



HAL
open science

Outil d’alerte pour identifier les périodes propices au rafraîchissement des parcs

Jérémy Bernard, Philippe Bodéan, Pascal Kéavec, Benjamin Morille, Auline Rodler

► **To cite this version:**

Jérémy Bernard, Philippe Bodéan, Pascal Kéavec, Benjamin Morille, Auline Rodler. Outil d’alerte pour identifier les périodes propices au rafraîchissement des parcs. 33ème colloque de l’association internationale de climatologie - Changement climatique et territoires, Jul 2020, Rennes, France. hal-02940653

HAL Id: hal-02940653

<https://hal.science/hal-02940653>

Submitted on 16 Sep 2020

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.

OUTIL D'ALERTE POUR IDENTIFIER LES PERIODES PROPICES AU RAFRAICHISSEMENT DES PARCS

BERNARD J.¹, BODÉANAN P.^{2,3}, KÉRAVEC P.^{3,4}, MORILLE B.^{2,5}, RODLER A.^{3,6}

1 Chercheur associé au LAB-STICC, Université de Bretagne Sud, France (jeremy.bernard@zacyls.net)

2 Soleneos, France

3 Institut de Recherche en Sciences et Techniques de la Ville (IRSTV), Ecole Centrale de Nantes, Nantes, France

4 Laboratoire de recherche en Hydrodynamique, Énergétique et Environnement Atmosphérique (LHEEA), École Centrale Nantes, Centre National de la Recherche Scientifique, Nantes, France

5 Chercheur associé au Crenau, Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes, Nantes, France

6 Cerema, Equipe-Projet BPE, France

Résumé : *Dans le cadre du projet CoolParks, des campagnes de mesures mobiles vont être menées pour mesurer le rafraîchissement occasionné par des parcs et la diffusion de cette fraîcheur dans leurs quartiers environnants. Afin d'identifier les conditions propices pour la mise en œuvre de ces campagnes, des mesures fixes de température de l'air réalisées pendant plusieurs années dans des parcs nantais et leur environnement urbain sont utilisées. Cinq périodes intéressantes par saison sont identifiées pour les futures campagnes : 3 périodes diurnes et 2 périodes nocturnes. Pour chacune de ces combinaisons {période, saison}, les conditions météorologiques permettant de maximiser le rafraîchissement des parcs ou la diffusion de fraîcheur dans leur environnement proche sont étudiées. Des arbres de décision sont construits pour faciliter la mise en œuvre d'alertes permettant d'identifier les journées propices à la tenue des futures campagnes de mesure.*

Mots clés : *mesure mobile ; alerte météorologique ; rafraîchissement urbain ; espaces verts ; température d'air*

Summary: *Alert tool for identifying good periods to refresh parks. In the coolparks framework, mobile measurement campaigns will be performed to quantify the cooling induced by urban parks and the cool air diffusion within their surrounding urban areas. In order to identify the optimal conditions to implement these campaigns, fixed air temperature measurements performed during several years within parks (in Nantes, France) and their surrounding urban environment are utilized. Five interesting periods per season are identified for future campaigns : 3 are diurnal and 2 are nocturnal. For each of the {period, season} combinations, the meteorological conditions that allow to maximize the park cooling or the cool air diffusion within their close environment are investigated. Decision trees are constructed to facilitate the weather alert implementation allowing to identify the favorable days for future measurement campaigns taking place.*

Key words: *mobile measurement; weather alert; urban cooling; green spaces; air temperature*

Introduction

Plusieurs solutions existent pour rafraîchir la ville. Une des solutions les mieux documentées est l'usage de la végétation. En quantité importante (par exemple dans un parc), plusieurs études ont montré qu'elle permettait d'obtenir un rafraîchissement de quelques degrés Celsius (Barradas, 1991; Jauregui, 1990) et que cette fraîcheur pouvait être mesurée jusqu'à une fois la taille du parc (Jauregui, 1990). Ces résultats ont été observés durant le jour et la nuit et sous différentes conditions météorologiques. Bernard *et al.* (2018) ont identifié une diffusion maximale par vent faible et avec un grand nombre de rues adjacentes au parc. Cependant, ces résultats sont issus de simulations réalisées avec des hypothèses simplificatrices fortes et méritent donc d'être approfondis.

