

## Analyse comparative de la réponse hydrologique des terrains sportifs synthétiques et naturels : application sur deux centres sportifs du canton Genève.

## Comparative Analysis of the Hydrological Response of Synthetic and Natural Sports Fields : Application to Two Sports Centers in the Canton of Geneva.

Auteurs : ENGGIST Michel<sup>1</sup>, CERESSETTI Davide<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Office cantonal de l'eau, République et Canton de Genève - michel.enggist@etat.ge.ch

<sup>2</sup>Haute Ecole du Paysage, de l'Ingénierie et de l'Architecture de Genève - davide.ceresetti@hesge.ch

### RÉSUMÉ

Le remplacement progressif des terrains de football en gazon naturel par du gazon synthétique depuis quelques années conduit l'Office Cantonal de l'Eau de l'Etat de Genève (OCEau) à se poser les questions suivantes :

- Quelles sont les différences de comportement en termes d'écoulement des eaux vers le milieu naturel par temps de pluie ?
- Quel est le bilan hydrologique annuel d'un terrain sportif en gazon synthétique par rapport à celui en gazon naturel ?

Une campagne de suivi des débits écoulés aux points de rejet de quatre terrains de football (deux en synthétiques et deux naturels) a été menée de 2020 à 2024 sur deux centres sportifs distincts dans le canton de Genève. Les premiers résultats permettent d'analyser les différences de réponse hydrologique en regard des événements pluvieux rencontrés.

L'analyse est ensuite approfondie à par le biais d'une modélisation hydrologique, en vue d'établir un bilan hydrologique pour chacun des deux types de surface.

### ABSTRACT

The gradual replacement of natural grass football pitches with synthetic turf over the past few years has led the Geneva State Water Authority (OCEau) to ask the following questions:

- What are the differences in terms of water discharge to the receiving body during rainfall?
- What is the annual hydrological balance of a sports pitch with synthetic turf compared to one with natural grass?

A monitoring campaign of runoff at the discharge points of four football pitches (two synthetic and two natural) was conducted from 2020 to 2024 at two separate sports centers in the canton of Geneva. The initial results allow for an analysis of the differences in hydrological response to rainfall events.

The analysis is then further developed through hydrological modeling, with a view to establishing a hydrological balance for each of the two types of surface.

### MOTS CLÉS

Evapotranspiration, Hydrométrie, Hydrologie, Modélisation, Terrains sportifs.

---

## 1 MATÉRIAUX ET MÉTHODES

Le choix des sites a nécessité une recherche approfondie sur le territoire cantonal. Parmi les 19 centres sportifs existants, il fallait identifier au moins un centre disposant à la fois d'un terrain de football en gazon naturel et d'un terrain en gazon synthétique. Ces terrains devaient être équipés d'un réseau d'évacuation des eaux pluviales séparé et isolé par rapport aux réseaux en amont, afin de garantir que les débits mesurés dans les canalisations soient exclusivement liés aux terrains sportifs. Une troisième condition imposait la présence d'une chambre ou d'un regard de visite accessible, avec une géométrie adaptée à l'installation d'un dispositif de mesure des débits. La quatrième condition est la proximité relative d'un pluviomètre professionnel à moins d'un kilomètre de distance du site, ce qui permet d'avoir une mesure pluviométrique en temps réel, dont la qualité est vérifiée.

L'analyse, menée à l'aide des systèmes d'information géographique (SIG), a permis d'identifier deux sites répondant à ces critères. Le premier site est situé sur la commune de Meyrin, dans le Centre Sportif des Arbères, une infrastructure récente et moderne. Les eaux pluviales des terrains sportifs y sont évacuées par deux canalisations DN 200, qui se déversent dans un cours d'eau canalisé souterrain, le Nant d'Avril. Ce dernier est accessible via une chambre située quelques mètres en aval, équipée d'échelons. Le deuxième site se trouve à Confignon, au Centre Sportif des Evaux. Dans ce cas, les exutoires des canalisations de drainage des terrains sportifs débouchent dans un regard de visite du réseau communal d'évacuation des eaux pluviales, situé à faible profondeur.



Vue aérienne du Centre sportif des Evaux à Confignon (Canton de Genève, Suisse).

Un point commun aux quatre rejets identifiés (deux par centre sportif) est la présence d'une canalisation DN 200 raccordée en hauteur par rapport au radier des canalisations principales.

Afin de réaliser des mesures hydrométriques avec une maîtrise optimale des incertitudes, chacun des quatre points de rejet a été équipé d'un déversoir triangulaire conçu sur mesure. Les niveaux d'eau ont été mesurés avec une fréquence d'une minute, grâce à une sonde aérienne à ultrasons. Des jaugeages de contrôle ont également été réalisés pour établir précisément la relation entre le niveau et le débit pour chacun des dispositifs de mesure.

