

Modélisation d'une diffusion des ouvrages de gestion à la source des eaux pluviales à l'échelle urbaine dans TEB-Hydro.

José Manuel TUNQUI NEIRA

Encadrement:

- *Marie-Christine GROMAIRE*
- *Ghassan CHEBBO*
- *Katia CHANCIBAULT*



LABORATOIRE LEE
LABORATOIRE EAU
ET ENVIRONNEMENT

Mon parcours avant LEESU

Relations concentration-débit et mesures haute-fréquence

José Manuel TUNQUI NEIRA

Directeur de thèse : Jean-Marie Mouchel

Co-encadrants : Gaëlle Tallec et Vazken Andréassian

Financement : Bourse du gouvernement péruvien CONCYTEC

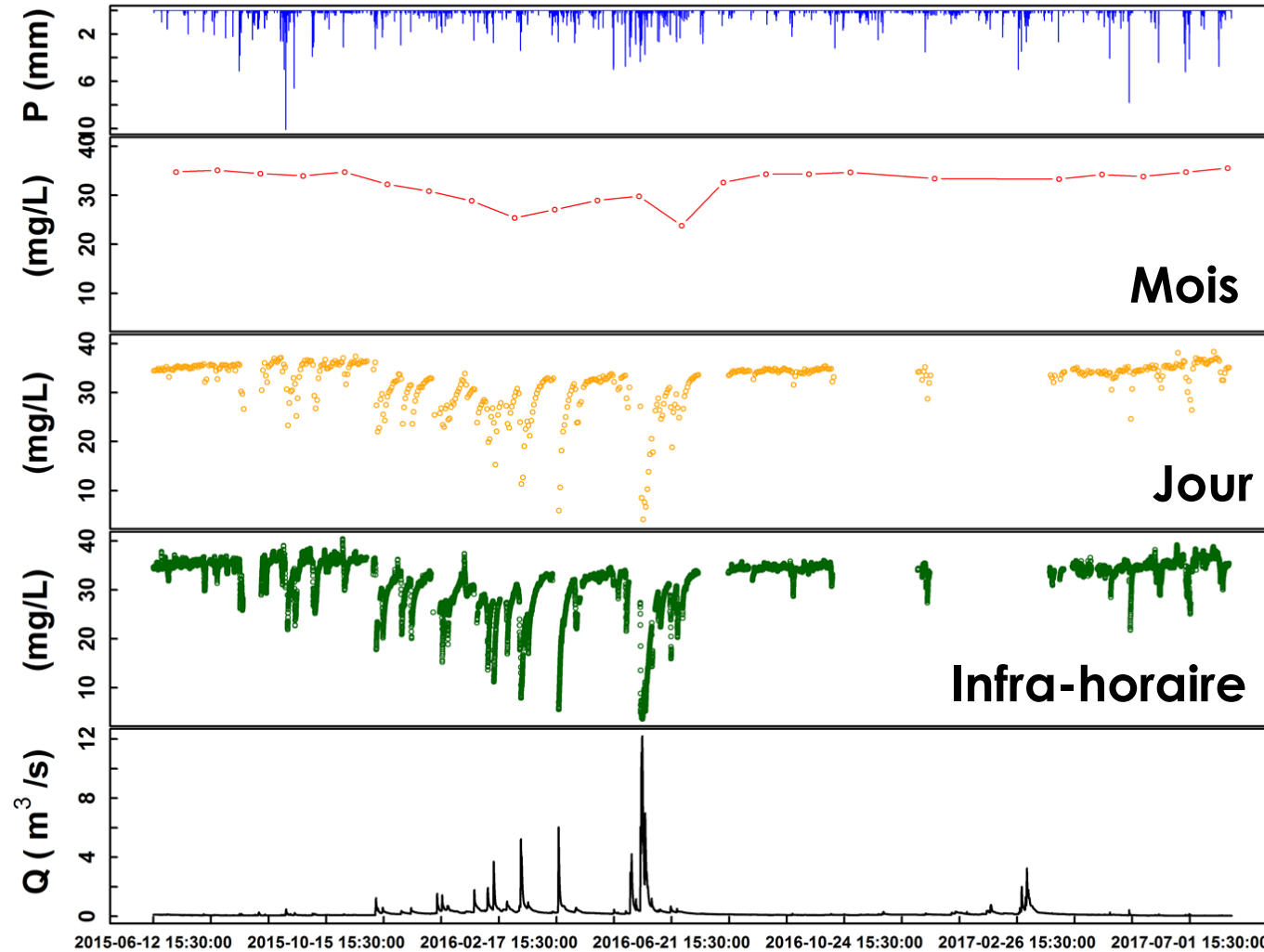
Ecole Doctorale : GRNE 398

