



Université
de Rennes

RAPPORT DE PROJET

RÉCUPÉRATION
DES EAUX
PLUVIALES :
EXEMPLE DU
CAMPUS DE
BEAULIEU



BENARD Quentin
CAIL Florane
GUERIN Théo

MASTER HYDRO3
SEMESTRE 1

Table des matières

I.Remerciements.....	4
II.Introduction : Historique de la gestion des eaux pluviales	5
III.Les grandes écoles en matière de gestion des eaux pluviales urbaines	6
A.Infiltration	6
B.Stockage / réemploi	6
C.Stockage / régulation	7
IV.Présentation du cas d'étude : le campus de Beaulieu	7
V.Analyse de la pluviométrie	9
VI.Matériel et méthode.....	11
VII.Présentation des résultats.....	12
VIII.Interprétation des résultats	14
IX.Précautions à prendre	15
A.Disconnecteurs.....	15
B.Collecteurs filtrants	15
C.Gestion du trop-plein	15
D.Choix de la cuve et de son emplacement	15
X.Projections : changement climatique.....	16
XI.Conclusion	17
XII.Références.....	18

Table des figures

<u>Figure 1 : Usages autorisés d'utilisation des eaux pluviales</u>	6
<u>Figure 2 : Carte du campus de Beaulieu représentant les surfaces imperméabilisées (bâtiments et parkings)</u>	8
<u>Figure 3 : Evolution du prix de la facture d'eau du campus de Beaulieu et tarif du m³ (2019-2023)</u>	8
<u>Figure 4 : Projection de l'évolution des précipitations annuelles (à gauche) et estivales (à droite), 2071-2100 (source : EEA)</u>	9
<u>Figure 5 : Pluviométrie annuelle à Rennes (2014-2022)</u>	9
<u>Figure 6 : Répartition de la pluviométrie à Rennes (2014-2022)</u>	10
<u>Figure 7 : Répartition moyenne mensuelle de la pluviométrie à Rennes (2014-2022)</u>	10
<u>Figure 8 : Carte des différents "cluster" proposés pour diviser le campus de Beaulieu</u>	11
<u>Figure 9 : Evolution du volume d'eau de pluie disponible dans la cuve de récupération (Groupement 1)</u>	12
<u>Figure 10 : Evolution du volume d'eau de pluie disponible dans la cuve de récupération (Groupement 2)</u>	12
<u>Figure 11 : Evolution du volume d'eau de pluie disponible dans la cuve de récupération (Groupement 3)</u>	12
<u>Figure 12 : Evolution du volume d'eau de pluie disponible dans la cuve de récupération (Groupement 4)</u>	13
<u>Figure 13 : Evolution du volume d'eau de pluie disponible dans la cuve de récupération (Groupement 5)</u>	13
<u>Figure 14 : Tableau récapitulatif des caractéristiques des différents groupements de bâtiments</u>	13
<u>Figure 15 : Deux bâtiments du même groupement : notion de compensation</u>	14
<u>Figure 16 : Evolution de la disponibilité de la ressource en eau de pluie : intégration du changement climatique</u>	16

I. Remerciements

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude envers les personnes suivantes qui ont contribué de manière significative à la réalisation de ce rapport :

Christoff Andermann, professeur à l'université de Rennes, pour son expertise précieuse sur les questions relatives à la pluviométrie.

Laurent Longuevergne, directeur de recherche au laboratoire GéoSciences Rennes, pour sa contribution sur les questions relatives au dimensionnement des cuves et aux prévisions de la pluviométrie.

Emilie Jardé, chargée de recherches, et Antoine Herzog, responsable du Pôle Support Technique, pour leur soutien sur les questions liées aux toitures et aux sanitaires sur le campus.

Noémie Piquereau, manager énergie, pour son aide précieuse sur les questions relatives aux factures d'eau.

Leurs contributions ont enrichi notre travail et nous les remercions du fond du cœur pour leur engagement et leur soutien.

II. Introduction : Historique de la gestion des eaux pluviales

Précieuse et indispensable à la vie, l'eau a longtemps été considérée, par nos sociétés, comme une ressource acquise. Malgré son apparente abondance, l'accès à une eau saine et propre reste un défi pour des millions de personnes dans le monde. L'impact du changement climatique sur la ressource en eau est de plus en plus visible, et des événements extrêmes, tels que des sécheresses et des inondations frappent de plus en plus sévèrement, et de plus en plus fréquemment la Terre.

Bien que les romains disposaient d'un système d'assainissement assez développé, ce dernier tomba dans l'oubli à la chute de l'Empire romain d'Occident. S'en suit une longue période où les excréments étaient jetés à la rue et où l'on attendait que la pluie nettoie. Devenues de véritables égouts à ciel ouvert, les villes européennes devront attendre le XIX^{ème} siècle, et une épidémie de choléra qui sera associée aux déjections humaines, pour connaître une avancée majeure : le tout-à-l'égout. Alors associée aux maladies, l'eau pluviale devient une tare qu'il convient d'éloigner le plus rapidement possible des centres urbains (Ferron, 2018). En 1894, le tout-à-l'égout devient obligatoire. Un réseau unique permettant d'évacuer les eaux usées et les eaux de pluie est alors créé, c'est la naissance du réseau unitaire. Si la méthode du tout-à-l'égout a fait ses preuves durant des siècles, l'urbanisation croissante et la raréfaction de la ressource en eau font repenser le rapport aux eaux, et notamment aux eaux pluviales. Mal gérées, elles peuvent être responsables d'inondations, d'érosions et vectrices de pollutions, mais peuvent également se révéler être de véritables atouts pour un aménagement urbain plus durable.

