CoolParks : aide à la conception de parcs et de formes urbaines pour optimiser le rafraîchissement urbain

Auline Rodler, Jérémy Bernard, Benjamin Morille, Philippe Bodénan, Sihem Guernouti, Marjorie Musy

▶ **To cite this version:**

Auline Rodler, Jérémy Bernard, Benjamin Morille, Philippe Bodénan, Sihem Guernouti, et al.. CoolParks : aide à la conception de parcs et de formes urbaines pour optimiser le rafraîchissement urbain. 33ème colloque de l'association internationale de climatologie, Laboratoire LETG-RENNES, UMR 6554 LETGCNRS / Université Rennes 2, Jul 2020, Rennes, France. pp.595-600. hal-02940691v1

HAL Id: hal-02940691

https://hal.science/hal-02940691v1

Submitted on 16 Sep 2020 (v1), last revised 11 Aug 2021 (v2)

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.

Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

COOLPARKS: AIDE A LA CONCEPTION DE PARCS ET DE FORMES URBAINES POUR OPTIMISER LE RAFRAICHISSEMENT URBAIN

RODLER A.[1,5], BERNARD J.[2], MORILLE B.[3,4], BODENAN P.[4,5], GUERNOUTI S.[1,5], MUSY M.[1,5]

1 Cerema, Equipe-Projet BPE, France (auline.rodler@cerema.fr)
2 Chercheur associé au LAB-STICC, Université de Bretagne Sud, France
3 Chercheur associé au Crenau, Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes, France
4 Soleneos, France
5 L'Institut de Recherche en Sciences et Techniques de la Ville (IRSTV), Ecole Centrale de Nantes, France

Résumé : *Les projections climatiques des prochaines décennies prévoient des périodes de canicule plus longues et plus fréquentes qui seront exacerbées en ville par le phénomène d'Îlot de Chaleur Urbain (ICU). Un des enjeux des nouveaux aménagements urbains est d'intégrer des mesures pour atténuer l'intensité de l'ICU en ayant recours au végétal et à l'eau. Ainsi, les parcs urbains offrent une source importante de fraîcheur. Les effets de ces aménagements varient largement selon leur type, leur proportion, leur répartition, leur mode de gestion et l'environnement urbain dans lequel ils sont implantés. Aussi, la fraîcheur générée se diffuse différemment dans les alentours proches du parc selon la morphologie des quartiers qui l'environnent. Le projet de recherche Coolparks, présenté dans cet article, interroge ces problématiques. Son objectif est de concevoir un outil simple à mettre en œuvre, permettant aux collectivités locales de concevoir conjointement les parcs et les quartiers environnants, en considérant leurs interactions réciproques, pour optimiser le rafraîchissement urbain et la réduction des consommations énergétiques dans les bâtiments.*

Mots clés : *ICU ; canicules ; morphologie urbaine ; parc urbain ; consommations énergétiques des bâtiments*

Summary: Coolparks: ***a tool to assist the designing of parks and urban shapes to optimize urban cooling.*** ***Climate*** *projections for the next decades predict heat waves, which will be intensified in cities due to the Urban Heat Island (UHI) effect. To mitigate the UHI, new urban planning projects look forward to integrate more solutions based on vegetation and water. Thus, urban parks can generate cooled air but the amount of freshness created will depend on the park's constitution and proportion of each element and the urban environment surrounding the park. In addition, the cooled air will be spread differently in the surroundings depending on the urban district's morphology. The interaction between the urban morphology and the urban park will be considered in the CoolParks project. The aim of this project is to develop a tool for local communities to design urban parks and the surrounding districts with the aim to optimize urban cooling and reduce the buildings' energy consumption.*

Key words: *UHI; heat wave; urban morphology; urban park; building's energy consumption*

Introduction

Les projections climatiques des prochaines décennies prévoient des périodes de canicule qui seront plus longues, plus intenses et plus fréquentes (GIEC, 2014). Le phénomène d'Îlot de Chaleur Urbain (ICU) exacerbe les effets des périodes de canicule si bien que, les risques d'inconfort thermique, les risques sanitaires et les risques de surconsommations énergétiques estivales seront particulièrement importants en milieu urbain.