Mardi 3 décembre 2019



La haute-fréquence

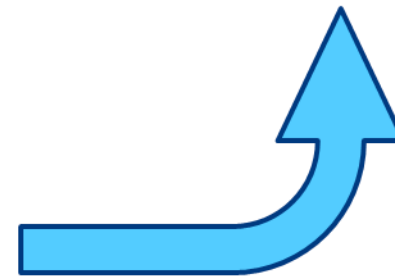
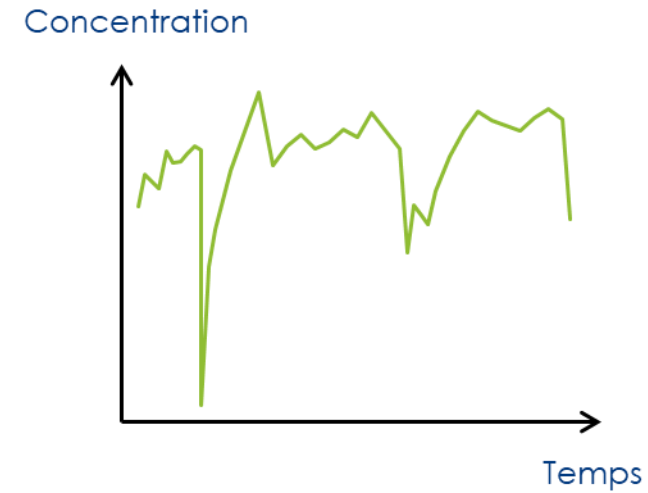
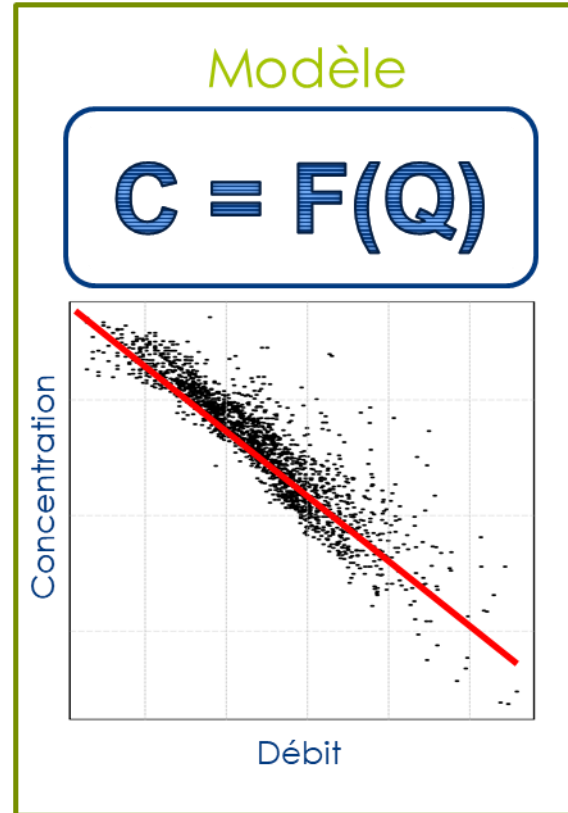
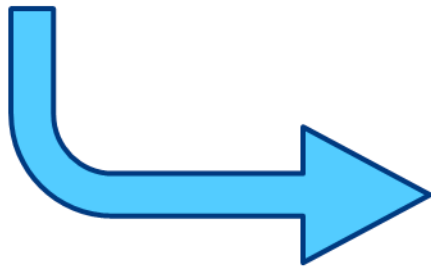
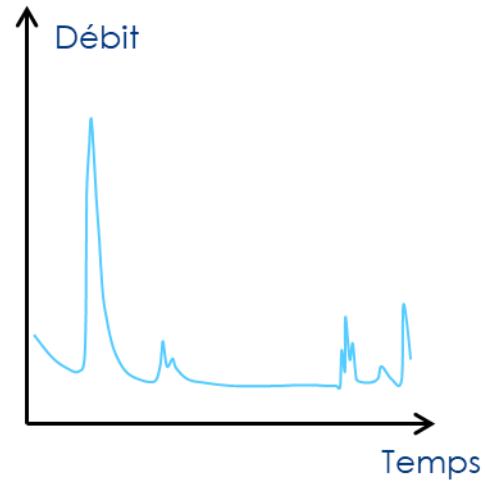
Avenelles Catchment - Chloride



➤ Comment utiliser cette information plus riche ?

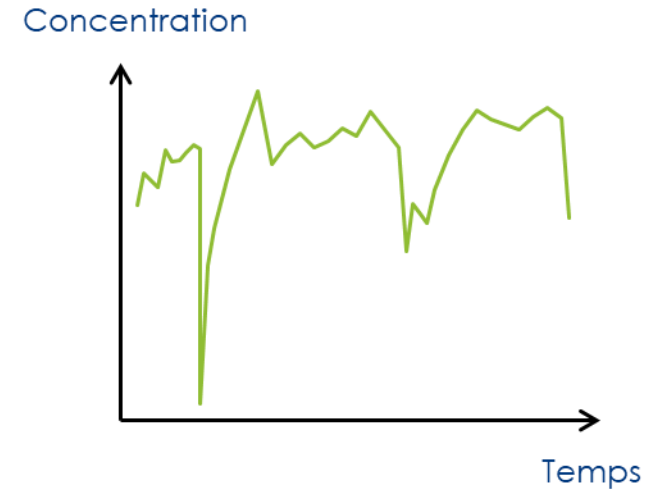
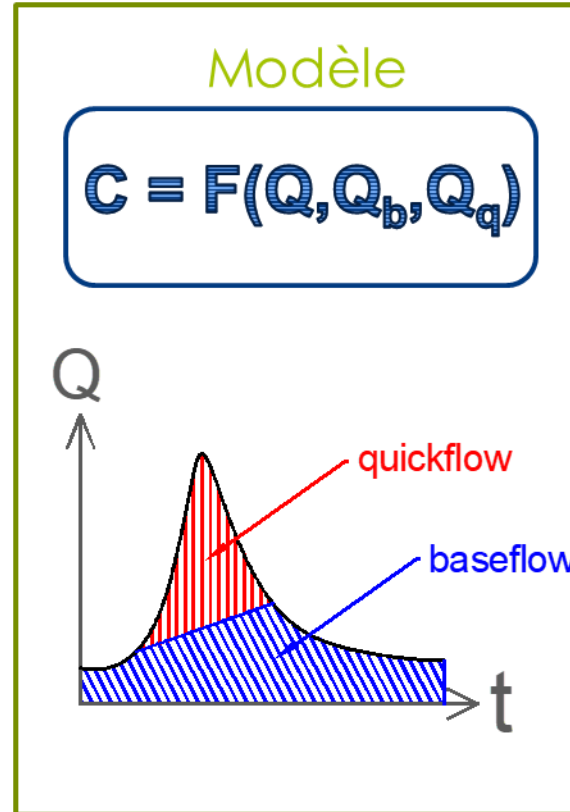
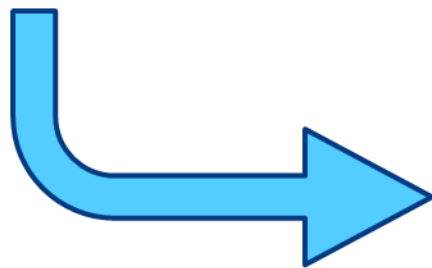
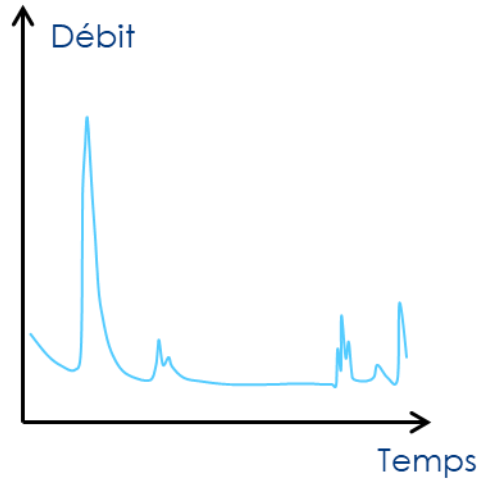
Objectifs de la thèse (A)

Les concentrations chimiques de la rivière peuvent-elles être décrites en fonction au débit total?