C'est dans ce cadre que s'inscrit ce rapport portant sur la gestion intégrée des eaux pluviales sur le campus de Beaulieu. Il y sera abordé les grandes écoles en matière de gestion intégrée des eaux pluviales et l'état actuel en matière de consommation d'eau sur le campus. Une rapide étude de la pluviométrie sera proposée, suivie de la présentation des résultats. Suivra un rapide volet sur les précautions à prendre puis une partie de réflexion sur les projections liées au changement climatique.

III. Les grandes écoles en matière de gestion des eaux pluviales urbaines

En matière de gestion des eaux pluviales urbaines, il existe trois grandes écoles : l'infiltration, le stockage/réemploi et le stockage/régulation. Pour chacune de ces écoles, une multitude de méthodes de gestion intégrée existe.

A. Infiltration

Comme son nom l'indique, cette méthode consiste à infiltrer l'eau de pluie directement dans le sol, à l'endroit (ou proche) où elle est tombée. Malgré qu'elle soit la plus intéressante, puisqu'elle permet d'éviter le ruissellement en aval et de recharger les nappes, cette méthode nécessite tout de même la prise de précautions. Déjà, il conviendra de s'assurer que le sol a la capacité d'infiltrer (études d'infiltration à la parcelle), mais également que la nappe est suffisamment profonde pour laisser le sol jouer son rôle de filtre naturel et éviter toute pollution accidentelle (Steiger & Stähli, 2015).

B. Stockage / réemploi

Cette catégorie regroupe les ouvrages de récupération des eaux de pluie en vue d'une réutilisation future. On y retrouve donc les collecteurs, citernes et pompes. En plus de permettre de faire des économies d'eau, ces ouvrages diminuent les volumes d'eau pluviale rejetés. Seules les eaux de pluies provenant d'une toiture inaccessible et ne contenant pas d'amiante-ciment ou de plomb peuvent être récupérées. Un arrêté précise les conditions de réutilisation des eaux pluviales. Ainsi, sont autorisés le lavage des sols intérieurs ou extérieurs,



l'arrosage des espaces verts, l'alimentation des WC et l'alimentation des lave-linges après traitement. Sont interdits tout usage relatif à l'alimentation et à l'hygiène corporelle (Ministère de l'Écologie et du Développement durable, 2008).

Figure 1 : Usages autorisés d'utilisation des eaux pluviales

C. Stockage / régulation

La doctrine du « stockage/régulation » consiste à stocker temporairement les eaux pluviales, puis à les relarguer dans le milieu naturel ou dans le réseau, en maîtrisant le débit. C'est une méthode qui se révèle tout à fait pertinente quand l'infiltration n'est pas possible, par exemple quand le sol est imperméable, que la nappe souterraine est trop proche de la surface (épaisseur de sol insuffisante pour qu'il joue son rôle de filtre naturel et risques de pollution), ou en secteur déjà très urbanisé.

IV. Présentation du cas d'étude : le campus de Beaulieu

L'Université de Rennes est un établissement d'enseignement supérieur français divisé en neuf campus, dont trois sont localisés sur Rennes : le campus de Villejean, qui héberge le domaine de la santé, le campus Centre qui héberge le droit et les sciences économiques, et le campus de Beaulieu qui héberge les sciences dures et la philosophie. Le présent rapport se concentrera sur le campus de Beaulieu.

Construit dans les années 1960, ce campus de 60 hectares est situé dans l'Est de Rennes. Il accueille quelque 15 000 étudiants répartis dans différents établissements. Le campus est également pourvu de différents équipements sportifs (terrains de sports, gymnase) et culturels (le Diapason) ainsi que de parkings.

Assez vert, comparé à d'autres campus de l'Université de Rennes, le campus de Beaulieu est tout de même assez imperméabilisé. En effet, un tiers de la surface du campus est couvert de bâtiments et de parkings. En empêchant l'eau de s'infiltrer, cette imperméabilisation importante pose problème. L'eau de pluie profite du gradient topographique du campus et ruisselle, entraînant avec elle des sédiments, mais également des polluants. Lorsque cette eau de ruissellement est évacuée, deux scénarios se dessinent : elle peut être rejetée dans le milieu naturel, ou dirigée vers les égouts. Dans le premier cas, elle entraîne une accumulation de polluants, augmente le risque d'érosion des berges en amplifiant les débits des rivières, tout en favorisant les inondations. Dans le second cas, lorsqu'elle est dirigée vers les égouts, elle surcharge les stations de traitement des eaux usées, ce qui peut entraîner des débordements et aggraver les problèmes de pollution de l'eau.

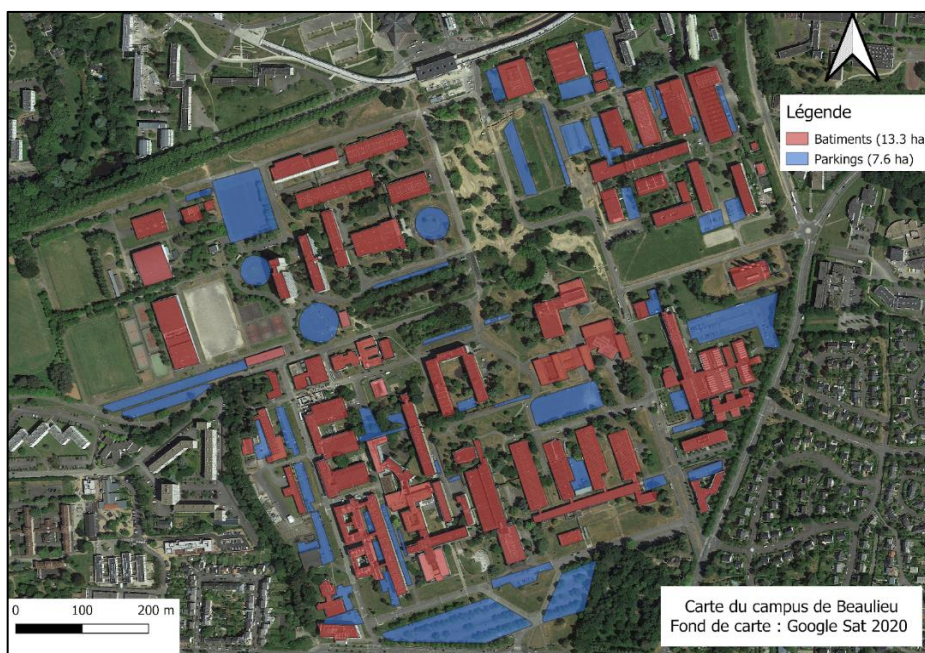


Figure 2 : Carte du campus de Beaulieu représentant les surfaces imperméabilisées (bâtiments et parkings)

