, en construisant des indicateurs pertinents qui lui sont propres.

Bibliographie

Articles cités :

1. **Astel, A., S. Tsakovski, P. Barbieri, et V. Simeonov. 2007.** « Comparison of Self-Organizing Maps Classification Approach with Cluster and Principal Components Analysis for Large Environmental Data Sets ». *Water Research* 41 (19): 4566-78. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2007.06.030>.
2. **Bennett, Neil D., Barry F.W. Croke, Giorgio Guariso, Joseph H.A. Guillaume, Serena H. Hamilton, Anthony J. Jakeman, Stefano Marsili-Libelli, et al. 2013.** « Characterising Performance of Environmental Models ». *Environmental Modelling & Software* 40 (février): 1-20. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2012.09.011>.
3. **Blasone, Roberta-Serena, Jasper A. Vrugt, Henrik Madsen, Dan Rosbjerg, Bruce A. Robinson, et George A. Zyvoloski. 2008.** « Generalized Likelihood Uncertainty Estimation (GLUE) Using Adaptive Markov Chain Monte Carlo Sampling ». *Advances in Water Resources* 31 (4): 630-48. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2007.12.003>.
4. **Blocken, B., et C. Gualtieri. 2012.** « Ten Iterative Steps for Model Development and Evaluation Applied to Computational Fluid Dynamics for Environmental Fluid Mechanics ». *Environmental Modelling & Software* 33 (juillet): 1-22. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2012.02.001>.
5. **Cochran, Ferdouz, Jessica Daniel, Laura Jackson, et Anne Neale. 2020.** « Earth Observation-Based Ecosystem Services Indicators for National and Subnational Reporting of the Sustainable Development Goals ». *Remote Sensing of Environment* 244 (juillet): 111796. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2020.111796>.
6. **Crespo-Ramos, Mario J., Iván Machón-González, Hilario López-García, et José Luis Calvo-Rolle. 2013.** « Detection of Locally Relevant Variables Using SOM-NG Algorithm ». *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 26 (8): 1992-2000. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2013.04.012>.
7. **Ferrand, É., V. Larivière, D. Lebel, et J.-F. Bussièrès. 2019.** « Indicateurs de notoriété des revues scientifiques, des chercheurs et des articles publiés en santé : perspective pharmaceutique ». *Annales Pharmaceutiques Françaises* 77 (1): 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.pharma.2018.09.001>.
8. **Gupta, Hoshin V., Harald Kling, Koray K. Yilmaz, et Guillermo F. Martinez. 2009.** « Decomposition of the Mean Squared Error and NSE Performance Criteria: Implications for Improving Hydrological Modelling ». *Journal of Hydrology* 377 (1-2): 80-91. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2009.08.003>.
9. **Gromaire m.-c., Cabane p., Bertrand-Krajewski j.-l., Chebbo g. 2002.** « Operational use of urban drainage pollutant load models - results from a french survey » ; « Sewer Operation and Maintenance » International Conference Bradford, UK, 26-28
10. **Hamman, Philippe et Blanc, Christine. 2009.** « Sociologie du développement durable urbain : Projets et stratégies métropolitaines françaises » Bruxelles : PIE Peter Lang, 260 p.
11. **Hipsey, Matthew R., Gideon Gal, George B. Arhonditsis, Cayelan C. Carey, J. Alex Elliott, Marieke A. Frassl, Jan H. Janse, Lee de Mora, et Barbara J. Robson. 2020.** « A System of Metrics for the Assessment and Improvement of Aquatic Ecosystem Models ». *Environmental Modelling & Software* 128 (juin): 104697. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2020.104697>.
12. **Institut français de l'environnement, et Vincent Jacques Le Seigneur. 2001a.** « 45 indicateurs de développement durable : une contribution de l'Ifen ». Orléans: Institut français de l'environnement.
13. **Institut français de l'environnement, et Vincent Jacques Le Seigneur. 2001b.** *Propositions d'indicateurs de développement durable pour la France*. Orléans: Institut français de l'environnement.
14. **Jakeman, A.J., R.A. Letcher, et J.P. Norton. 2006.** « Ten Iterative Steps in Development and Evaluation of Environmental Models ». *Environmental Modelling & Software* 21 (5): 602-14. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2006.01.004>.
15. **Kingdon, John. 1995.** « Agenda, Alternatives and Public Policies ». New York, Longman.
16. **Lacour, Céline. 2011.** « Apport de la mesure en continu pour la gestion de la qualité des effluents de temps de pluie en réseau d'assainissement », 331.

17. **Lascombes, Pierre et Le Galès, Patrick (dir.). 2005.** « Gouverner par les instruments. » Paris : Presses de Sciences Po.
18. **Lorrain, Dominique. 2006.** La dérive des instruments. Les indicateurs de la politique de la ville et l'action publique. » *Revue française de science politique*, 56(3), p. 429-455.
19. **Maddi, Abdelghani. 2018.** « La quantification de la recherche scientifique et ses enjeux: bases de données, indicateurs et cartographie des données bibliométriques », 255.
20. **Marjolaine, Métadier. 2011 .** « Traitement et analyse de séries chronologiques continues de turbidité pour la formulation et le test de modèles des rejets urbains par temps de pluie », 409.
21. **McCarthy, David T., Kefeng Zhang, Camilla Westerlund, Maria Viklander, Jean-Luc Bertrand-Krajewski, Tim D. Fletcher, et Ana Deletic. 2018.** « Assessment of Sampling Strategies for Estimation of Site Mean Concentrations of Stormwater Pollutants ». *Water Research* 129 (février): 297-304. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.10.001>.
22. **Bruel L. 2020.** « Réalisation d'un état de l'art des solutions de bancarisation et mise à disposition des données pour un observatoire de recherche environnemental »
23. **Mourad, M., J.-L. Bertrand-Krajewski, et G. Chebbo. 2005.** « Stormwater Quality Models: Sensitivity to Calibration Data ». *Water Science and Technology* 52 (5): 61-68. <https://doi.org/10.2166/wst.2005.0110>.
24. **Ottaviani, Fiona. 2016.** « Performativité des indicateurs: indicateurs alternatifs et transformation des modes de rationalisation », 569.
25. **Paul F. Lazarsfeld (1958)** « Evidence and Inference in Social Research. » *Journal Article in Daedalus* - The MIT Press, 87 (4), pp. 99-130)
26. **Schwanitz, Valeria Jana. 2013.** « Evaluating Integrated Assessment Models of Global Climate Change ». *Environmental Modelling & Software* 50 (décembre): 120-31. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2013.09.005>.
27. **Benny Selle, Marc Schwientek , Gunnar Lischeid. 2012** « Understanding processes governing water quality in catchments using principal component scores » *Journal of Hydrology* 486 (2013) 31–38
28. **Sun, Siao, Sylvie Barraud, Hélène Castebrunet, Jean-Baptiste Aubin, et Pierre Marmonier. 2015.** « Long-Term Stormwater Quantity and Quality Analysis Using Continuous Measurements in a French Urban Catchment ». *Water Research* 85 (novembre): 432-42. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2015.08.054>.
29. **Vezzaro, Luca, et Peter Steen Mikkelsen. 2012.** « Application of Global Sensitivity Analysis and Uncertainty Quantification in Dynamic Modelling of Micropollutants in Stormwater Runoff ». *Environmental Modelling & Software* 27-28 (janvier): 40-51. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2011.09.012>.
30. **Ye, Lei, Jianzhong Zhou, Xiaofan Zeng, Jun Guo, et Xinxin Zhang. 2014.** « Multi-Objective Optimization for Construction of Prediction Interval of Hydrological Models Based on Ensemble Simulations ». *Journal of Hydrology* 519 (novembre): 925-33. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.08.026>.

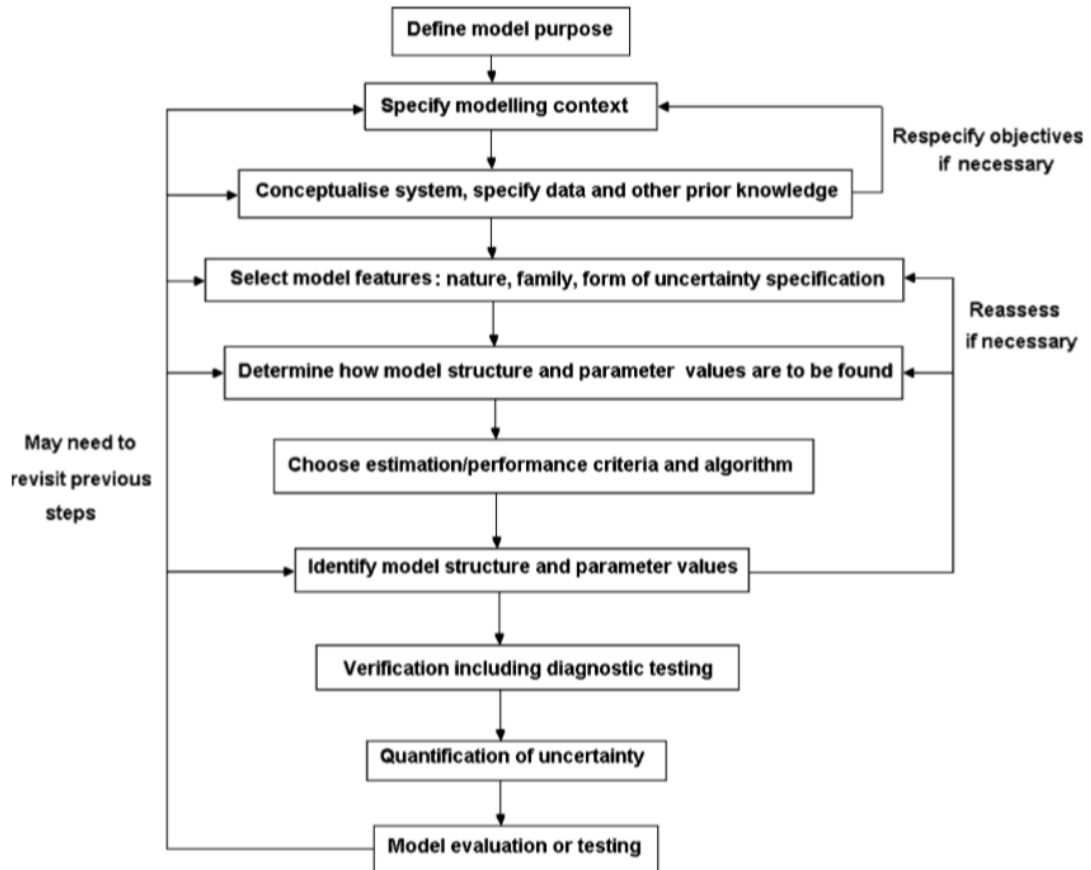
Autres :

1. **Aria, Massimo, et Corrado Cuccurullo. 2017.** « Bibliometrix : An R-Tool for Comprehensive Science Mapping Analysis ». *Journal of Informetrics* 11 (4): 959-75. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>.
2. **Ball, Rafael. 2017.** *An Introduction to Bibliometrics : New Development and Trends*. Elsevier Science. <http://unrra.scholarvox.com.acces.entpe.fr/catalog/book/docid/88849386?searchterm=An%20Introduction%20to%20Bibliometrics>.
3. **Barabási, Albert-László, et Réka Albert. 1999.** « Emergence of Scaling in Random Networks ». *Science* 286 (5439): 509-12. <https://doi.org/10.1126/science.286.5439.509>.
4. **Eker, Sibel, Elena Rovenskaya, Simon Langan, et Michael Obersteiner. 2019.** « Model Validation: A Bibliometric Analysis of the Literature ». *Environmental Modelling & Software* 117 (juillet): 43-54. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2019.03.009>.
5. **Eker, Sibel, Elena Rovenskaya, Michael Obersteiner, et Simon Langan. 2018.** « Practice and Perspectives in the Validation of Resource Management Models ». *Nature Communications* 9 (1): 5359. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-07811-9>.
6. **Gates, Alexander J., Qing Ke, Onur Varol, et Albert-László Barabási. 2019.** « Nature 's Reach: Narrow Work Has Broad Impact ». *Nature* 575 (7781): 32-34. <https://doi.org/10.1038/d41586-019-03308-7>.
7. **Jakeman, A J, et R A Letcher. 2003.** « Integrated Assessment and Modelling: Features, Principles and Examples for Catchment Management ». *Environmental Modelling*, 11.
8. **Métadier, M., et J. -L. Bertrand-Krajewski. 2011.** « From Mess to Mass: A Methodology for Calculating Storm Event Pollutant Loads with Their Uncertainties, from Continuous Raw Data Time Series ». *Water Science and Technology* 63 (3): 369-76. <https://doi.org/10.2166/wst.2011.230>.
9. **Pohjola, Mikko, Pasi Pohjola, Marko Tainio, et Jouni Tuomisto. 2013.** « Perspectives to Performance of Environment and Health Assessments and Models—From Outputs to Outcomes? » *International Journal of Environmental Research and Public Health* 10 (7): 2621-42. <https://doi.org/10.3390/ijerph10072621>.
10. **Rodríguez-Soler, Rocío, Juan Uribe-Toril, et Jaime De Pablo Valenciano. 2020.** « Worldwide Trends in the Scientific Production on Rural Depopulation, a Bibliometric Analysis Using Bibliometrix R-Tool ». *Land Use Policy* 97 (septembre): 104787. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104787>.
11. **Santiago, Sandoval. 2017.** « Revisiting stormwater quality conceptual models in a large urban catchment: Online measurements, uncertainties in data and models », 182.
12. **Villalba, Bruno. 2009.** « Hamman Philippe, Blanc Christine, 2009, Sociologie du développement urbain durable. Projets et stratégies métropolitaines françaises, Bruxelles, P.I.E Peter Lang, 260p. » *Développement durable et territoires*, 6.
13. **Watts, Duncan J., et Steven H. Strogatz. 1998.** « Collective Dynamics of 'Small-World' Networks ». *Nature* 393 (6684): 440-42. <https://doi.org/10.1038/30918>.
14. **Zare, Fateme, Sondoss Elsayah, Takuya Iwanaga, Anthony J. Jakeman, et Suzanne A. Pierce. 2017.** « Integrated Water Assessment and Modelling: A Bibliometric Analysis of Trends in the Water Resource Sector ». *Journal of Hydrology* 552 (septembre): 765-78. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.07.031>.

