



## Réduire l'impact des fortes précipitations avec une infrastructure bleue-verte

10 octobre 2024 | Isabel Plana

Catégories: Changement climatique & Énergie | Eaux usées

**En cas de fortes pluies en effet, le réseau des canalisations est souvent surchargé et des eaux usées non traitées sont déviées vers les cours d'eau. Des modélisations de chercheuses et chercheurs de l'Eawag ont montré que le volume de tels débordements d'eaux mixtes pourrait plus que tripler avec le changement climatique. Ils montrent également que la combinaison d'infrastructures bleues-vertes telles que les puits de ruissellement, les étangs de retenue et les revêtements absorbants, permettrait d'empêcher une telle augmentation.**

Plus de la moitié du réseau suisse de canalisations est composée de conduites qui collectent non seulement les eaux usées mais aussi l'eau de pluie qui s'écoule des surfaces imperméabilisées comme les routes et des toits. Cela pose un problème lorsque la pluie est intense: les capacités des canalisations et des stations d'épuration arrivent à saturation et l'eau mixte non traitée doit être redirigée vers les cours d'eau. Cela affecte la qualité de l'eau et pollue les écosystèmes des rivières. Pour éviter le débordement des eaux de pluie et des eaux usées domestiques, il faut empêcher que trop d'eau de pluie s'écoule dans les canalisations en cas de fortes précipitations.

En plus de l'infrastructure «grise» – comme les bassins de rétention des eaux mixtes ou les réservoirs d'eau souterrains – il existe toute une série d'infrastructures bleues-vertes (IBV) permettant à l'eau de pluie de s'infiltrer dans le sol ou d'être stockée temporairement. Les toits végétalisés, les puits de ruissellement végétalisés, les revêtements absorbants ou les étangs en font notamment partie. «Ce potentiel est connu depuis longtemps», déclare Lauren Cook, responsable de groupe à l'Institut de recherche sur l'eau Eawag. «Mais on ne savait pas encore comment se modifierait la pertinence des IBV dans un climat avec des précipitations plus fortes et plus fréquentes et quelle combinaison d'éléments IBV pourrait réduire le plus efficacement possible les débordements d'eaux mixtes dans

ces conditions.» C'est la question qu'elle a étudiée plus en détail avec son équipe.



Un débordement caractéristique d'eaux mixtes à cause duquel l'eau de pluie et les eaux usées domestiques doivent être déversées dans un cours d'eau pour désengorger les canalisations (Photo: Centre Écotox).

### **Davantage de fortes précipitations, davantage de débordements d'eaux mixtes**

Dans une première étude, les chercheuses et chercheurs ont modélisé comment pourrait évoluer le débordement d'eaux mixtes dans la commune zurichoise de Fehraltorf pour six scénarios climatiques différents. «À Fehraltorf, l'Eawag et l'ETH Zurich exploitent ensemble un laboratoire de terrain pour la recherche sur les eaux usées – le réseau de canalisations est équipé de plus de 300 capteurs», explique Giovan Battista Cavadini, doctorant dans le groupe de recherche de Lauren Cook. «Avec les données de mesure qui remontent à huit ans, nous avons pu calibrer notre modèle de sorte à obtenir une forte fiabilité pour les futurs scénarios de débordement des eaux mixtes.» La modélisation a montré que le volume du débordement des eaux mixtes pourrait augmenter dès 2085 de 150 à 250 pour cent en fonction du scénario climatique. «Dans une autre simulation, nous avons pu montrer que le réseau de canalisations serait moins surchargé s'il y avait dans le bassin versant autant de toits végétalisés, de puits de ruissellement ou de revêtements absorbants que possible», explique G. B. Cavadini. Les toits végétalisés sont les plus efficaces, à condition que l'écoulement soit dirigé vers une surface permettant l'infiltration.

### **Les infrastructures bleues-vertes combinées pourraient empêcher la hausse de volume**

Étant donné que dans la pratique on n'utilise pas qu'un seul élément IBV, les chercheurs ont modélisé dans une seconde étude l'effet qu'auraient 15 combinaisons IBV différentes sur le

débordement d'eaux mixtes dans un climat à venir. Les étangs ont été pris en compte en plus des toits végétalisés, des puits de ruissellement et des revêtements absorbants.

Les meilleurs résultats sont obtenus en combinant les puits de ruissellement avec les revêtements absorbants, les étangs ou les deux. Dans chacun des quatre modèles climatiques analysés, ces combinaisons empêchent à la fois une augmentation du volume et de la fréquence des débordements d'eaux mixtes: et ce, même si seulement un quart de la surface potentielle est équipée de ces éléments. Les autres combinaisons IBV étudiées pourraient au minimum ralentir l'augmentation de volume.