Pour éviter ces problèmes, différentes écoles existent, et elles ont été évoquées lors du point précédent. Lors de ce rapport, l'accent sera mis sur la récupération et la réutilisation des eaux pluviales. La loi autorise en effet

la récupération des eaux de toitures pour différents usages ; parmi eux, l'alimentation des sanitaires.

Avec 745 toilettes, la consommation en eau propre et potable pour l'évacuation des déjections et de l'urine est estimée à 3 100 m³ par mois¹, pour un coût approximant les 14 000€ (environ 80% du tarif total de la facture d'eau). Avec une croissance démographique de +1.1%/an selon l'Insee et en incluant les projections d'évolution du prix de l'eau (Rennes Métropole, 2023), ce coût pourrait atteindre les 22 000€ à l'horizon 2050.²

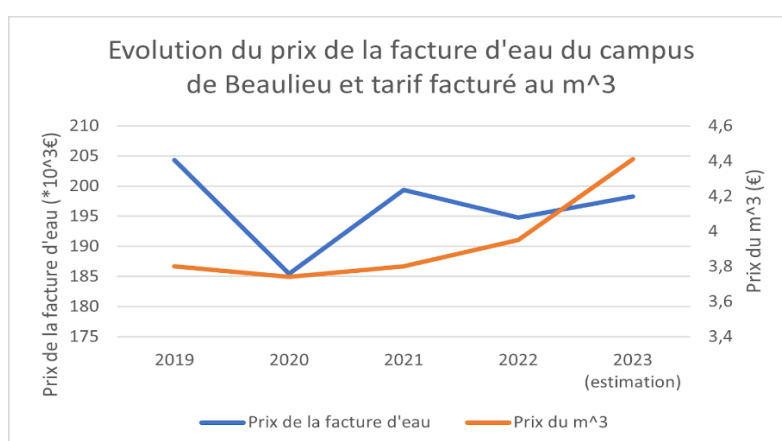


Figure 3 : Evolution du prix de la facture d'eau du campus de Beaulieu et tarif du m³ (2019-2023)

Si les montants des factures d'eau du campus de Beaulieu se sont effondrés à la suite du COVID-19, une hausse semble se dessiner à l'horizon 2023. Le tarif du m³ (le plus élevé sur l'année) est quant à lui en constante augmentation.

¹ Nota : ici, le montant est calculé pour le nombre moyen de jours ouvrés par mois. Pour le reste du rapport, les montants et volumes seront calculés pour la totalité des jours, non ouvrés compris.

² Les estimations fournies dans ce rapport sont approximatives et sont basées sur les données disponibles au moment de la rédaction.

V. Analyse de la pluviométrie

Située au cœur de la Bretagne, la ville de Rennes profite d'un climat doux avec des températures moyennes de 12°C. Afin de mener à bien notre projet, il a été nécessaire d'étudier la pluviométrie de la région. Il a été fait le choix d'utiliser le pluviomètre de la station de Saint-Jacques-de-la-Lande, situé à 8km au sud-ouest du campus de Beaulieu.

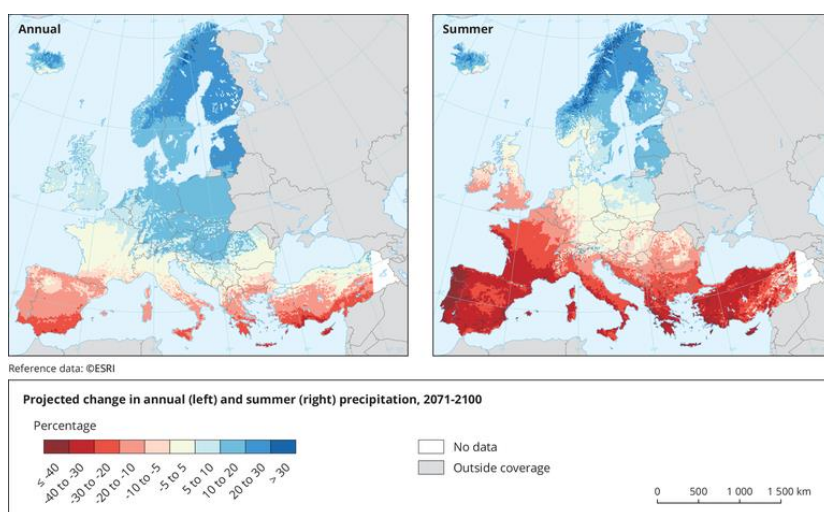


Figure 4 : Projection de l'évolution des précipitations annuelles (à gauche) et estivales (à droite), 2071-2100 (source : EEA)

La série temporelle a été établie sur des données pluviométriques quotidiennes s'étalant de septembre 2014 à septembre 2023. Cette base de données sera complétée en intégrant les prévisions du GIEC (scénario RCP 8.5) via une simulation fournie par EURO-CORDEX. Cette simulation prévoit une diminution de -20

à -30% des précipitations en été tout en maintenant un taux de précipitations stable, lissé sur l'année (ce qui implique une augmentation de +20 à +30% des précipitations en hiver) (European Environment Agency, 2022).

