



# Outils pour des villes résilientes au changement climatique

**Lauren M. Cook**  
**Département Gestion des Eaux Urbaines**

**Zurich a reçu > 10 cm de pluie en moins de 6 jours en 2021**



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



Lausanne | 2018



Lugano | 2021



Lucerne | 2021

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

Edgar McGregor  
@edgarrmcgregor

Since it is becoming hard to keep track, here is a list of countries/municipalities that have seen catastrophic flooding in the first 11 days of September 2023:

- Greece
- Turkey
- Libya <--- \*thousands feared dead\*
- Brazil
- Hong Kong
- Shanghai
- Spain
- Las Vegas



9:03 PM · Sep 11, 2023 · 1.3M Views

6,100 Reposts 455 Quotes 11.9K Likes 1,397 Bookmarks



[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

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

Edgar McGregor  
@edgarrmcgregor

Since it is becoming hard to keep track, here is a list of countries/municipalities that have seen catastrophic flooding in the first 11 days of September 2023:

- Greece
- Turkey
- Libya <--- \*thousands feared dead\*
- Brazil
- Hong Kong
- Shanghai
- Spain
- Las Vegas

Les précipitations tombent plus vite que nos systèmes peuvent les transporter



9:03 PM · Sep 11, 2023 · 1.3M Views

6,100 Reposts 455 Quotes 11.9K Likes 1,397 Bookmarks



[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

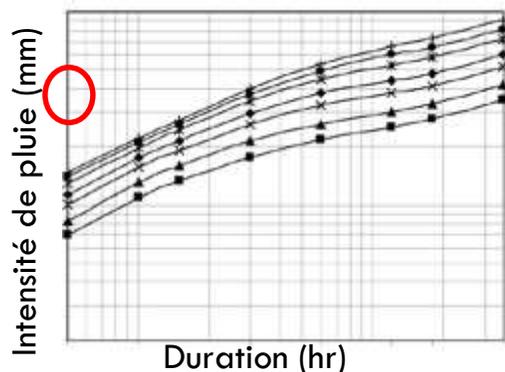


<https://www.bluewin.ch/de/news/schweiz/schwerer-hagelsturm-tritt-zuerich-grosse-schaeden-794758.html>

Lucerne | 2021

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

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



**Couverture du sol (empirique)**

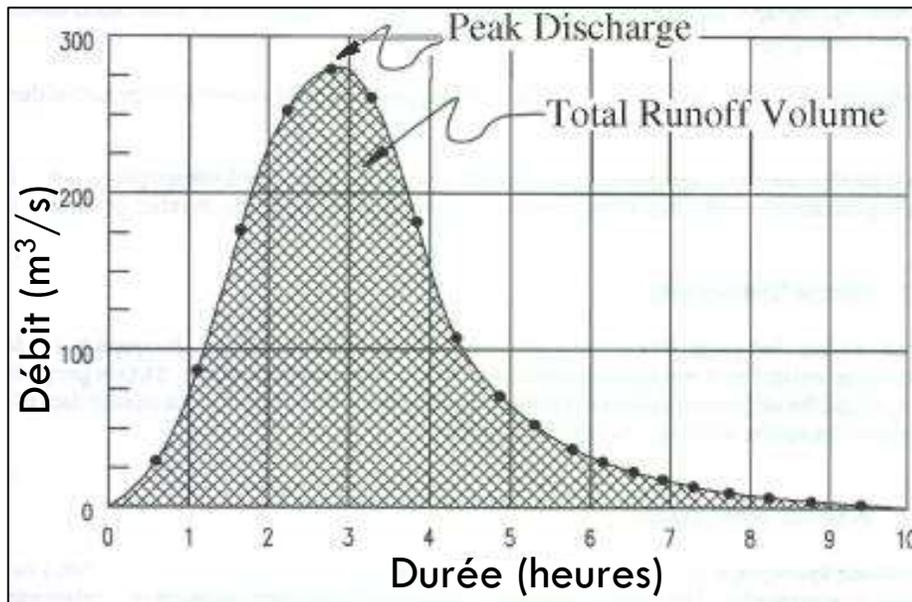


**Surface de drainage (données)**

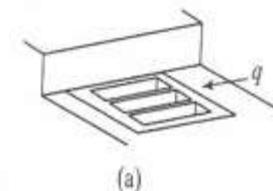


Source: McCuen, R.H. (2005)