Annexes

- [Annexe A - Méthodologie de construction d'un modèle en 10 étapes itératives \(p.71\)](#)
- [Annexe B- Inventaire des fonctions objectif utilisées en évaluation des modèles \(p.72\)](#)
- [Annexe C – Inventaire des indicateurs utilisés en évaluation des modèles \(p.73\)](#)
- [Annexe D – Logigramme du GRAIE : Aide à la conception et l'évaluation d'un modèle pour l'autosurveillance réseau. \(p.75\)](#)
- [Annexe E – Informations demandée lors du retour d'expérience \(questionnaire initial\) \(p.76\)](#)
- [Annexe F – Graphiques et interprétations proposées par l'outil du GT autosurveillance \(p.81\)](#)
- [Annexe G – Site web consulté pour le benchmark \(p.82\)](#)
- [Annexe H – Détail du benchmark \(p.84\)](#)
- [Annexe I – Détail des calculs utilisés pour déterminer le nombre de données produites par l'OTHU \(p.90\)](#)
- [Annexe J – Informations à disposition le choix d'indicateurs destinés à l'OTHU \(p.91\)](#)
- [Annexe K – Fiche de retour d'expérience \(p.92\)](#)

Annexe A - Méthodologie de construction d'un modèle en 10 étapes itératives (d'après Jakeman et al., 2006)



**Annexe B– Inventaire des fonctions objectif utilisées en évaluation des modèles
(Métadier, 2011)**

Critère	Optimisation	Formule	Min	Max	Objectifs
Biais	→1	$\frac{\sum_{i=1}^N f(x_i)}{\sum_{i=1}^N y_i}$	$-\infty$	$+\infty$	Estimer les valeurs observées en moyenne (ex : bilan de masse)
Coefficient de détermination r^2	→Max	$\frac{\sum_{i=1}^N (f(x_i) - \overline{f(x)}) \cdot (y_i - \overline{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (f(x_i) - \overline{f(x)})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^N (y_i - \overline{y})^2}}$	0	1	Evaluer la relation linéaire entre les observations et les simulations
Somme des écarts quadratiques absolue (SCE)	→Min	$\sum_{i=1}^N (f(x_i) - y_i)^2$	0	$+\infty$	Donner le même poids à toutes les observations, sous l'hypothèse d'une structure parfaite
Racine carrée de la variance des résidus (RMSE)	→Min	$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (f(x_i) - y_i)^2}{N}}$	0	$+\infty$	
Somme des écarts absolus	→Min	$\sum_{i=1}^N f(x_i) - y_i $	0	$+\infty$	Donner moins de poids aux fortes valeurs par rapport à la SCE
Somme des écarts quadratiques relatifs	→Min	$\sum_{i=1}^N \left(\frac{f(x_i) - y_i}{y_i} \right)^2$	0	$+\infty$	
Somme des écarts pondérés	→Min	$\sum_{i=1}^N \frac{(f(x_i) - y_i)^2}{w_i}$	0	$+\infty$	
Coefficient de Nash et Sutcliffe (1970)	→Max	$1 - \frac{\sum_{i=1}^N (f(x_i) - y_i)^2}{\sum_{i=1}^N (y_i - \overline{y})^2}$	$-\infty$	1	
Index d'ajustement (Willmott <i>et al.</i> 1985)	→Max	$1 - \frac{\sum_{i=1}^N (f(x_i) - y_i)^2}{\sum_{i=1}^N (f(x_i) - \overline{f(x)} + y_i - \overline{f(x)})^2}$	0	1	

Annexe C – Inventaire des indicateurs utilisés en évaluation des modèles (Bennett et al., 2013)

Annexe C1

Table 3
Details of metrics that compare real and modelled values concurrently.

ID	Name	Formula	Range	Ideal value	Notes
3.1	Accuracy (fraction correct)	$\frac{\text{hits} + \text{correct negatives}}{\text{total}}$	(0, 1)	1	It is heavily influenced by the most common category, usually "no event".
3.2	Bias score (frequency bias)	$\frac{\text{hits} + \text{false alarms}}{\text{hits} + \text{misses}}$	(0, ∞)	1	Measures the ratio of the frequency of modelled events to that of observed events. Indicates whether the model has a tendency to underestimate (<i>BIAS</i> < 1) or overestimate (<i>BIAS</i> > 1).
3.3	Probability of detection (hit rate)	$\frac{\text{hits}}{\text{hits} + \text{misses}}$	(0, 1)	1	Sensitive to hits, but ignores false alarms. Good for rare events.
3.4	False alarm ratio	$\frac{\text{false alarms}}{\text{hits} + \text{false alarms}}$	(0, 1)	0	Sensitive to false alarms, but ignores misses.
3.5	Probability of false detection (false alarm rate)	$\frac{\text{false alarms}}{\text{correct negatives} + \text{false alarms}}$	(0, 1)	0	Sensitive to false alarms, but ignores misses.
3.6	Threat score (critical success index, CSI)	$\frac{\text{hits}}{\text{hits} + \text{misses} + \text{false alarms}}$	(0, 1)	1	Measures the fraction of observed cases that were correctly modelled. It penalizes both misses and false alarms.
3.7	Success index	$\frac{1}{2} \left(\frac{\text{hits}}{\text{hits} + \text{misses}} + \frac{\text{correct negatives}}{\text{observed no}} \right)$	(0, 1)	1	Weights equally the ability of the model to detect correctly occurrences and non-occurrences of events.
3.8	PDIF Peak Difference	$\max(y_i) - \max(\hat{y}_i)$	–	0	Compares the two largest values from each set, should be restricted to single event comparisons (Dawson et al., 2007).
3.9	PEP Percent Error in Peak	$\frac{\max(y_i) - \max(\hat{y}_i)}{\max(y_i)} * 100$	(0, 100)	0	Percent error in peak is similar to the PDIF (3.8) calculation except it is divided by the maximum measured value. Only suitable for single events (Dawson et al., 2007).
3.10	F-statistic of the regression line	$F_{2,n-2,\alpha} = \frac{na^2 + 2a(b-1) \sum_{i=1}^n x_i + (b-1)^2 \sum_{i=1}^n x_i^2}{2s_{yx}^2}$			Analyse the coefficients (<i>a, b</i>) of the data/model output regression line at the α level of confidence.
3.11	Regression analysis (basic)	$y = \beta_0 + \beta_1 \hat{y}$	(–1, 1)	1	Perform a simple linear regression to calculate β_0 and β_1 . Ideal values are $\beta_0 = 0$ and $\beta_1 = 1$.
3.12	Regression analysis (novel)	$d_i = y_i - \hat{y}_i$ $u_i = y_i + \hat{y}_i$ $d_i = \gamma_0 + \gamma_1 u_i$	–	–	Perform a simple linear regression to calculate γ_0 and γ_1 . Ideal values are $\gamma_0 = 0$ and $\gamma_1 = 0$ (Kleijnen et al., 1998).
3.13	Kappa statistic κ	$\frac{\text{Pr}(a) - \text{Pr}(c)}{1 - \text{Pr}(c)}$	(–1, 1)	1	$\text{Pr}(a)$ is the relative agreement and $\text{Pr}(c)$ is the hypothetical probability that both would randomly agree. A value close to zero indicates that the majority of agreement may be due to chance.
3.14	Information Mean Square Error (IMSE)	$\frac{1}{N} \sum_{x,y} (A(x,y)I(x,y) - \hat{A}(x,y)\hat{I}(x,y))^2$ $I(i) = \log_n \frac{1}{P(i)}, P(i) = \frac{n_i}{N}$	(0, ∞)	0	<i>A</i> is the spatial field, <i>I</i> is the information weighting field calculated from a single event grid, <i>P</i> is the probability of occurrence of a given value bin, <i>i</i> is the bin number, <i>n_i</i> is the total number of grid values in the bin and <i>N</i> is the total number of pixels.
3.15	Fuzzy maps	–	–	–	Use of fuzzy relational characteristics to evaluate categorisation models. Different categories and locations are weighted by their relationship.

Annexe C2

Table 4
Key residual criteria.

ID	Name	Formula	Range	Ideal value	Notes
4.1	Residual plot	~	-	-	Plot residuals against the predictor variable(s), look for curvature or changes in magnitude as the predictor variable changes.
4.2	QQ plot	~	-	-	Plots the inverse distribution (quantile) function of residuals against normal distribution quantile function. Look for curvature and divergence away from the mean diagonal (Fig. 7).
4.3	Bias	$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)$	$(-\infty, +\infty)$	0	Calculates the mean error. Result of zero does not necessarily indicate low error due to cancellation.
4.4	Mean Square Error (MSE)	$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$	$(0, \infty)$	0	Calculates a mean error (in data units squared), which is not effected by cancellation. Squaring the data may cause bias towards large events.
4.5	Root Mean Square Error (RMSE)	$\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}$	$(0, \infty)$	0	MSE error (4.4) except result is returned in the same units as model, which is useful for interpretation.
4.6	Mean Absolute Error (MAE)	$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i - \hat{y}_i $	$(0, \infty)$	0	Similar to RMSE (4.5) except absolute value is used instead. This reduces the bias towards large events; however, it also produces a non-smooth operator when used in optimisation.
4.7	Absolute Maximum Error (AME)	$\max y_i - \hat{y}_i $	-	-	Records the maximum absolute error.

Annexe C3

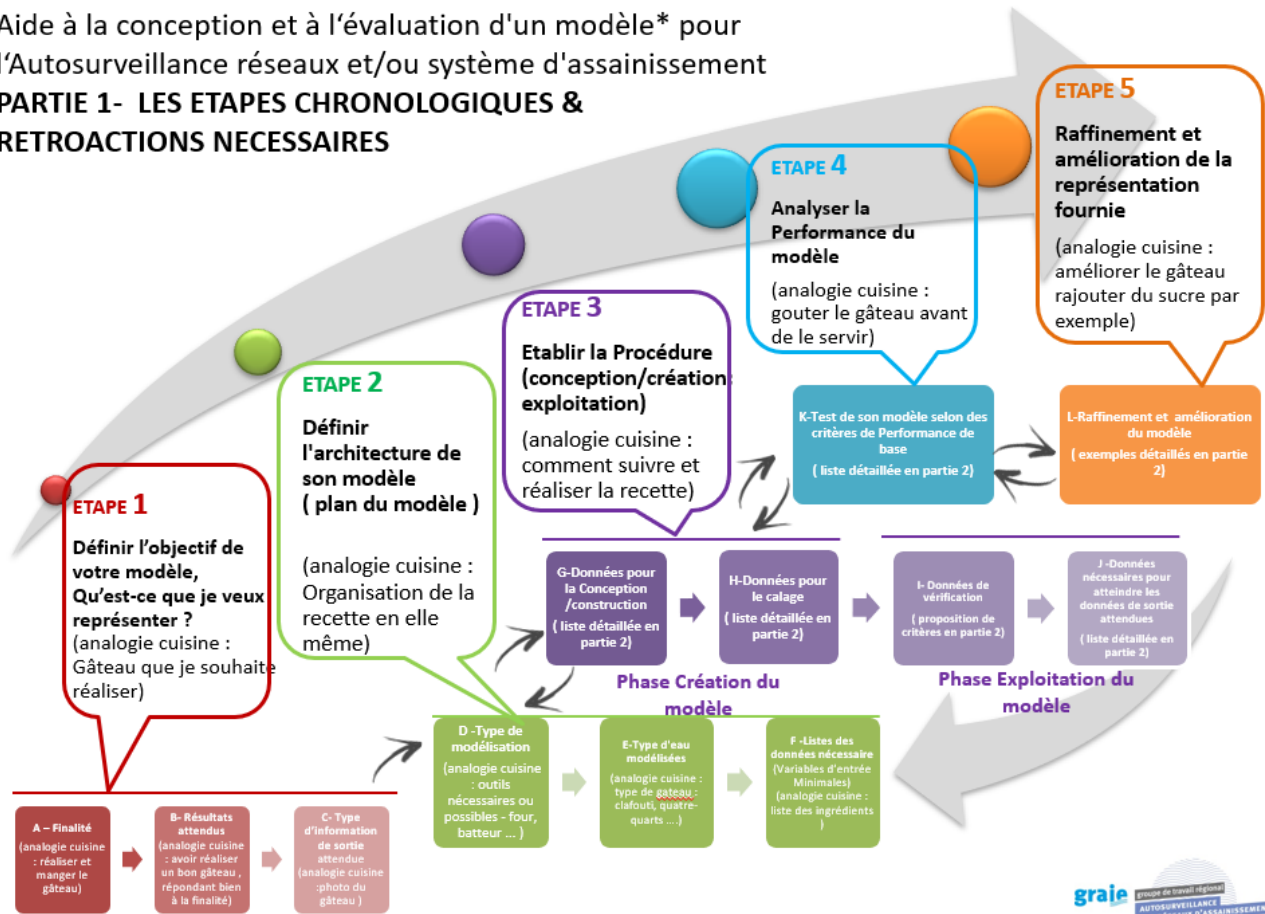
Table 5
Residual methods that use data transformations.