Avant d'inclure les prévisions du GIEC aux données, nous proposons une rapide analyse de la série temporelle.

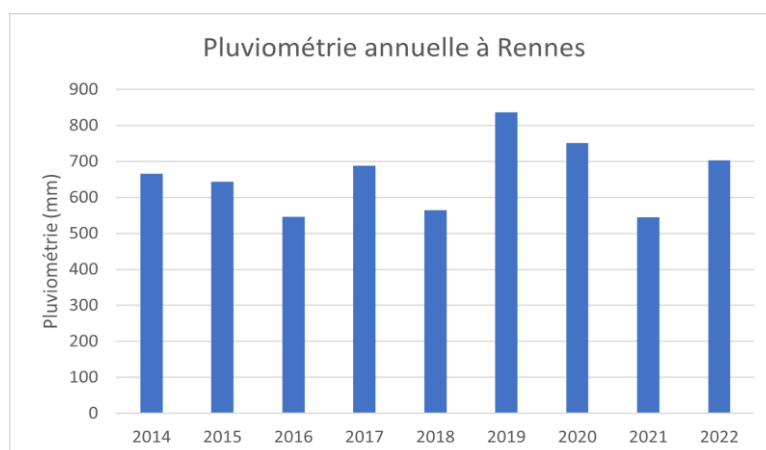


Figure 5 : Pluviométrie annuelle à Rennes (2014-2022)

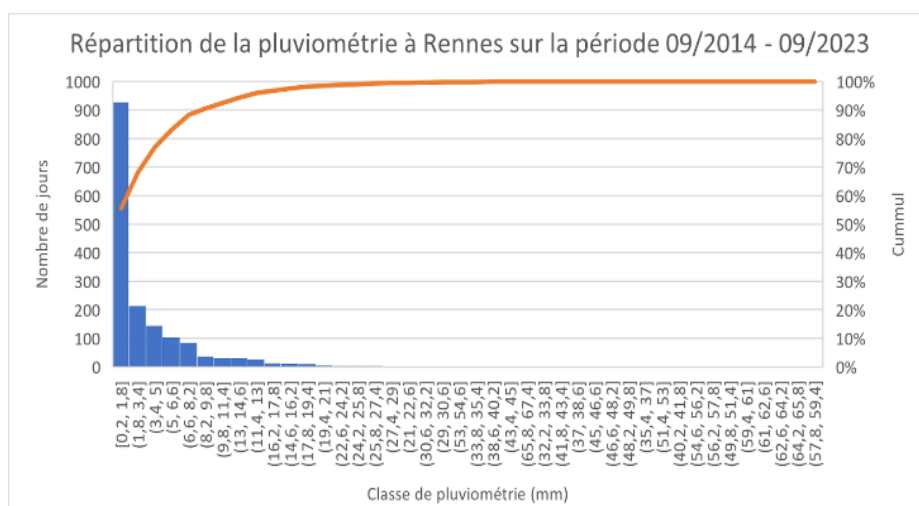


Figure 6 : Répartition de la pluviométrie à Rennes (2014-2022)

La pluviométrie annuelle de la région est d'environ 660mm, composés majoritairement des petites pluies (90% des pluies inférieures à 8.2 mm/jour). Globalement, cette pluviométrie présente une variation saisonnière, avec une pluviométrie plus importante en hiver et en automne.

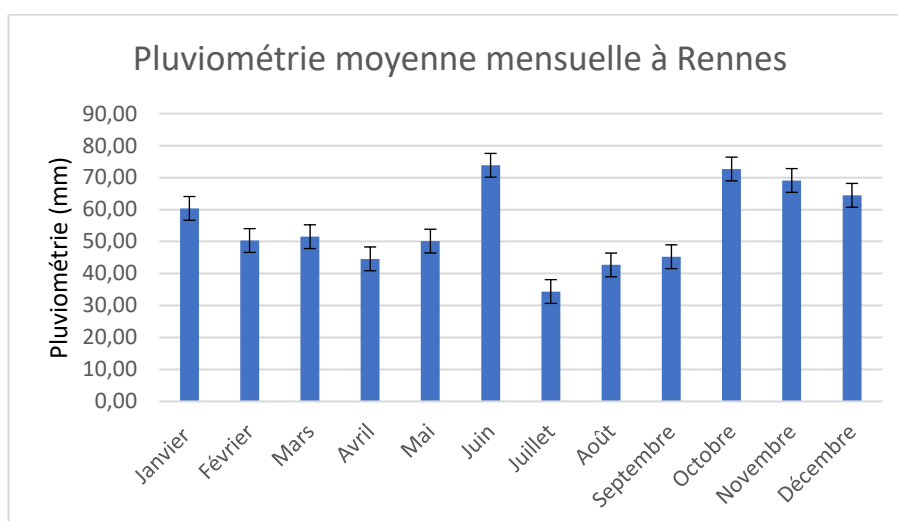


Figure 7 : Répartition moyenne mensuelle de la pluviométrie à Rennes (2014-2022)

Après cette analyse, il paraît évident que la méthode classique de dimensionnement des eaux pluviales consistant à supposer que la pluviométrie est répartie équitablement tout au long de l'année ne semble pas la plus pertinente (Luneau, 2008). Bien que plus simple à mettre en place, cette méthode gomme toutes les variabilités inter-saisonnières. La méthode retenue pour la réalisation de cette étude est la méthode dite « quotidienne ». Le volume d'eau pluviale disponible sera évalué au jour le jour.