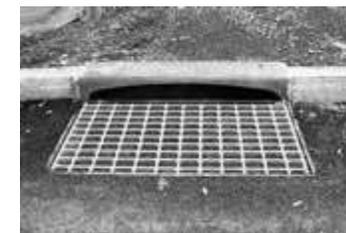
**Débit de pointe (calculé)**



**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



L'avenir ne ressemblera plus au passé

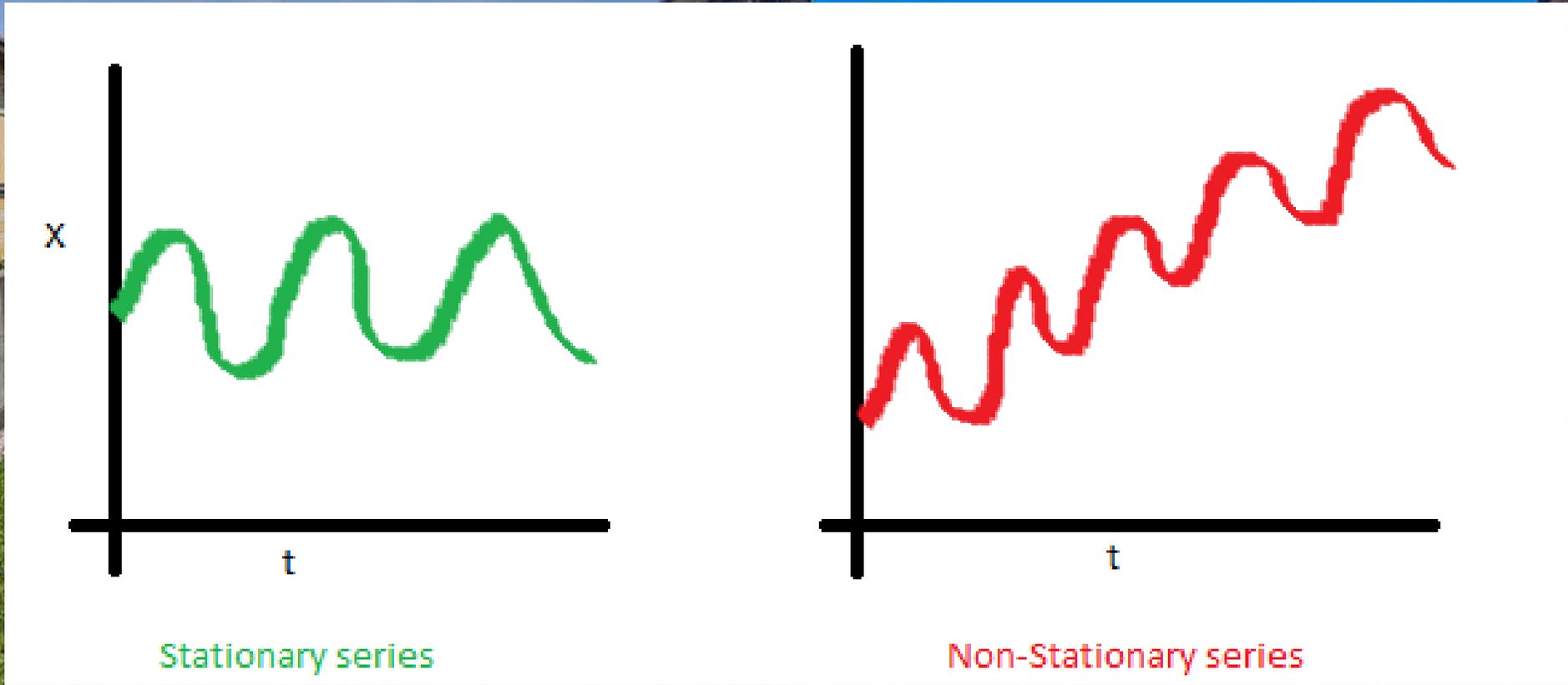


juin 2022



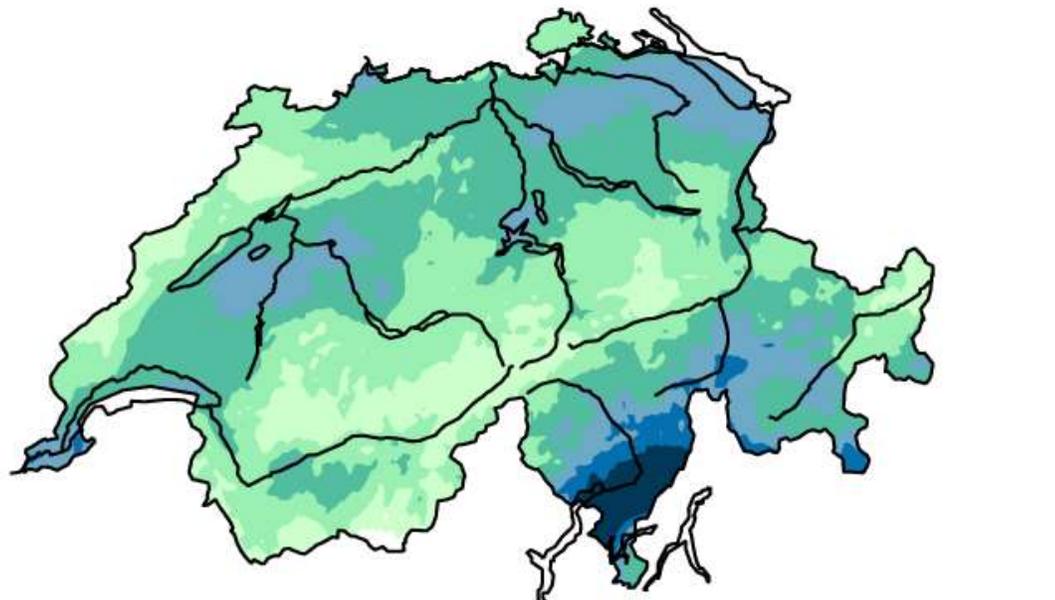
septembre 2022

# L'avenir ne ressemblera plus au passé



# Plus de précipitations en hiver, moins en été, des tempêtes extrêmes plus fréquentes

**30% de** précipitations en plus **chaque hiver**



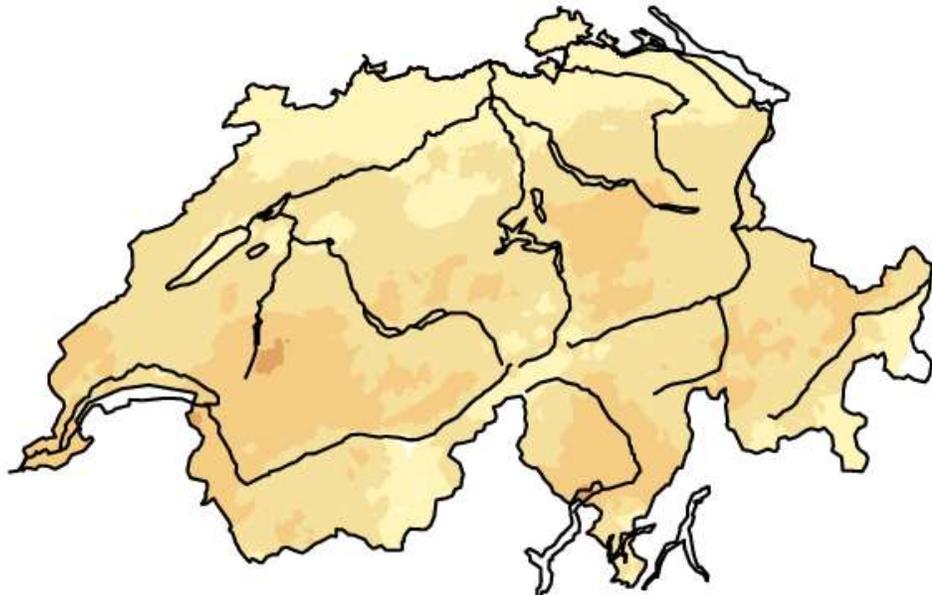
-30 -25 -20 -15 -10 -5 0 5 10 15 20 25 30  
deviation (%)