Le projet de recherche CoolParks, financé par l'ADEME, a donc pour objectif de mieux comprendre et d'évaluer l'effet des espaces verts sur le climat urbain. Dans ce cadre, des campagnes de mesure mobiles seront réalisées pour évaluer leur impact sur le rafraîchissement (dans le parc et également dans ses alentours). Plusieurs stations de mesure seront utilisées pour mesurer la température et l'humidité de l'air à l'intérieur de deux espaces verts nantais ainsi que dans leurs rues adjacentes.

Les mesures mobiles présentent l'avantage de couvrir un territoire très large. Leur inconvénient majeur est leur faible représentativité temporelle. Il faut donc identifier les

périodes pendant lesquelles il sera le plus intéressant de réaliser les campagnes. On cherchera donc deux types de périodes : celles où le parc est beaucoup plus froid ou beaucoup plus chaud que la ville ; celles où la fraîcheur (ou chaleur) du parc se diffuse dans ses quartiers périphériques.

Ces conditions sont dépendantes de la dynamique du climat urbain (alternance jour / nuit - qui est fonction de la saison) et des conditions météorologiques (certains jours ne présenteront aucune différence de température en raison de conditions défavorables). Ce travail présente une méthodologie qui permet d'identifier les conditions optimales pour réaliser nos campagnes de mesure dans le cadre de CoolParks. Ces conditions correspondent donc à (i) des périodes particulières de la journée, (ii) des conditions météorologiques particulières.

À partir de ces premiers résultats, des alertes météorologiques seront mises en place afin de réaliser les campagnes de mesure dans des conditions qui sembleront optimales.

1. Données et Méthodes

1.1. Données

Dans le projet CoolParks, les campagnes de mesures auront lieu dans des espaces verts de la ville de Nantes. Au cours de précédents travaux de recherche, (réalisés dans le cadre du projet URBIO), des capteurs de température d'air ont été placés dans des tissus urbains contrastés le long d'un gradient ville-campagne au nord-ouest (Fig.1). Les données de température de sept stations, échantillonnées toutes les 15 minutes entre 2015 et 2017, seront utilisées dans cette étude préliminaire. Ces stations sont classées en trois catégories :

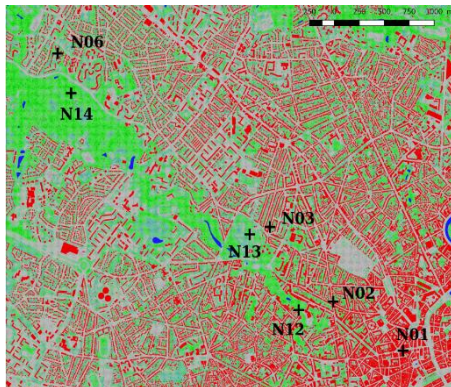


Figure 1. Position géographique des sites de mesure utilisés dans l'étude.

- parcs : trois stations sont situées dans des espaces verts (N12, N13 et N14)
- quartiers adjacents : trois stations sont situées dans les quartiers adjacents aux parcs (respectivement N02, N03, N06)
- centre : une station située dans le centre-ville de Nantes (N01), considérée comme suffisamment éloignée des parcs pour être représentative de conditions urbaines.

Il est important de noter que les stations N12 et N14 sont toutes deux situées en fond de vallée et à l'ombre des arbres. Ces sites peuvent donc développer un micro-climat propres à ces caractéristiques. Cette hypothèse

pourra être vérifiée lors de la mise en place des mesures mobiles. Pour caractériser les conditions météorologiques, des données tri-horaires pour la station Météo-France de Bouguenais (située dans l'agglomération de Nantes) sont utilisées¹. Les paramètres atmosphériques suivants sont conservés pour notre étude : nébulosité, pression atmosphérique, précipitations, humidité relative et température de l'air et vitesse du vent².