VI. Matériel et méthode

L'ensemble des données pluviométriques de la station de Saint-Jacques-de-la-Lande a été traité en utilisant le logiciel Excel. Les surfaces de toiture ont été calculées grâce au logiciel de cartographie QGIS. Les types de toiture et le nombre de sanitaires par bâtiment ont été déterminés grâce aux informations de recensement disponibles au 20 octobre 2023 et transmises par le pôle Support Technique de l'Université de Rennes. Ces informations ont été complétées en partie (pour les bâtiments 18 et 26) par un comptage réalisé le 23 octobre 2023. Les coefficients de perte appliqués aux différents bâtiments sont extraits d'un document produit par Bruxelles Environnement, l'administration en charge de l'environnement et l'énergie en région de Bruxelles-Capitale (Bruxelles Environnement, 2016).

Pour déterminer le volume d'eau consommé pour les sanitaires par chaque bâtiment, il a été fait le choix de se baser sur le nombre de sanitaire. Il a été estimé que chaque WC était fréquenté en moyenne par 10 personnes par jour, qui y passent en moyenne 2 fois. Le volume moyen d'une chasse d'eau a été établi à 10L.

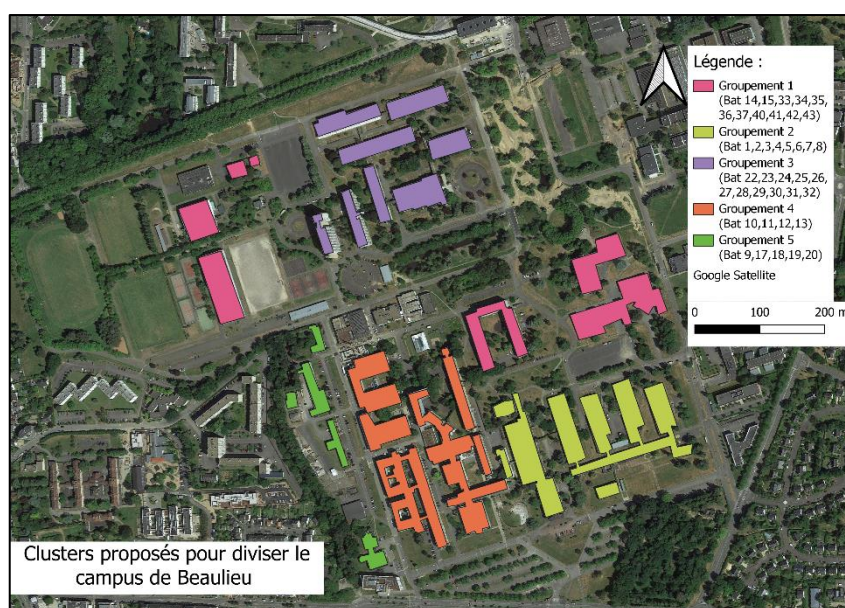


Figure 8 : Carte des différents "cluster" proposés pour diviser le campus de Beaulieu

Pour faciliter la lecture, mais également la mise en place d'un tel projet, il a été choisi de ne pas considérer les bâtiments individuellement, mais de les regrouper sous forme de « cluster » par proximité géographique et capacité de récupération d'eau. Il a été choisi, arbitrairement,

que le volume de la cuve de stockage d'eau pluviale convenable serait de deux fois la consommation journalière du cluster de bâtiments. Le surplus sera évacué via un système de déversoir et devra, dans la mesure du possible, être infiltré à la parcelle.

VII. Présentation des résultats

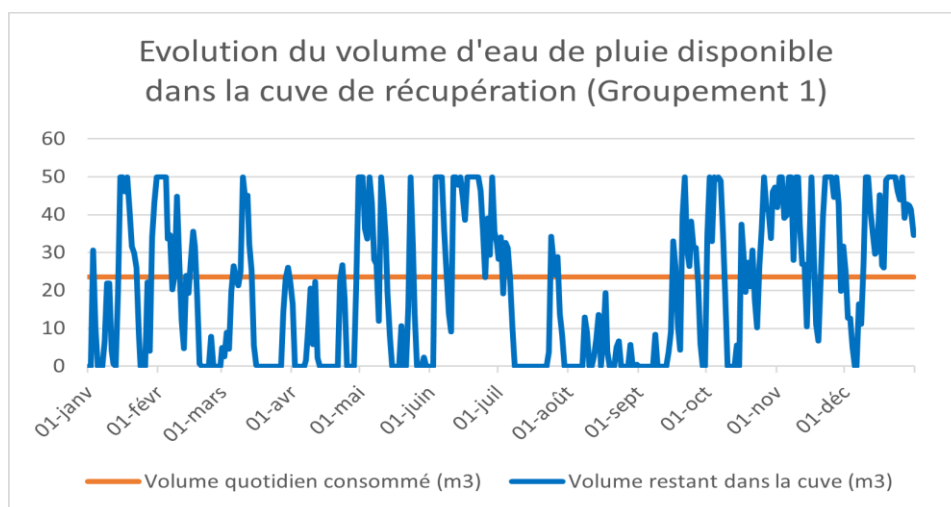


Figure 9 : Evolution du volume d'eau de pluie disponible dans la cuve de récupération (Groupement 1)