© climate scenarios CH2018

# Plus de précipitations en hiver, moins en été, des tempêtes extrêmes plus fréquentes

**30% de** précipitations en plus **chaque hiver**  
**30% de** précipitations en moins **chaque été**

summer

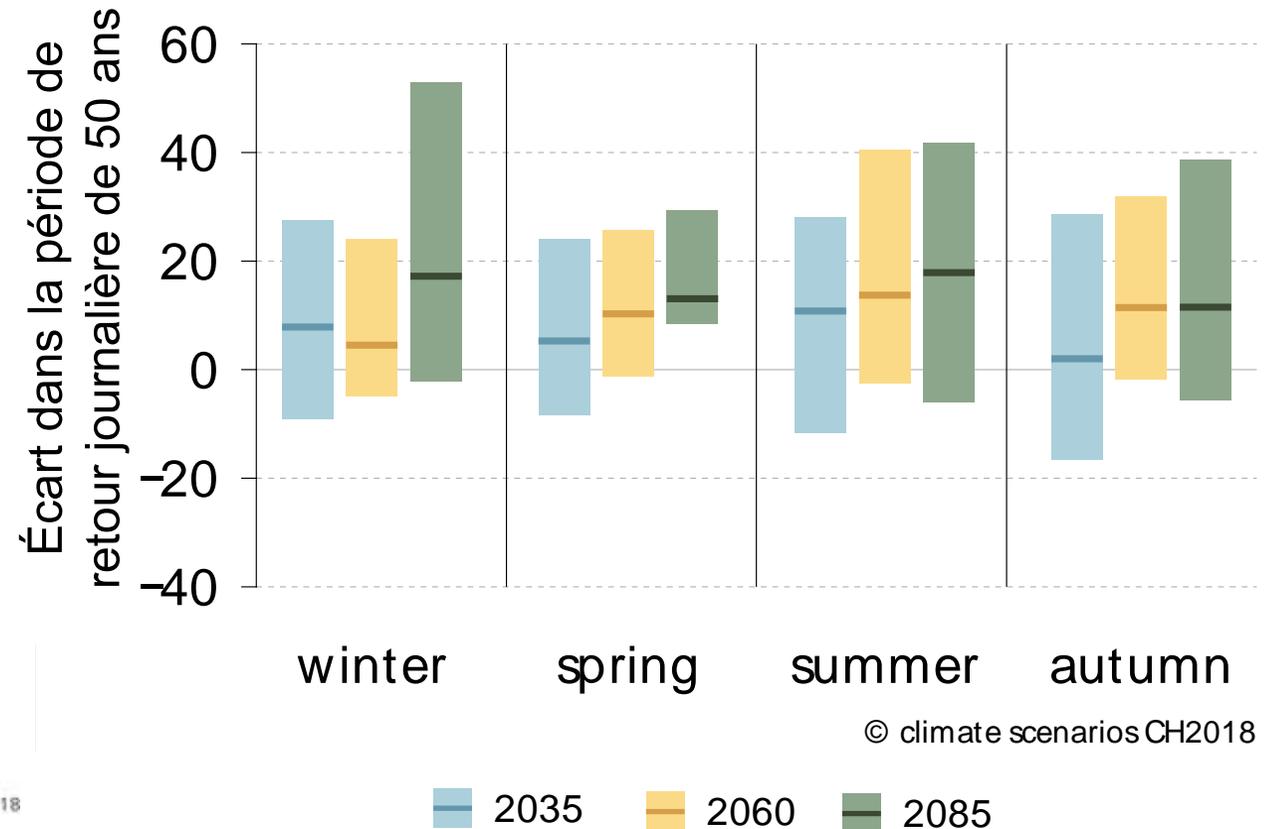


-30 -25 -20 -15 -10 -5 0 5 10 15 20 25 30

deviation (%)

© climate scenarios CH2018

**Augmentation de 10 à 20 %** des tempêtes extrêmes dans le nord-est de la Suisse



© climate scenarios CH2018

2035 2060 2085

# Les villes et les infrastructures devront être adaptées à la résilience - mais comment ?

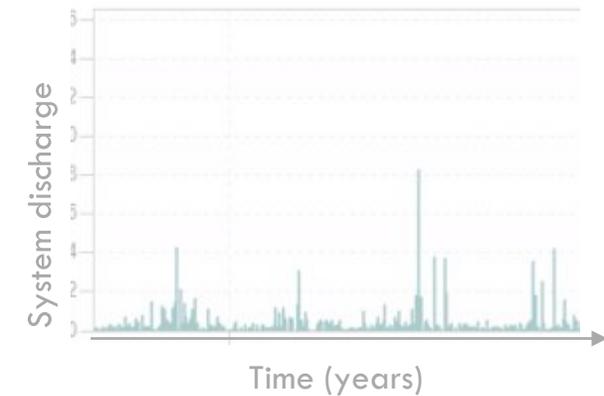
**Modifier la conception des infrastructures**