ID	Name	Formula	Notes
5.1	Relative bias	$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(y_i + \epsilon) - (\hat{y}_i + \epsilon)}{(y_i + \epsilon)}$ $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i}$	Relative equivalent of ID 4.3, which increases the weighting of errors relating to low measurement values (e.g., low flow conditions in hydrological modelling). Ideal value is ≈ 0 and range $\pm \infty$. ϵ is a small value required in the event of $y_i = 0$.
5.2	Relative MSE (MSRE)	$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{(y_i + \epsilon) - (\hat{y}_i + \epsilon)}{(y_i + \epsilon)} \right)^2$	Relative equivalent of 4.4, Calculates the mean of the relative square errors. Ideal value is ≈ 0 and range $[0, \infty)$.
5.3	Fourth Root Mean Quadrupled (Fourth Power) Error (R4MS4E)	$\sqrt[4]{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^4}$	This approach modifies the RMSE by using the fourth power. This weights the error calculation towards large events within the record. Ideal value is 0 and range $(0, \infty)$.
5.4	Square-Root Transformed Root Mean Square Error (RTRMSE)	$\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\sqrt{y_i} - \sqrt{\hat{y}_i})^2}$	RTRMSE uses the RMSE method (4.5), but in this case the data is pre-transformed by the square root function, to weight the error function towards lower values. The ideal value is still 0 and range $[0, \infty)$.
5.5	Log Transformed Root Mean Square Error (LTRMSE)	$\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\log(y_i + \epsilon) - \log(\hat{y}_i + \epsilon))^2}$	In a similar fashion the data in this case are pre-transformed by taking the logarithm of the data, which increases the weighting towards small values. It is important to note that this does not handle zero data well. The easiest way to overcome this is to add a very small ($\epsilon = 1e - 6$) value to each data point. Due to offset, ideal value is ≈ 0 and range $(0, \infty)$.
5.6	Inverse Transformed Root Mean Square Error (ITRMSE)	$\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n ((y_i + \epsilon)^{-1} - (\hat{y}_i + \epsilon)^{-1})^2}$	The inverse transform operates in a similar method to those previously mentioned. This method has the largest weighting towards small values and as in 5.5 it needs zero elements to be dealt with.
5.7	Relative MAE (MARE)	$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left \frac{(y_i + \epsilon) - (\hat{y}_i + \epsilon)}{(y_i + \epsilon)} \right $	Relative equivalent of the mean absolute error (4.6) Due to offset, ideal value is ≈ 0 and range $(0, \infty)$.
5.8	MdARE Median Absolute Percentage Error	$\text{median} \left(\left \frac{(y_i + \epsilon) - (\hat{y}_i + \epsilon)}{(y_i + \epsilon)} \right \right) \times 100$	This approach is similar to 5.7 but it uses the median to reduce the possible effect of outliers.
5.9	RVE Relative Volume Error	$\frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i)}$	The relative volume error compares the total error to the total measurement record. Similar to bias measurements, a low value does not mean low errors, just balanced errors.
5.10	Heteroscedastic Maximum Likelihood Estimator (HMLE)	$\frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n w_i(\lambda) y_i - \hat{y}_i ^2}{\left[\prod_{i=1}^n w_i(\lambda) \right]^{\frac{1}{n}}}$	Where the weights are typically calculated by $w_i = f_i^{2(\lambda-1)}$ with f_i the expected value of y_i (either y_i or \hat{y}_i can be used). λ is an <i>a priori</i> unknown shaping parameter necessary to stabilise the variance and is often adjusted along with the parameters (Sorooshian and Dracup, 1980).

Annexe D – Logigramme du GRAIE : Aide à la conception et l'évaluation d'un modèle pour l'autosurveillance réseau.

Aide à la conception et à l'évaluation d'un modèle* pour l'Autosurveillance réseaux et/ou système d'assainissement

PARTIE 1- LES ETAPES CHRONOLOGIQUES & RETROACTIONS NECESSAIRES



*Un modèle en hydrologie est "une représentation mathématique ou physique du cycle de l'eau construite dans le but de mieux comprendre son fonctionnement et de le faire évoluer."
 "Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement - Bernard Chocat, Eurydice, 1136 pages, 1997, N°ISBN: 2-7430-0126-7

Annexe E – Informations demandée lors du retour d'expérience (questionnaire initial)

Graie - Autosurveillance des systèmes d'assainissement - AUTOEVALUATION DES MODELES

RAPIDE QUESTIONNAIRE - AUTOSURVEILLANCE SYSTEME - AUTOEVALUATION DES MODELES

Bonjour,

Je m'appelle Raphaël MIGLIORI et je suis étudiant en 3ème année à l'ENTPE, l'école de l'aménagement durable des territoires. Je suis actuellement en stage au sein du GRAIE.

Dans la première partie de ce stage nous avons décidé de revenir sur l'outil excel d'autoévaluation des modèles hydrauliques créé par le groupe de travail Autosurveillance en 2017 (LIEN (<http://www.graie.org/groupe/wp-content/uploads/2017/12/OUTILdeCALCUL-IndicateursAutoevaluationdes-Modelesautosurveillance-V0.xlsm>)), afin de finaliser, fiabiliser celui-ci et d'établir des retours d'expériences.

Le but premier de cet outil était d'inciter les collectivités à autoévaluer leurs modèles , et de leur permettre de facilement calculer différents critères de performance (MSE, Nash, RSR, RVE etc.) ou indicateurs visuels afin d'évaluer les modèles utilisés dans le cadre de l'autosurveillance du système d'assainissement.

En cette période de crise sanitaire, les rencontres et appels ne sont pas très facile à organiser.

En tant que premiers utilisateurs de cet outil au sein du sous-groupe et utilisateurs/concepteurs de modèles, nous vous proposons donc ci-joint un rapide questionnaire (20 questions) vis-à-vis de cet outil et de votre expérience en matière d'auto-évaluation des modèles.

Il nous permettra de mieux comprendre comment cet outil est utilisé, quelles sont ces limites et bugs et quelles pistes d'améliorations nous pourrions proposer.

Ainsi après traitement de vos réponses et de nos échanges, nous pourrions améliorer, valoriser celui-ci, enrichir les retours d'expérience et les exemples d'utilisation.

Merci par avance pour votre contribution, avant le fin mai 2020 !

N'hésitez pas à nous contacter pour toute question :

Graie, Campus LyonTech la Doua, 66 bd Niels Bohr, CS 52132, 69603 Villeurbanne Cedex. Tel : 04 72 43 83 68 - Contacts thématique : stage-graie@graie.org (<mailto:stage-graie@graie.org>) - laetitia.bacot@graie.org (<mailto:laetitia.bacot@graie.org?subject=GRAIE%20-%20GT%20Autosurveillance%20des%20syst%C3%A8mes%20d'assainissement>)

COORDONNEES

[] Coordonnées :

Si vous ne souhaitez pas renseigner certaines informations, inscrire "0" dans la case correspondante. *

Nom	
Prénom	
Organisme	
Ville	
Tel.	

[] Email :

votre adresse mail nous est indispensable pour vous confirmer votre inscription ! *

Veillez écrire votre réponse ici :

[] Quel type d'acteur êtes vous ? *

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Une collectivité territoriale
 Un bureau d'étude / prestataire
 Autre

Description du réseau d'assainissement

Afin de nous aider à contextualiser votre retour d'expérience, vous serait-il possible de transmettre votre bilan annuel d'autosurveillance ou votre rapport pour le diagnostic permanent de votre système si vous en disposez ?

[vous trouverez ci-joint un lien pour déposer votre fichier, n'hésitez pas à me transmettre à stage-graie@graie.org (<mailto:stage-graie@graie.org?subject=AUTOEVALUATION%20DES%20MODELES%20-%20DOCS>)votre document si le depot ne fonctionne pas]

Réalisation et utilisation d'un modèle hydrologique

Nous voudrions savoir :

- quels sont le ou les modèles que vous utilisez dans le cadre de l'autosurveillance des réseaux ?
- comment ceux-ci ont-été réalisés et dans quels objectifs ?

PS: pour les bureaux d'étude merci de nous faire un retour expérience général sur l'utilisation des modèles dans vos études.

[] Utilisez vous un ou plusieurs modèles hydrologiques de votre système d'assainissement ?

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Modèle 1D (CANOE, Fluent, PCSWMM, etc.) : à l'échelle du système d'assainissement
- Modèle 2D : pour modéliser le risque inondation
- Modèle 3D : pour les ouvrages spéciaux, chutes, dessableurs etc.
- Je n'utilise pas de modèle hydrologique sur mon système d'assainissement
- Autre

[] Quels objectifs vous étiez vous fixés en créant ces modèles ?

Veuillez écrire votre réponse ici :

Ces modèles ont-ils été développés par un ou plusieurs bureau d'études ?

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'Une collectivité territoriale' à la question '3 [Collec]' (Quel type d'acteur êtes vous ?)

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Un seul bureau
- Plusieurs bureaux d'étude
- Autre

[] Combien de temps la creation et le calage de ce modèle ont-t-il pris ?

Veuillez écrire votre réponse ici :

[] Depuis quand les utilisez-vous ?

Veuillez entrer une date :

[] Quelles sont les données utilisées au sein de votre modèle (hauteurs, vitesses, débits, pluviométrie ...) et en quel point du réseau (DO, PR ...) ?

Veuillez écrire votre réponse ici :

Le/les créateurs du modèle vous ont-ils proposé des critères de performances afin d'auto-évaluer ce modèle ? Si oui, lesquels ? et à quelle fréquence ?

Veillez écrire votre réponse ici :

Y-a-t-il un suivi du modèle par le/les bureau(x) afin de l'améliorer en fonction des nouvelles données ? Si oui, depuis combien de temps dure-t-il / a-t-il duré ?

Veillez écrire votre réponse ici :

Utilisation de l'outil d'autoévaluation des modèles

Cette partie sert à évaluer l'usage que vous avez pu faire de l'outil excel développé par le groupe de travail Autosurveillance.

Auto-évaluez-vous vos modèles ? ou avez-vous l'intention de le faire ? Si oui, pourquoi ?

*

Ajoutez un commentaire seulement si vous sélectionnez la réponse.

Veillez choisir toutes les réponses qui conviennent et laissez un commentaire :

Oui

Non

Non mais je compte le faire

Autre :

Utilisez-vous l'outil d'autoévaluation des modèles créé par le groupe de travail Autosurveillance du GRAIE ?

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

Oui

Oui, mais j'autoévaluais déjà mes modèles avant de l'utiliser

Non

Autre

Si vous autoévaluiez vos modèles hydrologiques avant le développement de cet outil excel, quels indicateurs utilisiez vous ? (MSE, NASH, etc.)

Veillez écrire votre réponse ici :

Depuis quand ?

Depuis quand utilisez vous l'outil excel développé par le GT Autosurveillance ?

Veillez entrer une date :

Quels critères de performance utilisez-vous pour auto-évaluer votre modèle en fonctionnement ?

Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Biais
- MSE
- RMSE
- Justesse (variance)
- RSR
- RVE
- Nash Sutcliffe
- Biais normalisé
- MSE normalisé
- RMSE normalisé
- Justesse normalisée
- Autre:

[] Pourquoi utiliser ces indicateurs particuliers ?

Veuillez écrire votre réponse ici :

Quel est le rôle rempli par cet outil au sein de votre démarche ?

Veuillez écrire votre réponse ici :

L'outil permet de vérifier un point de mesure à la fois, sur combien de points du réseau l'utilisez-vous et lesquels ?

Veuillez écrire votre réponse ici :

Avez-vous des remarques à faire sur l'outil ? (n'hésitez pas à détailler dans la zone de texte)

*

Ajoutez un commentaire seulement si vous sélectionnez la réponse.

Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent et laissez un commentaire :

- Des améliorations à proposer
- Des corrections à apporter
- Concernant des bugs observés au sein du fichier excel
- Pas de remarques particulières

Autre :

Fin du questionnaire

Merci beaucoup pour votre participation ! Ces informations nous permettront de proposer de bon retours d'expérience et, nous l'espérons, d'améliorer l'outil excel. Nous n'avons plus que deux petites questions pour vous.



Êtes-vous d'accord pour être recontacté pour plus d'information ?

Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :



Oui



Non

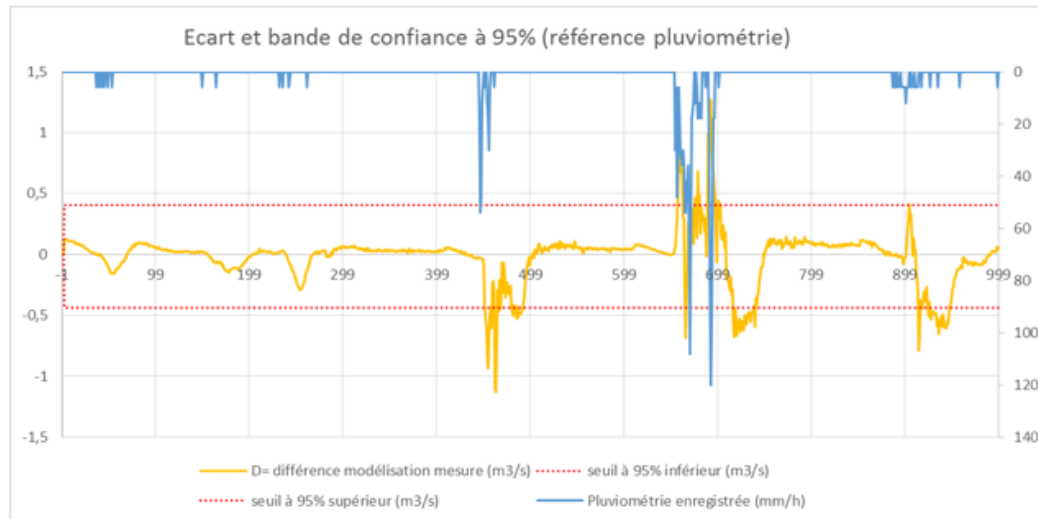
Auriez-vous un créneau (dates et horaires) à nous proposer ?

Veillez écrire votre réponse ici :

Les informations recueillies sont nécessaires pour notre mini-enquête. Elles font l'objet d'un traitement informatique et sont destinées à l'élaboration de retours d'expériences.

En application du RGPD, vous bénéficiez d'un droit d'accès et de rectification aux informations qui vous concernent. Si vous souhaitez exercer ce droit et obtenir communication des informations vous concernant, veuillez vous adresser au Graie. Vous pouvez également, pour des motifs légitimes, vous opposer au traitement des données vous concernant.