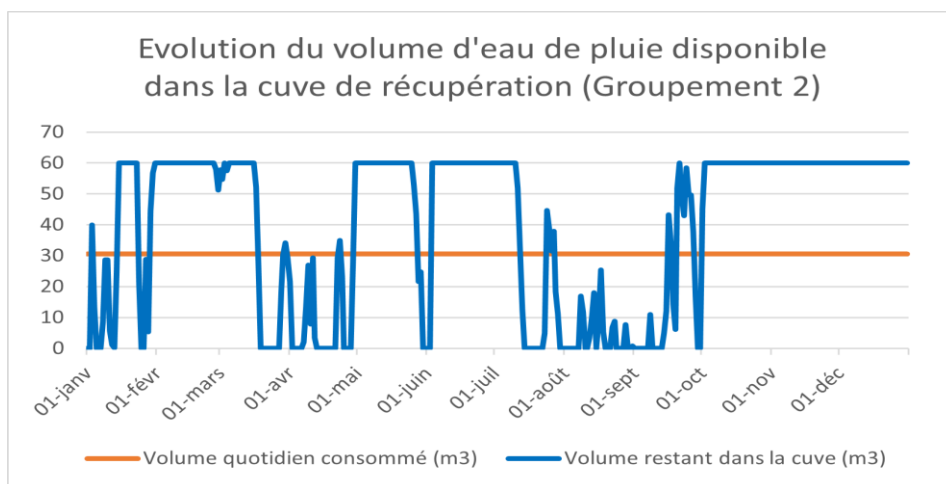


Figure 10 : Evolution du volume d'eau de pluie disponible dans la cuve de récupération (Groupement 2)

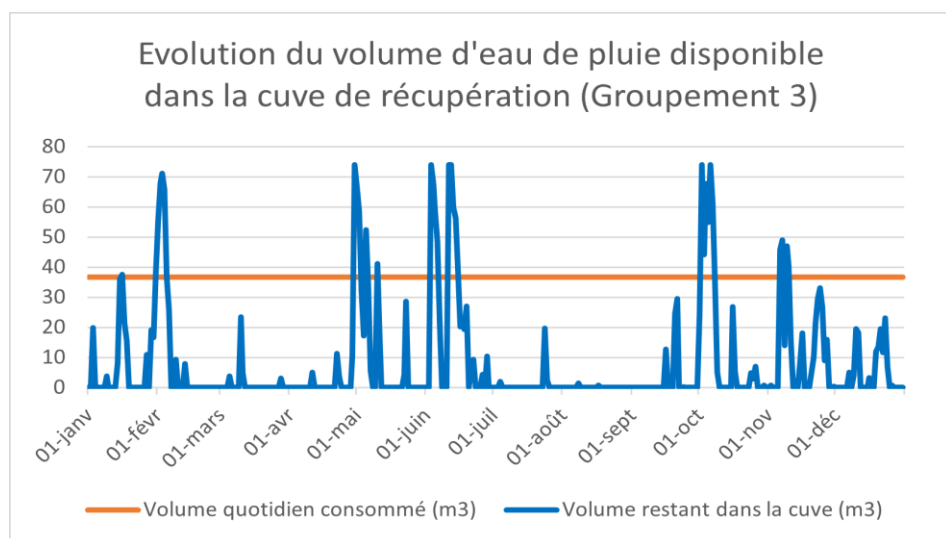


Figure 11 : Evolution du volume d'eau de pluie disponible dans la cuve de récupération (Groupement 3)

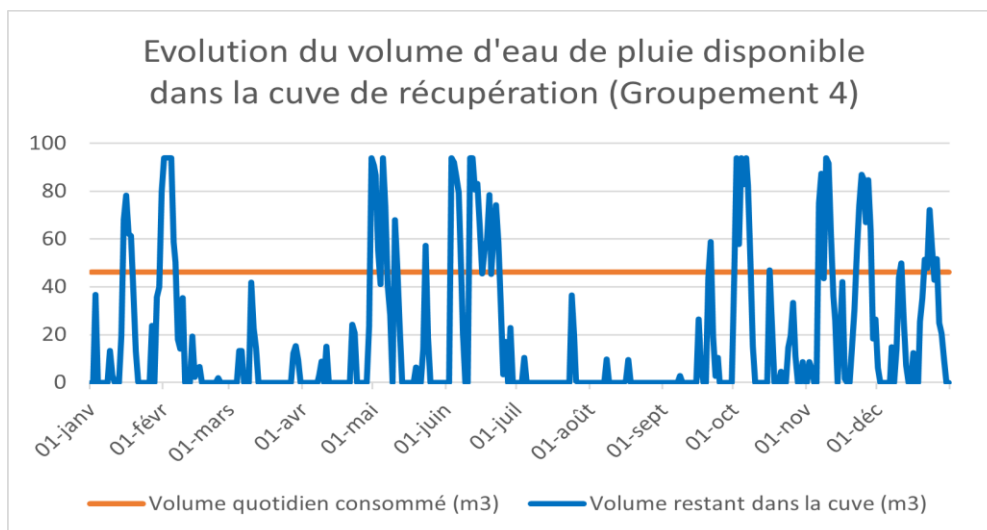


Figure 12 : Evolution du volume d'eau de pluie disponible dans la cuve de récupération (Groupement 4)

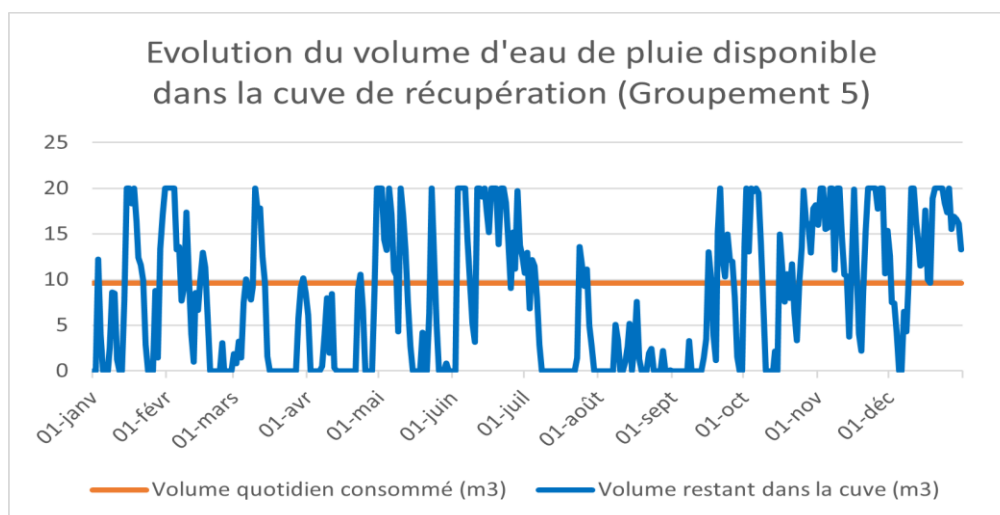


Figure 13 : Evolution du volume d'eau de pluie disponible dans la cuve de récupération (Groupement 5)