**Adopter les infrastructures bleu-vertes**



**Suivre la performance au fil du temps**



# Mise à jour de la conception à l'aide de nouvelles informations sur les précipitations

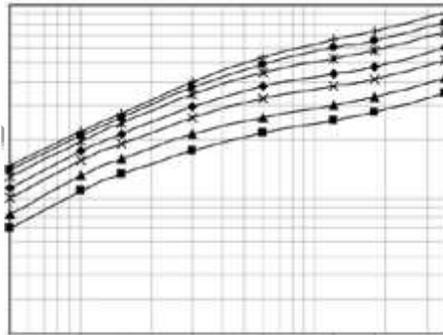
Données observées



Les techniques statistiques



Courbes d'intensité durée fréquence



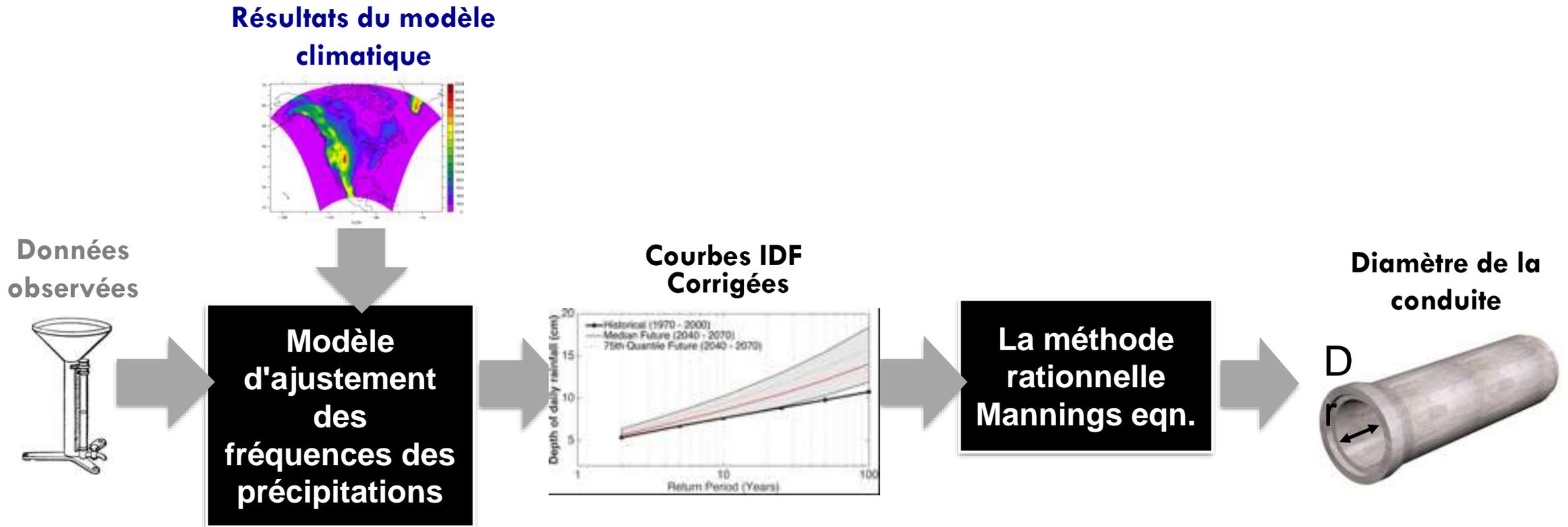
Calculer le débit de pointe



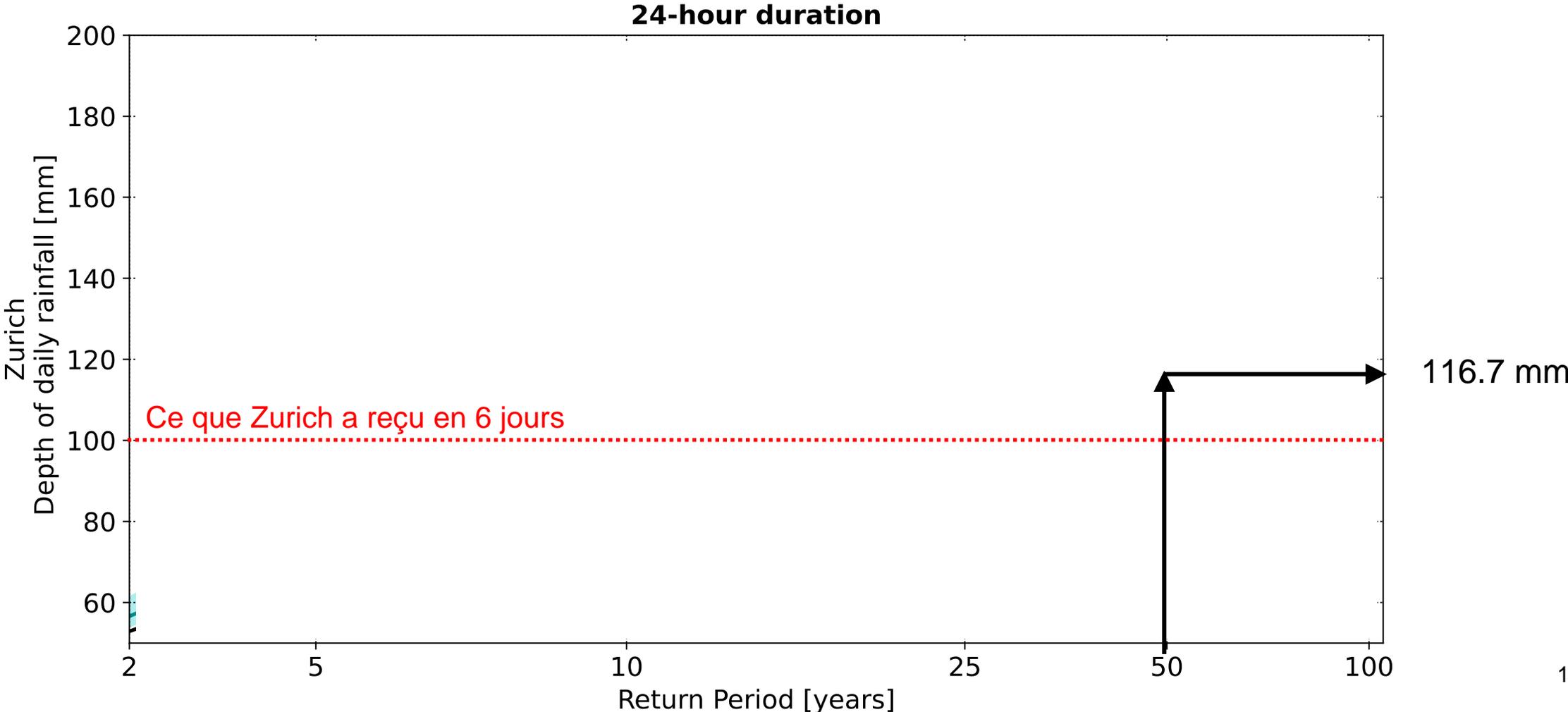
Diamètre de la conduite



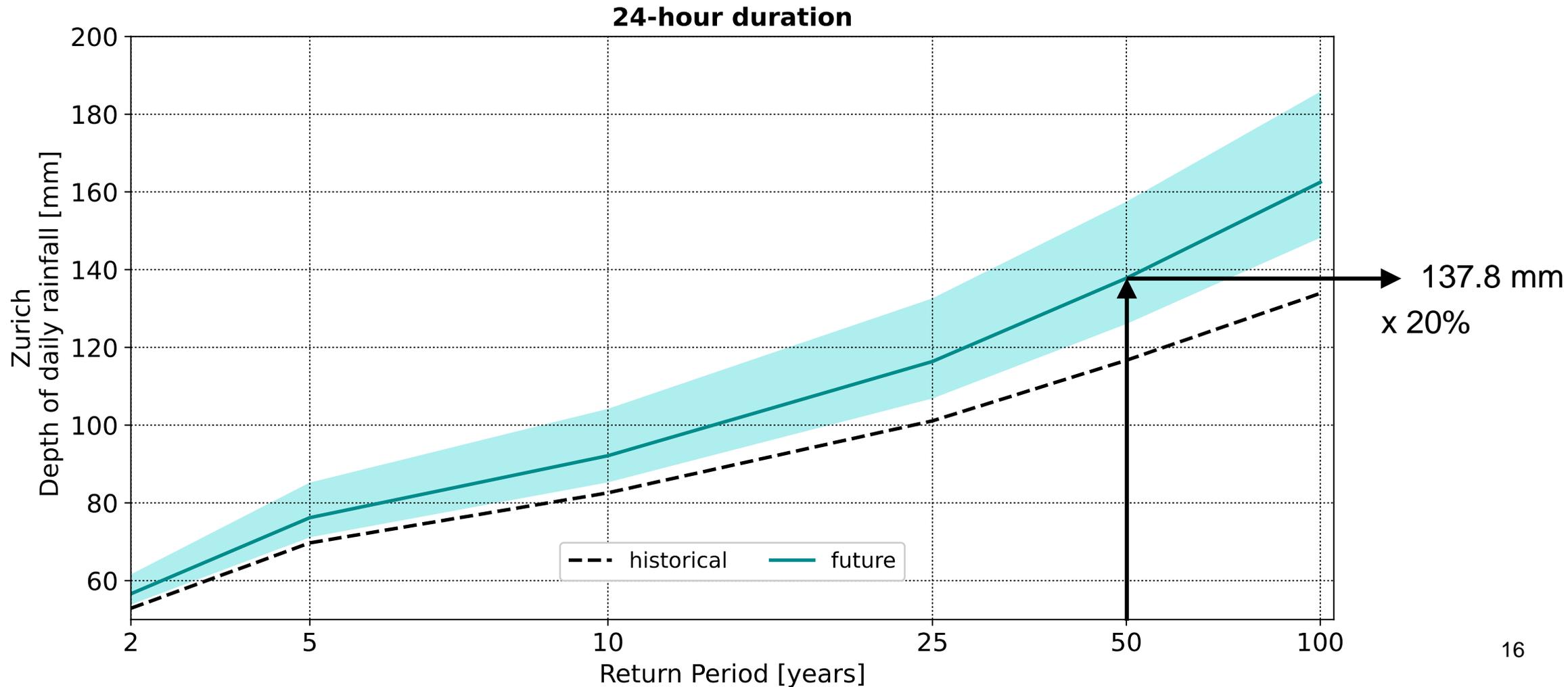
# Utiliser des modèles climatiques pour comprendre les tendances futures