Un des enjeux des nouveaux aménagements urbains est donc d'intégrer des mesures pour atténuer l'intensité de l'ICU. Le recours à des "espaces verts" (zones humides naturelles, réseaux de parcs urbains, toits végétalisés, etc.) fait partie des solutions envisageables (Lewis, 2016). Ces dernières années, plusieurs grands projets de végétalisation ont vu le jour en France comme par exemple le projet Claude Bernard Mc Donald (Mairie de Paris, 2009) dans le XIXe arrondissement qui avait pour but de créer de nombreux espaces végétalisés dans des quartiers existants - forêt linéaire entre le quartier et le boulevard du périphérique. Les villes s'intéressent aussi de plus en plus à la mise en place de solutions de végétalisation et de désimperméabilisation des sols pour une meilleure gestion des eaux de pluie et du climat urbain.

Cependant, les effets de l'eau et de la végétation varient largement selon leur type (végétation haute et basse, eau stagnante ou mobile, etc.), leur proportion, leur répartition, leur mode de gestion et l'environnement urbain dans lequel ils sont implantés. Les parcs urbains sont, de par leur très fort taux de végétalisation, une source importante de création de fraîcheur. Cette dernière se diffuse différemment dans les alentours proches du parc selon la morphologie des quartiers qui l'environnent.

De nombreuses études expérimentales existent sur l'effet de rafraîchissement des parcs mais peu étudient l'influence de la forme urbaine sur le processus de diffusion de la fraîcheur. De plus, la plupart d'entre elles sont des études expérimentales qui limitent l'investigation à des configurations fixes et à des espaces restreints. Par ailleurs, la modélisation numérique des phénomènes physiques régissant le micro-climat urbain permet de diagnostiquer le phénomène d'ICU à l'échelle d'une ville et également les variations micro-climatiques au sein d'un quartier. A l'inverse des études expérimentales, ces approches numériques permettent une exploration spatiale plus vaste et la possibilité d'augmenter le nombre des configurations étudiées en faisant notamment varier les caractéristiques des parcs et de la forme urbaine. Néanmoins, les outils numériques permettant de quantifier l'influence des parcs sur le rafraîchissement urbain sont peu nombreux, leur mise en œuvre est souvent complexe et demande une expertise qui n'est souvent pas maîtrisée par les aménageurs.

Dans ce contexte, l'objectif du projet de recherche CoolParks[1], est d'élaborer un outil simple permettant aux collectivités locales de concevoir conjointement les parcs et les quartiers environnants, en considérant leurs interactions réciproques, pour optimiser le rafraîchissement urbain.

Dans une première partie, les résultats obtenus dans une étude préliminaire utilisant des approches numériques simplifiées (Bernard *et al.*, 2018) sont présentés. La seconde partie traite des objectifs et de la méthodologie du projet CoolParks.

1. Étude préliminaire

Afin de quantifier les impacts d'un parc sur le rafraîchissement de son environnement urbain nous avons mené une étude préliminaire (Bernard *et al.*, 2018) en utilisant une approche numérique simplifiée. L'outil de mécanique des fluides numérique Code-Saturne a été utilisé avec prise en compte des forces de flottabilité afin de quantifier les relations entre indicateurs morphologiques (hauteur de bâtiment, densité de bâtiment, rapport d'aspect, largeur de rue, largeur de bâtiments), vitesse de vent et diffusion de la fraîcheur pour des parcs de dimensions différentes. Dans le cadre de cette étude paramétrique, plusieurs hypothèses ont été considérées (Bernard *et al.*, 2018) :

Nous avons imposé un flux de chaleur de -300 W/m² au niveau de la surface correspondante au parc. Cela correspond à une amplitude maximale d'une différence de flux de chaleur sensible mesurée à midi entre une zone très végétalisée et une zone très minéralisée (McPherson, 1994; Rodriguez, 2015).