«Notre modélisation souligne l'importance de l'infrastructure bleue-verte pour préparer la gestion des eaux usées au changement climatique», constate G. B. Cavadini. «Chaque élément IBV a ses atouts: en cas de pluie continue et régulière, les puits de ruissellement sont efficaces car ils peuvent recueillir de l'eau sur une longue période; en revanche, les étangs sont utiles lors de fortes précipitations, car ils peuvent accueillir rapidement de grandes masses d'eau.»

«Notre modélisation souligne l'importance d'une infrastructure bleue-verte variée pour préparer la gestion des eaux usées au changement climatique.»

Giovan Battista Cavadini

### **Plus économique que l'infrastructure grise**

Les chercheurs ne se sont pas uniquement intéressés à l'utilité, ils ont aussi étudié les coûts d'une IBV combinée. En tenant compte des coûts d'installation, d'exploitation et de maintenance, ils ont calculé combien cela coûtera, dans un contexte climatique à venir, d'empêcher le débordement d'un mètre cube d'eaux mixtes. Un tiers des combinaisons IBV étudiées – dont celles qui empêchent totalement l'augmentation du débordement d'eaux mixtes – est plus économique qu'un bassin de rétention des eaux mixtes conventionnel. «Et ce, sans tenir compte du fait que l'infrastructure bleue-verte est multifonctionnelle», précise Lauren Cook. «Pour le même prix, elle ne se contente pas de recueillir l'eau de pluie, mais réduit simultanément la chaleur et favorise la biodiversité dans l'espace urbain.»

### **La modélisation comme outil décisionnel pour le drainage urbain**

Même si les résultats des modélisations ne s'appliquent qu'à Fehraltorf et sont difficilement transférables à l'échelle nationale, cette méthode a permis aux chercheuses et chercheurs de poser un jalon important pour la planification. «Notre méthode peut servir d'outil décisionnel dans la pratique afin d'évaluer combien et quels types d'infrastructures bleues-vertes seront nécessaires pour réduire le débordement d'eaux mixtes dans un bassin versant donné», explique G. B. Cavadini.

Et L. Cook d'ajouter: «Notre travail de recherche montre combien il est important, dans le cadre du drainage urbain, de travailler avec des scénarios climatiques plutôt qu'avec des données climatiques actuelles. En effet, avec un climat tendant à davantage de fortes précipitations, l'effet et la rentabilité de l'infrastructure bleue-verte seront beaucoup plus importants qu'aujourd'hui. Il est grand temps de repenser le drainage urbain et d'utiliser à



```

type{color:#569CD6;padding-right:4px}.extbase-debugger-center .extbase-debug-
unregistered{background-color:#dce1e8}.extbase-debugger-center .extbase-debug-
filtered,.extbase-debugger-center .extbase-debug-proxy,.extbase-debugger-center .extbase-
debug-ptype,.extbase-debugger-center .extbase-debug-visibility,.extbase-debugger-center
.extbase-debug-scope{color:#fff;font-size:10px;line-height:12px;padding:2px 4px;margin-
right:2px;position:relative;top:-1px}.extbase-debugger-center .extbase-debug-
scope{background-color:#497AA2}.extbase-debugger-center .extbase-debug-
ptype{background-color:#698747}.extbase-debugger-center .extbase-debug-
visibility{background-color:#698747}.extbase-debugger-center .extbase-debug-
dirty{background-color:#FFFFFFB6}.extbase-debugger-center .extbase-debug-
filtered{background-color:#4F4F4F}.extbase-debugger-center .extbase-debug-seeabove{text-
decoration:none;font-style:italic}.extbase-debugger-center .extbase-debug-
property{color:#f1f1f1}.extbase-debugger-center .extbase-debug-
closure{color:#9BA223;}Extbase Variable Dumparray(3 items) publications =>
'33227,32538,33404' (17 chars) libraryUrl => '' (0 chars) layout => '0' (1 chars) Extbase
Variable Dumparray(3 items) 0 =>
Snowflake\Publications\Domain\Model\Publicationprototypepersistent entity (uid=33227,
pid=124) originalId => protected33227 (integer) authors =>
protected'Cavadini,&nbsp;G.&nbsp;&nbsp;B.; Rodriguez,&nbsp;M.; Nguyen,&nbsp;T.; Cook,&nbsp;L
.&nbsp;M.' (85 chars) title => protected'Can blue-green infrastructure counteract the
effects of climate change on co
mbined sewer overflows? Study of a swiss catchment' (126 chars) journal =>
protected'Environmental Research Letters' (30 chars) year => protected2024 (integer) volume
=> protected19 (integer) issue => protected'9' (1 chars) startpage => protected'094025 (12
pp.)' (15 chars) otherpage => protected'' (0 chars) categories => protected'sustainable urban
drainage systems; combined sewer systems; climate change a
daptation; SWMM; stormwater management; climate models; convection-permittin
g models' (160 chars) description => protected'Combined sewer overflows (CSOs), the
discharge of untreated sewage mixed wit
h stormwater into surface waters, are expected to increase under climate cha
nge as a result of more extreme rainfall. Blue-green infrastructure (BGI), s
uch as bioretention cells and porous pavements, can help to reduce the amoun
t of stormwater entering combined sewer systems, thus reducing CSO discharge
. However, our understanding of the potential for BGI to mitigate CSOs in a
future climate is still lacking, as performance is typically evaluated for i
ndividual BGI elements with fixed implementation areas under historical clim
ate conditions or limited future scenarios. In response, this study investig
ates the performance of 30 combinations of BGI elements and implementation r
ates to prevent increases in CSOs under a range of future climate scenarios
in an urban catchment near Zurich, Switzerland. Median total annual rainfall
, projected to increase by as much as 46%, could double the median annual CS
O volume and increase median annual CSO frequency by up to 52%. Four BGI com
binations that include bioretention cells show the most promise to prevent i
ncreases in CSO volume and frequency in a future climate; and given the dive
rse responses of BGI elements to distinct rainfall patterns, their combinati
ons can enhance CSO discharge reduction across varying climate patterns. BGI
is also likely to become more cost-effective under future climatic conditio
ns as projected increases in total rainfall led to larger CSO volume reducti