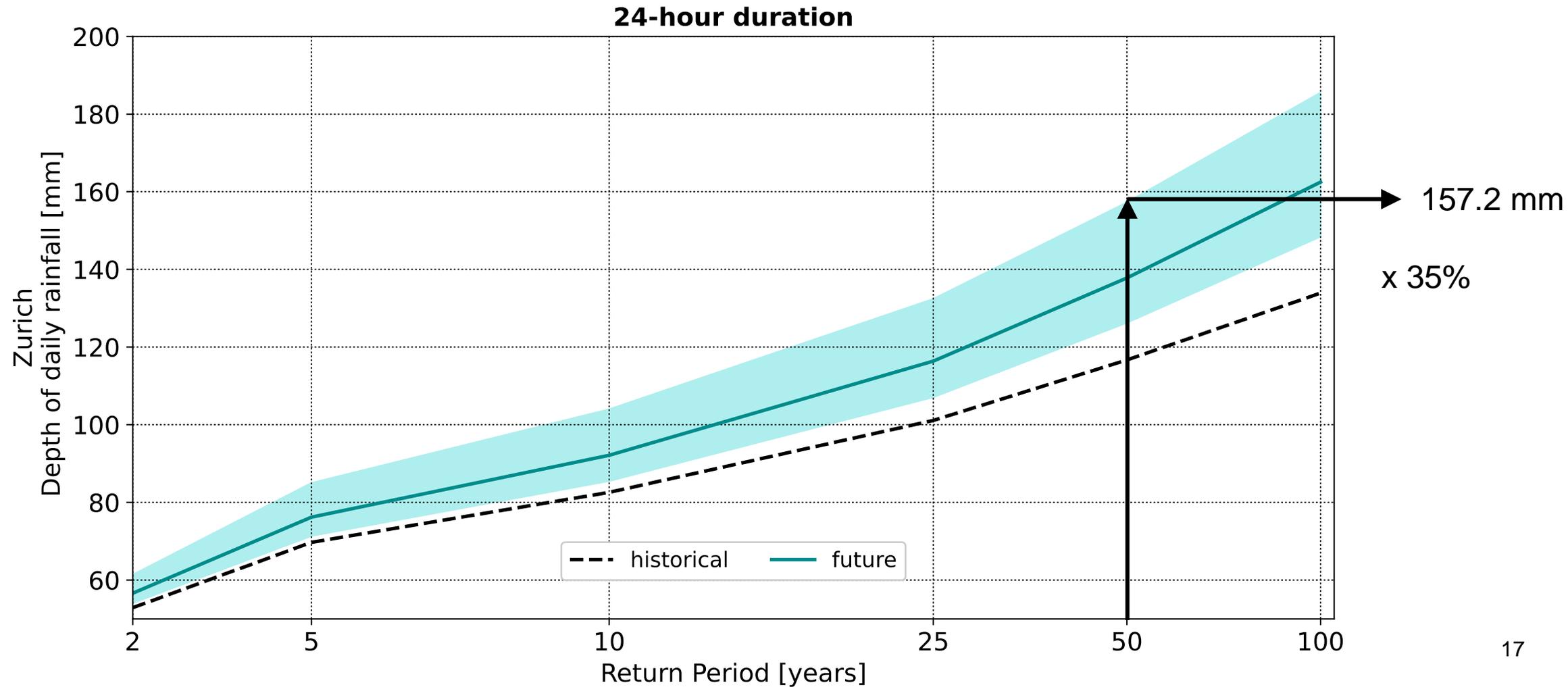
# 2% de chances d'avoir 117 mm de pluie en un jour à Zurich dans le passé



# Augmentation d'environ 20 % de la pluie médiane dans l'avenir



# L'incertitude modifie cette valeur



# Il faut nous tourner sur l'infrastructure bleu-verte

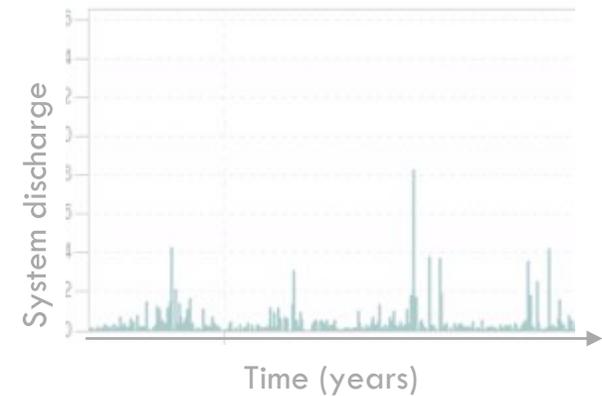
Modifier la conception  
des systèmes de  
drainage urbain