Les autres surfaces urbaines sont considérées neutres du point de vue thermique. Leur unique influence est donc du point de vue aéraulique : elles forment un obstacle à l'écoulement de l'air uniquement. Cela signifie qu'il n'y a pas de couplage thermo-aéraulique entre les surfaces urbaines et l'air. La température d'air extérieur est fixée à 35°C, ce qui correspond à des conditions caniculaires.

[1] *CoolParks* est un projet financé par l'ADEME. Le consortium est constitué de Jérémy Bernard, Soleneos et le Cerema Ouest (Equipe BPE).

La distance entre l'isotherme où 1°C de différence est constaté et les bords du parc est calculé, ce qui nous permet d'obtenir la surface de fraicheur générée par le parc. Cette isotherme de 34°C à 2 m de hauteur est tracée entre chaque simulation pour comparer la taille de la zone rafraîchie. L'indicateur de performance utilisé est la surface couverte par cette zone, la surface de rafraichissement.

Plusieurs scénarios d'aménagement de l'espace alentour au parc ont été élaborés afin d'évaluer l'influence des caractéristiques morphologiques d'un quartier sur son rafraîchissement (Bernard *et al.*, 2018). Ces scénarios sont décrits quantitativement par des indicateurs morphologiques dont les valeurs sont présentées dans le tableau 1. La densité des bâtiments, D_B étant la surface des bâtiments divisée par la surface totale du quartier. Le rapport d'aspect H/W, est la hauteur des bâtiments divisée par la largeur des rues.

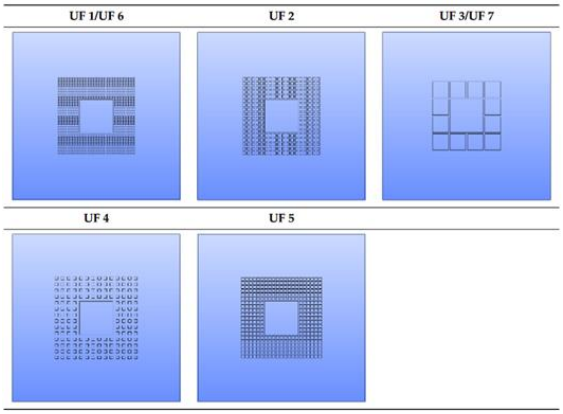

Figure 1. Formes urbaines

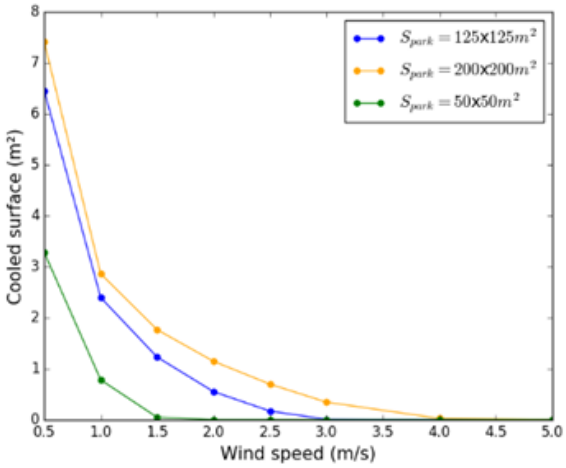

Figure 2. Surface de rafraîchissement pour différentes vitesses de vent

Tableau 1. Scénarios de simulations basés sur différents indicateurs morphologiques (UF étant les formes urbaines (Bernard *et al.*, 2018))

UF	Height (m)	Building Width (m)	Street Width (m)	D_B (%)	H/W	Number of Buildin
1	10	8	8	25 (low)	1.25	672
2	10	18	8	48 (medium)	1.25	260
3	10	96	8	85 (high)	1.25	12
4	10	18	18	25 (low)	0.56	160
5	10	18	5	95 (high)	2.00	360
6	17	8	8	25 (low)	2.12	672
7	4	96	8	85 (high)	0.50	12

