



HAL
open science

Élaboration d'un Plan de Gestion des Eaux Durable - Exemple d'application pour le campus de l'EPFL

Jeanne Estienne, Luca Rossi, Giovanni De Cesare

► To cite this version:

Jeanne Estienne, Luca Rossi, Giovanni De Cesare. Élaboration d'un Plan de Gestion des Eaux Durable - Exemple d'application pour le campus de l'EPFL. Novatech 2023, Jul 2023, Lyon, France. <hal-04166213>

HAL Id: hal-04166213

<https://hal.science/hal-04166213v1>

Submitted on 19 Jul 2023

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.



HAL Authorization

Élaboration d'un Plan de Gestion des Eaux Durable - Exemple d'application pour le campus de l'EPFL

Development of a Sustainable Water Management Plan - Application Example for the EPFL Campus

Jeanne Estienne, Luca Rossi, Giovanni De Cesare

EPFL

jeanne.estienne@gmail.com, luca.rossi@epfl.ch, giovanni.decesare@epfl.ch

RÉSUMÉ

L'École Polytechnique Fédérale de Lausanne EPFL a connu une rapide expansion au cours des 50 dernières années, pour devenir un campus accueillant aujourd'hui 17'000 personnes. Ce campus est extrêmement dense, complexe et urbanisé avec peu d'espaces verts et bleus. Il se confronte à plusieurs problématiques liées au changement climatique comme les îlots de chaleurs urbaines, la diminution de la biodiversité, le risque d'inondation, etc. L'objectif est de réintégrer l'eau sur le campus en développant sa gestion intégrée. Cela se base sur une gestion standardisée des données liées à l'eau pour l'EPFL. La création d'un modèle hydrologique avec le logiciel RS URBAN basé sur ces données permet de mettre en place une gestion globale et durable des eaux sur la base de plusieurs scénarios de désimperméabilisation et de réutilisation de l'eau. Une vision novatrice de gestion et de valorisation des eaux de type "Sponge City" au niveau du site de l'EPFL est ainsi promue. Ces résultats permettent non seulement une meilleure gestion des flux d'eau, mais également d'améliorer la qualité de vie sur le campus, d'éduquer et de sensibiliser la communauté sur les enjeux de la gestion des eaux.

ABSTRACT

The Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne EPFL has expanded rapidly over the past 50 years, becoming a campus with 17,000 people. This campus is extremely dense, complex and urbanised with little green and blue areas. It faces several issues related to climate change such as urban heat islands, biodiversity loss, flood risk, etc. The objective is to reintegrate water into the campus by developing integrated water management. This is based on standardized management of water-related data for EPFL. The creation of a hydrological model using RS URBAN software package based on these data allows for a global and sustainable management of water based on several scenarios of de-silting and reuse of water. An innovative vision of water management and recovery of the "Sponge City" type on EPFL site is thus promoted. These results not only allow for a better management of water fluxes, but also improve the quality of life on campus, educate and raise awareness of water management issues in the community.

MOTS CLÉS

Changement climatique, démonstrateur, modèle hydrologique, plan de gestion des eaux, sponge city.

1 INTRODUCTION

L'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) est une université technique suisse, spécialisée dans le domaine de la science et de la technologie. Chaque année, de plus en plus d'étudiants (2'000 en 1980, 13'000 en 2022) viennent étudier à l'EPFL. De nouvelles constructions ou rénovations sont déjà planifiées pour les prochaines années (surface actuelle : 64 ha) afin de combler le manque d'infrastructures. Ce développement urbanistique n'est pas sans conséquences sur les milieux aquatiques environnants (rivière la Sorge, Lac Léman). Le changement climatique va également accentuer les effets d'îlots de chaleur sur le site.

L'eau est un élément clé du site de l'EPFL : à la fin des années 70 déjà une première centrale thermique pour refroidir le campus a été installée. Cette centrale permet au campus de se chauffer, de se refroidir intégralement avec l'eau du Lac Léman, pompée à une température constante de 7°C et en exploitant la chaleur dégagée par le centre de données de l'EPFL. Renouvelée en 2021, cette centrale alimentée par l'eau du lac couvre 54% des besoins totaux en énergie thermique du campus (EPFL-Mediacom, 2022).

Depuis quelques années, de nombreuses initiatives se mettent en place pour façonner un campus plus durable. Parmi ces mesures, citons par exemple un changement de la politique de restauration des cafétérias, l'introduction sous peu d'un cours obligatoire pour tous les étudiants sur le thème de la durabilité, etc. La création d'un poste au sein de la Direction, consacré à la transformation responsable en 2021, a permis de faciliter, multiplier et améliorer la vitesse d'implémentation des initiatives, ainsi que d'augmenter le budget dédié (EPFL-VPT, 2022). Cependant la thématique de l'eau, en dehors de l'aspect énergétique, n'a été jusqu'à aujourd'hui que peu considérée.