Adopter les infrastructures  
bleu-vertes



Suivre la performance  
au fil du temps



# L'infrastructure bleu-verte (BGI) ralentit l'eau et bien plus encore

<https://ramboll.com/projects/germany/tanner-springs-park>



Atténuation  
des eaux  
pluviales



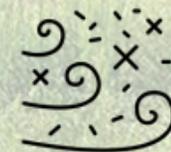
Réduction de  
la chaleur



Amélioration de la  
biodiversité et  
des habitats



Économies  
d'énergie et lutte  
contre le



Réduction de la  
pollution



Amélioration  
de la santé et  
du bien-être

# Le BGI se présente sous différentes formes et tailles



Probst et al (2022) Blue-Green Systems



# BGI peut réduire les débordements des égouts unitaires



Bassin de rétention



Pavage poreux

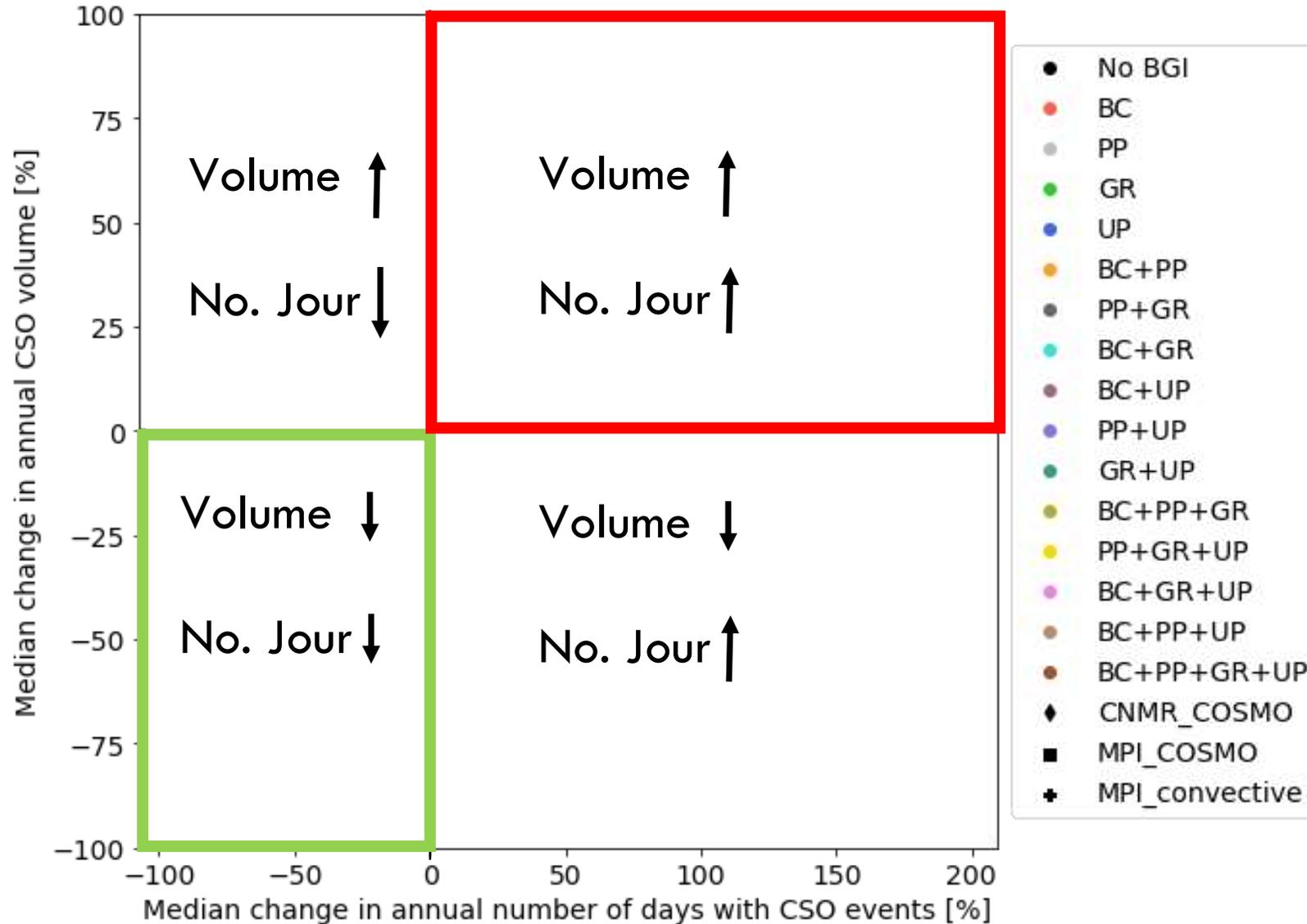


Toiture végétalisée



Étangs urbains

# Seules certaines BGI atténuent les effets du changement climatique



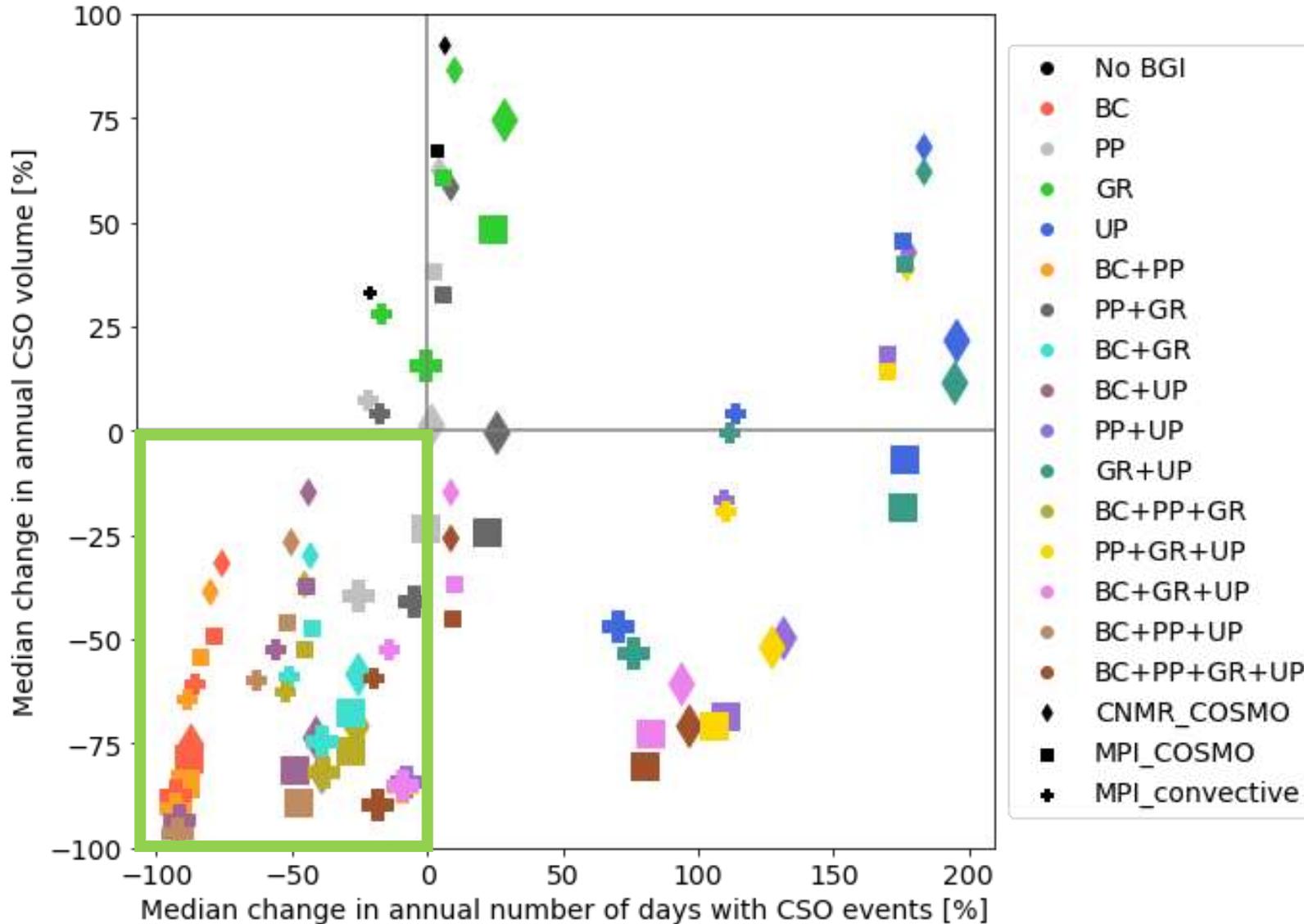
Bassin de rétention (BC)