```

ons obtained through BGI. However, there is a trade-off between robustness to climate change and cost-effectiveness, since CSO volume reduction capacity scales with BGI implementation rate but cost-effectiveness declines. Our study illustrates the effectiveness of various BGI combinations to prevent increases in CSOs in a future climate, calling for a range of BGI elements and implementation areas to be considered for urban drainage adaptation.' (1968 chars) serialnumber => protected'1748-9326' (9 chars) doi => protected'10.1088/1748-9326/ad6462' (24 chars) uid => protected33227 (integer) \_localizedUid => protected33227 (integer)modified \_languageUid => protectedNULL \_versionedUid => protected33227 (integer)modified pid => protected124 (integer) 1 => Snowflake\Publications\Domain\Model\Publicationprototypepersistent entity (uid=32538, pid=124) originalId => protected32538 (integer) authors => protected'Rodriguez,&nbsp;M.; Fu,&nbsp;G.; Butler,&nbsp;D.; Yuan,&nbsp;Z.; Cook,&nbsp;L.' (78 chars) title => protected'The effect of green infrastructure on resilience performance in combined sewer systems under climate change' (107 chars) journal => protected'Journal of Environmental Management' (35 chars) year => protected2024 (integer) volume => protected353 (integer) issue => protected" (0 chars) startpage => protected'120229 (12 pp.)' (15 chars) otherpage => protected" (0 chars) categories => protected'climate change; combined sewer overflow; global resilience analysis; resilience; top-down approach' (98 chars) description => protected'Climate change is currently reshaping precipitation patterns, intensifying extremes, and altering runoff dynamics. Particularly susceptible to these impacts are combined sewer systems (CSS), which convey both stormwater and wastewater and can lead to combined sewer overflow (CSO) discharges during heavy rainfall. Green infrastructure (GI) can help mitigate these discharges and enhance system resilience under historical conditions; however, the quantification of its effect on resilience in a future climate remains unknown in the literature. This study employs a modified Global Resilience Analysis (GRA) framework for continuous simulation to quantify the impact of climate change on CSS resilience, particularly CSOs. The study assesses the efficacy of GI interventions (green roofs, permeable pavements, and bioretention cells) under diverse future rainfall scenarios based on EURO-CORDEX regional climate models (2085–2099) and three Representative Concentration Pathways (2.6, 4.5, 8.5 W/m<sup>2</sup>). The findings underscore a general decline in resilience indices across the future rainfall scenarios considered. Notably, the total yearly CSO discharge volume increases by a range of 145 % to 256 % in response to different rainfall scenarios. While GI proves effective in increasing resilience, it falls short of offsetting the impacts of climate change. Among the GI options assessed, green roofs routed to pervious areas exhibit the highest adaptive capacity, ranging from 9 % to 22 % at a system level, followed by permeable pavements with an adaptation capacity between 7 and 13 %. By linking the effects of future rainfall scenarios on CSO performance, this study contributes to understanding GI's potential as a strategic tool for enhancing urban resilience.' (1780 chars) serialnumber => protected'0301-4797' (9 chars) doi => protected'10.1016/j.jenvman.2024.120229' (29 chars) uid => protected32538 (integer) \_localizedUid => protected32538 (integer)modified \_languageUid => protectedNULL \_versionedUid => protected32538 (integer)modified pid => protected124 (integer) 2 =>