Annexe F – Graphiques et interprétations proposées par l’outil du GT autosurveillance



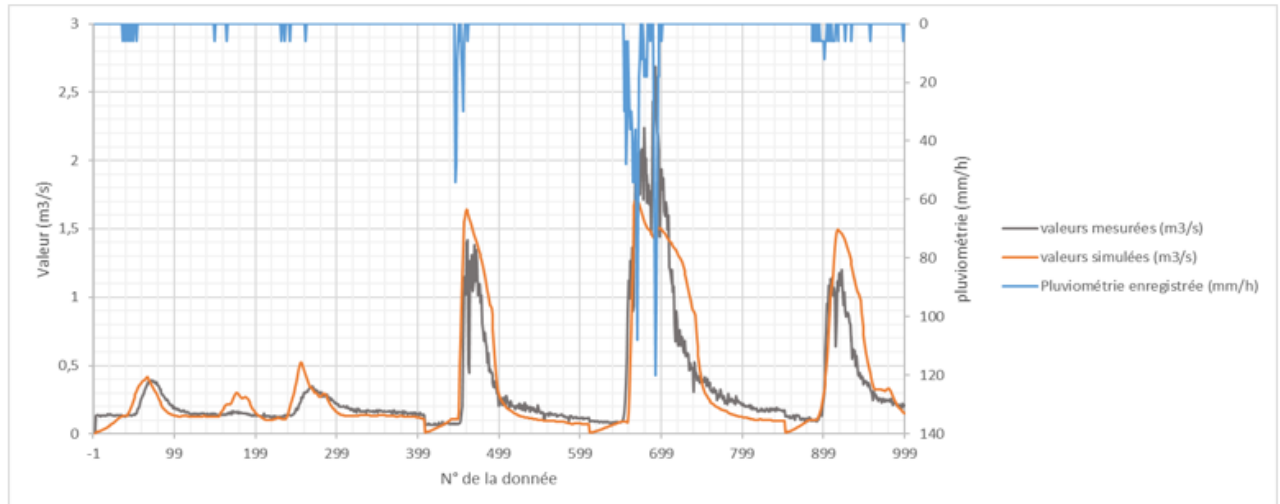
En pointillé rouge = intervalle de confiance à 95% sur la valeur donnée par le modèle

En jaune la différence entre les valeurs données par le modèle et la mesure

LECTURE :

Quand la valeur jaune, sort de l'intervalle en pointillés, alors on est sûr que le modèle et la mesure sont différents

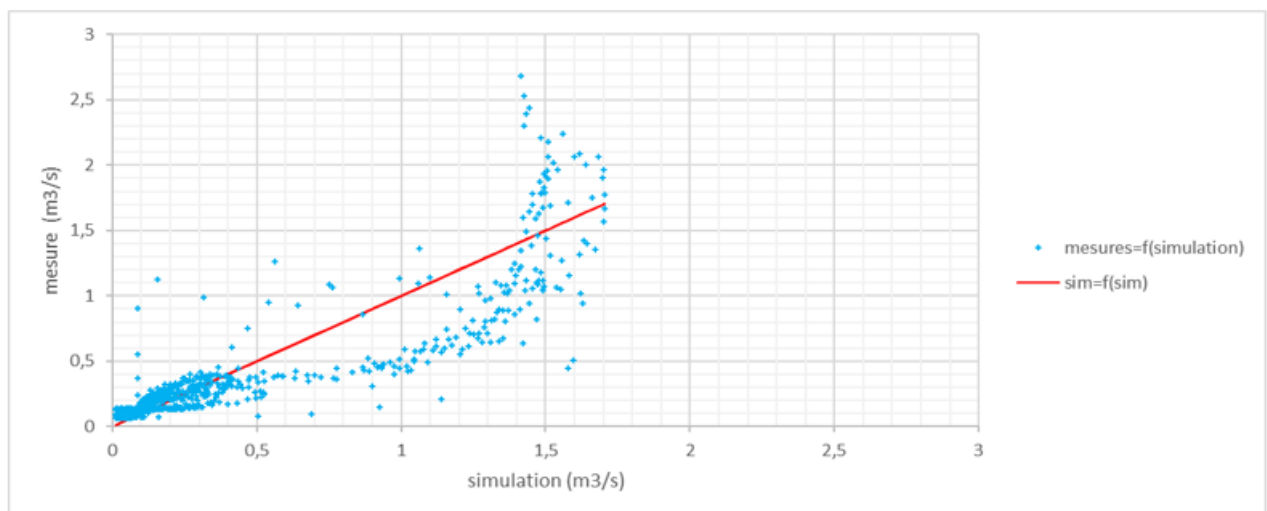
Sur cet exemple on voit que les différences sont particulièrement marquées sur le temps de pluie, mais le modèle semble bien adapté pour le temps secs



LECTURE

Ce graphe montre l'efficacité du modèle sur les dynamiques des événements et est facilement compréhensible et communicant

Sur cet exemple on voit que les différences sont particulièrement marquées sur le temps de pluie, mais le modèle semble bien adapté pour le temps secs



LECTURE

La ligne rouge représente le cas idéal (mesure et simulation sont identiques), les points bleus doivent se regrouper autour de la ligne rouge

jusqu'à 0,4 : modèle efficace

jusqu'à 0,4 / 1,2 : modèle biaisé et une erreur systématique de linéarité est à corriger

au delà de 1,2 : aucune adéquation entre mesure et modélisation

Organisme	Pays	Type de structure	Thématiques	Type de public visé
Advanced science research center	Etats-Unis d'Amérique (USA)	Organisme de recherche	Sciences de l'environnement	Recherche
Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs - ANDRA	France	Site d'information gouvernemental ou national	Gestion des déchets nucléaires	Tout public
AGIRO	Canada	Autre	Hydrologie, écosystèmes	Tout public
Base de Données pour les Observatoires en Hydrologie (BDOH)	France	Base de donnée recherche	Hydrologie	Recherche
Bifrostonline	International	Dispositif de recherche	Adaptation au changement climatique	Tout public
BRUIT PARIF	France	Observatoire autres domaines	Nuisance sonores	Tout public
CCRN	Canada	Dispositif de recherche	Etude des glaciers, hydrologie, écologie	Technique & recherche
Cranfield University	Grande-Bretagne	Organisme de recherche	Multidisciplinaire (aérospatial, énergie, agrologie etc.)	Recherche
École et observatoire des sciences de la terre	France	Observatoire environnement	Hydrogéochimie, géophysique	Tout public
France bois forêts	France	Observatoire autres domaines	Filière Bois	Tout public
Global Water Futures (university of Saskatchewan)	Canada	Organisme de recherche	Hydrologie, gestion de l'eau, adaptation au changement climatique	Technique & recherche
Humanities for environment	USA / International	Observatoire environnement	Sciences de l'environnement, étude du changement climatique	Technique & recherche
INEE -institut écologique de l'environnement (CNRS)	France	Organisme de recherche	Sciences de l'environnement, sciences sociales	Tout public
Info coronavirus	France	Site d'information gouvernemental ou national	Suivi d'une épidémie	Tout public
IRSTV / ONEVU	France	Dispositif de recherche	Hydrologie urbain, environnement urbain, micro-climatologie	Technique & recherche
l'Observatoire des LAcS (OLA)	France	Observatoire environnement	Hydrologie, écologie, limnologie	Technique & recherche
LTER	International	Dispositif de recherche	Etudes environnementales, écosystémiques de long terme	Recherche
LTER Europe	Europe	Dispositif de recherche	Etudes environnementales, écosystémiques	Recherche
LTER France (ZONE Atelier INEE)	France	Dispositif de recherche	Hydrologie	Recherche
Observatoire climat haut de France	France	Observatoire environnement	Climatologie	Technique
Observatoire de la Loire	France	Observatoire autres domaines	Tourisme	Tout public

Organisme	Pays	Type de structure	Thématiques	Type de public visé
Observatoire de l'environnement en Bretagne	France	Site d'information gouvernemental ou national	Sciences de l'environnement	Technique & recherche
Portail de l'environnement (Luxembourg)	Luxembourg	Site d'information gouvernemental ou national	Sciences de l'environnement	Tout public
Observatoire de l'industrie électrique	France	Observatoire autres domaines	Industrie électrique	Tout public
Observatoire de Paris (PSL)	France	Observatoire autres domaines	Astronomie	Technique & recherche
Observatoire de Recherche Méditerranéen de l'Environnement (OREME)	France	Observatoire environnement	Sciences de l'environnement	Technique & recherche
Observatoire des perspectives utopiques	France	Observatoire autres domaines	Société et consommation	Tout public
Observatoire des territoires	France	Site d'information gouvernemental ou national	Aménagement territorial	Tout public
Observatoire géophysique	Allemagne	Observatoire autres domaines	Géophysique	Recherche
Observatoire National de la Biodiversité	France	Site d'information gouvernemental ou national	Biodiversité, sciences environnementales, des milieux etc.	Tout public
OPUR	France	Observatoire environnement	Hydrologie urbaine	Recherche
OREME	France	Base de donnée recherche	Sciences de l'environnement	Recherche
ORISK	France	Observatoire environnement	Risque inondation, sécheresse karst	Technique & recherche
OTHU	France	Observatoire environnement	Hydrologie urbaine, métrologie, microbiologie etc.	Technique & recherche
SOKARST	France	Observatoire environnement	Systèmes karstiques	Technique & recherche

[ANNEXE G – Site web consulté pour le benchmark](#)

Annexe H – Détail du benchmark

Mise en avant des données

Organisme	Texte présentant les données collectées	Lien vers une base de données	Fiches de métadonnées	Lien direct vers la donnée	Logiciel spécifique de partage de données	Le site est une base de données / en a la forme
Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs - ANDRA	1	1				
BDOH						1
Bifrostonline	1					
BRUIT PARIF	1			1		
CCRN	1	1	1			
Cranfield University		1	1			
École et observatoire des sciences de la terre	1		1			
France bois forêts	1			1		
Global Water Futures (university of Saskatchewan)	1	1			1	
IRSTV / ONEVU	1	1			1	
l'Observatoire des LAcs (OLA)	1	1				
LTER	1	1				
LTER Europe	1	1			1	
LTER France (ZONE Atelier INEE)	1	1	1			
Observatoire climat haut de France	1		1	1	1	
Observatoire de l'environnement en Bretagne			1			1
Observatoire de l'industrie électrique	1			1		
Observatoire de Paris (PSL)	1	1				
Observatoire des perspectives utopiques	1					
Observatoire des territoires	1		1			1
Observatoire National de la Biodiversité			1	1		
OREME	1	1	1			
ORISK	1					
OTHU	1		1			
SOKARST		1	1			
	20	12	11	5	4	3

Mise en avant des observations

Organisme	Texte / tableau résumant les observations	Graphiques illustratifs	Illustration photo	Tableau de bord (indicateur graphique)	Tableau de bord (indicateur numérique)	Autres
AGIRO	1	1	1	1	1	
Bifrostonline	1	1	1		1	1
BRUIT PARIF	1	1	1			
France bois forêts	1	1	1	1		
Global Water Futures (university of Saskatchewan)	1					
Info coronavirus	1			1	1	1
IRSTV / ONEVU	1	1	1			
l'Observatoire des LAcs (OLA)	1	1	1			
LTER	1					
Observatoire climat haut de France	1	1	1			1
Observatoire de l'environnement en Bretagne	1	1				
Observatoire de l'industrie électrique	1		1			1
Observatoire des perspectives utopiques	1					
Observatoire des territoires	1	1	1			
Observatoire géophysique	1	1		1		
Observatoire National de la Biodiversité	1	1	1			1
OPUR	1	1				
OREME	1	1	1			1
ORISK	1		1	1	1	
OTHU	1	1	1			
	20	14		5		6

Organisme	Présentation des sites de mesure		
	Photographie des sites	Cartographie (interactive ou non) des sites	Autres
Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs - ANDRA		1	
AGIRO	1	1	1
Base de Données pour les Observatoires en Hydrologie (BDOH)	1	1	
BRUIT PARIE	1	1	
CCRN		1	
École et observatoire des sciences de la terre		1	
Global Water Futures (university of Saskatchewan)		1	
Info coronavirus		1	1
IRSTV / ONEVU	1		
l'Observatoire des LAcs (OLA)	1		
LTER	1	1	1
Observatoire de l'environnement en Bretagne	1	1	
Observatoire des territoires		1	
Observatoire géophysique		1	
OREME		1	
ORISK		1	1
OTHU		1	
SOKARST	1	1	
	8	16	4

Autres valorisation

Organisme	Présentation /classification par thématiques	Présentation des équipes	Présentation techniques / innovations	Présentation / lien vers les programmes/projets de recherche	Autres
Advanced science research center		1		1	
Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs - ANDRA	1				
AGIRO	1	1	1		
Bifrostonline	1	1	1	1	
BRUIT PARIF	1		1	1	
CCRN	1	1		1	
Cranfield University	1	1		1	1
École et observatoire des sciences de la terre	1	1	1	1	1
France bois forêts	1				
Global Water Futures (university of Saskatchewan)	1	1	1	1	
Humanities for environment	1	1		1	
INEE -institut écologique de l'environnement (CNRS)	1			1	
Info coronavirus	1				
IRSTV / ONEVU	1	1	1	1	
l'Observatoire des LAcs (OLA)	1	1	1	1	
LTER	1	1		1	
LTER Europe				1	1
LTER France (ZONE Atelier INEE)				1	
Observatoire climat haut de France	1			1	
Observatoire de la Loire	1				
Observatoire de l'environnement en Bretagne				1	
Portail de l'environnement (Luxembourg)	1				
Observatoire de l'industrie électrique	1				
Observatoire de Paris (PSL)	1	1		1	
Observatoire de Recherche Méditerranéen de l'Environnement (OREME)	1			1	

Organisme	Présentation /classification par thématiques	Présentation des équipes	Présentation techniques / innovations	Présentation / lien vers les programmes/projets de recherche	Autres
Observatoire des perspectives utopiques	1		1		
Observatoire des territoires	1		1	1	
Observatoire géophysique	1	1		1	
Observatoire National de la Biodiversité	1				
OPUR	1				1
OREME	1	1	1	1	
ORISK	1		1		
OTHU	1	1	1	1	1
SOKARST		1	1	1	
	29	16	13	23	5