Pavage poreux (PP)

Toiture végétalisée (GR)

Étangs urbains (UP)

# Seules certaines BGI atténuent les effets du changement climatique



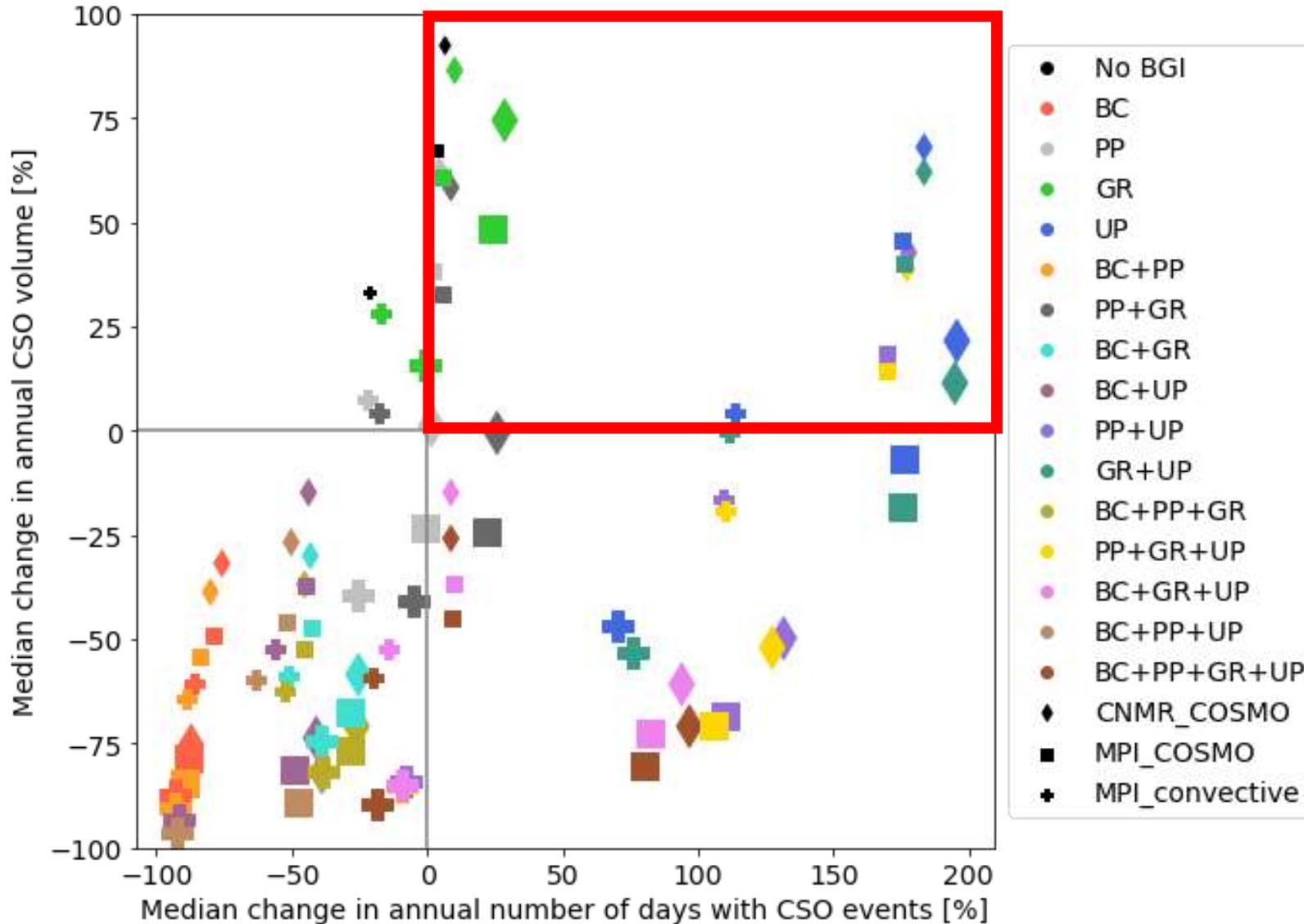
Bassin de rétention (BC)

Pavage poreux (PP)

Toiture végétalisée (GR)

Étangs urbains (UP)

# Seules certaines BGI atténuent les effets du changement climatique



Bassin de rétention (BC)

Pavage poreux (PP)

Toiture végétalisée (GR)

Étangs urbains (UP)

# Suivre les performances pour savoir quand s'adapter

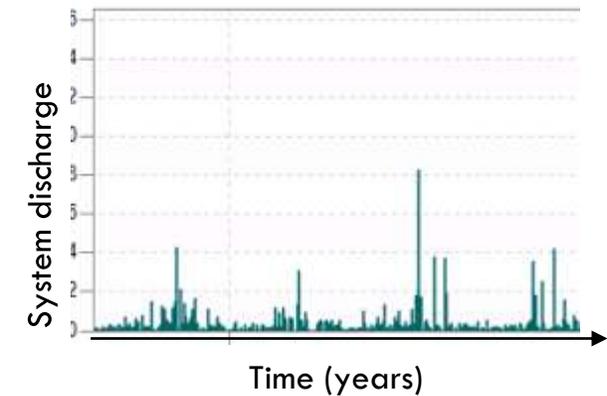
Modifier la conception  
des systèmes de  
drainage urbain



