

# S'adapter à des précipitations plus extrêmes en Suisse: pourquoi, où, comment ?

Lauren M. Cook, Ph.D.

Chef de Groupe

Département Gestion des Eaux Urbaines

Eawag



# Zürich a reçu > 10 cm de pluie en moins que 6 jours





# Ces evenements n'arrivent pas qu'à Zurich...

Les précipitations tombent plus vite que nos systèmes peuvent les transporter



<https://www.radiolac.ch/culture/gros-travaux-a-lausanne-apres-la-pluie/>

Lausanne | 2018



[https://www.cdt.ch/ticino/lugano/allagamenti-e-frane-nel-luganese-JE4464913?\\_sid=g4zluBR](https://www.cdt.ch/ticino/lugano/allagamenti-e-frane-nel-luganese-JE4464913?_sid=g4zluBR)

Lugano | 2021

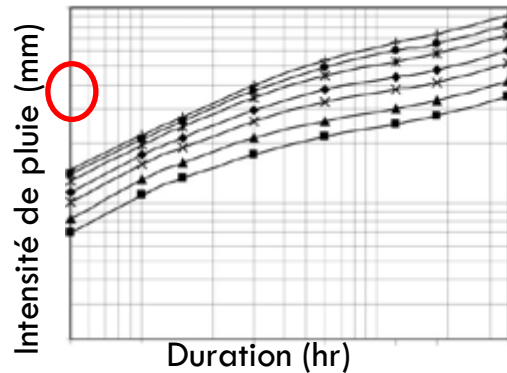


<https://www.bluewin.ch/de/news/schweiz/schwerer-hagelsturm-tritt-zuerich-grosse-schaeden-794758.html>

Lucerne | 2021

# L'infrastructure a été conçue à partir d'informations normalisées et historiques

**Courbe intensité-durée-fréquence (empirique)**



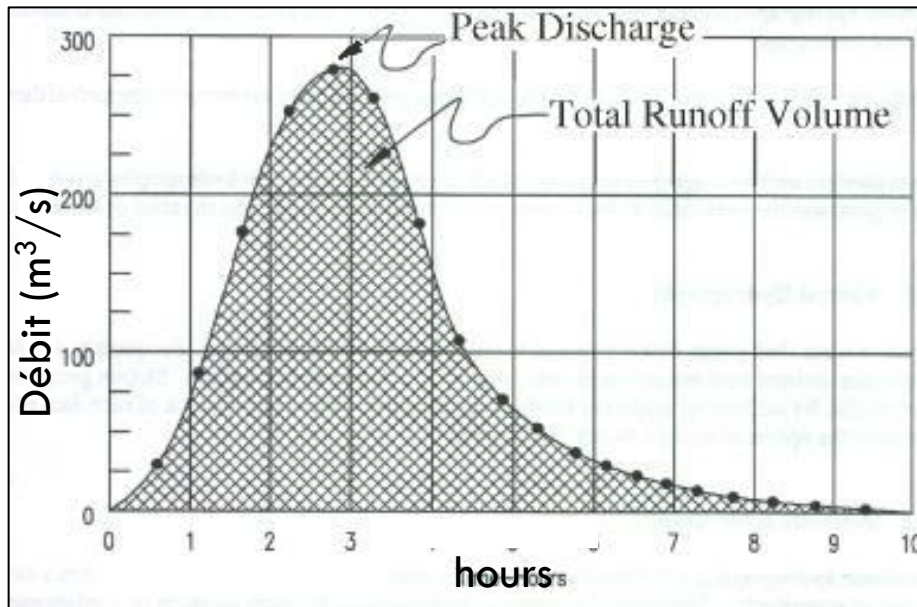
**Couverture du sol (empirique)**



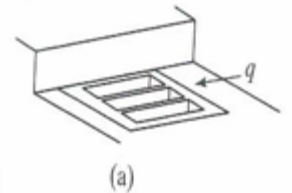
**Surface de drainage (donnée)**



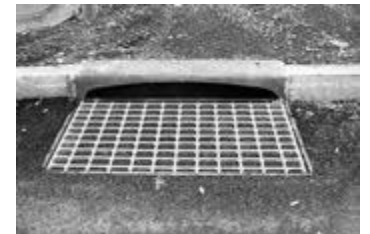
**Débit d'écoulement (calculé)**



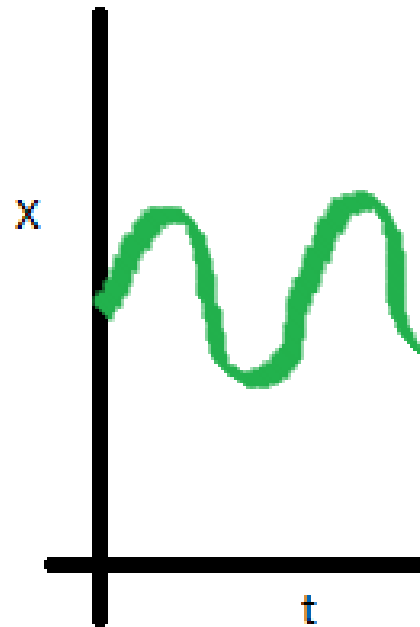
**Dimensionnement de la structure de drainage (calculé)**



