

**CNRM-GAME  
CNAM-LGP2ES (EA21)  
Climespace**

**Projet CLIM<sup>2</sup>  
Climat urbain et climatisation**

**RAPPORT FINAL DU PROJET  
Résumé**

**Novembre 2010**



**METEO FRANCE**  
Toujours un temps d'avance

**CLIMESPACE**  
GDF SUEZ

## RESUME

---

Quel est l'effet des systèmes de refroidissement urbains sur le climat de la ville ? Cet effet est-il sensible pour les habitants ? Plutôt le jour ou la nuit ? Est-il dépendant de la densité des équipements ? Localisé ou bien étendu ? Certains équipements affectent-ils plus le climat urbain ?

Ces questions sont légitimes, compte tenu de l'augmentation de la population urbaine, du climat particulier des villes (phénomène d'« îlot de chaleur », [Oke, 1987 ; Pigeon et al., 2008]), et du réchauffement climatique : lors de la canicule 2003, qui pourrait être représentative d'un été normal à la fin du siècle, l'îlot de chaleur urbain observé à Paris fut particulièrement intense, avec des températures jusqu'à 8°C plus élevées dans le centre que dans les alentours.

Face à ces épisodes de fortes chaleurs estivales, les besoins en froid augmentent pour refroidir ou maintenir à température constante les biens et les personnes pour raisons sanitaires, commerciales, industrielles ou de confort. Les installations de refroidissement actuelles sont des systèmes individuels « secs » qui rejettent de l'air chaud dans la rue, ou bien des systèmes « humides » qui rejettent la chaleur sous forme de vapeur d'eau dans l'air ou directement dans l'eau. C'est le cas du réseau urbain de froid à Paris qui distribue l'eau glacée produite par des centrales frigorifiques à près de 500 immeubles neufs ou rénovés de la capitale.

Ainsi, il apparaît important d'évaluer les impacts des différents systèmes de refroidissement sur le climat de Paris lors d'un épisode de canicule similaire à celui de août 2003 : c'est l'objectif du projet de recherche CLIM2, réalisé par le Laboratoire de Génie des Procédés pour l'Energie, l'Environnement et la Santé (CNAM), le Groupe d'Etudes de l'Atmosphère Météorologique (CNRS-Météo France), et la société Climespace.

La méthode numérique mise en œuvre, basée sur l'utilisation d'un jeu de modèles reproduisant l'écoulement atmosphérique, permet de simuler et comparer plusieurs situations.

Nous avons reproduit, avec des données réelles d'occupation du sol et de caractéristiques de bâti, la canicule 2003 avec le modèle atmosphérique MESO-NH [Lafore et al. 1998; Stein et al. 2000]. Le processus de climatisation pour le bâtiment dans les zones urbaines a été implémenté dans SURFEX, qui s'appuie sur le modèle de « canopée » urbaine TEB (Town Energy Balance) [Masson 2000]. Le type, le nombre, la localisation et la puissance des installations de climatisation de Paris et sa région ont été estimés : recensement de la préfecture pour les installations classées, centrales de production des réseaux de froid, et estimation à partir de visualisation aériennes pour les installations sèches en toiture et façade. Ces estimations, basses car le recensement ne peut être exhaustif, ont permis d'établir les cadastres d'émission de chaleur des systèmes de climatisation prescrits au modèle. Des cadastres correspondant à des situations différentes ont également été établis : cas « sans climatisation », remplacement des systèmes humides par des systèmes secs, doublement de la puissance de rejets. En sortie des modèles numériques, les résultats ont été traités statistiquement pour en déduire deux indicateurs : les anomalies de températures dans les rues et les caractéristiques de

l'îlot de chaleur parisien.

Les résultats montrent que les rejets du parc actuel de systèmes de refroidissement (secs et humides) provoquent une augmentation faible et locale de la température nocturne dans les rues (0.25 à 1°C par rapport à un cas de référence sans climatisation). Si l'ensemble des rejets est uniquement sous forme sèche, cette augmentation de température nocturne est alors de l'ordre de 0.5 à 2°C, plus étalée et modifiant légèrement la structure et l'amplitude de l'îlot de chaleur urbain nocturne (+0.75°C).

Dans une situation future où la puissance globale de climatisation est doublée et l'ensemble des rejets sous forme sèche, l'intensité et l'emprise spatiale des impacts augmentent fortement, même en journée, et au-delà des zones où les rejets sont prescrits : l'augmentation de la température nocturne est de l'ordre de 0,5°C à 3°C, l'îlot de chaleur nocturne est nettement plus étalé et plus intense (+1.75°C), toujours par rapport à un cas de référence sans climatisation.

Les résultats montrent en outre que pour un refroidissement à rejets sous forme sèche, la climatisation augmente la température des rues et appelle donc plus de climatisation pour combattre l'îlot de chaleur renforcé. En revanche, pour un refroidissement sans rejet de chaleur dans l'air, l'appel de climatisation sera réduit et sans influence néfaste sur l'îlot de chaleur.

Cette étude montre bien que les moyens mis en œuvre pour satisfaire les besoins en froid des bâtiments parisiens lors d'une canicule ont un impact sur la température des rues et l'îlot de chaleur : la réflexion sur ces moyens est donc nécessaire pour gérer au mieux la climatisation future et limiter les impacts sur le climat urbain.