La campagne de mesure s'est déroulée entre avril 2020 et juin 2024, avec des interruptions dues à des pannes d'équipement, des périodes d'inaccessibilité des sites et des opérations d'entretien imprévues des canalisations, lesquelles ont parfois nécessité la modification ou la reconstruction des installations.

## 2 ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RÉSULTATS

Les résultats de la campagne ont été validés grâce à des visites de terrain effectuées avec une fréquence bimensuelle. La courbe de tarage hauteur-débit a été élaborée à partir de jaugeages réalisés par des mesures volumétriques (temps de remplissage), avec des débits minimums de l'ordre de 0,5 litre/min. Cette courbe de tarage est caractérisée par une estimation de l'incertitude de 10 % sur l'ensemble de la plage de débits mesurés.

Les quatre déversoirs réalisés, possédant une géométrie simple et des caractéristiques similaires (hauteur de pelle, angle d'ouverture de 60 °, pente de la canalisation, matériaux et chanfreinage), ont permis de déterminer la loi de déversement à partir des formules empiriques disponibles dans la littérature. Un seul coefficient empirique a été ajusté pour chaque dispositif.

La principale difficulté dans l'exploitation des données résidait dans la prise en compte de l'arrosage artificiel pour l'entretien. Les terrains naturels sont régulièrement arrosés en été tandis que les terrains synthétiques ne le sont qu'occasionnellement, principalement pour limiter la production de poussière. Le bilan hydrologique doit donc intégrer ces apports différenciés en eau liés à l'arrosage, bien qu'ils ne soient pas détectables par le réseau pluviométrique.

Des différences significatives dans la réponse hydrologique des deux types de revêtement ont été identifiées :

- Pluies intenses/crués : Lors de pluies de forte intensité (de l'ordre de 100 mm/h sur quelques minutes), une fois la capacité de rétention de la couche végétalisée dépassée, le terrain naturel réagit avec des débits importants (de l'ordre de 10 l/s). En revanche, le terrain synthétique semble mieux gérer ces crues, grâce à la capacité de rétention offerte par le substrat sous-jacent en gravier, avec des débits plus faibles ( $q = 3-4$  l/s).
- Pluies longues et faibles intensités : Pendant les pluies automnales de faible intensité et de longue durée, le terrain synthétique présente une réponse retardée avec un rejet prolongé et des débits moins élevés par rapport au terrain naturel.

Ces résultats préliminaires indiquent que, selon leurs modalités constructives, les terrains synthétiques peuvent offrir une capacité de rétention de l'eau significative.

### 3 MODÉLISATION HYDROLOGIQUE

La modélisation hydrologique a pour but :

- D'identifier le modèle conceptuel capable de reproduire correctement le fonctionnement hydrologique des terrains synthétiques puis de le comparer à ceux en gazon naturel.
- D'évaluer la réponse hydrologique des surfaces synthétique lors d'événements de pluie intense.
- D'évaluer le bilan hydrologique annuel des terrains sportifs naturels et synthétique pour identifier les principales différences de comportement hydrologique (infiltration, évapotranspiration, etc.).

La modélisation hydrologique a été réalisée avec le logiciel RS Minerve, un software de modélisation hydrologique semi-distribué utilisé dans l'opérationnel produit par l'institut CREALP de Sion, Valais (CH).

La calibration automatique avec différents algorithmes, tels que le SCE-UA, permet de calculer le meilleur ensemble de paramètres hydrologiques selon une fonction objectif définie par l'utilisateur en combinant divers indicateurs.

Le modèle choisi, HBV caractérisé par des réservoirs non-linéaires superposés, s'est montré capable de reproduire de façon particulièrement satisfaisante les débits observés de 3 sites sur 4 sur la période de calibration (août 2020 – mai 2021). Le seul site pour lequel les performances sont moins satisfaisantes est le site « Arbères – gazon naturel » où il a été constaté à posteriori qu'une des tribunes du stade est raccordée au réseau de drainage du terrain sportif.

La modélisation a eu pour objectif de généraliser le comportement sur les deux terrains en gazon et les deux en synthétique. Par conséquent une paramétrisation unique a été adoptée pour la même catégorie de terrains.

La modélisation hydrologique préliminaire réalisée à ce stade a permis d'identifier les spécificités des sites en gazon naturel et en synthétique, ainsi que les principales différences dans leur représentation numérique :

- La modélisation de l'évapotranspiration est essentielle pour les terrains enherbés car ce processus contribue de manière significative à l'abstraction initiale (interception de l'eau en surface).
- Le modèle à réservoirs successifs (HBV) s'est révélé adapté à la simulation des deux types de terrains.
- Dans les deux cas, une portion du bassin versant (5 à 10 %) a été modélisée comme surface imperméable, afin de prendre en compte les surfaces entourant le terrain sportif, drainées dans le

---

réseau d'eaux claires et pour mieux reproduire le ruissellement de surface lors d'épisodes pluvieux intenses.