¹ Données d'observation terrestre produites par Météo-France (en libre accès) :

https://donneespubliques.meteofrance.fr/?fond=produit&id_produit=90&id_rubrique=32

² Pour plus d'information sur la signification de ces paramètres, se reporter à la documentation fournie par Météo-France :

https://donneespubliques.meteofrance.fr/?fond=produit&id_produit=90&id_rubrique=32

1.2. Méthode

L'objectif est de prévoir les périodes et les conditions météorologiques qui exacerbent au moins l'une des conditions suivantes :

- Condition C1 : les différences thermiques entre un parc et un quartier climatiquement peu sensible à l'effet des parcs (soit le centre urbain, soit le quartier adjacent),
- Condition C2 : la diffusion de fraîcheur ou de chaleur d'un parc dans ses quartiers alentours (diminution de l'écart de température parc/centre entre deux périodes où l'on s'attendrait à ce qu'elle augmente ou qu'elle soit stable).

Pour cela, après avoir déterminé les périodes correspondant à nos conditions C1 ou C2 et des indicateurs représentatifs de ces périodes, nous cherchons à construire un arbre de décision utilisant les données de la station Météo-France. Pour minimiser les effets saisonniers, le traitement s'effectuera sur des données classées par saison (telles que définies par l'Organisation Mondiale de Météorologie pour l'hémisphère nord). Pour chaque saison, un jour médian des différences de température entre chaque parc et son quartier alentour et chaque parc et la station centre-ville est calculé (Fig.2). Il permet d'identifier cinq périodes correspondant à nos conditions :

- pour C1 : en journée quand la différence de température centre/parc (ΔT_{C-P}) est minimale (**période P_{J1}**), quand la différence de température quartier adjacent/parc (ΔT_{QA-P}) est maximale (**période P_{J2}**) et la nuit quand ces toutes ces différences sont maximales (**période P_{N1}**),
- pour C2 : en journée quand la différence de température quartier adjacent/parc diminue par rapport à sa valeur en P_{J2} (**période P_{J3}**) et la nuit quand la différence de température centre/parc diminue par rapport à sa valeur en P_{N1} (**période P_{N2}**).

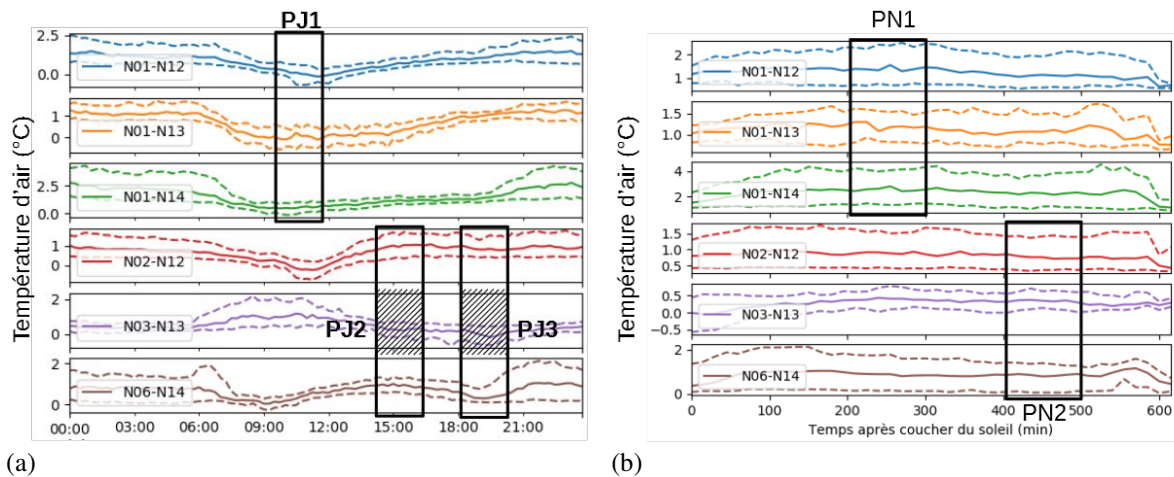


Figure 2. Différences de température médianes pour la période estivale et identification des périodes optimales P_i (a) pour la période diurne, (b) pour la période nocturne. Trait plein : valeur médiane pour chaque pas de temps. Traits pointillés inférieur et supérieur : respectivement valeur du pourcentile 25 et 75.

