

Etude de réduction d'ICU



26/01/2024

Quai de la Gironde à Paris (75)

Nexity

19 rue de Vienne

75018 Paris

Suivi des versions

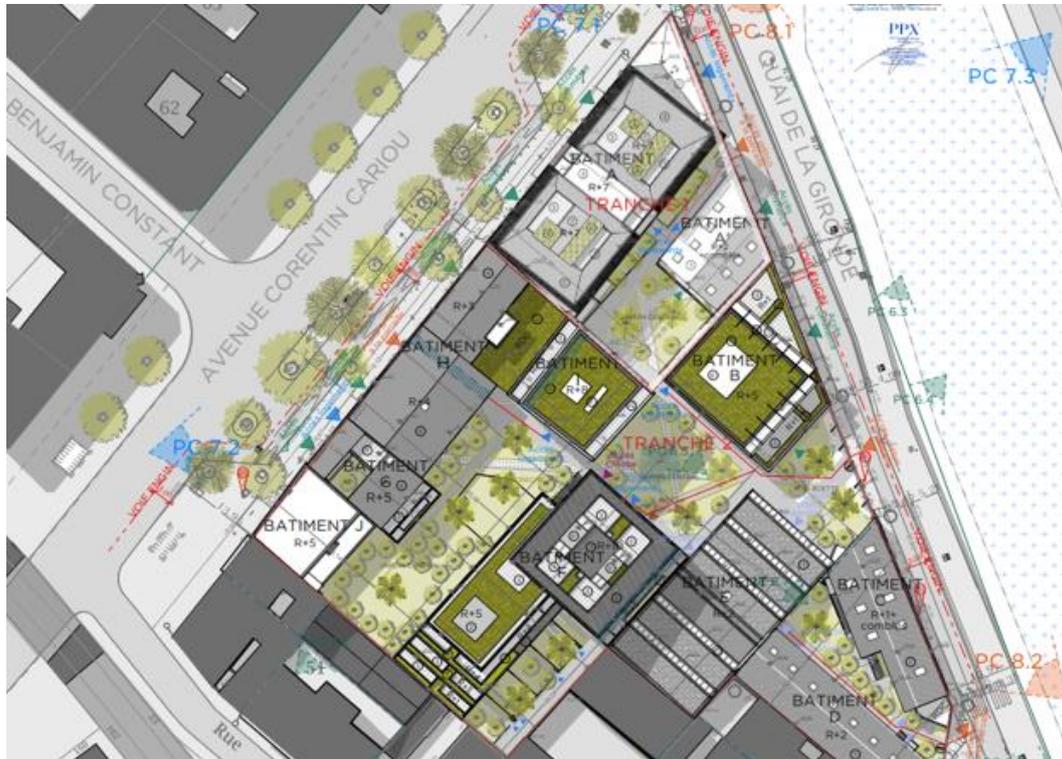
Révision	Rédacteur	Principales modifications / version précédente	Date MAJ
1	OBS/MRc	Version initiale	26/01/2024
2	MPI	Intégration mesure ERC	28/05/2024

Sommaire

1. Contexte de l'étude	4
2. Définition et logiciel utilisé	5
2.1. Définition de l'îlot de chaleur urbain (ICU).....	5
2.2. Logiciel utilisé : ICEtool.....	5
2.2.1. Limites de l'outil.....	5
3. Données et hypothèses considérées.....	7
3.1. Modélisation de l'existant.....	7
3.1.1. Revêtement de sol	7
3.1.2. Arbres.....	7
3.2. Modélisation du projet.....	7
3.2.1. Revêtement de sol	8
3.2.2. Arbres.....	8
3.3. Fichier météo et journée d'étude.....	8
4. Résultats.....	9
4.1. Existant.....	9
4.2. Projet.....	10
5. Conclusion.....	12

1. Contexte de l'étude

Le projet sur lequel porte la présente étude consiste en la construction d'un programme mixte, au nord du 19^{ème} arrondissement de la ville de Paris. Il prend place sur un site actuellement construit et complètement imperméabilisé.



Plan masse du projet – source : PETITDIDIERPRIOUX Architectes

C'est dans le cadre de l'étude d'impact portant sur le projet, que l'analyse d'îlot de chaleur urbain (ICU) a été réalisée sur la parcelle. Elle a pour objectif d'identifier l'impact des aménagements du projet et de montrer les évolutions apportées par le projet par rapport à l'état existant.