Organisme	Mise en avant des productions			
	Liste des articles publiés	Liste/liens vers les productions (rapports etc.)	Infographie sur la quantité de production	Autres
Advanced science research center	1			
Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs - ANDRA		1		
AGIRO	1	1		
Bifrostonline		1		
BRUIT PARIE	1	1		
CCRN	1	1		
Cranfield University				1
École et observatoire des sciences de la terre	1			
Global Water Futures (university of Saskatchewan)	1	1		
Humanities for environment		1		
Info coronavirus		1		1
IRSTV / ONEVU	1			
l'Observatoire des LAcs (OLA)	1	1		
LTER	1	1		
LTER France (ZONE Atelier INEE)	1	1		
Observatoire climat haut de France		1		
Observatoire de l'environnement en Bretagne				1
Observatoire de l'industrie électrique				1
Observatoire de Paris (PSL)	1	1		
Observatoire des perspectives utopiques		1		
Observatoire des territoires		1		
Observatoire géophysique	1	1		
Observatoire National de la Biodiversité		1		
OPUR	1	1		
ORISK	1	1		
OTHU	1	1	1	
SOKARST	1		1	1
	16	20	2	5

Annexe I – Détail des calculs utilisés pour déterminer le nombre de données produites par l'OTHU

Mesures en continu :

	Nombre de capteurs	Pas de temps (min)	Données collectées par jour	Données collectées par an
INSA - Chassieu	40	2	28800	10512000
INSA - Ecocampus	15	2	10800	3942000
LEHNA - Chassieu	36	60	864	315360
LEHNA - sites satellites	inconnu			
INRAE - BV Yzeron	inconnu			
VetAgroSup - Grézieu	9	1	12960	4730400
			Total	19499760

Lieux	Equipes	Pas de temps	Hauteur	Vitesse	Débit	Température eau	Température air	Conductivité
			en m	en m/s	m3/s	°C	°C	µs/cm
Chassieu Rétention (CR)	INSA DEEP	sur evenement - 2 min	X	X	X	X		X
Chassieu Infiltration (CI)	INSA DEEP	sur evenement - 2 min	X	X	X	X	X	
Chassieu (nappe)	Lyon 1 E3 S	continu 1 H	X			X		X
Grézieu la Varenne	Vetagro Sup, IRSTEA HH	Variable	X	X	X	(X)		(X)
Yzeron (bassin versant)	IRSTEA HH	Variable	X	X	X	X	X	
Ecocampus	INSA DEEP	sur evenement - 2 min			X			
Bassin IUT	Lyon 1 E3 S	continu 1 H	X			X		X

Lieux	Equipes	Pas de temps	pH	Turbidité	Evaporation	oxygène dissous	pluviométrie	IMAGES
			pH	NTU	mm		mm/h	
Chassieu Rétention (CR)	INSA DEEP	sur evenement - 2 min	X	X				x
Chassieu Infiltration (CI)	INSA DEEP	sur evenement - 2 min			X		X	x
Chassieu (nappe)	Lyon 1 E3 S	continu 1 H				X		
Grézieu la Varenne	Vetagro Sup, IRSTEA HH	Variable	(X)	(X)				
Yzeron (bassin versant)	IRSTEA HH	Variable					X	
Ecocampus	INSA DEEP	sur evenement - 2 min						
Bassin IUT	Lyon 1 E3 S	continu 1 H				X		

Annexe J – Informations à disposition le choix d'indicateurs destinés à l'OTHU

Tableau de bord "fonctionnement"		2019
partenaires opérationnels		3
Budget de fonctionnement		500 000 €
Budget consolidé (dont temps recherche)		2 300 000 €
Nb de programmes de recherche liés directement à l'OTHU		10
Thématiques de recherche		7
Nombre de sites (principaux et satellites)		20
nb de données produites en continu		20 millions
Nb de paramètres suivis en continus		11
Nb de suivis en continu		36
Nb d'évènements pluvieux suivis		?
Nb de campagnes de mesure		?
nb de paramètres mesurés pendant les campagnes		130
Tableau de bord "Personnel"		2019
Nb d'organismes partenaires		9
Nb d'équipes de recherche/labo		12
Nombre de chercheurs (tous confondus)		80
Chercheurs		27
Enseignants-chercheurs		32
Jeunes chercheurs		21
Technicien-ingénieur		32
Sites de mesure		
Permanents		3
Sites satellites		13
Sites ateliers		4

[Annexe K – Fiche de retour d'expérience](#)

Aide à l'évaluation d'un modèle pour l'Autosurveillance réglementaire réseaux et/ou système d'assainissement

Démarches et retours d'expériences d'auto-évaluation des modèles par les collectivités

A – LA DÉMARCHE

Le principe de "Surveillance des systèmes de collecte des eaux usées et des stations d'épuration en vue d'en maintenir et d'en vérifier l'efficacité" par les collectivités est institué depuis 1991 (directive européenne ERU sur le traitement des eaux résiduaires urbaines). Les lois et codifications françaises, notamment l'arrêté ministériel du 21 juillet 2015, imposent en particulier l'autosurveillance du système d'assainissement. Au-delà du caractère réglementaire obligatoire, l'autosurveillance constitue une réelle opportunité pour connaître et optimiser la gestion des systèmes d'assainissement. La modélisation est un outil de diagnostic permanent pour les collectivités mis fortement en lumière par l'arrêté du 21 juillet 2015 (Art 17). Cependant les collectivités et maîtres d'ouvrage s'interrogent sur l'évaluation de la qualité de cette modélisation, sa pertinence.

Cette phase d'« analyse de la performance » d'un modèle, n'est pas simple à appréhender pour une collectivité qui n'a dans la majorité des cas pas créer en interne son modèle et considère par fois cet outil comme une boîte noire. Cependant un modèle est un outil qui est réalisé en interne ou par un bureau d'étude avec un objectif précis. Bien déterminer les objectifs que cet outil doit remplir est la première phase clé de la démarche que nous allons décrire et illustrer ci-après.



Qu'est-ce que modéliser le fonctionnement d'un système d'assainissement ?

Un modèle en hydrologie est "une représentation mathématique ou physique du cycle de l'eau, construite dans le but de mieux comprendre son fonctionnement et de le faire évoluer." ¹

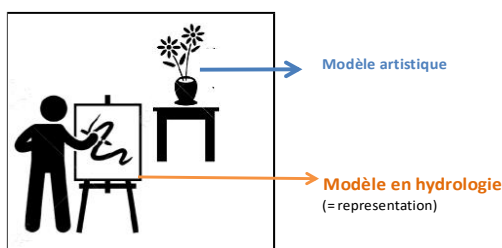


Figure 1 : Représentation schématique de la différence entre un modèle artistique et un modèle en hydrologie

De façon imagée "Un modèle est une photographie de son système d'assainissement à l'instant T qu'il est nécessaire de régulièrement réévaluer, vérifier, tester" Pascal Bret, Métropole de Lyon

¹Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement - Bernard Chocat, Eurydice, 1136 pages, 1997, N°ISBN: 2-7430-0126-7

1. La place de la modélisation en auto-surveillance des systèmes d'assainissement

Un modèle en hydrologie servant en matière d'auto-surveillance de son système, est un outil qui peut prendre la forme d'un simple tableur ou un modèle numérique selon les objectifs auxquels il doit répondre. En effet, il peut servir :

- **D'aide à la décision générale pour une collectivité sur un point spécifique limité (spatialement et temporellement)** : par exemple pour pouvoir prendre une décision à l'instant T sur la base d'une représentation, sans vouloir forcément répondre à la réglementation
- **A fournir des éléments de réponse à la réglementation**, pour qu'une collectivité en matière de conformité des rejets de son système d'assainissement au milieu naturel. L'arrêté du 21 juillet 2015 précise qu'il est possible de substituer dans plusieurs cas l'utilisation d'un modèle du système d'assainissement à la mesure et aux estimations calculatoires. Ainsi un modèle « considéré représentatif et fiable » permet de compléter et renforcer le système métrologique (sans le remplacer).
- D'aide à la conception d'un **schéma directeur d'assainissement et/ou le diagnostic permanent** de son système d'assainissement sur plusieurs années- Vision actuelle et prospective



DEFINITION

Le **diagnostic permanent** du système d'assainissement est l'ensemble des moyens et pratiques mis en œuvre permettant d'évaluer l'état et le fonctionnement d'un système d'assainissement en vue d'améliorer son exploitation et de programmer les investissements nécessaires à son évolution.

2. Pourquoi auto-évaluer son modèle ?

L'auto-évaluation des modèles permet de porter un regard critique sur le modèle, en permettant par exemple :

- Au début de la phase d'exploitation du modèle : de vérifier que le cahier des charges du modèle a bien été rempli et qu'il permettra d'atteindre les objectifs pour lequel il a été conçu
- En phase d'exploitation courante du modèle : de diagnostiquer le modèle et de mieux cerner ses limites pour l'exploiter correctement (ex : avoir conscience des effets d'eaux claires etc.) et parfois d'améliorer sa représentativité au regard de ses objectifs. On parle d'un **raffinement** du modèle
- En phase d'exploitation courante du modèle : de détecter des problèmes de mesures et donc en rétroagissant sur ces installations métrologiques ou en lançant de nouvelles campagnes de mesures.

Cette démarche générale, fait partie des pratiques permettant d'évaluer l'état de fonctionnement de son système d'assainissement. C'est également un outil qui permet de réaliser un retour sur ses objectifs et d'envisager des évolutions et/ou travaux sur son réseau. Elle peut et devrait donc être intégrée au diagnostic permanent d'un système.

3. La démarche d'évaluation d'un modèle

On décompose la démarche d'évaluation d'un modèle en 5 étapes principales :

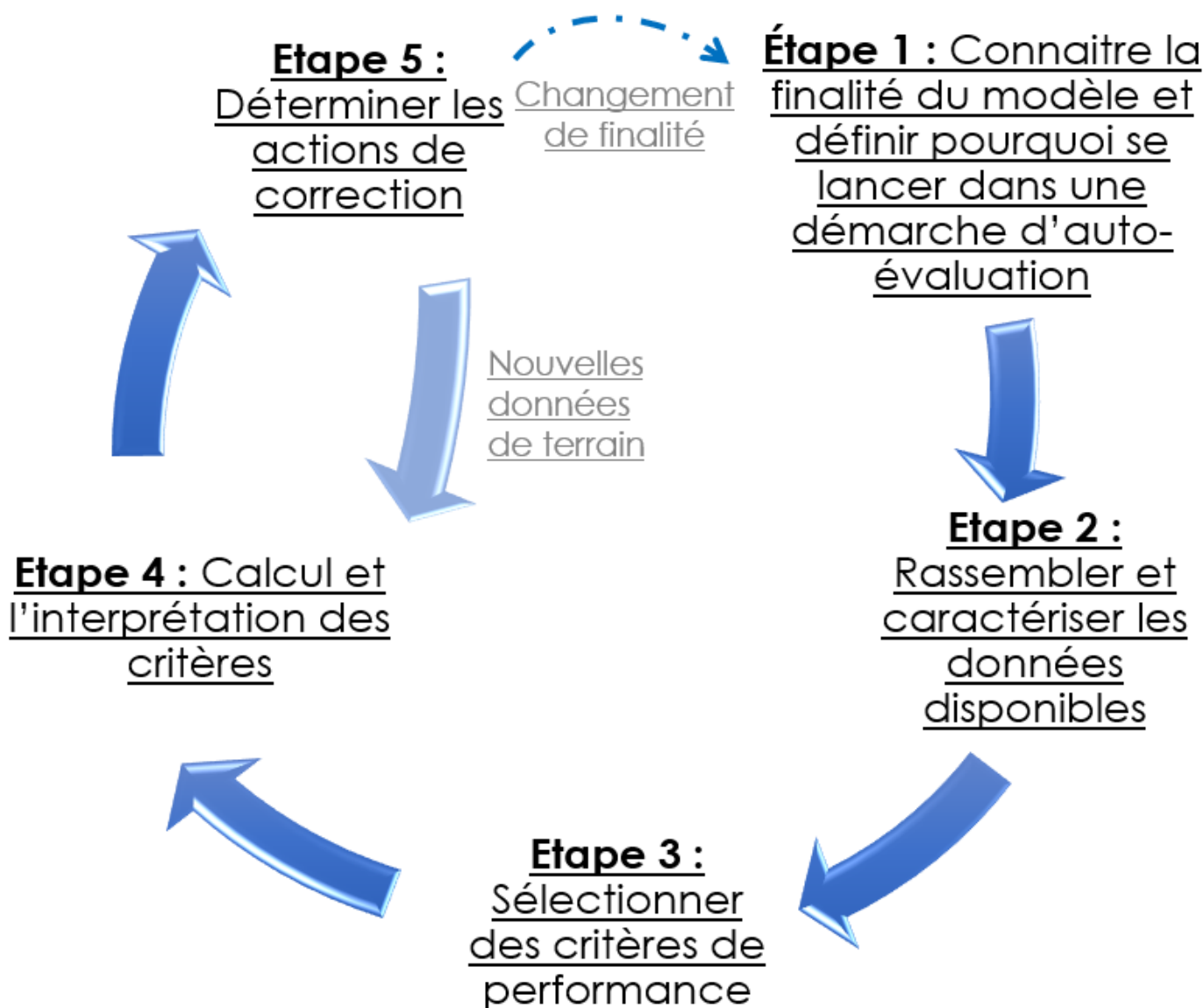


Figure 2 : Cycle résumant la démarche d'autoévaluation proposée par le GRAIE

Photos / illustrations à insérer

3. La démarche d'évaluation d'un modèle

Étape 1 : Connaitre la finalité du modèle et définir pourquoi se lancer dans une démarche d'auto-évaluation

Les objectifs d'utilisation d'un modèle, fixés en amont de sa création, doivent être ceux à garder en tête lors de l'évaluation.

- ▶ Pour quelle finalité mon modèle a-t-il été créé ? Quel est son objectif ?
- ▶ Pourquoi je cherche à évaluer mon modèle, et donc à comparer les valeurs observées (par exemple mesurées) avec les valeurs calculées par celui-ci ?
- ▶ Quelles sont mes attentes et les réponses attendues ?