La différence de température ΔT_{03-13} est volontairement exclue en période diurne car les résultats sont trop atypiques.

Les différences de température sont moyennées tous sites confondus (centre/parc pour les périodes correspondant à C1, quartier adjacent/parc pour les périodes correspondant à C2) pour chaque période. Ces moyennes représentent les indicateurs qui seront utilisés pour identifier les conditions météorologiques propices à C1 ou C2. Il faut maintenant décider du critère permettant de décider qu'une combinaison {journée, période} appartient aux conditions C1 ou

C2. Pour cela, on fixe un seuil arbitraire de 20 % des valeurs les plus hautes de notre indicateur pour C1 et 20 % des valeurs les plus basses pour C2.

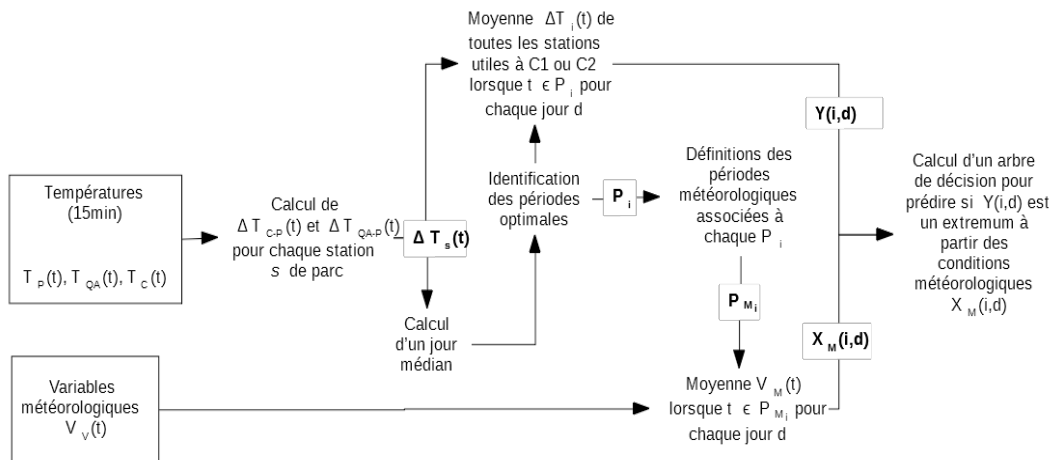


Figure 3. Procédure utilisée pour l'identification des conditions météorologiques optimales pour la mise en œuvre des campagnes de mesure.

Finalement, pour chaque période P_i , la valeur de nos indicateurs est impactée par les conditions météorologiques qui se sont déroulées pendant une période PM_i précédant ou confondue avec P_i . Une période PM_i est arbitrairement définie pour chaque période P_i . Pour chaque période météorologique, la moyenne journalière de chaque variable météorologique est calculée et sert d'indicateur pour la construction de l'arbre de décision. L'arbre de décision doit permettre de prévoir l'appartenance d'une combinaison {journée, période} aux conditions C1 (20 % des valeurs de l'indicateur les plus hautes) ou C2 (20 % des valeurs de l'indicateur les plus basses).

Pour tester l'influence de la profondeur de l'arbre sur la précision des prédictions, différentes profondeurs maximales sont testées (entre 1 et 7). Pour chaque profondeur, 70 % des données saisonnières sont tirées aléatoirement (en conservant un ratio de 20 % des valeurs extrêmes) pour construire l'arbre, les 30 % restantes sont utilisées pour vérifier la prédiction de l'arbre. Cette procédure est répétée 50 fois pour chaque profondeur. La profondeur ayant démontré les meilleurs résultats de prédiction est conservée pour construire l'arbre final en utilisant 100 % des données. La figure 2 récapitule l'ensemble de ces étapes.