Lorsqu'un terrain en synthétique est aménagé avec un substrat en gravier jouant un rôle de rétention, associé à un dispositif de régulation correctement calibré, ce type d'aménagement peut permettre un effet de laminage des crues comparable, voire supérieur, à celui offert par les terrains en gazon, dont le substrat est souvent moins poreux. Le coefficient de ruissellement, exprimant le rapport entre le débit maximal instantané à l'exutoire et la précipitation reçue, est légèrement inférieur pour une surface en synthétique dotée d'une structure filtrante en gravier.

Il semble également que la capacité d'infiltration des terrains en synthétique, généralement constitués de sable grossier ou de gravier fin, soit supérieure à celle des terrains naturels. Cela s'explique par la granulométrie plus fine des horizons A et B qui composent la surface des terrains en gazon naturel, entraînant un ruissellement de surface plus marqué.

Ces analyses préliminaires fournissent des arguments en faveur de l'adoption de terrains en gazon synthétique correctement aménagés pour la gestion des eaux à la parcelle. Toutefois, il est important de rappeler qu'un tel terrain ne permet pas de réduire l'effet d'îlot de chaleur urbain, en raison de l'absence de transpiration végétale et donc de l'absorption de la chaleur latente d'évaporation par les molécules d'eau.

## BIBLIOGRAPHIE

- Bergström, S. (1976). *Development and application of a conceptual runoff model for Scandinavian catchments*. Ph.D. Thesis. SMHI Reports RHO No. 7. Norrköping.
- Bø, S., Bohne, R., & Lohne, J. (2024). Environmental impacts of artificial turf: a scoping review. *Int. J. Environ. Sci. Technol.*, 10205-10216. doi:<https://doi.org/10.1007/s13762-024-05689-3>
- Cheng, H. H. (2014). Environmental and health impacts of artificial turf: a review. *Environmental Science & Technology*, 48(4), 2114–2129.
- Duan, R., Fedler, C., & Borrelli, J. (2011). Field evaluation of infiltration models in lawn soils. *Irrig Sci*, 29, 379-389. doi:<https://doi.org/10.1007/s00271-010-0248-y>
- Dubois, J. a.-L. (2000). Routing System - Modélisation du routage des crues dans des systèmes hydrauliques à surface libre. *Communication du Laboratoire de Constructions hydrauliques*.
- Fleming, P. R. (2011). Artificial turf systems for sport surfaces: current knowledge and research needs. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, 225(3), 139-154.
- García Hernández, J. J.-L. (2007). Routing System II. Flow modelling in hydraulic systems. *Communication 32 du Laboratoire de Constructions Hydrauliques*.
- Gezici, K., Kesgin, E., & Agaccioglu, H. (2021). Hydrological Assessment of Experimental Behaviors for Different Drainage Methods in Sports Fields. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 147(9). doi:[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)IR.1943-4774.0001597](https://doi.org/10.1061/(ASCE)IR.1943-4774.0001597)
- Hudepohl, M. R., Buchberger, S. G., & Shuster, W. D. (2016). Hydrology of Synthetic Turf Fields: Modeling Approach with Field Data. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 142(5).
- Kalam Khandoker, T., Yusufzai, A. O., & Ahmad, S. H. (2023). Artificial Turf on Urban Landscapes: An Overview. *World Environmental and Water Resources Congress*, (pp. 740-754). doi:<https://doi.org/10.1061/9780784484852.070>
- Kanaan, A., Sevostianova, E., Leinauer, B., & Sevostianov, I. (2020). Water Requirements for Cooling Artificial Turf. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 146(10). doi:[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)IR.1943-4774.0001506](https://doi.org/10.1061/(ASCE)IR.1943-4774.0001506)
- Kesgin, E., Dogan, A., & Agaccioglu, H. (2018). Rainfall simulator for investigating sports field drainage processes. *Measurement*, 360-370. doi:<https://doi.org/10.1016/j.measurement.2018.05.001>
- McNitt, A. S. (2005). Synthetic turf in the USA—trends and issues. *International Turfgrass Research Journal*, 10, 27-33.
- Metcalf and Eddy, I. U. (1971). *Storm Water Management Model, Vol. I. Final Report, 11024DOC07/71 (NTIS PB-203289)*. Washington, DC: U.S. EPA.
- Simpson, T. J., & Francis, R. A. (2021). Artificial lawns exhibit increased runoff and decreased water retention compared to living lawns following controlled rainfall experiments,. *Urban Forestry & Urban Greening*, 63. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127232>.
- vanHuijgevoort, M. J., Cirkel, D. G., & Voeten, J. G. (2024). Climate adaptive solution for artificial turf in cities: integrated rainwater storage and evaporative cooling. *Frontiers in Sustainable Cities*, 6. doi:10.3389/frsc.2024.1399858.