A -Finalité	Aide à la decision générale pour une collectivité sur un point spécifique limité	Mettre en œuvre son Schema Directeur d'assainissement et /ou le Diagnostic permanent de son système	
B- résultats attendus	Pouvoir prendre une decision a l'instant T sur la base d'une representation, sans vouloir forcément repondre à la réglementation	Analyse prédictive du fonctionnement des systèmes de collecte	Diagnostic hydraulique / Détermination du débit de référence Dimensionnement d'ouvrage
C- Type d'information de sortie attendue	Se rendre compte de si un Do deverse ou non par temps de pluies	Nombre de déversement des déversoirs	Débit transité réseaux
		Volume déversé	Impact des travaux ; Saturation des ouvrages ; Déterminer une accumulation de H2S
		Flux massique déversés	

Figure 3 : Tableau récapitulatif des différents objectifs possibles dans l'utilisation d'un modèle

A -Finalité	Repondre à l'Autosurveillance Réglementaire					
B- résultats attendus	Critère de Conformité Collecte 1 :	Avoir l'information/ une representation pour déterminer les déversoirs d'orage ≥ 600 kg/j de DBO5 et déversant plus de 10 jours par an en moyenne quinquennale	Critère de Conformité - Collecte 2 :	Avoir l'information/ une representation pour déterminer les déversoirs d'orages représentant au moins 70% des rejets directs au milieu récepteur	Critère Conformité Collecte 3:	Mesure et estimation des flux de pollution pour les déversoirs d'orages (≥ 600 kg/j de DBO5 et déversant plus de 10 jours calendaires par an en moyenne quinquennale)
	<i>Moins de 20 déversements / an au droit de chaque déversoir d'orages de taille ≥ 2000 EH</i>		Moins de 5% des volumes d'eaux usées générés par l'agglomération durant l'année sont déversés directement au milieu naturel		Moins de 5% des flux de pollution générés par l'agglomération durant l'année sont déversés directement au milieu naturel	
C- Type d'information de sortie attendue	Nombre de déversement des déversoirs équipés ou non		Volume déversé par DO		Volume déversé	
					Flux massique déversés	

NB : Un modèle n'est pas parfait, il est donc important d'avoir des objectifs précis pour déterminer dans quels cas on accepte que le modèle soit défaillant ou non.

3. La démarche d'évaluation d'un modèle

Etape 2 : Rassembler et caractériser les données disponibles

Le type de données dont on dispose va conditionner ce qui peut être réalisé en termes d'évaluation du modèle (indicateurs les plus pertinents, précision possible etc.). Ainsi on distingue plusieurs informations à acquérir en amont sur la donnée:

- Le **pas de temps d'acquisition** de la donnée : un pas de temps très court (1 à x minutes d'intervalles) est adapté à l'analyse fine nécessaire pour de l'aide à la décision, un SDA ou un Diagnostic Permanent. A l'inverse un pas de temps long (ex : une donnée par jour) est plus adapté à une analyse d'ensemble permettant de répondre à l'autosurveillance réglementaire par exemple.
- **La quantité de données** acquises : en effet plus on dispose de données plus l'analyse peut être précise et pertinente, il faut donc s'assurer que la quantité de données dont on dispose soit suffisante par rapport aux objectifs et aux critères de performance choisis. (NB : plus de données implique également plus de temps traitement ce qui est aussi à prendre en compte).
- **Les évènements à évaluer** : Quels évènements veut-on évaluer ? Quels types de pluies ? Quelles phases de fonctionnement des déversoirs ?

Etape 3 : Sélectionner des critères de performance

L'évaluation est faite principalement pour comparer les valeurs observées (par exemple mesurées) avec les valeurs calculées par un modèle. L'appréciation par le maître d'ouvrage de ces indicateurs dépend de l'objectif du modèle, fixé lors de sa conception (à quelle interrogation précise il doit répondre) ; et l'utilisation à minima de deux indicateurs est fortement conseillée.

Pour réaliser cette évaluation nous avons réuni et proposé des indicateurs permettant d'évaluer : LA FIDÉLITÉ, LA JUSTESSE et L'EXACTITUDE d'un modèle.

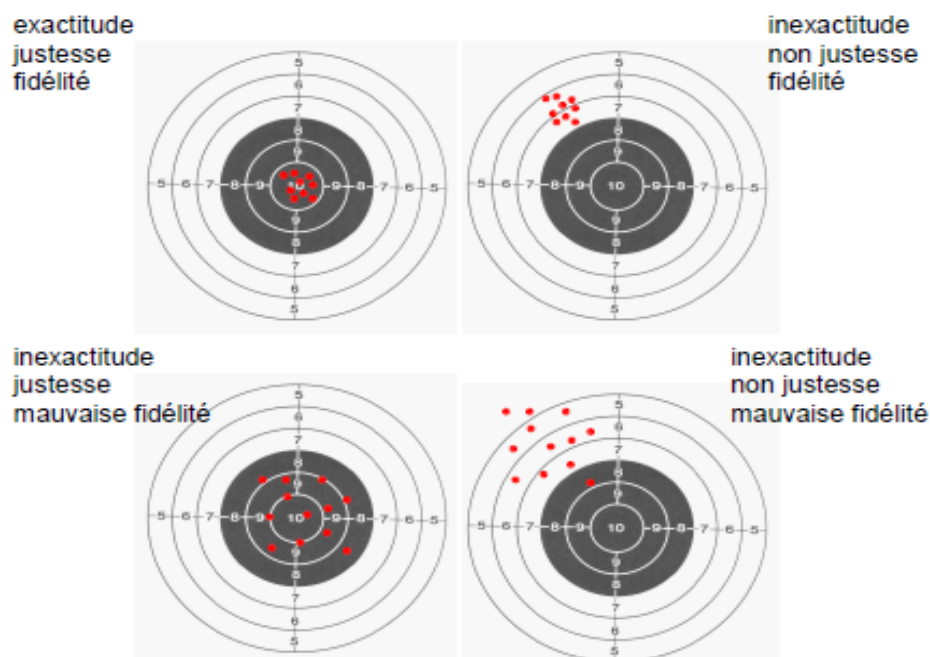


Figure 4 : Illustration sur des mesurages répétés (Jean-Luc Bertrand Krajewski, INSA Lyon DEEP - 2016)

Ces trois types d'indicateurs sont décrits et illustrés par des cas réels, au sein du document établi par le Groupe de travail autosurveillance « Critères & indicateurs d'auto-évaluation des modèles » 2018 - [LIEN](#).

Trois types d'indicateurs sont envisagés :

- des indicateurs généraux (Biais, RMSE, MSE)
- des indicateurs normalisés (c'est-à-dire calculés et jugés par rapport à une valeur de référence) (Nash-Sutcliffe, RSR, RVE)
- et enfin des indicateurs visuels (Fonction des résiduels, Graphique des X observés en fonction des X simulés).

Les indicateurs quantifiés sont souvent plus précis mais plus complexe à manipuler et appréhender que les indicateurs visuels qui permettent une vue d'ensemble plus synthétique.

3. La démarche d'évaluation d'un modèle

Etape 4 : Le calcul et l'interprétation des critères

Après avoir sélectionné les différents points du réseau où l'on veut évaluer le modèle et sur lesquels on dispose des données suffisantes, on peut y calculer les différents indicateurs choisis et les interpréter.

Il faut ensuite déterminer des « seuils » génériques, pour chaque critère, au-delà ou en deçà desquels on parle de 'bon' ou 'mauvais' résultats. La définition de ces seuils revient à l'évaluateur : selon les objectifs, la qualité des données, le contexte d'utilisation des indicateurs. C'est pourquoi la méthode d'interprétation des critères ne peut être générique et standardisée. Elle doit être réfléchie et construite par l'utilisateur du modèle en fonction étapes citées précédemment et des caractéristiques propres à son système d'assainissement.

NB : Comme la définition des objectifs (étape 1), cette étape peut être réalisée avant même la création du modèle, tout comme la définition de la démarche d'évaluation. Alors le choix des critères et des « seuils » pour lesquels ils sont considérés acceptables peuvent entrer dans le cahier des charges du modèle.

Etape 5 : Les actions de correction

Suite à l'interprétation des critères de performance, on a en principe obtenu les informations nécessaires pour déterminer si les objectifs initiaux sont atteints ou, le cas échéant, pourquoi ils ne le sont pas.

C'est à cette étape que l'évaluation du modèle sert d'outil d'aide à la décision pour déterminer les meilleures actions correctives à mettre en place (amélioration de la métrologie, du modèle, etc.).

Démarche Terminée !

Grâce à cette évaluation vous avez à priori atteints vos objectifs ou déterminé des actions correctives. Il ne reste plus qu'à décider de la prochaine fois où vous mènerez cette évaluation pour vérifier de l'efficacité de vos mesures.

Recommencez avec de nouvelles données

Importance de la définition du temps de pluie



Dans la démarche d'autoévaluation il est important de s'intéresser à la définition d'un événement de temps de pluie pour plusieurs raisons :

- *L'évaluation peut se faire pour chaque événement pluvieux (avec un pas de temps court) ce qui permet une analyse fine et de différencier les types de pluies (fortes, faibles, orageux etc.)*
- *L'interprétation de certains critères varie si l'on considère un seul événement pluvieux ou plusieurs sur une longue période.*
- *Dans une évaluation sur une longue période, un minimum d'événements pluvieux est nécessaire pour être représentatif*

Enfin il n'existe pas de méthode absolue pour définir un événement de temps de pluie qui varie selon la saisonnalité, les particularités géographiques et régionales etc. Ainsi certaines pluies longues et homogènes sur le territoire vont être mesurées différemment et faire réagir le modèle différemment qu'une cellule orageuse très concentrée géographiquement. Chaque type de pluie n'est pas mesuré ni modélisé de la même manière. C'est à chaque gestionnaire de connaître son système d'assainissement et de définir quel type événement pluvieux il est important de modéliser et de suivre, en accord avec ses objectifs.

A RETENIR SUR L'AUTOEVALUATION



Avantages des critères d'autoévaluation proposés :

- ✓ Simples à comprendre et à appliquer.
- ✓ Peuvent permettre d'alerter l'utilisateur sur la cohérence des valeurs mesurées/simulées et vice-versa.
- ✓ Permettent de critiquer le modèle ou de le conforter (d'avoir plus de « confiance » dans les simulations).

Difficultés

Ces critères s'adressent aux utilisateurs du modèle, et non pas à un utilisateur lambda, car ils nécessitent une très bonne connaissance de son modèle et de l'outil afin d'analyser finement chaque hydrogramme et chaque point de mesure testés. En effet, un modèle est un outil créé pour répondre à un objectif. L'objectif du modèle est fixé lors de sa conception (à quelle interrogation précise il doit répondre) ; c'est pourquoi il ne peut pas répondre aux questions pour lesquelles il n'a pas été conçu.

Attention, l'autoévaluation ce n'est pas

- **Un calage du modèle :** cette action menée en amont de l'utilisation du modèle. L'autoévaluation n'est qu'une action à effectuer par l'utilisateur du modèle pour voir si celui-ci répond à ses objectifs en situation de routine.
- **La preuve du bon fonctionnement du modèle ou de la métrologie :** cette démarche a pour but d'apporter de l'information sur l'adéquation du modèle avec la métrologie mais ne permet pas d'identifier systématiquement le dysfonctionnement de l'un ou de l'autre.
- **La preuve intrinsèque de la pertinence du modèle :** un modèle ne peut être évalué que par rapport à ses objectifs et par son utilisateur. On évalue l'écart entre la performance du modèle et les objectifs pour lesquels il a été conçu.

Pourquoi des retours d'expérience ?

Depuis l'arrêté de 2015, les collectivités ont développé leur propres pratiques d'autosurveillance, de modélisation et d'évaluation de ces modèles, souvent pour répondre aux exigences réglementaires. Tout cela en accord avec leurs moyens, leur système d'assainissement et leurs objectifs.

Cependant, comme présenté plus haut, répondre aux exigences réglementaires n'est pas la seule utilité d'un modèle.

Une démarche d'autoévaluation est donc nécessaire pour bien atteindre ses objectifs, pour faire vivre son modèle ou simplement s'assurer que son cahier des charges est bien rempli.

C'est pourquoi nous proposons ici une petite compilation de retours d'expérience et d'exemple de démarches d'autoévaluations menées par des collectivités afin d'illustrer la démarche d'autoévaluation



Photos /
illustrations
à insérer

Retour d'expérience n°1 : La Métropole de Lyon

Site de Pierre-Bénite

Photos /
illustrations
à insérer

Le système d'assainissement

- 487 416 habitants
- Réseau mixte
- 1084 kml (km linéaire) de réseau
- STEP de Pierre-Bénite : 747 783 EH¹ (capacité de 950 000 EH)
- 221 Déversoirs d'orage (DO)
- 13 Postes de relèvement (PR)

¹EH : Equivalent habitat

Le dispositif d'autosurveillance

Le modèle

- **Mise en place en :** 2008
- **Mises à jour :** 2015 et 2018
- 410kml modélisés
- 206 DO et 6 PR modélisés
- **Personnel en interne dédié à la démarche** : 3 agents dont un demi Equivalent temps plein (ETP) pour Pierre-Bénite
- **Durée de la démarche** : Une semaine par an

Le système métrologique

- Début de la métrologie : XXXX
- Début de l'autosurveillance : XXXX
- 15 DO et 5 PR équipés
- Pas de temps des mesures : 6min (compilé en une donnée par jour)
- Paramètres suivis : Hauteurs, vitesses, débits

Photo en arrière plan possible

Les objectifs

Initiaux

Avoir une évaluation très globale (macro) des performances du modèle afin de l'utiliser pour :

- Estimation des rejets sur l'ensemble des DO de la métropole.
- L'utiliser dans des études ultérieures

Actuels

- Compléter la métrologie sur les ouvrages représentant 70% des flux de pollution.
- Evaluer les pistes d'amélioration (métrologie, travaux etc.)

Le tout afin de faciliter l'établissement des stratégies à venir (gestion des eaux, lutte contre l'imperméabilisation, etc.) dans l'optique du diagnostic permanent.