$$L = \frac{q}{C_w d^{1.5}} = \frac{2.85}{(3.1) (0.208)^{1.5}}$$



# L'avenir ne ressemblera plus au passé



Stationary series

## CLIMATE CHANGE

### Stationarity Is Dead: Whither Water Management?

P. C. D. Milly,<sup>1\*</sup> Julio Betancourt,<sup>2</sup> Malin Falkenmark,<sup>2</sup> Robert M. Hirsch,<sup>4</sup> Zbigniew W. Kundzewicz,<sup>3</sup> Dennis P. Lettenmaier,<sup>6</sup> Ronald J. Stouffer<sup>7</sup>

Systems for management of water throughout the developed world have been designed and operated under the assumption of stationarity. Stationarity—the idea that natural systems fluctuate within an unchanging envelope of variability—is a foundational concept that permeates training and practice in water-resource engineering. It implies that any variable (e.g., annual streamflow or annual flood peak) has a time-invariant (or 1-year-periodic) probability density function (pdf), whose properties can be estimated from the instrument record. Under stationarity, pdf estimation errors are acknowledged, but have been assumed to be reducible by additional observations, more efficient estimators, or regional or paleohydrologic data. The pdfs, in turn, are used to evaluate and manage risks to water supplies, waterworks, and floodplains; annual global investment in water infrastructure exceeds U.S.\$500 billion (1).

The stationarity assumption has long been compromised by human disturbances in river basins. Flood risk, water supply, and water quality are affected by water infrastructure, channel modifications, drainage works, and land-cover and land-use change.



An uncertain future challenges water planners.

In view of the magnitude and ubiquity of the hydroclimatic change apparently now under way, however, we assert that stationarity is dead and should no longer serve as a central, default assumption in water-resource risk assessment and planning. Finding a suitable successor is crucial for human adaptation to changing climate.

## POLICYFORUM

Climate change undermines a basic assumption that historically has facilitated management of water supplies, demands, and risks.

that has emerged from climate models (see figure, p. 574).

*Why now?* That anthropogenic climate change affects the water cycle (9) and water supply (10) is not a new finding. Nevertheless, sensible objections to discarding stationarity have been raised. For a time, hydroclimate had not demonstrably exited the envelope of natural variability and/or the effective range of optimally operated infrastructure (11, 12). Accounting for the substantial uncertainties of climatic parameters estimated from short records (13) effectively hedged against small climate changes. Additionally, climate projections were not considered credible (12, 14).

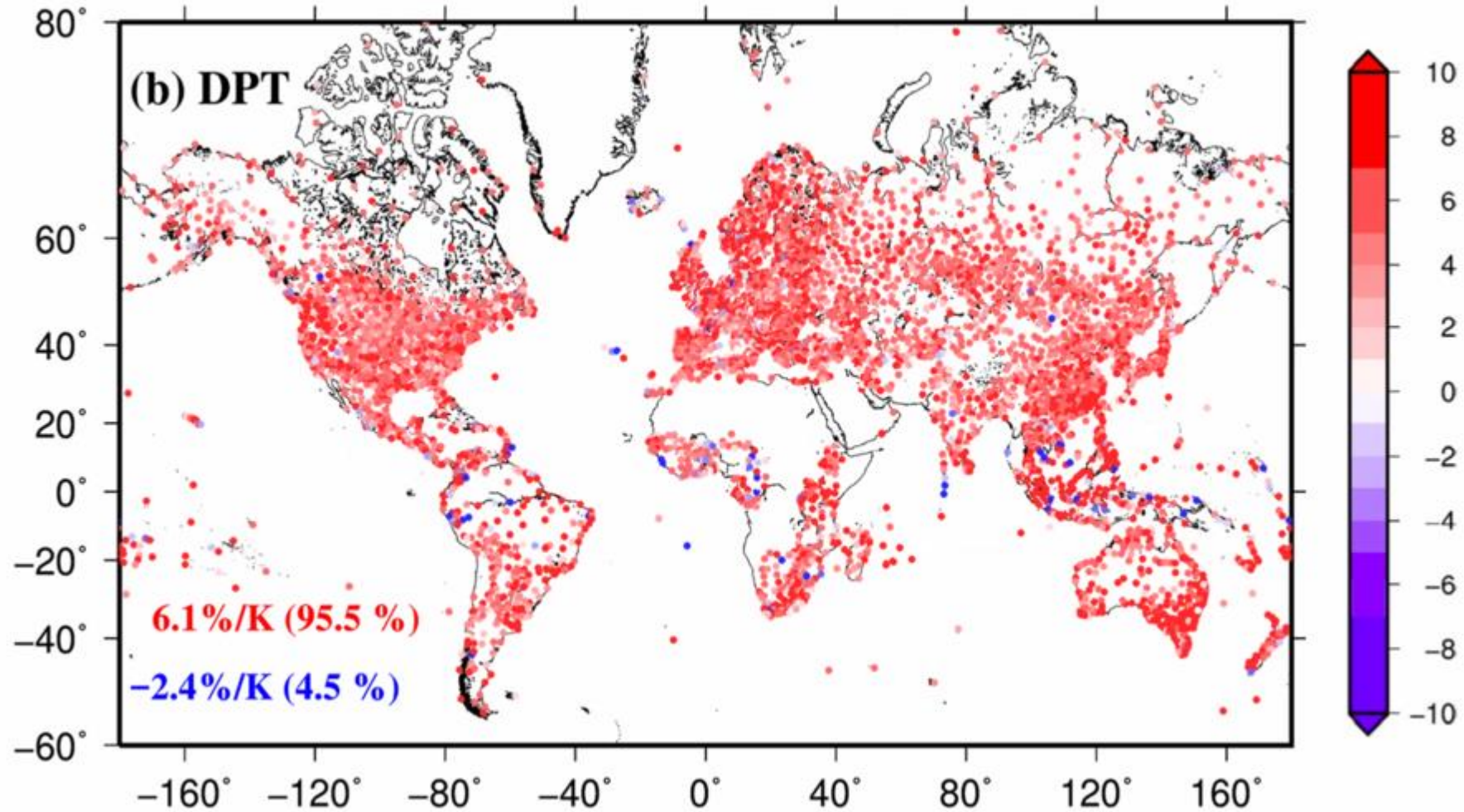
Recent developments have led us to the opinion that the time has come to move beyond the wait-and-see approach. Projections of runoff changes are bolstered by the recently demonstrated retrodictive skill of climate models. The global pattern of observed annual streamflow trends is unlikely to have arisen from unforced variability and is consistent with modeled response to climate forcing (15). Paleohydrologic studies suggest that small changes in mean climate might produce large changes in extremes (16), although attempts to detect a recent change in global