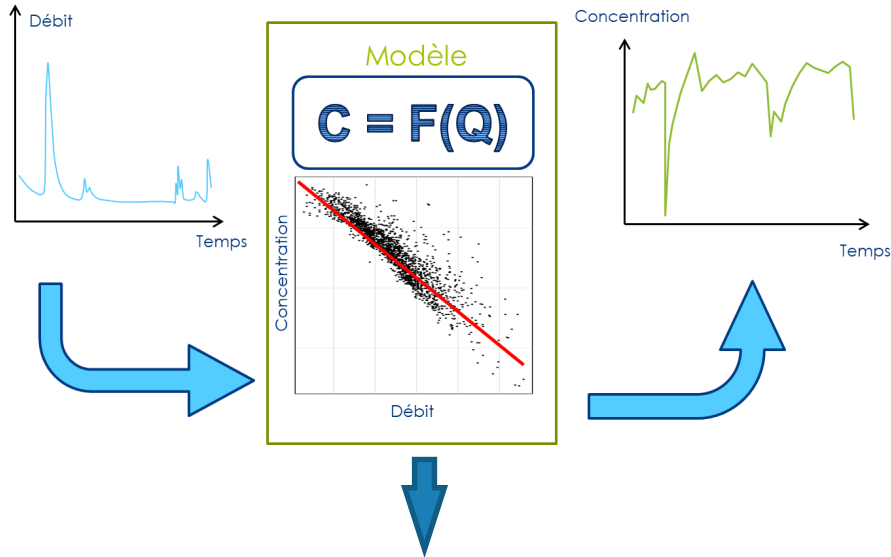
Objectifs de la thèse (B)

Les concentrations chimiques de la rivière peuvent-elles être décrites par la dynamique de plusieurs termes-sources liés au débit ?



Résultats de la thèse

Objectifs de la thèse (A)



Hydrol. Earth Syst. Sci., 24, 1823–1830, 2020
<https://doi.org/10.5194/hess-24-1823-2020>
 © Author(s) 2020. This work is distributed under
 the Creative Commons Attribution 4.0 License.



Hydrology and
 Earth System
 Sciences 

Technical note: A two-sided affine power scaling relationship to represent the concentration–discharge relationship

José Manuel Tunqui Neira^{1,2}, Vazken Andréassian¹, Gaëlle Tallec¹, and Jean-Marie Mouchel²

¹Université Paris-Saclay, INRAE, HYCAR Research Unit, 92761 Antony, France

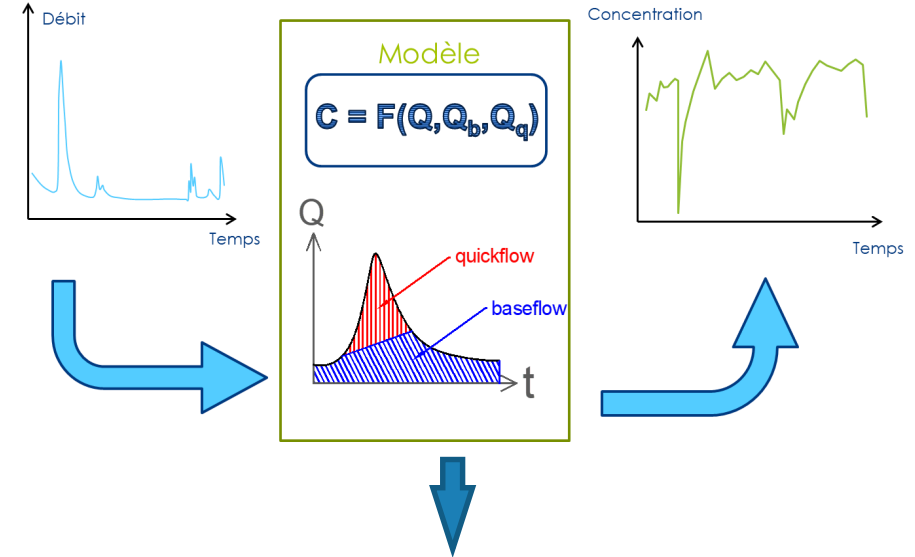
²Sorbonne Université, CNRS, EPHE, UMR Metis 7619, Paris, France

Correspondence: Vazken Andréassian (vazken.andreassian@inrae.fr)

Received: 14 October 2019 – Discussion started: 16 October 2019

Revised: 28 January 2020 – Accepted: 11 March 2020 – Published: 14 April 2020

Objectifs de la thèse (B)



Journal of Hydrology 591 (2020) 125559

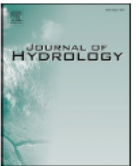


ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Hydrology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jhydrol



Research papers

A combined mixing model for high-frequency concentration–discharge relationships

José Manuel Tunqui Neira^{a,b}, Gaëlle Tallec^{a,*}, Vazken Andréassian^a, Jean-Marie Mouchel^b