En tant qu'institution de formation, l'EPFL a un devoir d'exemplarité en termes de gestion des eaux. L'objectif ici est donc d'analyser le système de gestion des eaux actuel de l'EPFL, proposer un outil de gestion global et intégré des eaux, proposer différentes solutions de gestion des eaux adaptées au changement climatique (approche de type "Sponge City") et sensibiliser, par le biais de mesures concrètes, les étudiants et le personnel de l'EPFL à l'importance de l'eau dans le milieu bâti. Tout cela, à l'image de ce qui a été fait sur le campus de l'INSA - LyonTech-La Doua - à Lyon (Cellule Développement durable, s.d.). La valorisation du réseau thermique existant pour d'autres fonctionnalités de gestion des eaux est également un enjeu.

2 METHODOLOGIE

La méthodologie proposée repose sur différents outils standardisés au niveau helvétique. En premier lieu, un Plan Général d'Evacuation des Eaux (PGEE) est développé sur le campus. Ce plan est obligatoire pour toutes les communes en Suisse (art. 5 OEaux (Fedlex, 2021)). Appliqué à l'EPFL, il permet une interopérabilité avec les PGEE des communes avoisinantes. Organisé en différentes phases selon des recommandations professionnelles (VSA, s.d.), le PGEE comprend une phase diagnostic, une phase concept et une dernière phase de mise en œuvre. La phase diagnostic analyse, par le biais de différents rapports d'état, toutes les données en lien avec l'infrastructure de gestion des eaux (cadastre des canalisations, état fonctionnel, capacité des réseaux, eaux claires parasites, ...) mais également les impacts des rejets sur les milieux récepteurs (VSA, 2022) et la gestion financière de l'infrastructure (VSA, 2019). La capacité d'infiltration des eaux pluviales sur le territoire analysé fait partie obligatoire de cette phase. La structuration de l'ensemble de ces données dans un format uniforme est encouragée par les autorités. Ainsi, le format standard de données VSA-SDEE, basé sur le logiciel Open Source QGIS est utilisée (VSA, 2020).

Dans la phase concept, une modélisation intégrée bassin-versant-milieu récepteur est mise en œuvre pour simuler l'état actuel des rejets dans le milieu récepteur et les impacts potentiels de ceux-ci. Le logiciel de modélisation hydrologique RS-URBAN est utilisé dans notre cas (Jordan, 2015). Ce modèle permet de comparer différents scénarios de gestion des eaux. Un des points de déversement du campus dans la rivière de la Sorge a été équipé d'une sonde de mesure de débits permettant dans un premier temps de caler et valider le modèle, puis à long terme de contrôler l'effet des mesures mises en place. Le même modèle est utilisé pour simuler le comportement du bassin versant du cours d'eau en amont du rejet. RS-URBAN contient également des outils de gestion en temps réel et de prévision des crues et se décline sur une plateforme Web à vocation éducative.

Finalement la phase de mise en œuvre du PGEE permet de tester différentes options de désimperméabilisation du campus, de réutilisation des eaux, de gestion intégrée, d'approche de type Sponge City, etc. Différents scénarios sont testés et analysés dans cette étude.

En plus du PGEE, qui tient compte de précipitations de faible temps de retour (max 10 ans), la carte de l'aléa de ruissellement pour les événements climatiques à temps de retour élevé (>100 ans (OFEV, 2018)) est analysée en détail. Cette carte illustre les zones du territoire potentiellement menacées par le ruissellement de surface ainsi que les différentes hauteurs d'eau qui sont à craindre.

3 RESULTATS

Les résultats de la phase diagnostic du campus montrent que les données liées à la gestion des eaux sont dispersées sous forme hétéroclites, dans différents formats informatiques. Certaines informations clés (par exemple altimétrie des canalisations) sont absentes des bases de données consultées. Il n'existe pas de centralisation des données liées à l'eau. Par exemple, les données récoltées sur les niveaux de la nappe phréatique lors des constructions des bâtiments, de même que sur les caractéristiques pédologiques n'ont pas été systématiquement renseignées. Sans cette information le potentiel d'infiltration des eaux sur le site est inconnu et de nouvelles investigations sont nécessaires. Cette situation est analogue à celle rencontrées dans plusieurs communes helvétiques. L'EPFL souhaite numériser l'ensemble de ses infrastructures en format BIM, cependant ce travail de longue durée ne se focalise pas spécifiquement sur la question de la gestion des eaux. La première synthèse de la phase diagnostic montre que le recours à une structure de données standardisées, telle que celle préconisées en Suisse (VSA-DSS) peut faciliter la gestion des infrastructures en lien avec l'eau sur le campus. Des outils de contrôle de cohérence des informations (Check des données) sont disponibles, dans la mesure où les données sont structurées dans ce format standard. Les exportations vers des logiciels de simulations sont en outre facilitées. Ce premier résultat sur l'analyse des données démontre l'importance de celles-ci et le besoin de les valoriser par le biais d'outils professionnels.