Snowflake\Publications\Domain\Model\Publicationprototypepersistent entity (uid=33404, pid=124) originalId => protected33404 (integer) authors => protected'Cavadini,&nbsp;G.&nbsp;B.; Mutzner,&nbsp;L.; Cook,&nbsp;L.; Rodriguez,&nbsp;M.; Poggioli,&nbsp;M.' (97 chars) title => protected'BGI reduzieren Gewässerbelastung. Modellstudien zu Entlastungen und Wasserqualität sowie Auswirkungen des Klimawandels' (120 chars) journal => protected'Aqua & Gas' (10 chars) year => protected2024 (integer) volume => protected104 (integer) issue => protected'10' (2 chars) startpage => protected'46' (2 chars) otherpage => protected'52' (2 chars) categories => protected" (0 chars) description => protected'Indem blau-grüne Infrastrukturen die Mischwasserentlastungen reduzieren, werden auch die Einträge von Mikroverunreinigungen verkleinert. Besonders Ver-

warten. Blau-grüne Infrastrukturen können daher einen wichtigen Beitrag leisten, um unerwünschte Effekte zu vermeiden oder zu reduzieren.' (444 chars) serialnumber => protected'2235-5197' (9 chars) doi => protected" (0 chars) uid => protected33404 (integer) \_localizedUid => protected33404 (integer)modified \_languageUid => protectedNULL \_versionedUid => protected33404 (integer)modified pid => protected124 (integer) Cavadini, G. B.; Rodriguez, M.; Nguyen, T.; Cook, L. M. (2024) Can blue-green infrastructure counteract the effects of climate change on combined sewer overflows? Study of a swiss catchment, *Environmental Research Letters*, 19(9), 094025 (12 pp.), [doi:10.1088/1748-9326/ad6462](https://doi.org/10.1088/1748-9326/ad6462), [Institutional Repository](#) Rodriguez, M.; Fu, G.; Butler, D.; Yuan, Z.; Cook, L. (2024) The effect of green infrastructure on resilience performance in combined sewer systems under climate change, *Journal of Environmental Management*, 353, 120229 (12 pp.), [doi:10.1016/j.jenvman.2024.120229](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.120229), [Institutional Repository](#) Cavadini, G. B.; Mutzner, L.; Cook, L.; Rodriguez, M.; Poggioli, M. (2024) BGI reduzieren Gewässerbelastung. Modellstudien zu Entlastungen und Wasserqualität sowie Auswirkungen des Klimawandels, *Aqua & Gas*, 104(10), 46-52, [Institutional Repository](#)

### Financement / Coopération

Eawag EPF Zurich Swiss National Supercomputing Centre University of Exeter University of Queensland City University of Hong Kong Fonds national suisse

## Documents

[Article sur le sujet dans le magazine Aqua und Gas \(en allemand\) \[pdf, 2 MB\]](#)

## Links

Les villes intelligentes misent sur les infrastructures vertes et bleues: article dans l' InfEau Magazine

Projets de ville éponge pour se protéger contre les débordements d'eaux mixtes: information de l'Association suisse des professionnels de la protection des eaux

Groupe de recherche «Design bleu-vert multifonctionnel»

## Contact



**Lauren Cook**

Chef de Groupe

Tel. +41 58 765 5474

[lauren.cook@eawag.ch](mailto:lauren.cook@eawag.ch)



**Annette Ryser**

Rédactrice scientifique

Tel. +41 58 765 6711

[annette.ryser@eawag.ch](mailto:annette.ryser@eawag.ch)

<https://www.eawag.ch/fr/portail/dinfo/actualites/news-archives/detail-de-larchive/reduire-limpact-des-fortes-precipitations-avec-une-infrastructure-bleue-verte>