Définition du temps de pluie

Un seuil est appliqué aux débits modélisé à partir des données en entrée de STEP.

Cette valeur seuil est déterminée par observation graphique plutôt que par des données pluviométrique. Par exemple sur le graphique ci-dessous on considère que le fonctionnement en TP de la STEP a lieu quand les débits dépassent les 7000 m³. En effet le système de pierre bénite étant complexe et équipé de 12 pluviomètres il ne serait pas pertinent d'utiliser une seule de ces données pour obtenir la vision macro demandée par la démarche, là l'outil prédéfini les évènements temps de pluie et c'est au modélisateur de modifier quand cela ne lui convient pas.

3 critères de performances

- Nash-Sutcliffe (NS)
- Comparaison des volumes mesurés et modélisés
- Comparaison visuelle des débits mesurés et simulé

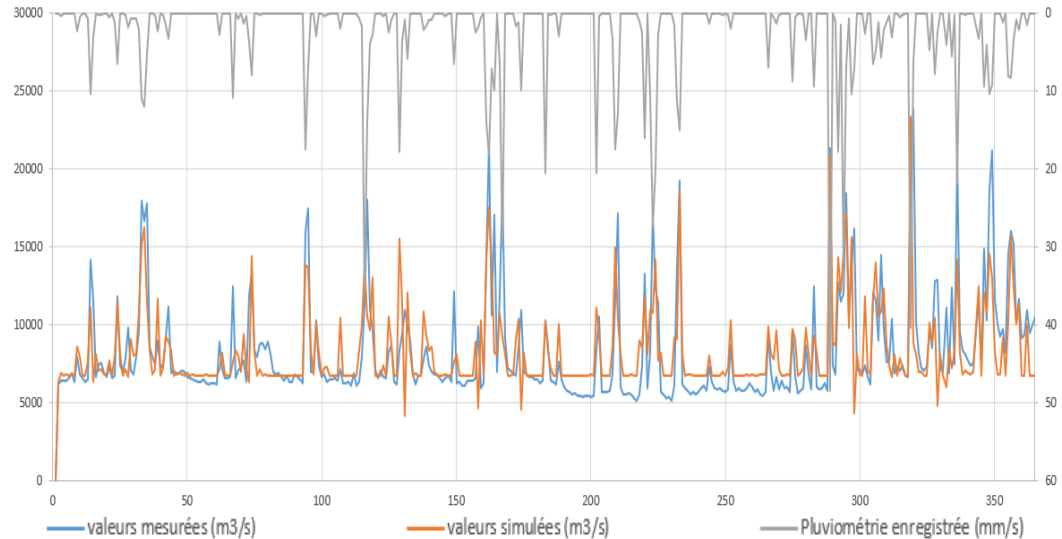


Figure 5 : Tracé des débits mesurés et simulés à la STEP de Pierre-Bénite en 2019

NASH – SUTCLIFFE

Le critère de Nash-Sutcliffe est calculé soit pour chaque évènement soit sur l'ensemble de l'année. Le calcul par évènement se fait en différenciant les temps de pluie, le temps sec et le tout temps. On dispose donc d'un Nash de TP, TS et TT sur l'année et pour chaque évènement.

Les seuils : NS > 0,7 bon ; 0,7 < NS < 0 Moyen NS < 0 Mauvais ;

Analyse graphique

L'analyse permet d'évaluer la modélisation sur l'ensemble de l'année et d'observer les anomalies (eaux claires, baisse du débit en été etc.). Au besoin, l'outil permet un zoom graphique sur chaque évènement.

Méthode d'analyse

Différence de volumes et de débits

La comparaison des volumes et débits mesurés et modélisés se fait par évènement. On différencie les jours de pluie et les jours de temps sec pour pouvoir les calculer à ces moments ainsi que sur tout l'évènement. La proportion d'évènements pour lesquels les résultats sont « bons » est rapportée dans le bilan annuel et permet de juger si ce point du réseau a été correctement modélisé.

Les seuils : Le modèle est considéré bon sur un évènement (en TP, TS ou TT) si l'écart est inférieur à 30%, moyen au-delà de 30% et mauvais s'il y a plus de 80% d'écart.

Fréquence et communication autour de la démarche

C'est une démarche réalisée annuellement. **En interne**, elle permet de communiquer autour des performances du modèle et de ce qu'il peut apporter aux différents acteurs s'intéressant à l'assainissement. **En externe**, elle fait l'objet d'une communication vers les services police de l'eau, à travers le bilan annuel et le manuel d'autosurveillance.

Exemple d'analyse graphique et d'actions correctives à envisager

L'analyse graphique ci-dessous permet d'identifier des phénomènes non modélisés. L'utilisation d'indicateurs plus précis et un recouplement avec d'autres sources d'informations (dysfonctionnement connu de la métrologie, crues, etc.) permet de choisir une action à mener :

- Un diagnostic de l'origine du problème (visite de terrain) et une recherche documentaire (crues et inondations, événements particuliers etc.)
- Instrumentation complémentaire
- Mise à jour d'ouvrage ou du modèle

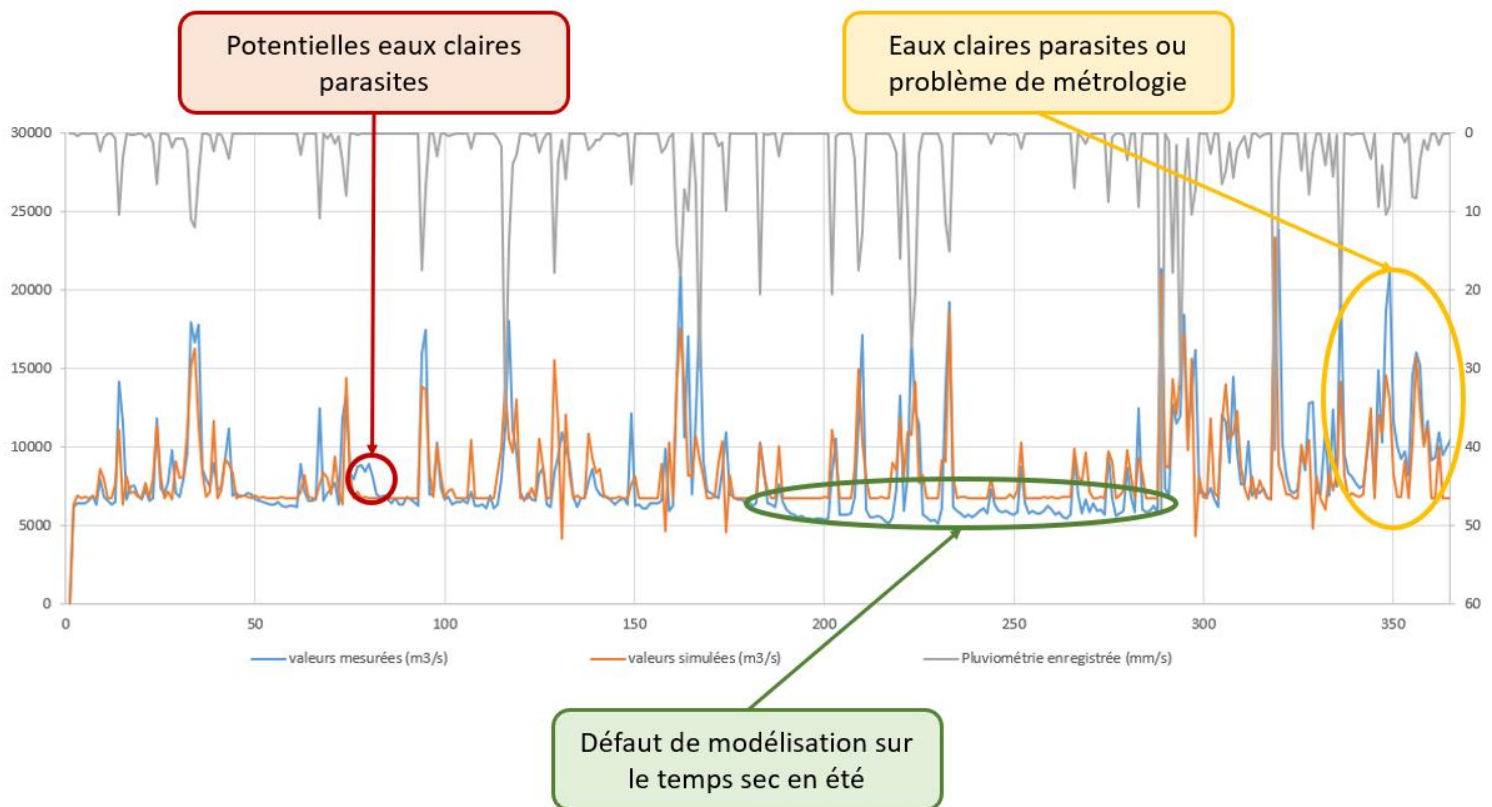


Figure 5 : Tracé des débits mesurés et simulés à la STEP de Pierre-Bénite en 2019, commenté

Pour vous, qu'est ce que la démarche d'autoévaluation ?

« L'autoévaluation c'est la mise en place d'une démarche d'amélioration continue dans la gestion d'un outil indispensable à la compréhension et l'analyse du fonctionnement d'un système hydraulique complexe » - Matthieu Hervé, Métropole de Lyon

Retour d'expérience n°2 : Villefranche-sur-Saône

Photos /
illustrations
à insérer

Le système d'assainissement

- 51 892 habitants
- Réseau mixte
- 192 kml (km linéaire) de réseau
- STEP : 91 097 EH (capacité 176 017 EH)
- 66 Déversoirs d'orage (DO)
- 16 Postes de relèvement (PR)

Le dispositif d'autosurveillance

Le modèle

- **Mise en place en** : 2015 (calage en volume)
- **Mises à jour** : 2018 (calage en débit)
- 67kml modélisés
- 60 DO et 8 PR modélisés
- **Personnel en interne dédié à la démarche** : 1 Equivalent temps plein (ETP)
- **Durée de la démarche** : XXXX

Le système métrologique

- Début de la métrologie : 2013, mise à niveau en 2018
- Début de l'autosurveillance : XXXX
- 12 DO, 5 PR et 5 autres points équipés
- Pas de temps des mesures : 2 min (converti en 6 min , en heures ou jours)
- Paramètres suivis : Hauteurs, vitesses

Les objectifs

Initiaux

- **Conformité à l'arrêté** : estimation des volumes déversés pour l'ensemble des DO compris entre 120 et 600 kg/j DBO5
- **Calage du modèle en débit** : La plupart des points sont calés en débit par temps sec et par temps de pluie. Il reste 2 ou 3 points dont le calage est à finaliser.
- **Aide à la décision et au dimensionnement** dans le cadre de travaux sur réseau d'assainissement

Actuels

- **Evaluer les pistes d'amélioration** (météologie, calage du modèle, etc.).
- Le modèle est calé en débit pour un panel de pluies données (en fonction de la période intense et la période de retour) : **amélioration du calage sur les autres types de pluie.**
- **Anticipation sur les travaux et évènements à venir**

Photo en arrière plan possible

Définition du temps de pluie

Il y a 7 pluviomètres permanents sur le territoire, un seul utilisé sur le modèle de Villefranche. Au-delà d'une intensité pluvieuse de 0.4mm sur 30min, on considère que l'on a affaire à un évènement pluvieux. Après 6h de ressuyage sans pluviométrie, on considère l'évènement fini. Illustration d'un évènement temps de pluie ci-après :

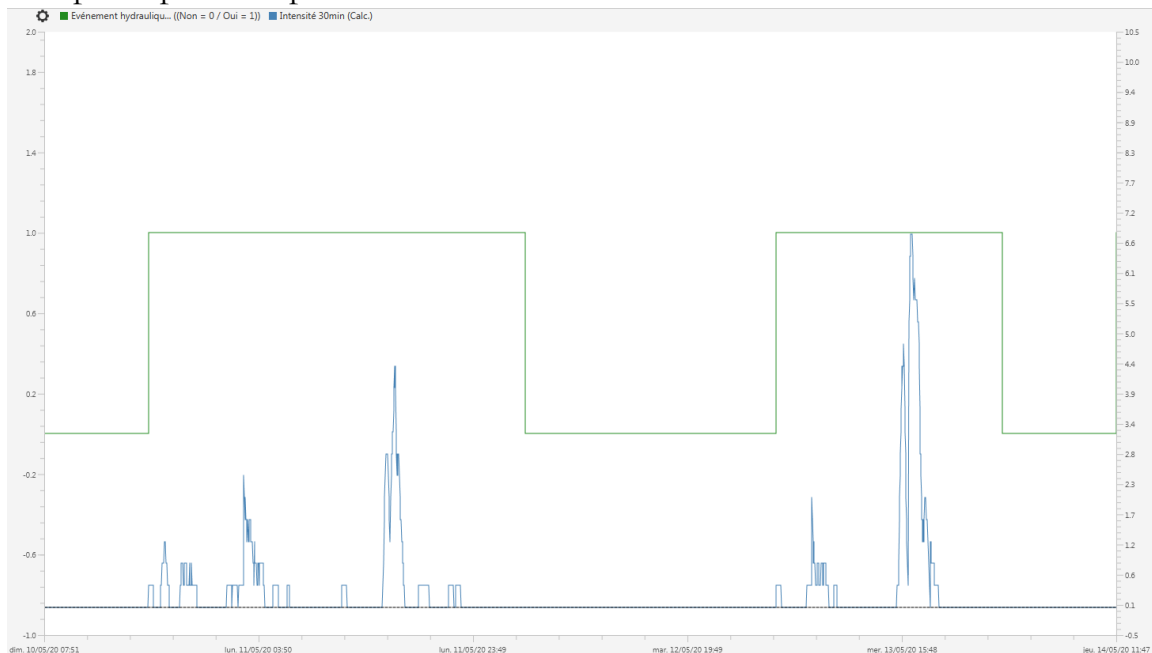


Figure 6 : Discrimination des évènements de temps de pluie par le modèle de Villefranche-sur-Saône

5 critères de performances

- RMSE (Root-mean-square error)
- Nash-Sutcliffe
- Comparaison des écarts en volumes totaux ET débits de pointe entre les valeurs mesurées et modélisées sur un évènement pluvieux considéré
- Comparaison visuelle entre le débit mesuré et le débit modélisé

Méthode d'analyse

Démarche d'évaluation

La démarche d'autoévaluation est réalisée sur l'ensemble des points de contrôles (DO, PR et point de mesure du diagnostic permanent). Les 4 critères numériques sont calculés pour chaque évènements et des seuils sont appliqués pour chacun d'eux. Si 3 des quatre critères sont considérés comme « bons » on considère que le modèle est bon en ce point.