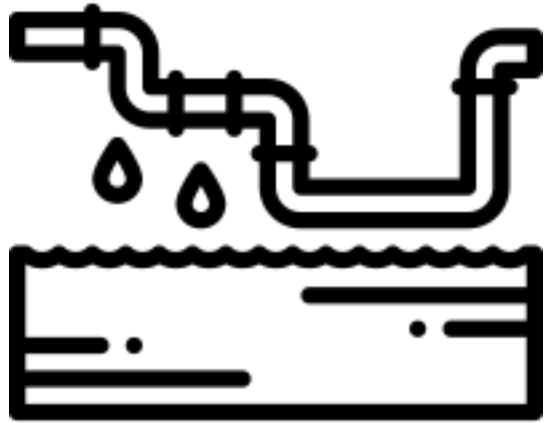
series



Une atmosphère plus chaude peut contenir plus d'eau  
~ 6-7% per °C pour les extrêmes quotidiens



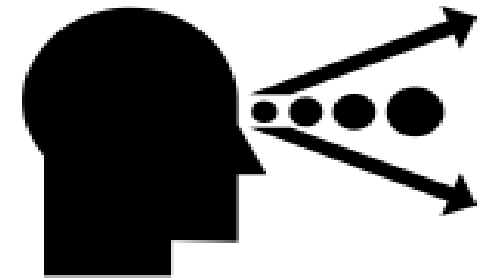
# Il va falloir "s'adapter" aux futurs extrêmes climatiques



**Notre infrastructure**



**Notre façon de penser**



**Notre vision de l'avenir**

# Comment s'adapter?

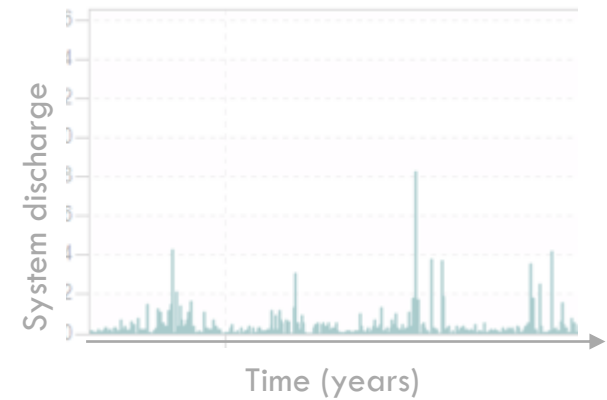
**Modifier la conception  
des systèmes de  
drainage urbain**



**Adopter les infrastructures  
bleu-vertes**



**Suivre le performance au  
fils du temps**





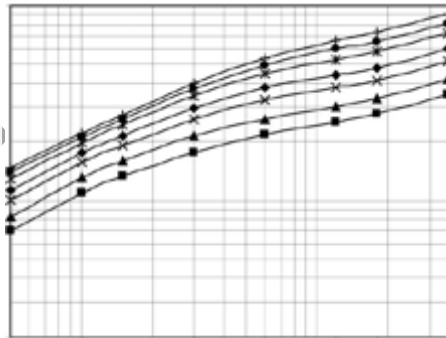
# Une façon de modifier le processus de conception est de mettre à jour les informations sur les précipitations

Données observées



Les techniques statistiques

Courbes IDF



La méthode rationnelle  
Mannings eqn.