^a Université Paris-Saclay, INRAE, HYCAR Research Unit, 92761 Antony, France

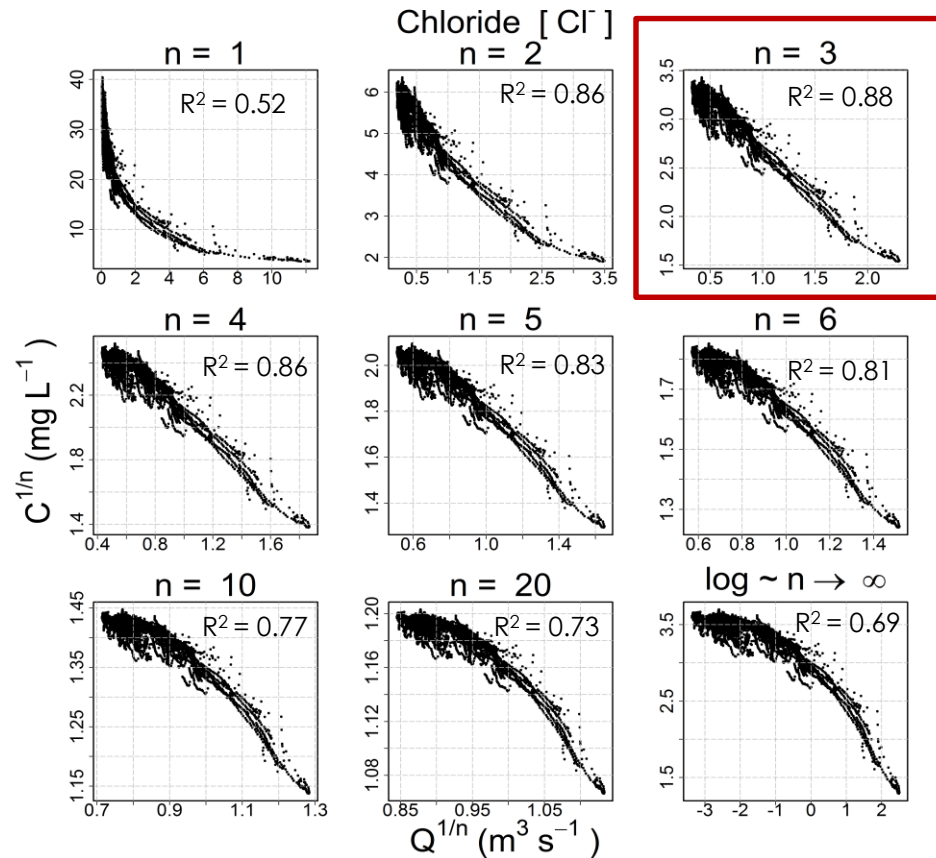
^b Sorbonne Université, CNRS, EPHE, UMR METIS 7619, Paris, France



Résultats de la thèse

Objectifs de la thèse (A)

- Transformation logarithmique : $\ln(C) = \ln(a) + b \ln(Q)$
- Transformation Box - Cox : $C^{1/n} = a + bQ^{1/n}$

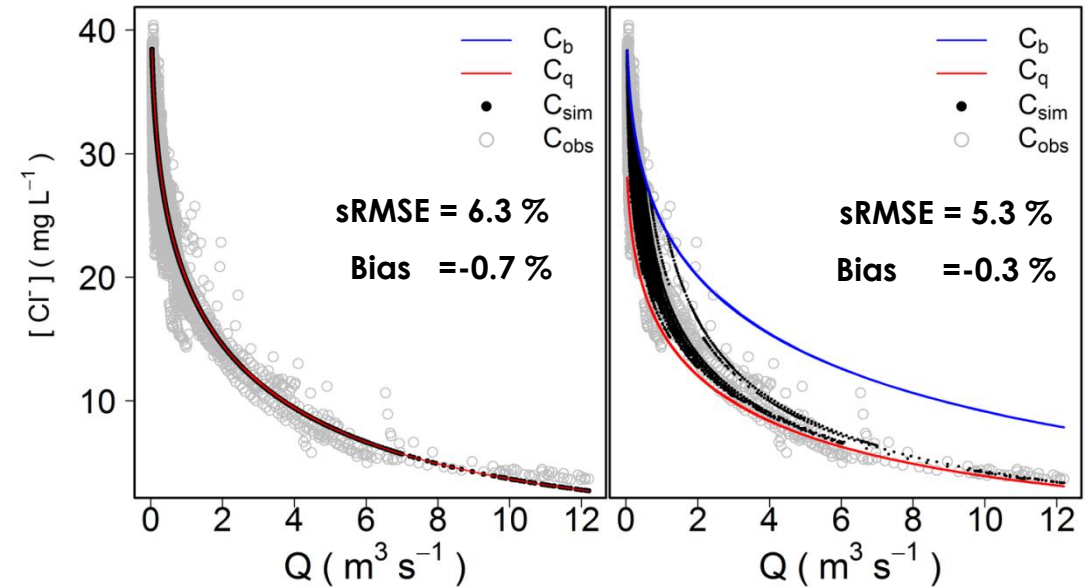


Source: Tunqui Neira et al. (2020)

- Nouvelle transformation, avec 1 seul paramètre supplémentaire améliore la corrélation

Objectifs de la thèse (B)

$$C = \underbrace{\left(a_b + b_b Q^{\frac{1}{n}}\right)^n}_{C_b} \frac{Q_b}{Q} + \underbrace{\left(a_q + b_q Q^{\frac{1}{n}}\right)^n}_{C_q} \frac{Q_q}{Q}$$



Source: Tunqui Neira et al. (2020)

- La séparation des hydrogrammes nous aide à améliorer la relation C-Q
- On peut déterminer les sources des ions étudiés

Mon parcours au LEESU

OPUR : Observatoire d'hydrologie urbaine en Île de France

- Programme de recherche pour améliorer les connaissances sur le flux d'eau et des contaminants en milieu urbaine



Phase 5 :

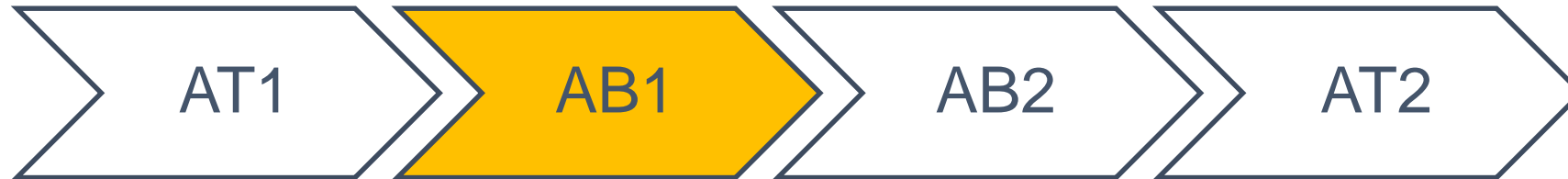


- **Thème R4** : Scénarisation de la gestion des eaux pluviales urbaines dans un contexte de changements globaux
- **Action R4.2** : Effets d'une diffusion des modes de gestion décentralisée des eaux pluviales sur l'hydro-écosystème urbain

Projet Wise Cities

- Projet qui vise à étudier les technologies et pratiques innovantes concernant le nexus eau-énergie-sol (EES).