Les seuils

- Nash-Sutcliffe > 0,6
- RMSE < 0,2
- Ecarts en débit de pointe et en volumes < à 30% (temps de pluie)
- Ecarts en débit de pointe et en volumes < à 20% (temps sec)

Analyse graphique

Une fois un point considéré comme « non-calé » la vérification de la métrologie et du modèle sont à envisager selon ce qui peut être observé sur la visualisation graphique : erreur de mesure sur cet évènement pluvieux, sur ou sous-estimation du modèle, décalage dans le temps de la réponse du modèle ...

Photos à insérer

Fréquence et communication autour de la démarche

Les résultats d'autocontrôle du dispositif d'autosurveillance modélisé sont réglementaires et doivent être transmis au service police de l'eau au travers des **bilans annuels**. La démarche décrite ci-dessus avec une analyse par évènement et par point sur 4 critères est assez complexe, c'est pourquoi les résultats présentés dans le bilan annuel sont simplifiés.

L'autocontrôle de la modélisation présentée dans le bilan annuel se base sur 3 critères :

- Ecart des volumes sur une semaine de temps sec pour chaque point réseau et PR : écart maximum de 20%
- Ecart des volumes annuels par temps de pluie pour chaque point réseau, PR et DO : écart maximum de 30%
- Bilan de simulation : écart maximum de 10%.

Le graphique ci-après illustre le contrôle du modèle par temps sec :

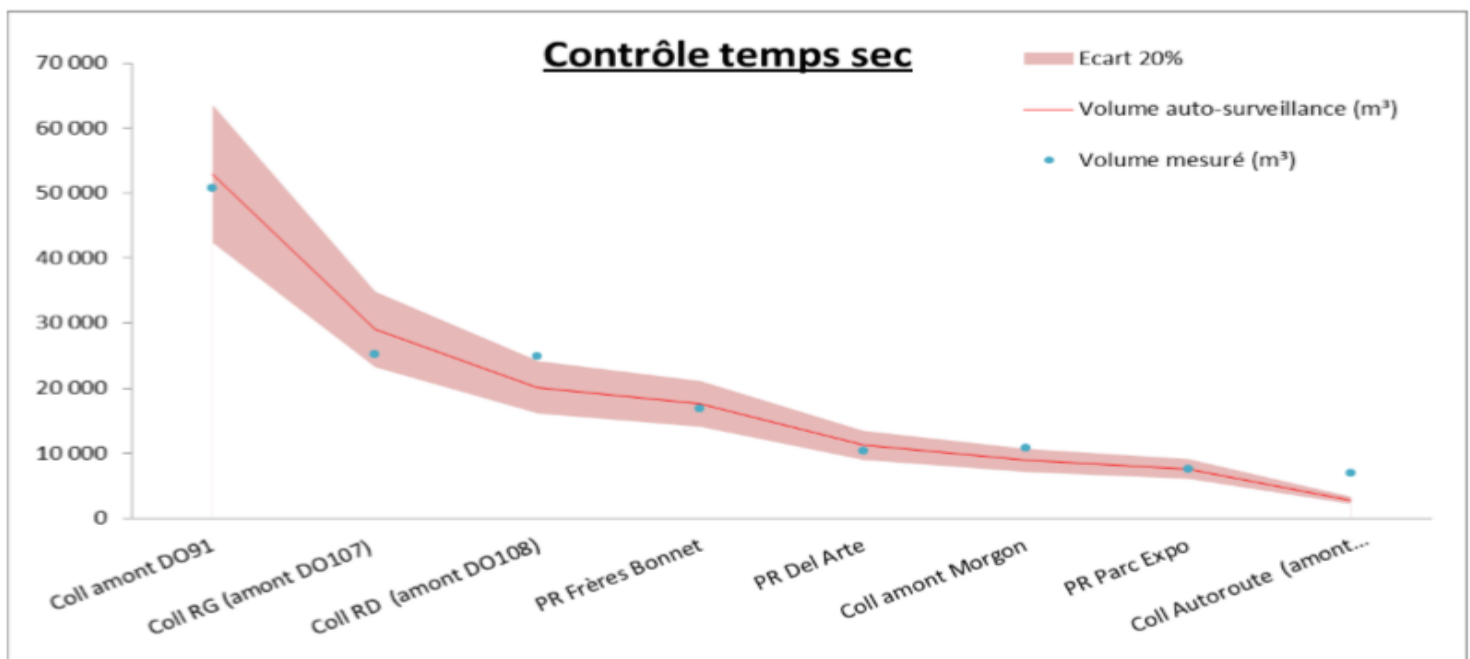


Figure 7 : Graphique d'évaluation de temps sec (source bilan annuel)

Photos à insérer

Exemple de représentation du domaine de validité du modèle

Cette analyse annuelle est réalisée sur l'ensemble des évènements pluvieux de l'année afin de vérifier le domaine de validité du modèle.

L'ensemble des évènements pluvieux ne sont pas analysés : uniquement les pluies de période de retour de 2 semaines à 6mois. Le travail est actuellement poussé sur les pluies dites « exceptionnelles » (>6mois).

Le schéma ci-après illustre le domaine de validité du modèle (en fonction des périodes de retours et périodes intenses de pluie) sur l'analyse des données de 2017 à 2019. Ce schéma est actualisé annuellement.

SYNTHESE CALAGE Q 2017-2018-2019 : % de points calés sur un évènement en fct de la Pi et Pr

6m	29%								93%
3m					54%		88%		72%
2m	33%			81%			65%		71%
1m	82%		68%	76%	72%		70%	64%	
3sem	53%	64%	73%	81%		64%	71%		79%
2sem	50%	52%	75%	69%	58%	59%	67%		
Pr / Pi	6min	15min	30min	1h	2h	3h	6h	12h	>12h

Figure 8 : Domaine de validité du modèle de Villefranche-sur-Saône (pour l'estimation en débit)

Pour vous, qu'est ce que la démarche d'autoévaluation ?

« La démarche d'autoévaluation permet de vérifier la capacité du modèle à représenter la réalité. » - Léa CHABAT

Retour d'expérience n°2 : Bourg de péage – utilisation d'un modèle dans le cadre d'un SDA¹

Commune de Valence Romans Agglo

Photos /
illustrations
à insérer

Le système d'assainissement de Valence Romans Agglo

- 65 201 habitants desservis
- Réseau mixte
- 439 kml (km linéaire) de réseau **dont 87 kml pour Bourg de Péage**
- 3 STEP : 108 050EH
- 79 DO et 37 PR

Initiaux et atteints

Le nouveau modèle qui a été créé avait pour but d'aider à la décision en matière de nouveaux aménagements à réaliser. Il a **été établi dans le cadre d'un schéma directeur d'assainissement** et le but était de retranscrire au mieux les débits déversés aux DO et qui arrivaient à la STEP par temps de pluie afin de déterminer le besoin en équipement (Bassin d'orage / STEP / Désimperméabilisation). La modélisation a permis de retranscrire plutôt fidèlement les valeurs mesurées sur la plupart du réseau.

Les objectifs

Actuels

Des éloignements entre le modèle et la campagne de mesure ont permis de mettre en garde le maître d'ouvrage sur certaines zones. En effet, des inadéquations entre la campagne de mesure et la modélisation n'ont pu être améliorées. Ce problème peut avoir différentes origines :

- Un mauvais calage
- Une mauvaise représentativité de la pluie
- Une métrologie utilisée inadaptée à l'endroit de la mesure

La métrologie

- Début de l'autosurveillance : 2002 pour la STEP; 2010 pour le réseau
- Campagnes de mesures ponctuelles :
 - Ville périphérique à Romans 2016
 - Bourg-de-Péage 2017
 - Romans 2019
- Pas de temps des mesures : 5 min et 1min
- Suivis : Hauteurs, vitesses, piézométrie

Le modèle de Bourg-de-Péage

- **Mise en place en : 2012**
- **Mises à jour : 2017 - 2018**
- 22kml modélisés
- 20 DO, 10 PR et 5 trop pleins modélisés

¹ Schéma Directeur d'Assainissement

Définition du temps de pluie

- La distinction du phénomène de pluie entre :
 - Orage bref (15/20 min) et peu répandu géographiquement (Si taille de la cellule orage semble plus petite que la taille du BV) Exemple : Orage d'été
 - Orage plus long (plus de 20/30 min), plus homogène géographiquement.
- Quatre pluviomètres sont présents en permanence sur le territoire. Trois classes de pluie ont été distinguées. Le modèle a notamment été calé sur des pluies de période de retour inférieure à 1/2 mois. Le manque de données et de fiabilité sur des pluies de fréquence supérieure empêchent une fiabilisation du modèle pour des périodes de retour plus grandes.

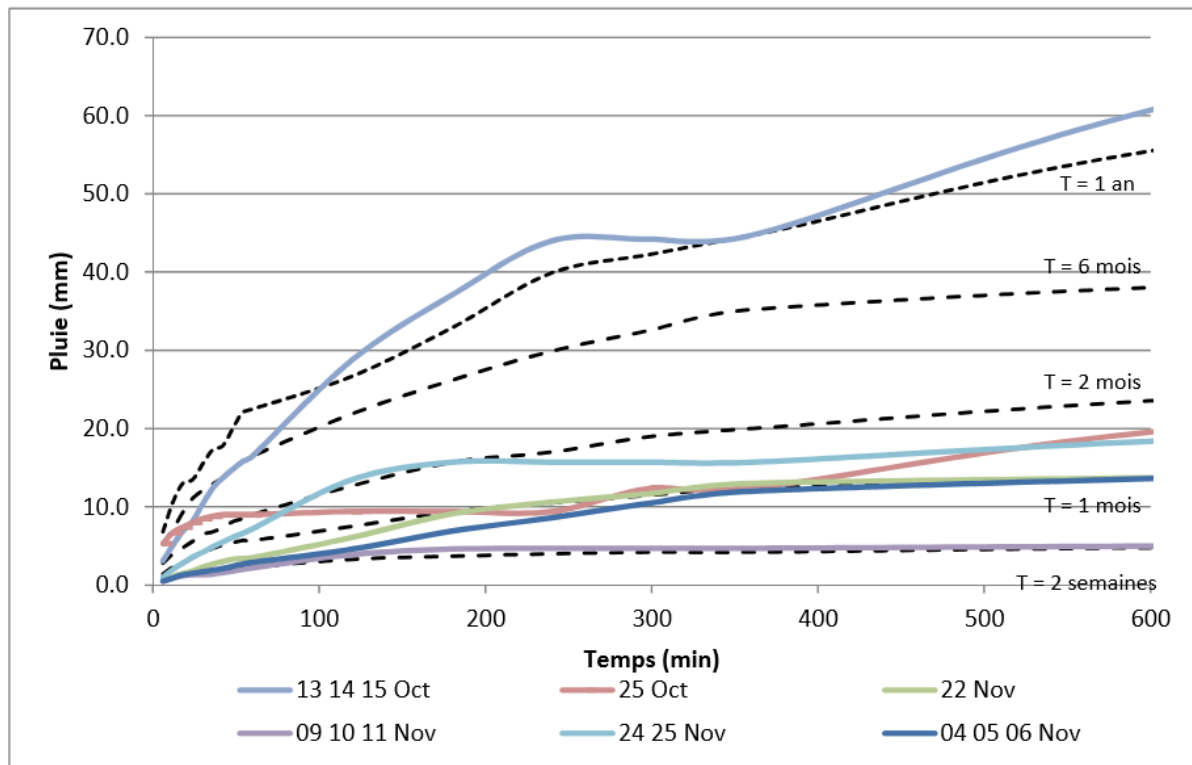


Figure 9 : Hauteurs, durées et fréquences des pluies utilisées pour le calage

Photos
à
insérer

6 critères de performances

- MSE (Mean-square-error)
- RMSE (Root-mean-square error)
- Nash-Sutcliffe
- Comparaison des écart en volumes et débits de pointe entre les valeurs mesurées et modélisées
- Comparaison visuelle

Photos
à
insérer

Méthode d'analyse

Analyse graphique

Une fois un point considéré comme « non-calé » la vérification de la métrologie et du modèle sont à envisager selon ce qui peut être observé sur la visualisation graphique.

Démarche d'évaluation

L'évaluation est effectuée à l'échelle d'un évènement pluvieux. Le dépassement de seuils de certains indicateurs permettent d'alerter sur l'inadéquation entre la mesure et de le modèle. L'important est de trouver une explication pour chaque paramétré qui apparait comme mauvais voire moyen : mauvaise représentativité de la pluie, mauvais calage, mauvaise mesure

Les seuils

- Nash-Sutcliffe :
 - Inférieur à 0,4 : Mauvais
 - Entre 0,4 et 0,6 : Moyen
 - Supérieur à 0,6 : Bon
- RMSE : inférieur à 0,2
- Ecart en débit max et volumes :
 - Supérieur à 40 % : Mauvais
 - Entre 20 et 40 % : Moyen
 - Inférieur à 20% : Bon

Fréquence et communication autour de la démarche

La démarche a été réalisée à la création du modèle et a fait l'objet d'une communication à travers un rapport de modélisation. Il est nécessaire d'effectuer cette démarche à chaque modification significative de celui-ci et de changement de version du modèle.

Exemple d'analyse des critères de performance

Insérer et mettre en page les 2 exemples tirés du rapport de modélisation

Pour vous, qu'est ce que la démarche d'autoévaluation ?

« XXXX » - Nicolas DRUT