2. Résultats

Pour la saison estivale, la Figure 4 présente la différence de température moyenne observée pendant P_{J2} entre les stations et leur quartier alentour (N06-N14 et N02-N12) en fonction de l'humidité relative moyennes pendant la période PM_{J2} (démarrant 8h avant et terminant 2h après le début de P_{J2}). Plus l'air est saturé en humidité, moins la différence de température entre le parc et sa périphérie semble marquée (attribuable à un potentiel d'évapotranspiration de la végétation limité). Concernant la construction de l'arbre, la profondeur optimale de l'arbre est identifiée à partir du ratio de bonne prédiction : la valeur médiane la plus élevée est choisie comme valeur optimale (Fig.5 pour la période P_{J2}).

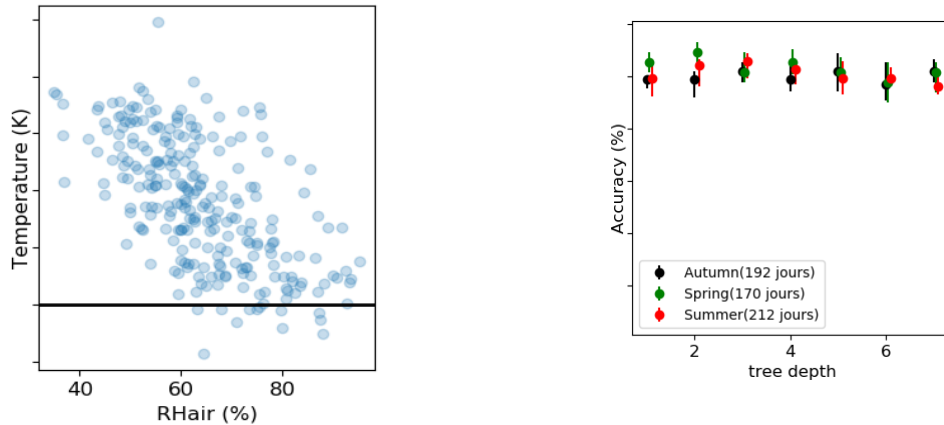


Figure 5. Différence de température parcs-quartier pendant PJ2 en fonction de l'humidité relative de l'air

Globalement, le taux de bonne prédiction diminue avec la profondeur de l'arbre. Le taux optimal est sensiblement le même ($\approx 80\%$) pour toutes les combinaisons {Période, saison}. Seules les valeurs printanières pour la période P_{N1} dénotent légèrement avec une précision optimale inférieure à 70% (qui s'explique notamment par un échantillon d'apprentissage de taille faible). Pour l'été et la période P_{J2} , la profondeur optimale est de 3. L'arbre de décision final est construit pour chaque combinaison {période, saison} à partir de la valeur de profondeur optimale relevée. Un exemple est donné Figure 6 pour { P_{J2} , été}.