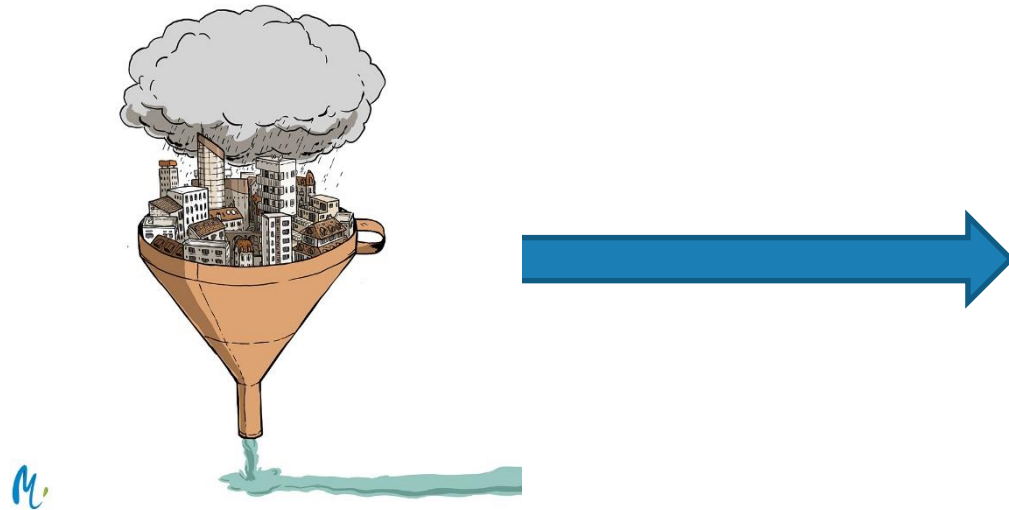
4 actions :



- **Action B1** : Interaction eau/sol - Gestion alternative des eaux pluviales de l'échelle du quartier à l'échelle de l'agglomération

Contexte et enjeux de la gestion des eaux pluviales urbaines

Du centralisé tout tuyau ...



... Au « mimant le cycle naturel » et au « basé sur la nature »



De nouveaux paradigmes pour faire face à des enjeux croissants

- Hydrologiques
- Maîtrise des flux polluants / protection des milieux / préservation (renouvellement) des ressources
- Mais aussi: confort urbain, support de biodiversité, nature en ville

Des dispositifs avec des interactions eau/sol/énergie fortes

Contexte et enjeux de la gestion des eaux pluviales urbaines

Des systèmes de gestion des eaux pluviales en pleine évolution... du centralisé vers la gestion à la source

Une grande diversité d'ouvrages et de solutions « EES » en déploiement...

Une nécessaire coexistence avec les systèmes d'assainissement historiques



Quel impact d'une généralisation de la gestion à la source à une échelle urbaine?

Quelle combinaison optimale?



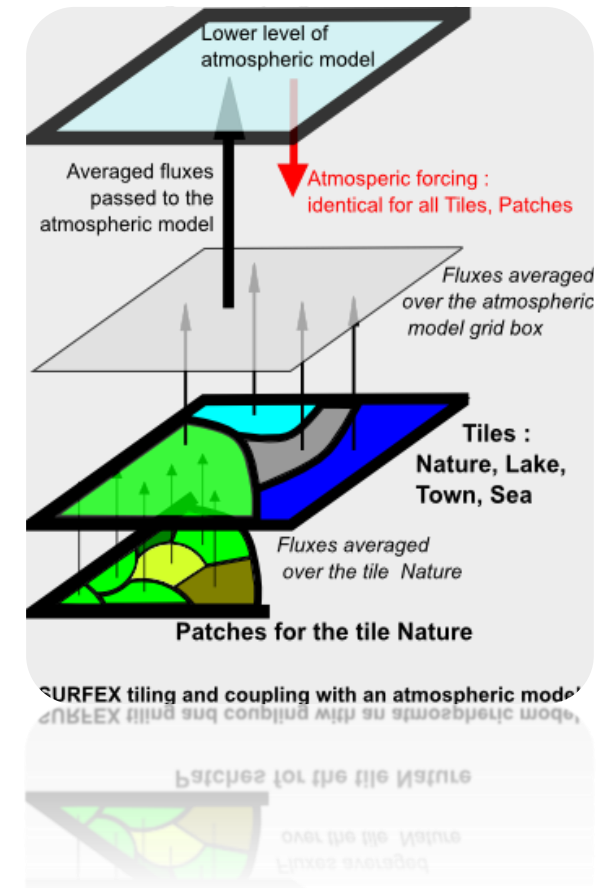
Besoin d'outils de modélisation à l'échelle urbaine
Besoin d'outils permettant une évaluation simultanée et
décloisonnée des performances (hydrologiques, thermiques, ...)

Objectifs de la recherche et démarche

- Objectif :
 - Evaluer les effets d'une diffusion des modes de gestion décentralisés des eaux pluviales à l'échelle d'une zone urbaine
- Démarche de travail
 - Réalisation d'une typologie des ouvrages de gestion à la source des eaux pluviales
 - Développement, validation d'un modèle de simulation numérique
 - Développement au sein de TEB-Hydro d'un module « Gestion à la source des eaux pluviales »
 - Utilisation du modèle de référence SWMM pour valider, à l'échelle de la maille, le module développé dans TEB-Hydro
 - Définition d'indicateurs pour évaluer ces scénarios
 - Construction des scénarios de déploiement
 - Mise en œuvre du modèle sur un territoire pilote

Modèle TEB-Hydro

- Plateforme SURFEX de modélisation de surface (CNRM/Météo-France)
- Maillage régulier
- 4 schémas de surface
 - Surfaces urbaines (TEB)
 - Surfaces naturelles (ISBA) → patch de végétations
 - Surfaces eaux douces (FLAKE)
 - Océans