1.1. Effet de la taille du parc et de la vitesse du vent

Afin de quantifier l'effet de la taille de parc et de la vitesse du vent sur le potentiel de rafraîchissement, plusieurs simulations ont été réalisées pour différentes conditions de vent et de dimensions de parc (des parcs carrés de largeur 50, 100 et 200 m). Pour ces simulations aucune construction adjacente au parc n'a été considérée et la surface rafraîchie correspond à une réduction de la température de l'air de 1°C par rapport à la température initiale de 35°C à 2m au-dessus du sol.

Nous observons sur la Figure 1 que :

- Plus le parc est grand plus la surface rafraîchie est grande, ce qui semble intuitif. La distribution de la fraicheur dans son environnement peut être trouvée dans Bernard *et al.* (2018).
- La surface rafraîchie est plus grande lorsque la vitesse de vent est faible. Ceci est moins évident et s'explique par le fait que l'air traverse doucement le parc et a donc le temps "d'accumuler de la fraîcheur" du fait de l'hypothèse du flux négatif constant qui lui est appliqué (ce qui représente une limite réelle de cette étude).

1.2. Effet de la morphologie du quartier

Le parc de dimension 200 m x 200 m a été utilisé pour l'étude morphologique du quartier. L'analyse des résultats obtenus suite aux simulations présentées dans le tableau 1 permet les observations suivantes :

- Effet de seuil de la hauteur des bâtiments : lorsque les bâtiments sont de petites tailles, l'air frais est transporté au-dessus des bâtiments et à travers les rues. Plus les bâtiments sont hauts, plus le passage de l'air se concentre dans les rues, augmentant par conséquence la taille de la zone rafraîchie. Au-delà d'une certaine hauteur de bâtiments, l'air frais ne peut plus franchir les bâtiments. Il est donc seulement canalisé par les rues. Il en résulte alors que toute augmentation de hauteur de bâtiment au-delà de ce seuil n'a donc plus d'influence (Bernard *et al.*, 2018).
- Effet de la densité des bâtiments : nous avons augmenté la densité de bâtiment en agissant soit sur la dimension du bâtiment, soit sur la largeur des rues. Dans le premier cas nous avons observé que la surface rafraîchie diminuait lorsque la densité de bâtiment augmentait. Pour le deuxième cas, lorsque la densité des bâtiments augmentait en augmentant la largeur des rues, la surface rafraîchie augmentait. Contrairement à ce qu'on aurait pu attendre, l'effet de la densité des bâtiments n'est donc pas un indicateur suffisant pour décrire la diffusion de la fraîcheur.
- Effet du rapport d'aspect : à densité et hauteur de bâtiments constants et pour une vitesse de vent donnée, la surface rafraîchie augmente lorsque le rapport d'aspect augmente (Bernard *et al.*, 2018). Cet indicateur est donc à explorer.
- Effet du nombre de bâtiments : la surface rafraîchie semble fortement corrélée au nombre de bâtiments mais peu à la largeur des rues (Figure 3).