Diamètre de la conduite

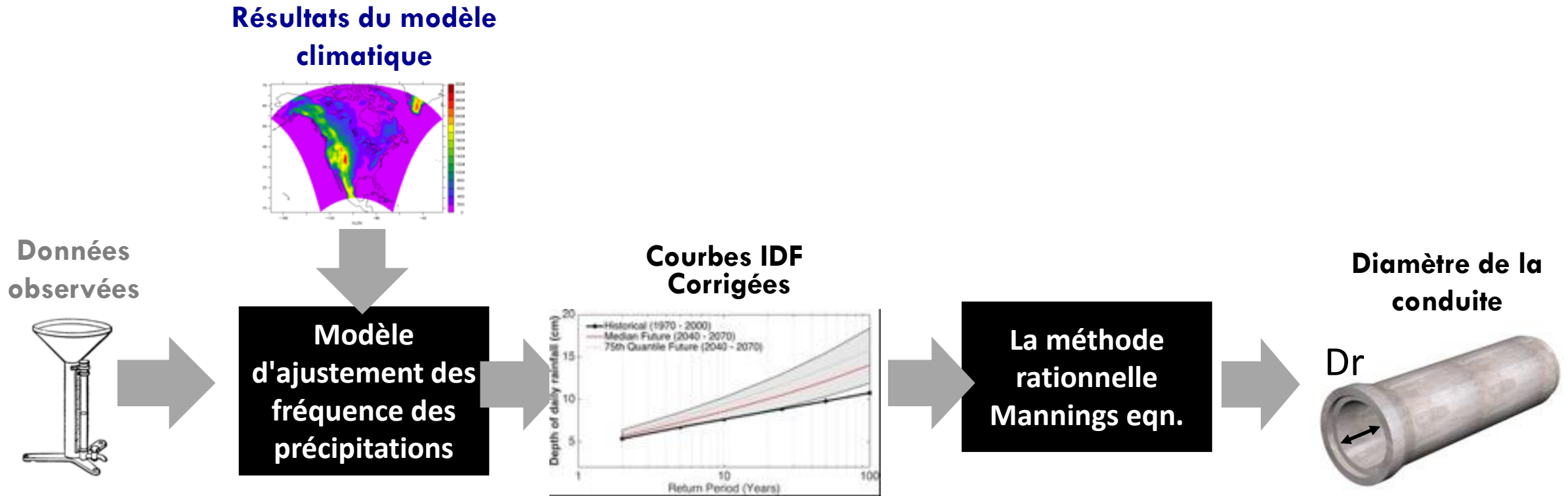


# Plusieurs options pour actualiser la conception des systèmes de drainage urbain

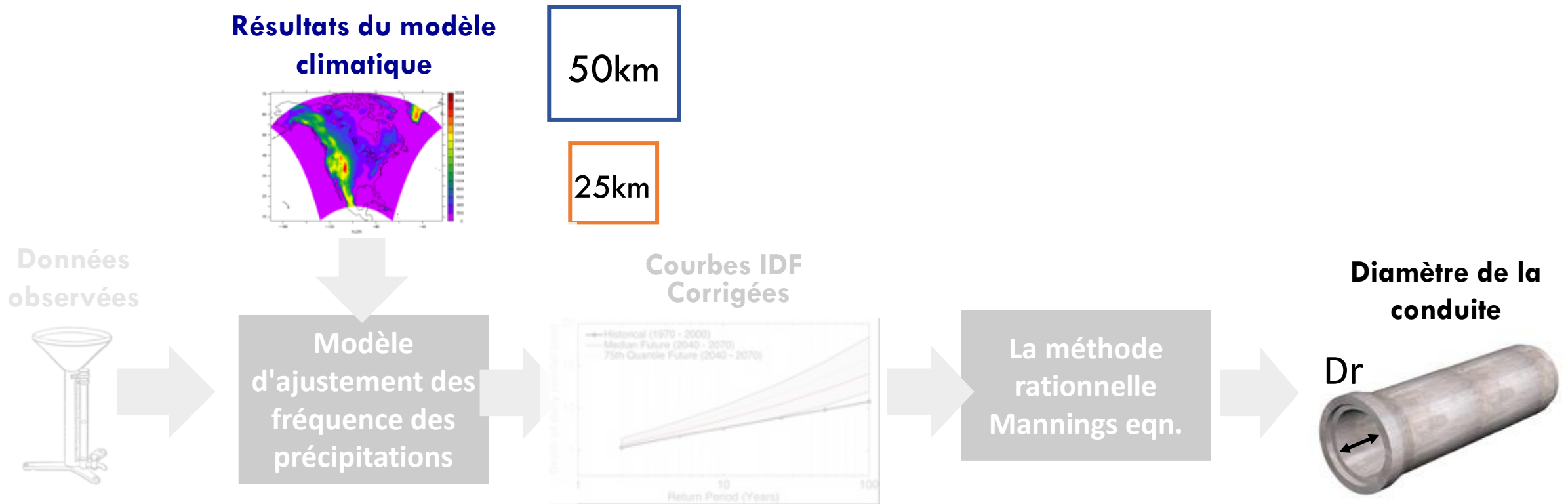
1. Continuer à utiliser les informations historiques, mais augmenter le niveau de protection (par exemple, doubler la période de retour).
2. Utiliser un facteur de sécurité arbitraire lié au changement climatique (par exemple, une augmentation de 20 %).
3. **Utiliser les projections des modèles climatiques pour aligner les conceptions sur l'avenir prévu.**