Sur la base des données analysées sur le campus, une subdivision du site en différents sous-bassins a été réalisée. Chaque sous-bassin versant est lui-même divisé en surfaces perméables, surfaces de toiture, surfaces imperméables. De cette manière, les actions potentielles à prendre (infiltration, rétention, noues paysagères) peuvent être rapidement prises en compte dans le modèle basé sur ce découpage.

En termes de modélisation (phase II du PGEE), des résultats préliminaires montrent une bonne adéquation entre le modèle et les premières mesures effectuées sur un point de rejet de l'EPFL dans la Sorge (Figure 1). Des séries de mesures plus importantes sont encore nécessaires pour valider ces résultats. Le débit de base illustré (en jaune) correspond aux rejets de l'eau du lac pompée et valorisée thermiquement sur le site. Les données de consommation en eau du lac sont disponibles pour chaque bâtiment. Cependant, les compteurs sont de type différent et enregistrent les données à des pas de temps variables. Un travail de filtrage conséquent est nécessaire avant de pouvoir injecter ces données comme valeurs d'entrée dans le modèle hydrodynamique RS URBAN.

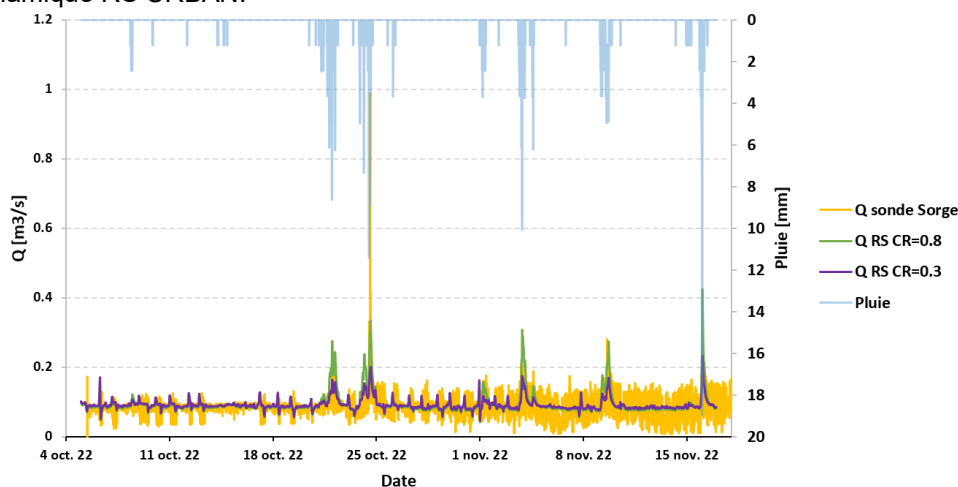


Figure 1 – Graphique des débits sur la période du 5 octobre 2022 au 17 octobre 2022. En jaune le débit observé à l'une des sorties de la Sorge, en vert le débit modélisé (situation actuelle), en violet le débit modélisé futur avec scénarios de désimpermeabilisation en bleu la pluie.

3.1 Scénarios futurs

Sur la base du modèle calé, différents scénarios de gestion des eaux sont considérés. Trois exemples sont analysés ici : i) limitation des îlots de chaleur en ayant recours à une infrastructure bleu-verte, ii) désimpermeabilisation du campus, iii) réutilisation des eaux pour les chasses d'eau des toilettes. Dans un premier temps, l'identification des îlots de chaleur urbains permet de sélectionner les zones pour lesquelles la ressource "eau" pourrait jouer un rôle clé. L'analyse de la carte des températures montre les zones du campus les plus sujettes à créer un îlot de chaleur. Sans surprise, les zones relativement anciennes avec beaucoup de végétation sont moins soumises à cette problématique (résultats non illustrés ici).

Plusieurs surfaces sont totalement imperméabilisées et les rendre plus perméables permettrait d'augmenter le confort des usagers. Différents essais avec plusieurs types de revêtements sont testés : parking en pavé gazon, route en asphalte poreux, route piétonne en gravier, route en béton standard mais avec un déversement direct des eaux de ruissellement dans des infrastructures vertes ainsi que le développement de toitures végétalisées. Le coefficient de ruissellement global du site passe dans ce scénario d'une valeur de 0.8 à 0.3 (Figure 2).