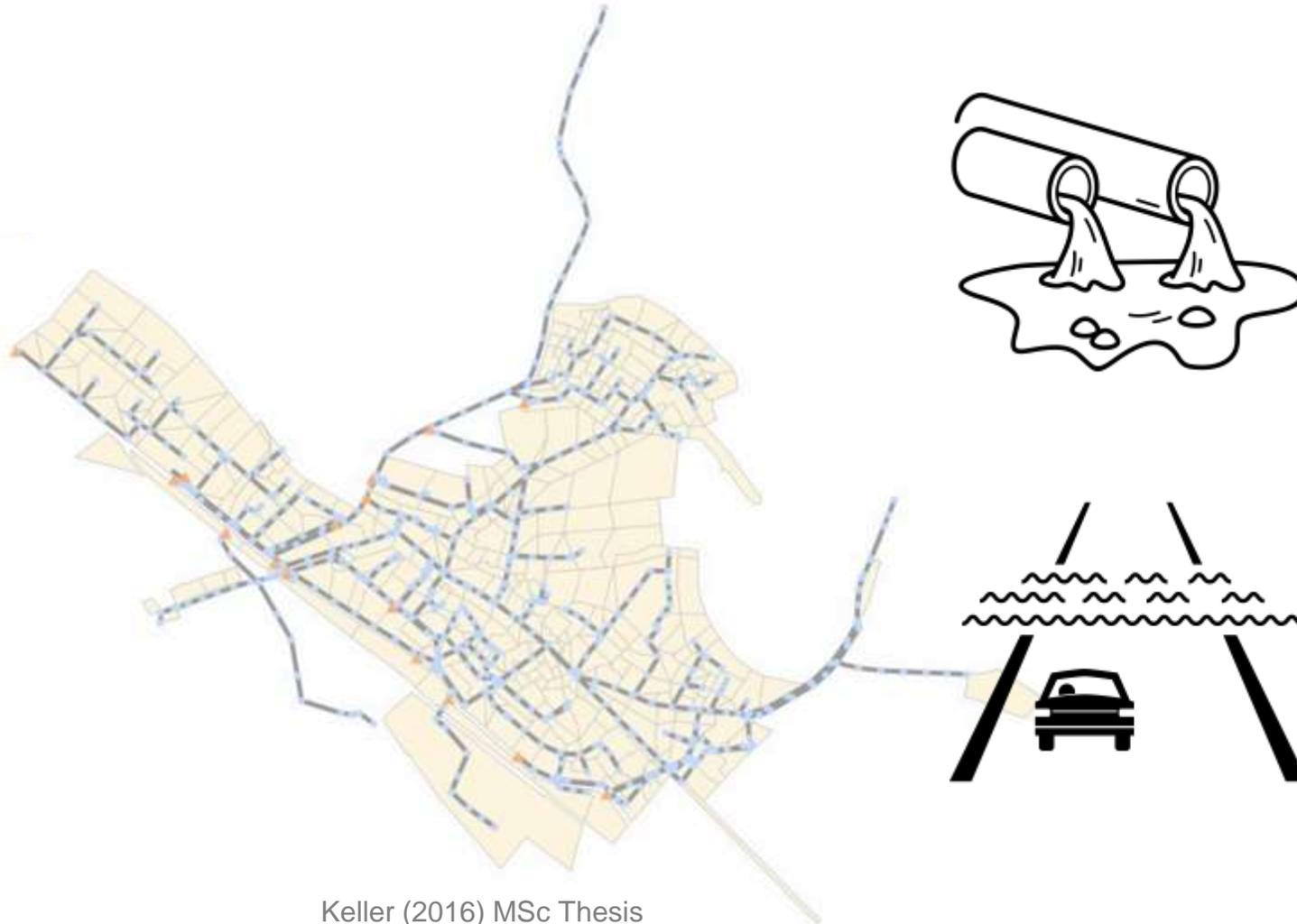
Adopter les infrastructures  
bleu-vertes



Suivre la performance  
au fil du temps



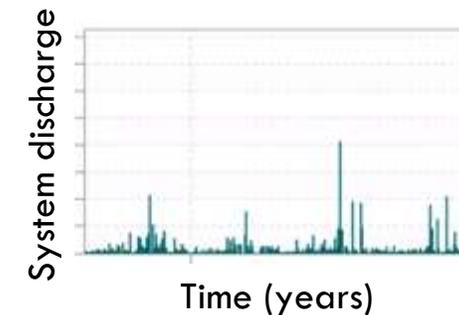
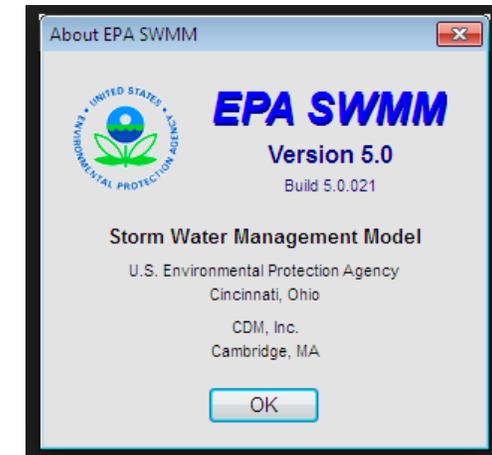
# Il faut d'abord définir les objectifs de performance



Fréquence ou volume de débordement

Fréquence ou sévérité des inondations

# Les capteurs, la simulation et l'inspection sont des moyens de suivre la performance



# Messages à retenir

1. Nos infrastructures doivent être **adaptées** pour **accroître la résilience** au changement climatique
2. La première ligne de défense consiste à **modifier nos conceptions** pour tenir compte des **changements futurs**
3. Compte tenu de la variabilité et de l'incertitude, il est essentiel de disposer de **l'infrastructure "bleu-verte"** et de **suivre les performances** au fil du temps



# Remerciements et financement



FONDS NATIONAL SUISSE  
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Post-doctoral Fellowship  
Département Gestion des Eaux Urbaines



**Lauren M. Cook**

Group Leader

Gestion des eaux urbaines

Lauren.Cook@eawag.ch

**NCAR**



**NA-CORDEX**



Coordinated Downscaling Experiment - European Domain

**EURO-CORDEX**