# L'incertitude des modèles climatiques peut affecter les décisions de conception

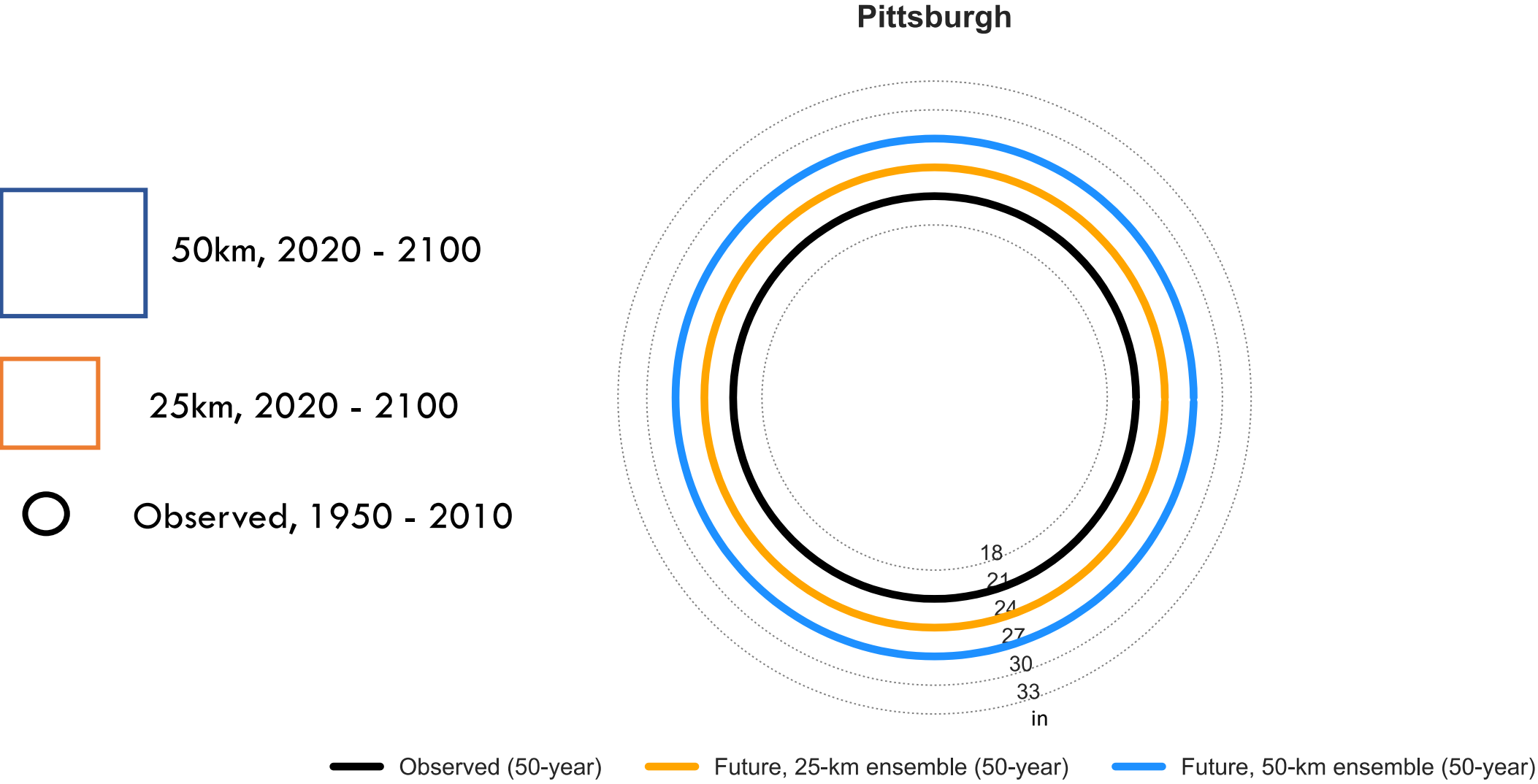


# Un exemple : comment la résolution spatiale d'un modèle climatique affecte-t-elle les dimensions des canalisations ?

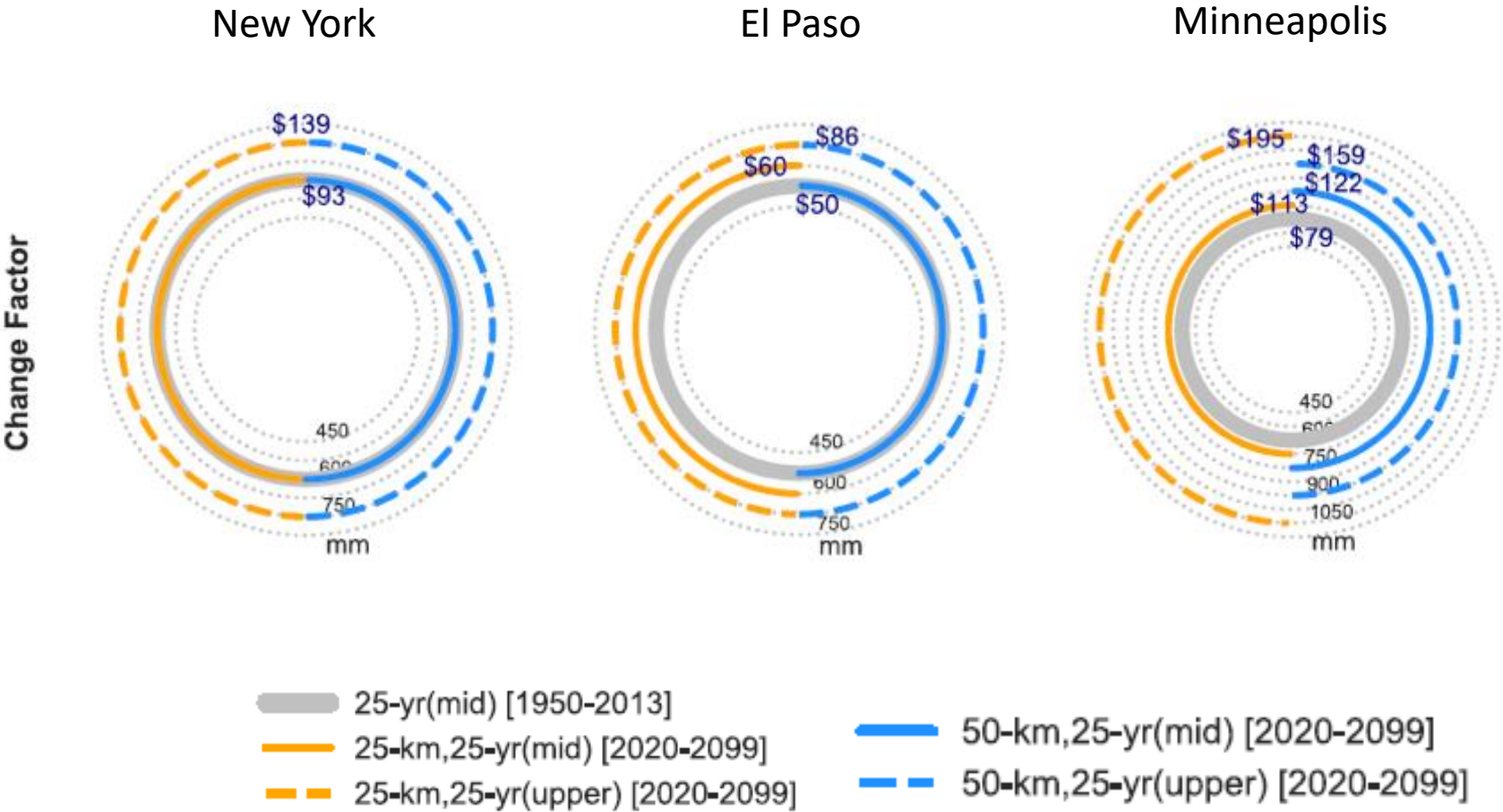




# Le choix du modèle climatique modifie les dimensions du conduit



# Ces différences modifient les tailles et les coûts dans chaque ville





# En raison de cette incertitude, il faut nous tourner sur l'infrastructure bleue-verte

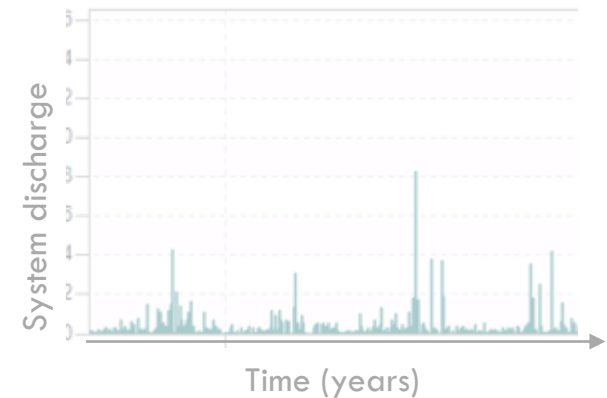
Modifier la conception des systèmes de drainage urbain