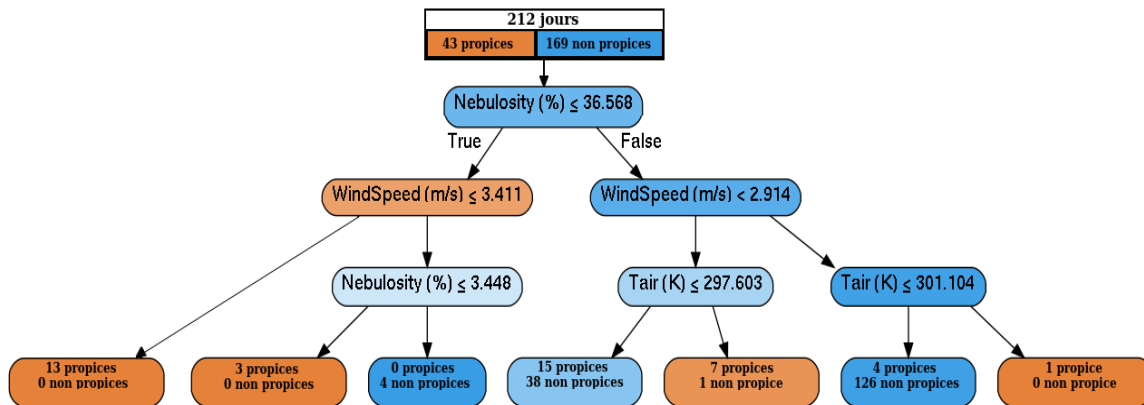


Figure 6. Arbre de décision permettant d'identifier une différence de température maximale entre ville et parc.

Des critères sur quatre variables météorologiques sont utilisés pour identifier les conditions météorologiques favorables. Par exemple si l'on s'intéresse à la branche gauche de l'arbre, si la nébulosité est faible, le vent doit être faible ou s'il est important c'est l'humidité relative qui doit être faible.

Pour les autres combinaisons {périodes, saisons}, le tableau 1 récapitule les variables météorologiques retenues pour l'identification des extremums. Globalement, les conditions météorologiques favorables diffèrent avec la saison et également avec la période. Seule la période hivernale semble avoir en commun à chaque période la vitesse de vent comme variable explicative de l'obtention des extremums.

Tableau 1. Variables présentes dans l'arbre de décision correspondant à chaque combinaison {période, saison}. Les cases grisées correspondent à des combinaisons qui ne présentent pas d'intérêt pour l'étude.

Saisons Périodes	Printemps	Été	Automne	Hiver
PJ1	Température d'air	Pression atmosphérique	Nébulosité	
PJ2	Température d'air Humidité relative Pression atmosphérique	Nébulosité Vitesse du vent Humidité relative Température d'air	Humidité relative Vitesse du vent Nébulosité Pression atmosphérique	
PJ3	Humidité relative Nébulosité Température de l'air	Pression atmosphérique	Nébulosité	Vitesse du vent
PN1	Pression atmosphérique	Vitesse du vent	Humidité relative	Vitesse du vent
PN2		Nébulosité	Température d'air	

Conclusions et Discussion

Ce travail permet de créer des alertes en vue de mettre en œuvre des campagnes de mesure favorables à la mesure :

- Condition C1 : pour de larges différences de température entre un parc nantais et la ville qui l'entoure,
- Condition C2 : lorsqu'une diffusion importante de fraîcheur a lieu entre les parcs et leurs quartiers adjacents.

Pour cela, 5 périodes favorables (3 diurnes, 2 nocturnes) à ces observations ont été identifiées pour chaque saison. Pour chaque combinaison {période, saison}, un arbre de décision permet de prédire si un jour est propice à l'observation d'extremums correspondant à l'une des 2 conditions. Ces arbres sont basés sur les conditions météorologiques observées à la station Météo-France la plus proche. Il reste maintenant à mettre en place les alertes à partir de chacun de ces arbres et des données météorologiques prévues pour les prochains jours. Ces résultats permettent d'avoir une information objective justifiant la mise en place des campagnes de mesure qui auront lieu dans le cadre du projet CoolParks.

Remerciements

Le projet est financé par l'ADEME (2019-2023), lauréat à l'appel MODEVAL URBA. Les analyses créées dans ce travail reposent sur les données tri-horaires ouvertes de Météo-France et sur les données de l'ONEVU obtenues dans le cadre du projet URBIO.

Bibliographie

Barradas V., 1991. Air Temperature and Humidity and Human Comfort Index of Some City Parks of Mexico City. *International Journal of Biometeorology*, 35 (1), 24-28. Doi: <https://doi.org/10.1007/BF01040959>.

Bernard J., Rodler A., Morille B., et Zhang X., 2018. How to Design a Park and Its Surrounding Urban Morphology to Optimize the Spreading of Cool Air?. *Climate*, 6 (1), 10p.

Jauregui E., 1990. Influence of a large urban park on temperature and convective precipitation in a tropical city. *Energy and buildings*, 15 (3-4), 457-463