Figure 2 - Carte du campus de l'EPFL à Ecublens selon le coefficient de ruissellement actuel du site (CR = 0.8) réalisé sur QGIS.

Parmi les scénarios futurs de gestion des eaux, la réutilisation de l'eau pour les toilettes est une hypothèse particulièrement intéressante. Les toilettes sont une source de consommation importante d'eau potable à l'EPFL (115'000 m³/an sur un total de 140'000 m³/an). L'utilisation de l'eau du lac, valorisée par les échangeurs thermiques, a été envisagée dans un premier temps. Malheureusement, avec la prolifération de la moule Quagga dans les eaux du lac, cette variante doit être abandonnée (des traitements de l'eau brute avec du chlore par exemple sont interdits par la législation du Canton de Vaud).

L'installation à l'EPFL de toilettes à faible consommation alimentées par des eaux pluviales est proposée dans le cas d'un remplacement des sanitaires. Des scénarios sont analysés pour trouver un optimum de mise en œuvre. Les calculs prennent en compte le taux de remplacement, la localisation des toilettes sur le campus, l'utilisation des toilettes, le potentiel de stockage des eaux pluviales, les volumes de rétentions nécessaires, la faisabilité technique et financière, l'acceptation par les utilisateurs, etc.

Les lieux d'installation de ces toilettes, ainsi que les emplacements de récolte de l'eau des toitures ont été identifiés. Les résultats montrent que deux bassins de rétention d'une surface de 850 et respectivement 1'040 m², avec un marnage de 0.5 m sont nécessaires pour subvenir au besoin d'un des bâtiments centraux fortement occupé par les étudiants. Ces bassins auront une vocation multiple, participant également à limiter les effets des îlots de chaleur, augmenter la biodiversité sur le site mais également agissant comme facteur de qualité urbaine pour le campus.

La problématique de l'énergie étant de plus en plus complexe, une nouvelle boucle de recirculation de l'eau du lac est envisagée, afin d'optimiser encore plus les rendements des échangeurs de chaleur de la centrale de chauffe du campus. Une analyse plus complète est encore nécessaire pour voir dans quelle mesure cette eau ne pourrait pas également alimenter les deux réservoirs prévus pour les eaux de ruissellement, surtout pour les périodes de sécheresse. Des solutions de lutte plus naturelles contre la moule Quagga sont cependant encore à développer.

4 CONCLUSION

Les premiers résultats obtenus montrent qu'il est tout à fait possible de mettre en place une gestion globale et durable des eaux sur le site de l'EPFL ainsi que de développer une vision novatrice de gestion et de valorisation des eaux de type "Sponge City". De plus, la multifonctionnalité de l'eau à travers les différentes réalisations proposées offre un potentiel important de faire du campus un démonstrateur ainsi que de sensibiliser la communauté de l'EPFL.

BIBLIOGRAPHIE

- Cellule Développement durable. (s.d.). *Eco-campus démonstrateur LyonTech-la Doua*. Récupéré sur INSA: <https://www.insa-lyon.fr/fr/eco-campus-demonstrateur-lyontech-doua>
- EPFL-Mediacom. (2022, Septembre 8). *L'EPFL fait un pas de plus vers la neutralité carbone*. Récupéré sur EPFL: <https://actu.epfl.ch/news/l-epfl-fait-un-pas-de-plus-vers-la-neutralite-ca-2/>
- EPFL-VPT. (2022). *Vice-présidence pour la transformation responsable (VPT)*. Récupéré sur EPFL: <https://www.epfl.ch/about/vice-presidencies/fr/vice-presidence-pour-la-transformation-responsable-vpt/>
- Fedlex. (2021). *Ordonnance sur la protection des eaux*.
- Jordan, F. (2015). *Routing System Rainfall-runoff Modelling*. Lausanne.
- OFEV. (2018). *Carte de l'aléa ruissellement*.
- VSA. (2019). *Financement durable de l'assainissement des eaux usées - guide et modèle de planification*. Récupéré sur Association suisse des professionnels de la protection des eaux: <https://vsa.ch/fr/M%C3%A9diath%C3%A8que/financement-durable-de-l-assainissement-des-eaux-usees/>
- VSA. (2020). *Plateforme Wiki*. Récupéré sur Association suisse des professionnels de la protection des eaux: <https://vsa.ch/fr/M%C3%A9diath%C3%A8que/plateforme-wiki-vsa-dss-datachecker-pgee-guide-licence-individuelle/>
- VSA. (2022). *Gestion des eaux urbaines par temps de pluie - Module G*.
- VSA. (s.d.). *Le PGEE comme planification stratégique*. Récupéré sur Association suisse des professionnels de la protection des eaux : <https://vsa.ch/fr/fachbereiche-cc/assainissement-urbain/pgee-plan-general-devacuation-des-eaux/>