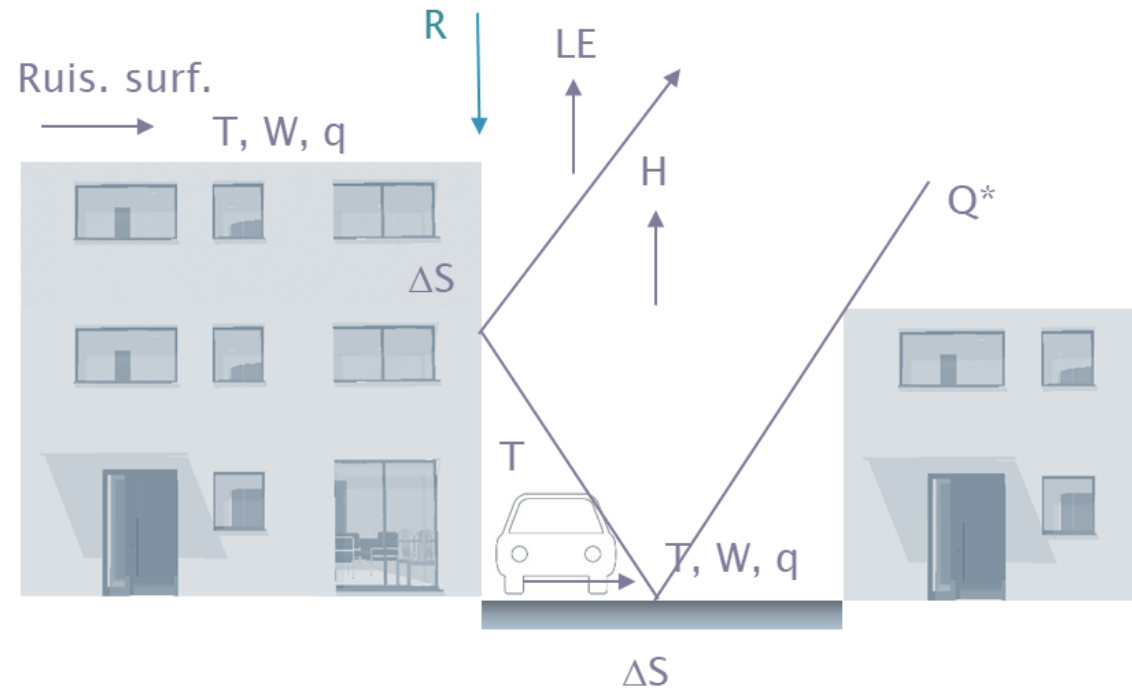


<http://www.cnrm-game-meteo.fr>

Evolution du modèle TEB-Hydro

- TEB (Masson, 2000) → Rue canyon (Oke, 1987)

$$Q^* = H + L_E + \Delta S + \Delta Q_A \quad [W.m^{-2}]$$



Source : Xenia Laffaille, 2019

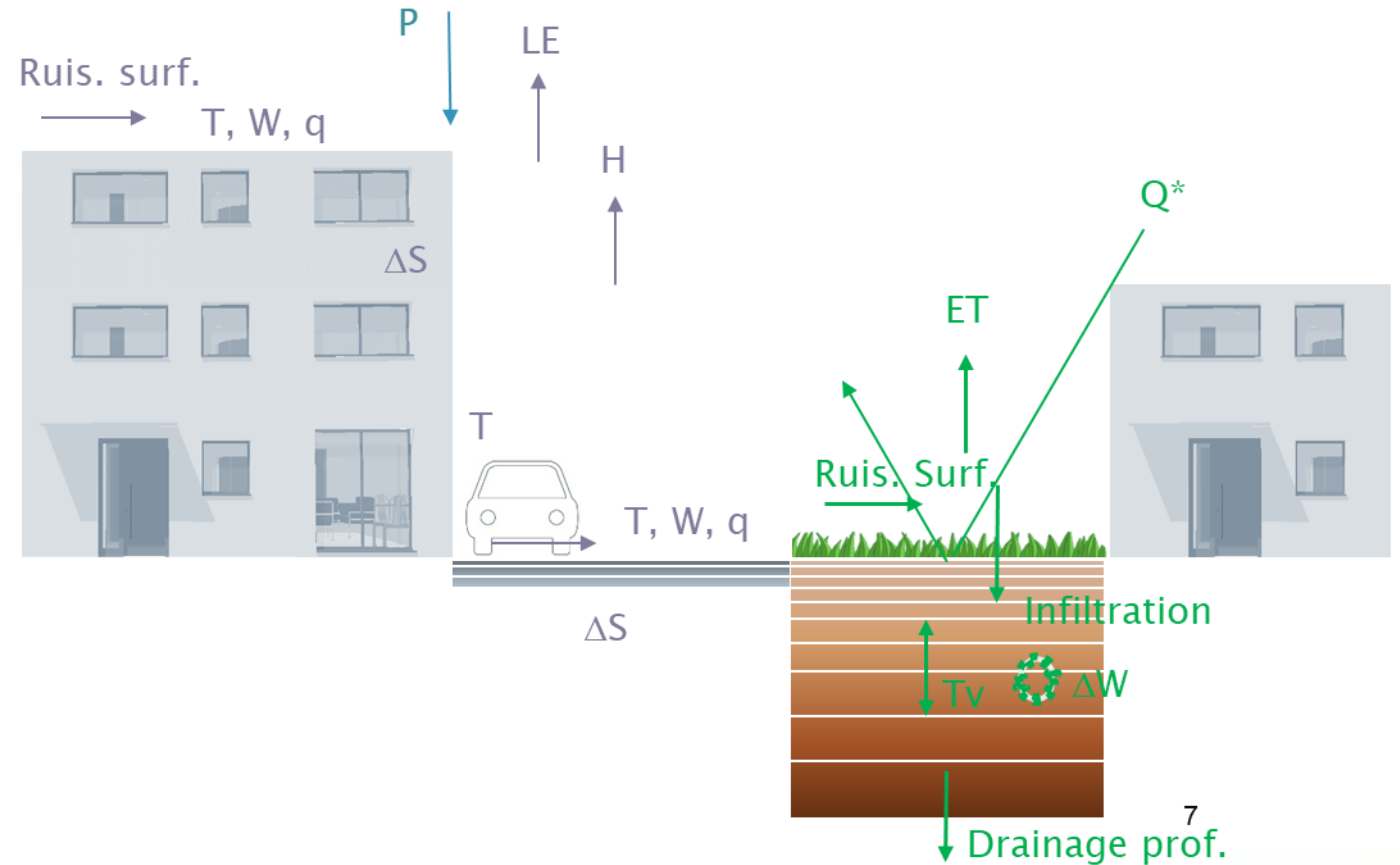
Evolution du modèle TEB-Hydro

- TEB (Masson, 2000) → Rue canyon (Oke, 1987)