La présente étude a été menée sur les deux tranches du projet simultanément.

2. Définition et logiciel utilisé

2.1. Définition de l'îlot de chaleur urbain (ICU)

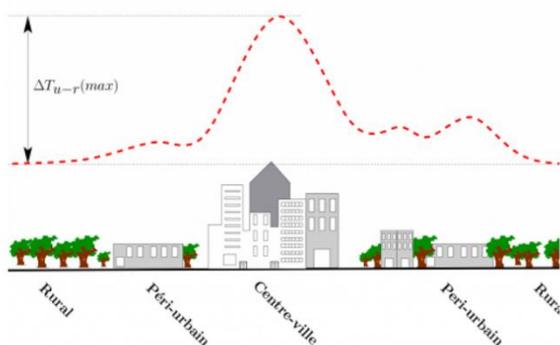


Illustration de l'ICU – source : CEREMA

Le phénomène d'îlot de chaleur urbain (ICU) se caractérise par une élévation des températures de l'air et de surface des centres-villes par rapport aux périphéries, particulièrement la nuit.

Ce phénomène est lié à plusieurs phénomènes physiques décrits dans la suite de ce rapport.

2.2. Logiciel utilisé : ICEtool

L'étude a été effectuée sur le logiciel QGIS Desktop version 3.30.0 à l'aide du plug-in ICEtool.

Cet outil, développé en open source à l'initiative de Elioth by Egis, a pour objectif de modéliser la température au sol (et non la température ressentie) des espaces extérieurs dans le cadre d'aménagement urbain.

2.2.1. Limites de l'outil

La modélisation de l'ICU implique des phénomènes physiques complexes et divers (voir §2.1). L'objectif de ICEtool est de permettre une modélisation rapide, mais simplifiée de ces phénomènes. Il est donc important de noter que cet outil permet avant tout de comparer différents scénarios d'un même contexte, plutôt que d'apporter des valeurs de température absolues.

Dans la suite de ce paragraphe, sont décrits les différentes simplifications considérées par ICEtool.

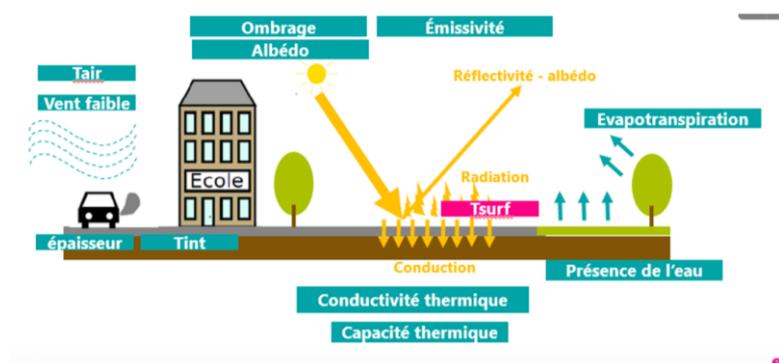


Illustration des phénomènes physiques entrant en jeu dans l'effet d'ICU – source : Elioth by Egis

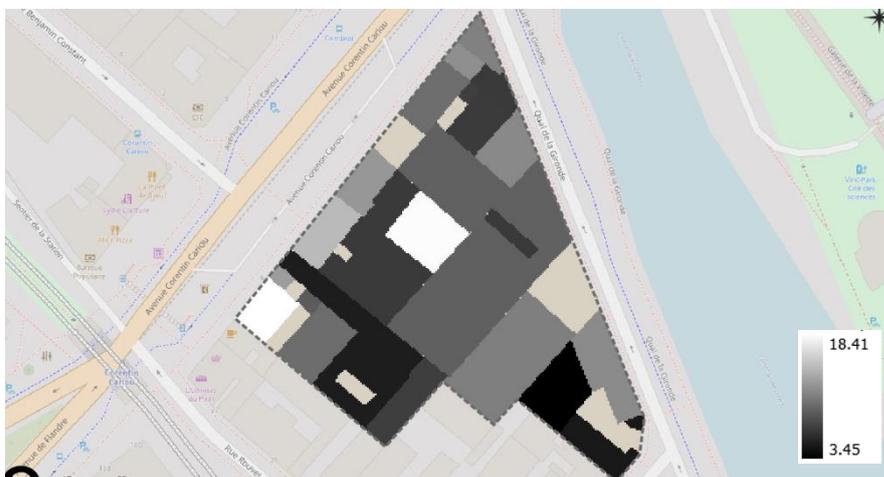
- La température intérieure du sol est prise constante, à savoir : $T_{int} = 35^{\circ}\text{C}$ à 20 cm sous la surface du sol.
- Les flux anthropogéniques (climatiseurs, voitures ...) sont négligés
- Les effets du vent sont pris en compte de manière simplifiée. Il est considéré un vent faible ($h_c = 6 \text{ W/m}^2\text{K}$).

