



PROJET COOLVEG : OPTIMISATION DE L'EVAPOTRANSPIRATION ET DE LA BIOCLIMATISATION SUR LE VILLAGE OLYMPIQUE ET PARALYMPIQUE DE PARIS 2024

Timothé ROBINEAU, David RAMIER,
Jérémy SAGE, Emmanuel BERTHIER
Cerema, équipe de recherche TEAM

Auline RODLER, Marjorie MUSY
Cerema, équipe de recherche BPE

Benjamin MORILLE,
société SOLENEOS

Février 2021

Contexte

Le projet d'aménagement du Village des athlètes pour les jeux Olympiques et Paralympiques de 2024 à Paris (VOP) porte des ambitions environnementales fortes. Le confort en période de canicule dans les espaces publics du village, village qui sera ensuite transformé en habitat et locaux de bureaux, est un enjeu important. La végétalisation est un moyen, parmi d'autres, pour créer des espaces de rafraîchissements locaux grâce à l'ombrage et au processus d'évapotranspiration : c'est le principe de la bioclimatisation. La Société de livraison des ouvrages olympiques (SOLIDEO) a missionné deux équipes de recherche du Cerema ainsi que la startup SOLENEOS pour diagnostiquer le futur microclimat du VOP et identifier des leviers d'optimisation de la bioclimatisation.

La méthodologie qui a été retenue est innovante : il s'agit de croiser deux modèles numériques, le premier MARIE permettant de simuler en détail l'évapotranspiration sur les espaces végétalisés en tenant compte du stress hydrique, le second SOLENE-microclimat utilise ces flux d'évapotranspiration pour caractériser le microclimat du village et les températures présentes. Les travaux ont été menés sous climat futur (2050) et se sont concentrés sur cinq espaces végétalisés contrastés d'un espace public emblématique du VOP, le mail Finot.

Optimisation de l'évapotranspiration

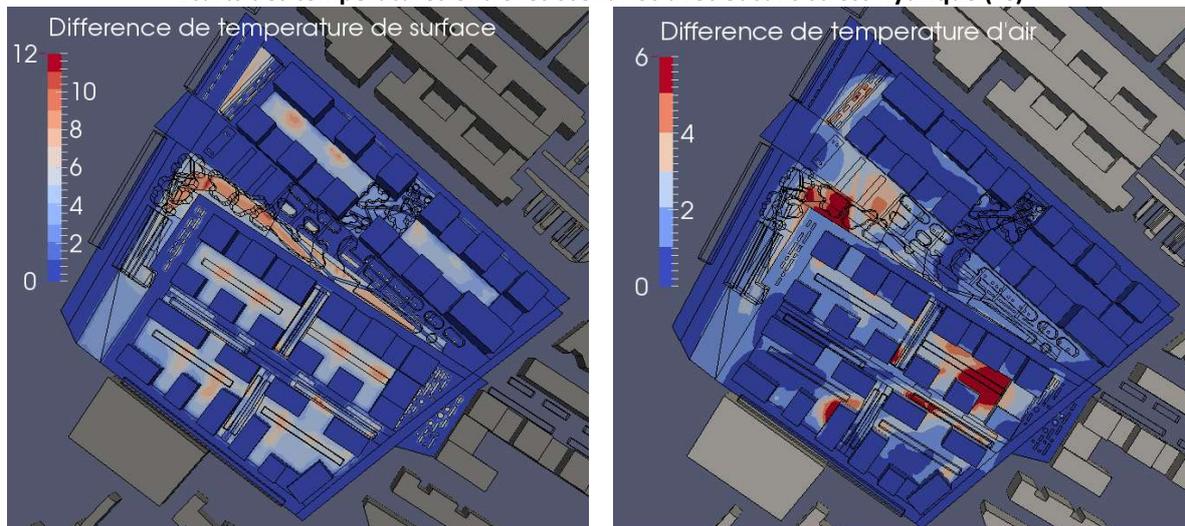
Pour l'année 2050 étudiée, la demande climatique d'évapotranspiration représente aux alentours de 1150mm de hauteur d'eau, alors que l'évapotranspiration réelle sur les espaces végétalisés du mail Finot est réduite autour de 950mm du fait du manque d'eau dans les sols. Ce stress hydrique est particulièrement présent lors d'une période de canicule sélectionnée, avec localement une réduction de 65% de l'évapotranspiration. Des paramètres du modèle MARIE ont été modifiés afin d'identifier des leviers pour favoriser l'évapotranspiration :

- Augmenter la densité des feuilles, réduire la résistance stomatique de la végétation ou encrer les racines plus profondément permet d'augmenter l'évapotranspiration annuelle, mais la réduit significativement lors des canicules (sauf pour les racines) ;
- Le limon en place sur le site est plutôt un sol adapté à l'évapotranspiration par rapport à un sable ou une argile ;
- Imperméabiliser à quelques mètres de profondeur le sol permet de retenir plus d'eau et donc améliore l'évapotranspiration annuelle et en période de canicule ;
- Augmenter le ruissellement des eaux pluviales connecté et infiltré dans les espaces végétalisés permet de significativement soutenir l'évapotranspiration ;
- Enfin pour information, l'évapotranspiration en 2050 sera significativement plus élevée que sous climat actuel.