Groupement N°	Surface de toit associé (m²)	Consommation quotidienne (m³)	Nombre de jours où 100% consommation = EP ³	Nombre de jours où au moins 50% consommation = EP	Volume annuel récupéré (m³)	Pourcentage annuel de la consommation assuré par EP
1	15 460	23,6	159	201	8 100	95
2	20 000	30,6	234	256	10 600	95
3	17 100	36,6	31	59	8 500	87
4	23 630	46,2	63	96	12 400	74
5	6 200	9,6	156	199	3 300	94

Figure 14 : Tableau récapitulatif des caractéristiques des différents groupements de bâtiments

³ EP = Eaux Pluviales

Nota : la méthode calcul du volume restant est la suivante :

$$Volume (m3) = \left[\left(\frac{Pluvio (mm) * Surf\ toit (m2) * Coef\ perte}{1000} \right) + Vol\ à\ J - 1 (m3) \right] - Vol\ consommé (m3)$$

VIII. Interprétation des résultats

Les résultats obtenus semblent plutôt encourageants. En effet, l'immense majorité des besoins annuels en eau potable pour les sanitaires sont assurés par la récupération des eaux pluviales. Cette utilisation substantielle des eaux de récupération permettrait de réduire considérablement les volumes d'eau potable nécessaires. Une corrélation évidente existe entre la verticalité des bâtiments et la diminution de la performance en matière de récupération des eaux pluviales. Cette corrélation est particulièrement visible pour les bâtiments 22 et 23. L'intérêt du système de « groupement » est ici particulièrement visible ; les bâtiments moins hauts et donc moins densément occupés (ex : bâtiment 28) venant « gommer » l'incapacité des bâtiments hauts et denses à s'alimenter.



Figure 15 : Deux bâtiments du même groupement : notion de compensation

D'après cette étude, la récupération des eaux pluviales permettrait d'économiser plus de 40 000 m³ d'eau potable par an⁴, uniquement à l'échelle du campus. Ramené aux 55 200 m³ consommés chaque année pour l'évacuation sanitaire, cela représente une économie d'environ 84% de la ressource. Financièrement, et en négligeant le coût des installations, cela représente une économie de 210 000€ par an environ.

Si un tel système est mis en place, il sera nécessaire d'informer la communauté estudiantine et professionnelle du campus sur l'origine de l'eau utilisée pour les sanitaires et de promouvoir la responsabilisation quant à sa gestion. Des campagnes de sensibilisation peuvent contribuer à une utilisation plus efficace de l'eau et à la préservation de la ressource.

⁴ 43 000 m³ / an en considérant une consommation égale durant toute l'année.

IX. Précautions à prendre

Différentes précautions sont à prendre en matière de récupération des eaux pluviales.

A. Disconnecteurs

En adéquation avec la norme NF EN 1717 relative à la protection contre la pollution de l'eau potable dans les réseaux intérieurs et aux exigences générales des dispositifs de protection contre la pollution par retour, il conviendra d'installer des disconnecteurs. Ces disconnecteurs auront pour fonction de basculer automatiquement sur le réseau AEP⁵ en cas de pénurie d'eau de pluie, mais également d'éviter que l'eau de récupération ne pénètre le réseau AEP.

B. Collecteurs filtrants

Comme leur nom l'indique, ces collecteurs permettront de séparer l'eau de pluie des particules les plus grossières (feuilles, branches, etc.) avant leur stockage dans la cuve. Ces dispositifs auront pour avantage d'éviter le colmatage et ainsi de réduire la fréquence d'entretiens.

C. Gestion du trop-plein

Il a été mentionné plus haut que les cuves disposeraient d'un volume de stockage équivalent à deux fois la consommation quotidienne du groupement de bâtiments. Le surplus devra donc être évacué via un système de trop-plein. Ce système devra être bien étudié afin de permettre aux particules plus légères que l'eau (et qui flottent donc en surface), telles que le pollen, de s'évacuer facilement.

D. Choix de la cuve et de son emplacement

Enfin, le choix du matériau de la cuve et de son emplacement géographique devra faire l'objet d'une vigilance accrue. Il existe trois grands types de cuves de récupération : en béton, souple, ou en PEHD⁶. Ayant chacune leurs avantages et leurs inconvénients, il conviendra d'avoir recours à un expert afin de choisir le matériau le plus adapté. Enfin, l'emplacement de la cuve devra être étudié minutieusement. Le placement hors-sol est le plus populaire de par sa facilité d'entretien. Cependant, il a l'inconvénient d'être peu esthétique et de prendre de la place pour les volumes nécessaire dans le cas du campus de Beaulieu.

⁵ AEP = Alimentation Eau Potable

⁶ PEHD = Polyéthylène Haute Densité

X. Projections : changement climatique

Les calculs précédemment exposés ont été réalisés en se fondant sur une hypothèse qui se révèle erronée, à savoir l'hypothèse de la stationnarité. Cette hypothèse suppose une stabilité du climat, ce qui ne correspond pas à la réalité. Par conséquent, il est suggéré d'envisager une approche révisée qui intègre les données relatives à l'évolution des précipitations discutées dans la cinquième partie de ce rapport⁷.