Adopter les infrastructures bleu-vertes



Suivre le performance au fil du temps





# L'infrastructure bleu-vert ralentit l'eau et bien plus encore





# Même les infrastructures bleu-vert sont soumises à des changements dans les précipitations, alors...

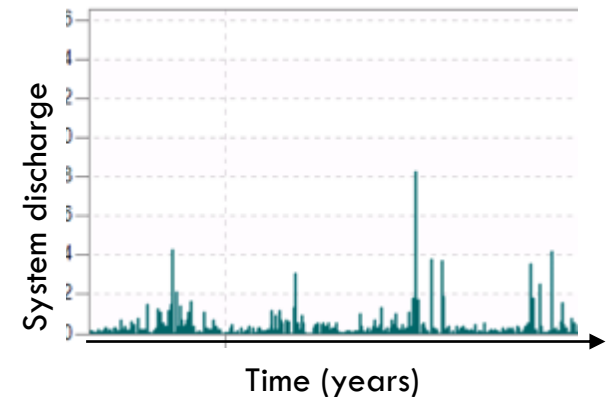
Modifier la conception des systèmes de drainage urbain



Adopter les infrastructures bleu-vertes



Suivre le performance au fil du temps



# Il faut d'abord définir les objectifs de performance



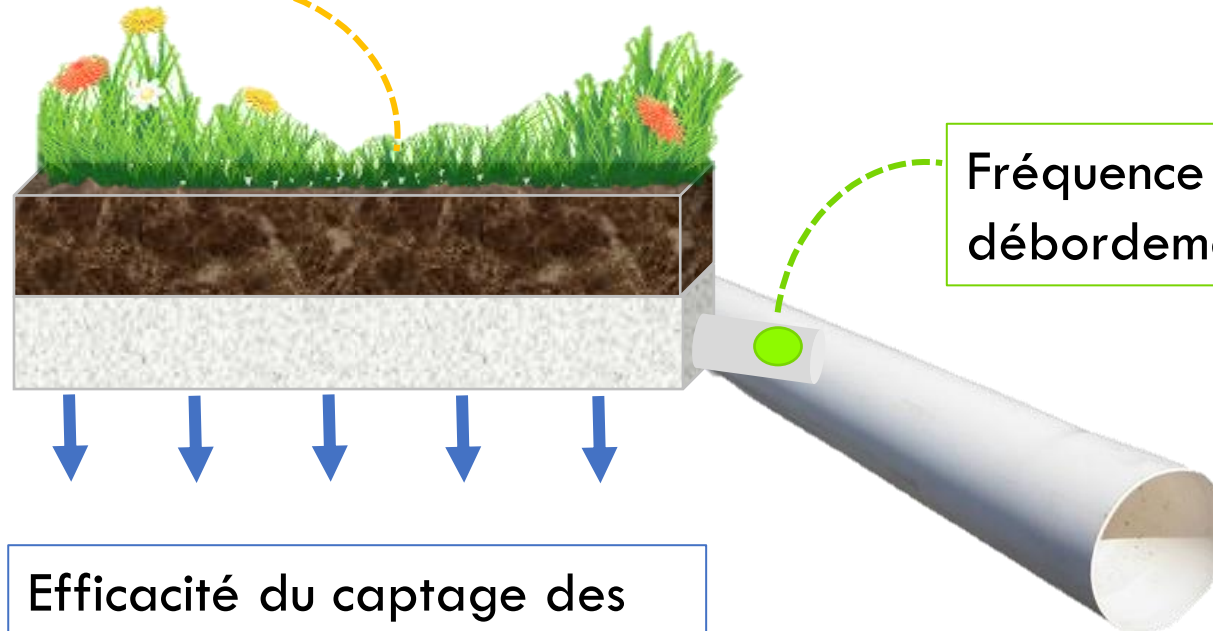
Fréquence ou volume de débordement



Fréquence ou sévérité des inondations

# Il faut d'abord définir les objectifs de performance

Durée du drainage de surface

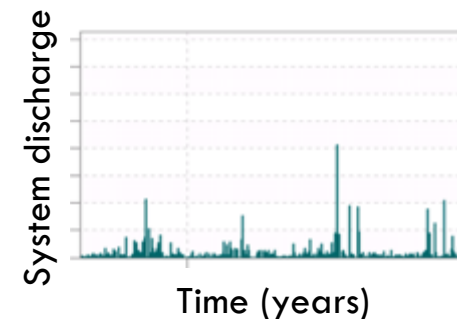
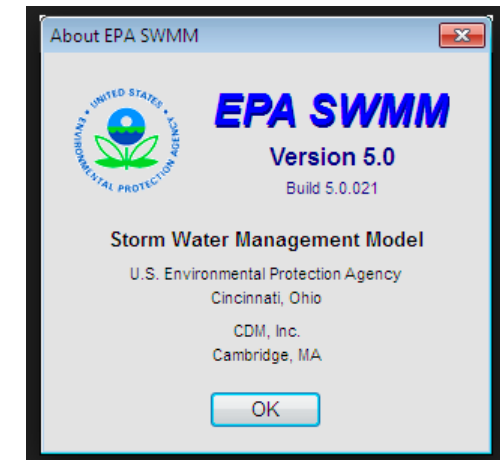