$$Q^* = H + L_E + \Delta S + \Delta Q_A \quad [W.m^{-2}]$$

- TEB-Veg (Lemonsu et al., 2012) → Intégration des surfaces naturelles (ISBA-DF) (Boone et al., 1999)

$$P = ET + R + D + \Delta W \quad [kg.m^{-2}.s^{-1}]$$



Source : Xenia Laffaille, 2019

Evolution du modèle TEB-Hydro

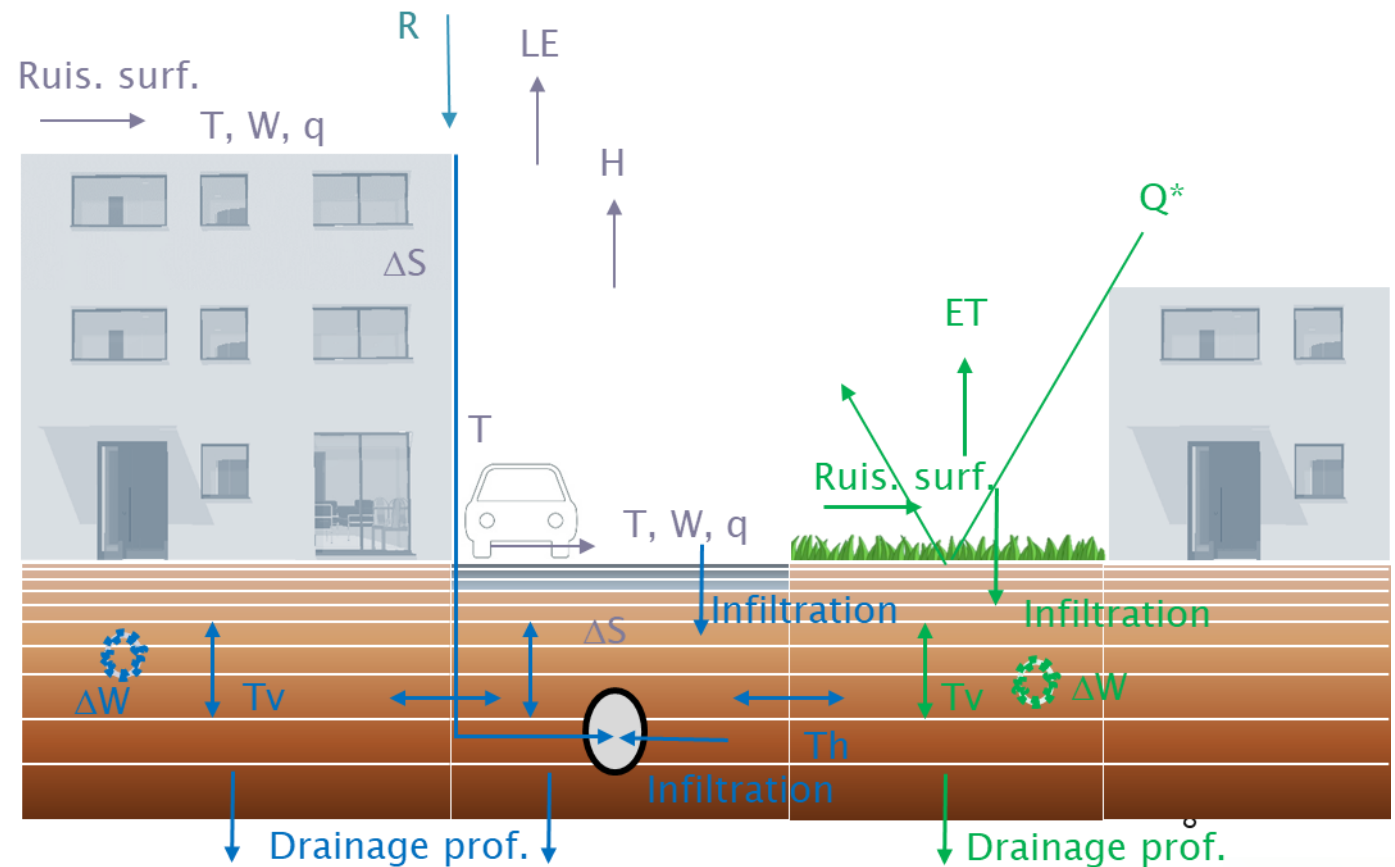
- TEB (Masson, 2000) → Rue canyon (Oke, 1987)

$$Q^* = H + L_E + \Delta S + \Delta Q_A \quad [W.m^{-2}]$$

- TEB-Veg (Lemonsu et al., 2012) → Intégration des surfaces naturelles (ISBA-DF) (Boone et al., 1999)

$$P = ET + R + D + \Delta W \quad [kg.m^{-2}.s^{-1}]$$

- TEB-Hydro → Intégration du sous-sol urbain et flux d'eau associés (Chancibault et al., 2014, 2015; Allard, 2015)