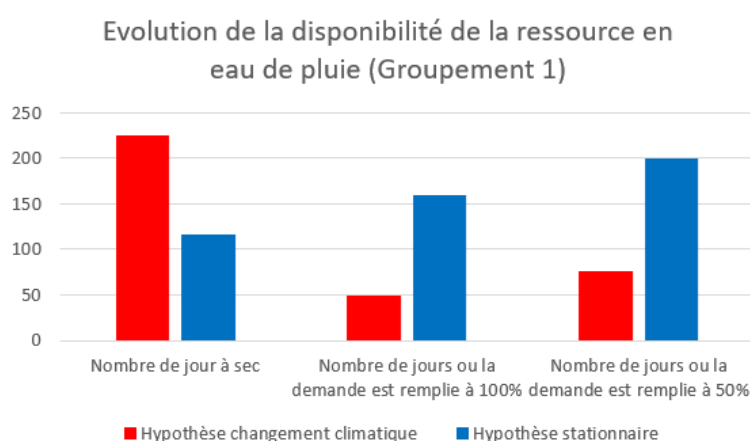


Figure 16 : Evolution de la disponibilité de la ressource en eau de pluie : intégration du changement climatique

Dans cette analyse, les données mettent en évidence un aspect crucial : malgré une augmentation de 20 à 30% des précipitations hivernales, une diminution similaire des volumes de précipitations en période sèche exerce un impact substantiel et persistant sur la disponibilité de la ressource en

eau. En conséquence, le nombre de jours pendant lesquels la réserve d'eau se trouve à sec augmente de manière significative, atteignant près du double, ce qui équivaut à environ deux tiers de l'année avec une réserve d'eau épuisée. Cette observation souligne la vulnérabilité de la ressource en eau aux variations saisonnières des précipitations, même lorsque les précipitations hivernales augmentent, et met en lumière la nécessité d'une gestion plus raisonnée des ressources hydriques pour faire face à ces défis.

⁷ Ici, pour intégrer la notion de réchauffement climatique, il a été choisi de diviser la série temporelle existante (moyenne des précipitations quotidiennes de 2014 à 2022) en deux parties : une saison sèche de 6 mois, et une saison humide de 6 mois. La saison sèche a vu ses volumes de précipitations diminuer de 40%, et la saison humide a connu une augmentation de 40%. Le lecteur notera que cette méthode néglige de nombreux facteurs. L'objet de cette partie n'est pas de proposer une série de données collant le plus à la réalité, mais plutôt d'analyser l'impact que peut avoir le changement climatique sur la disponibilité de la ressource.

XI. Conclusion

Ce rapport a examiné en détail les possibilités de récupération des eaux de pluie sur le campus de Beaulieu. Y ont été souligné l'impact positif de ce dispositif sur la disponibilité de l'eau et les économies potentielles. Les données montrent que la récupération de l'eau de pluie est une stratégie efficace pour répondre aux besoins en eau des toilettes du campus et peut permettre d'économiser une quantité importante d'eau potable.

Les résultats indiquent également que les performances de récupération des eaux de pluie peuvent varier en fonction de la configuration du bâtiment et qu'il existe une relation claire entre la hauteur de la structure et l'efficacité du système. Cette constatation a mis en évidence l'importance de développer des systèmes de répartition adaptatifs qui tiennent compte des caractéristiques uniques de chaque groupe de bâtiments.

Cependant, il est important d'être conscient des problèmes et des défis associés à la collecte de l'eau de pluie, tels que les fluctuations des précipitations, les exigences rigoureuses en matière d'entretien, les coûts d'acquisition et la perception des usagers du campus. La mise en œuvre et la gestion continue du système doivent tenir compte de ces aspects.

In fine, la collecte des eaux de pluie représente une approche durable et responsable de la gestion des ressources en eau sur le campus de Beaulieu qui contribue non seulement à préserver les ressources en eau douce, mais entraîne également d'importantes économies.

Toute action visant à réduire la dépendance à l'eau potable et son usage déraisonné est un pas dans la bonne direction, et même si l'objectif d'une couverture à 100 % n'est pas atteint, une économie de 40 000 m³ par an constitue une réussite significative.

Cette étude montre que la récupération des eaux de pluie est une solution prometteuse pour un avenir plus durable et encourage une réflexion plus approfondie sur notre consommation d'eau douce.

XII. Références

- Bruxelles Environnement. (2016). *Evaluer le potentiel de récupération d'eau de pluie*. Récupéré sur Guide du bâtiment durable: <https://www.guidebatimentdurable.brussels/recuperer-leau-pluie/evaluer-potentiel-recuperation-deau-pluie#influence-du-type-de-revtement-de-toiture>
- Carré, A. (2005). Campus de Beaulieu — Wikipédia [Image]. Wikipédia, l'encyclopédie libre.
- European Environment Agency. (2022, Avril 11). Projected change in annual and summer precipitation, 2071-2100.
- Ferron, E. (2018, Juin 24). La petite histoire des toilettes et de l'élimination des excréments humains. (B. Diouf, Intervieweur)
- Luneau, S. (2008). *Récupérer l'eau de pluie*. ULMER.
- Ministère de l'Écologie et du Développement durable. (2008, Août 21). Arrêté du 21 août 2008 relatif à la récupération des eaux de pluie et à leur usage à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments. Paris. doi:NOR : DEVO0773410A
- Rennes Métropole. (2023). *Hausse des coûts, financement des travaux: pourquoi le prix de l'eau augmente*. Récupéré sur Rennes Métropole: <https://metropole.rennes.fr/hausse-des-couts-financement-des-travaux-pourquoi-le-prix-de-leau-augmente>
- Steiger, U., & Stähli, R. (2015). *Richesses du sol* (éd. Les miscellanées de l'environnement). Berne, Suisse: l'Office fédéral Suisse de l'environnement.