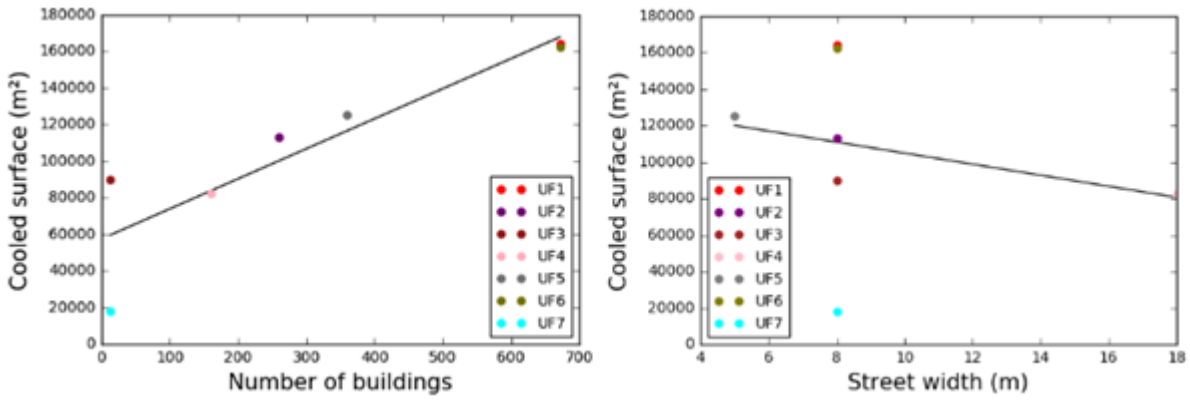

Figure 3. Surface rafraîchie fonction (a) du nombre de bâtiments (b) de la largeur des rues

1.3. Limites de l'étude préliminaire

Dans ce travail préliminaire nous avons fait plusieurs hypothèses simplificatrices :

- Le parc est considéré comme une surface végétale uniforme. La quantification des effets thermiques engendrés par l'utilisation d'un élément naturel en particulier (arbre, pelouse, lac, etc.) ou de la combinaison de plusieurs de ces éléments (par exemple arbre au-dessus de pelouse) n'a pas été abordée.
- Si le flux est constant, le parc peut être perçu comme un « puits de fraîcheur infini ». Cependant, le flux devrait être considéré comme variable, évoluant au cours de la journée en fonction de l'écart de température entre les surfaces urbaines et l'air et également de la vitesse du vent.
- Aucune validation expérimentale de ces résultats n'a été réalisée.

Le travail envisagé dans le cadre du projet *CoolParks* permettra d'approfondir ces premières observations en reconsidérant nos hypothèses simplificatrices et de mener des campagnes expérimentales pour confronter les résultats de simulation à des données observées.

2. Méthodologie du projet CoolParks

La méthode et les éléments qui ont été investigués dans l'étude préliminaire seront améliorés et complétés (Fig.4). En résumé, nous allons dans le cadre de ce projet :

- quantifier le rafraîchissement généré par un parc au vu des éléments qui le composent (arbres, pelouse, bassins, rivières, etc.), de sa topographie et de son mode de gestion (arrosage, entretien, etc.).

- quantifier la diffusion de cette fraîcheur dans les quartiers environnants selon les caractéristiques des tissus urbains qui entourent le parc.

- quantifier les effets de cette fraîcheur sur la consommation d'énergie des bâtiments alentours et les risques d'inconfort pour leurs occupants.

Ces éléments quantitatifs seront évalués à partir de modèles empiriques qui nécessiteront seulement le calcul d'indicateurs caractérisant les parcs (constitution, environnement et mode d'usage) et les tissus urbains alentour (morphologie et structure). L'élaboration de ces modèles sera effectuée à partir d'analyses statistiques reliant des résultats de simulations micro-climatiques aux indicateurs qui caractérisent les parcs et les tissus urbains. Les simulations seront réalisées à partir des modèles SOLENE-microclimat (Musy *et al.*, 2015) et DANA (DetAilled buildiNg simulAtion) (Rodler *et al.*, 2018) et validées à partir de campagnes de mesures menées sur le territoire nantais.

Les modèles empiriques établis dans le cadre de ce projet relieront des indicateurs climatiques (diminution de la température de l'air générée par un parc) et énergétiques (diminution ou augmentation des consommations d'énergie d'un bâtiment) à des indicateurs caractérisant le type de surface d'un parc ainsi qu'à la morphologie et la typologie des bâtiments et du quartier qui l'entoure. Ces résultats seront synthétisés dans un outil SIG permettant le diagnostic d'un état existant ou la mise en œuvre d'un nouvel aménagement urbain (Fig.4).