Source : Xenia Laffaille, 2019

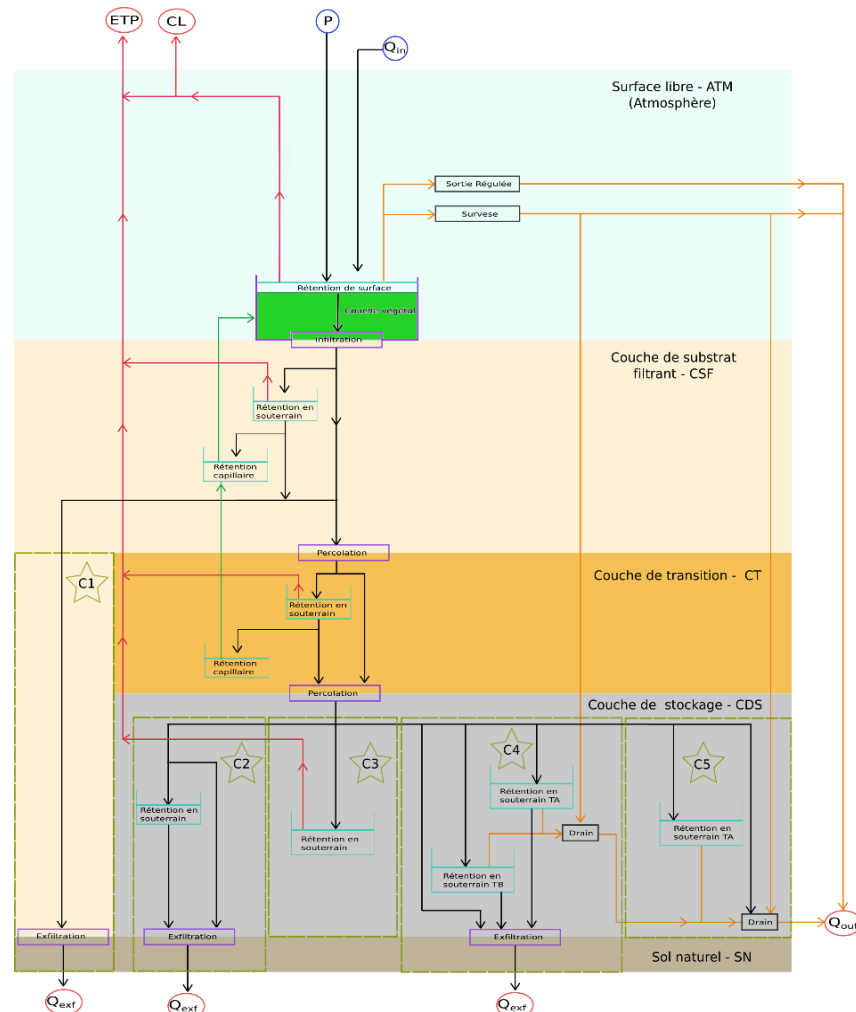
Travaux en cours et perspectives 2021

Etat de l'art des ouvrages
EES « eaux pluviales »

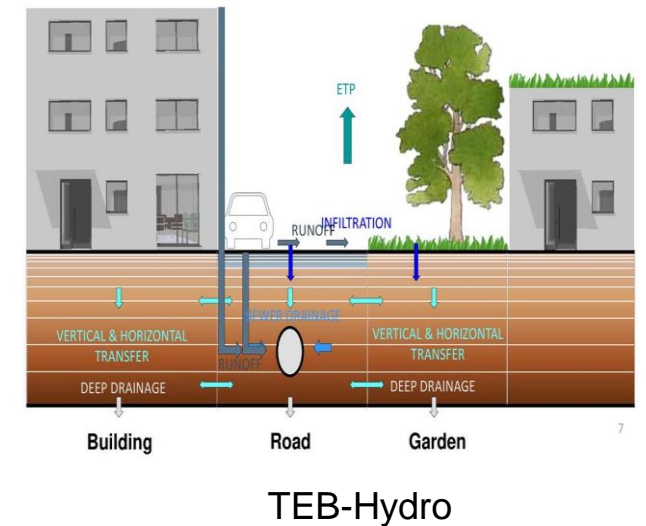


Une grande diversité d'ouvrages
de gestion à la source

Conceptualisation des ouvrages



Intégration dans le
modèle TEB-HYDRO

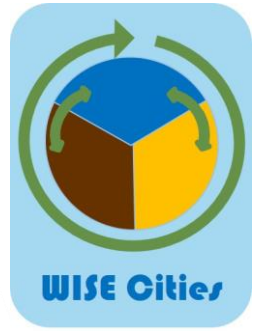


Développer au sein du modèle un
module générique « Gestion à la source
des eaux pluviales »



Définir et valider une typologie générale selon
les processus hydrologiques assurés





Merci de votre attention



LABORATOIRE LEE
LABORATOIRE EAU
ET ENVIRONNEMENT

Références bibliographiques

- ALLARD, A. (2015). *Contribution to hydrological modeling at the city scale*. Ecole Centrale de Nantes. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-02380123>
- Boone, A., Masson, V., Meyers, T., & Noilhan, J. (2000). The Influence of the Inclusion of Soil Freezing on Simulations by a Soil–Vegetation–Atmosphere Transfer Scheme. *Journal of Applied Meteorology*, 39(9), 1544-1569. doi: 10.1175/1520-0450(2000)039<1544:tiotio>2.0.co;2
- Chancibault, K., Brun, J., Allard, A., Andrieu, H., Lemonsu, A., De Munck, C., & Masson, V. (2015). Improving the water budget in the urban surface scheme TEB for a better evaluation of greening strategies for adaptation purposes. *ICUC9 20-24 July 2015, Toulouse, France*.
- Chancibault, K., Lemonsu, A., Brun, J.-M., de Munck, C., Allard, A., Long, N., . . . Andrieu, H. (2014). *Hydrological Evaluation of Urban Greening Scenarios: Application to the City of Nantes, France*. Paper presented at the 13th International Conference on Urban Drainage.
- Masson, V. (2000). A Physically-Based Scheme For The Urban Energy Budget In Atmospheric Models. *Boundary-Layer Meteorology*, 94(3), 357-397. doi: 10.1023/A:1002463829265
- Stavropoulos-Laffaille, X., Chancibault, K., Brun, J. M., Lemonsu, A., Masson, V., Boone, A., & Andrieu, H. (2018). Improvements to the hydrological processes of the Town Energy Balance model (TEB-Veg, SURFEX v7.3) for urban modelling and impact assessment. *Geosci. Model Dev.*, 11(10), 4175-4194. doi: 10.5194/gmd-11-4175-2018
- Tunqui Neira, J. M. (2019). *Revisiting the concentration-discharge (C-Q) relationships with high-frequency measurements*. Sorbonne University, Paris, France. Retrieved from https://webgr.inrae.fr/wp-content/uploads/2020/01/thesis_TunquiJose_EN.pdf
- Tunqui Neira, J. M., Andréassian, V., Tallec, G., & Mouchel, J. M. (2020). Technical note: A two-sided affine power scaling relationship to represent the concentration–discharge relationship. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 24(4), 1823-1830. doi: 10.5194/hess-24-1823-2020
- Tunqui Neira, J. M., Tallec, G., Andréassian, V., & Mouchel, J.-M. (2020). A combined mixing model for high-frequency concentration–discharge relationships. *Journal of Hydrology*, 591, 125559. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.125559>