Impact sur le microclimat

Lors de la période de canicule sélectionnée en 2050, les températures d'air dépassent pendant plusieurs jours les 40°C sans descendre en dessous de 25°C la nuit ; l'humidité de l'air varie entre 15% et 35% lors des jours les plus chauds. Sous ces conditions extrêmes, les températures approchent les 60°C sur les surfaces revêtues du village. Si l'évapotranspiration est optimisée à des valeurs correspondant à la demande climatique, c.à.d. sans stress hydrique, les températures de surface peuvent être localement abaissées de 10°C et les températures d'air de plusieurs degrés (entre 2°C et 4°C ; figure ci-dessous). Ces rafraîchissements locaux s'expliquent par des températures plus faibles à la surface des feuilles qui évapotranspirent, et leur localisation est conditionnée par l'ensoleillement et la circulation du vent.

Ecarts des températures entre les scénarios avec et sans stress hydrique (°C)



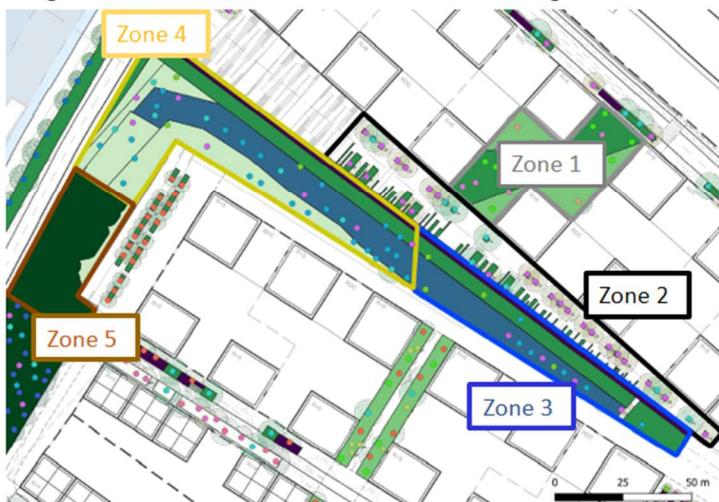
Recommandations pour l'aménagement du village olympique

Leviers sur tous les espaces végétalisés:

- + Recours à des végétaux favorables à l'ET: densité des feuilles importante, résistance stomatique réduite, racines profondes et Stratégies de gestion des eaux pour assurer une disponibilité en eau suffisante dans le sol : collecter et infiltrer les eaux de ruissellement amont est une solution pertinente (Attention: si l'espace n'est pas assez alimenté en eau, l'installation de végétaux favorables à l'ET à l'échelle annuelle entraîne une réduction de l'ET en période sèche de canicule)
- + Recours à des sols avec de bonnes capacités de rétention et d'infiltration: un limon est bon compromis
- + Un gazon reste généralement plus frais qu'un mélange de lisière ou des vivaces

Recommandations autour du mail Finot:

- + Zone 1*: Pertinent de trouver des solutions pour réduire la vitesse du vent (→ optimisation de la bioclimatisation du mail)
- + Zones 1, 3, et parties supérieures des zones 2 et 4 : Ombrages importants par les bâtiments → préférer des végétaux de strates basses car intérêt de l'ombrage réduit et une strate haute va freiner le rafraîchissement par



- rayonnement thermique ; pas décisif de travailler sur les matériaux de surface
- + Zones 3 et 4: T° de surface fortement limitée par la restriction hydrique lors des périodes de canicule → importance de l'alimentation en eau
- + Zone 5 et partie inférieure de la zone 4: Exposition importante au soleil → importance des arbres pour l'ombrage
- + Zone 5: Potentiel d'ET élevé (arbres et exposition au soleil) fortement limité par la restriction hydrique → important de l'alimenter en eau toute l'année

* Recommandation valable pour un vent de direction NE

Pour en savoir plus : les synthèses et rapports détaillés sont disponibles sur le site web du Cerema