Fréquence ou volume de débordement

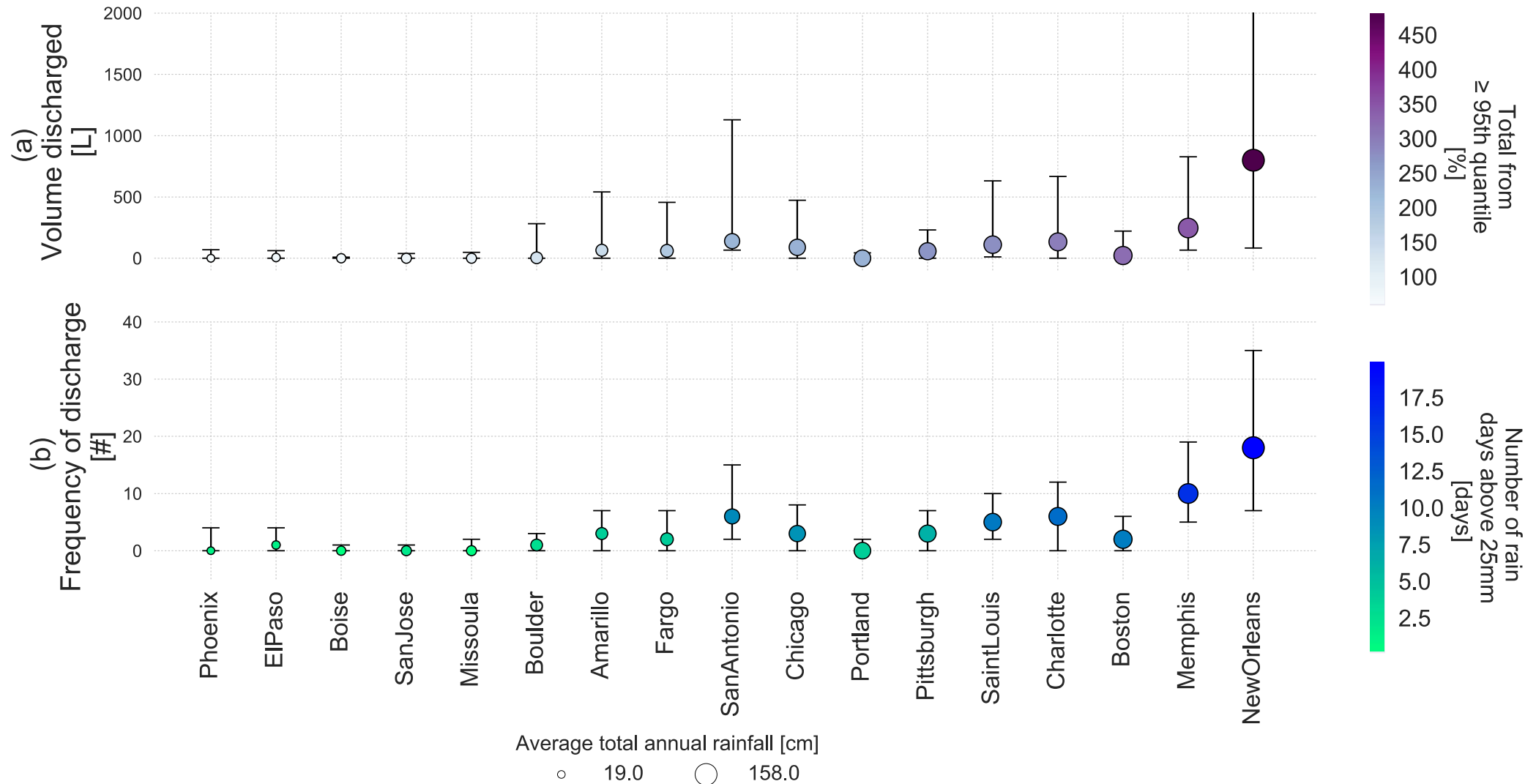
Efficacité du captage des eaux de ruissellement



# Suivi des performances possible grâce aux capteurs, à la simulation et à l'inspection habituelle



# Les caractéristiques des précipitations sont liées à la performance hydrologique : surveiller la pluie ?



# Messages "take away"

1. Nos infrastructures **n'ont pas été conçues** pour résister aux précipitations extrêmes d'**un monde plus chaud**
2. **Chaque système de drainage** urbain devra **être adapté** à des précipitations plus extrêmes
3. L'adaptation nécessitera une **combinaison** de nouvelles **techniques de conception**, d'infrastructures **bleu-vert** et de **suivi des performances**



# Remerciements et financement

Questions?



Post-doctoral Fellowship

Département Gestion des Eaux Urbaines



FONDS NATIONAL SUISSE  
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



NCAR



NA-CORDEX

**Lauren M. Cook**  
Group Leader, Eawag, Urban  
Water Management  
Lauren.Cook@eawag.ch