- L'évapotranspiration :
 - o suit une courbe toujours du même format dans la journée mais avec des valeurs différentes par ville.
 - o n'est prise en compte pour la végétation qu'au niveau du sol, pour les arbres en hauteur, seul leur ombrage est considéré.
- Les natures des façades ainsi que les toitures végétalisées ne sont pas pris en compte, seules les ombres projetées des bâtiments le sont.
- La précision du maillage est limitée.

3. Données et hypothèses considérées

Le paragraphe suivant décrit les données et hypothèses considérées dans le cadre de cette étude

3.1. Modélisation de l'existant



Modélisation de l'existant – source : QGIS

L'illustration ci-dessus montre la modélisation faite de l'existant en plan. L'échelle montre la hauteur des bâtiments.

3.1.1. Revêtement de sol

L'ensemble des cours intérieures sont considérées bétonnées.

3.1.2. Arbres

Aucun arbre n'est présent sur site.

3.2. Modélisation du projet



Modélisation du projet – source : QGIS

L'illustration ci-dessus montre la modélisation faite du projet d'aménagement en plan. L'échelle montre la hauteur des bâtiments.

3.2.1. Revêtement de sol

Sur la base de la notice paysagère, les cheminements principaux sont considérés en béton, les pas japonais en béton clair, les zones végétalisées en gazon.

Certaines zones ont dû être simplifiées, comme les espaces de regroupement qui ont été négligés puisque leur impact était faible comparé à d'autres sur la même zone, comme par exemple la présence d'un arbre au-dessus.

3.2.2. Arbres

Les dimensions des arbres sont importantes car elles entrent en compte dans le calcul de l'ombre fournie par celui-ci. En se basant sur les notices paysagères, il a été choisi de modéliser les arbres ainsi :

Arbres de grand développement : 25 m de hauteur et 6 m de rayon.

Arbres de moyen développement : 18 m de hauteur et 4 m de rayon.

Arbres de petit développement : 10 m de hauteur et 2 m de rayon.

Ces sont les ronds visibles sur l'illustration de la modélisation.

3.3. Fichier météo et journée d'étude

Le fichier météo utilisé est un fichier météo actuel de 1991 à 2010 de la station Paris-Montsouris.

La modélisation a été réalisée sur la journée du 18 août. En effet, l'analyse du fichier météo utilisé a permis d'identifier la journée la plus chaude, située en plein cœur d'une vague de chaleur et sélectionnée à ce titre.

4. Résultats

Comme évoqué précédemment dans cette notice :

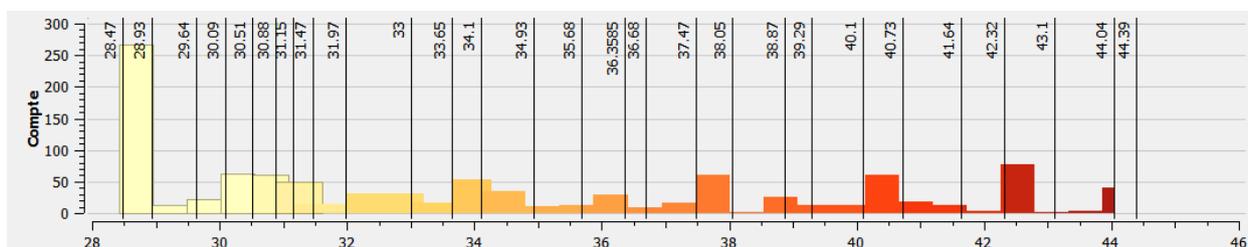
- Seule la température de surface du sol est calculée, et non la température ressentie.
- Les résultats fournis correspondent aux températures moyennes du sol sur une journée entière, ici le 18 août, journée la plus chaude du fichier météo.

4.1. Existant

Une première modélisation de l'existant a été réalisée.



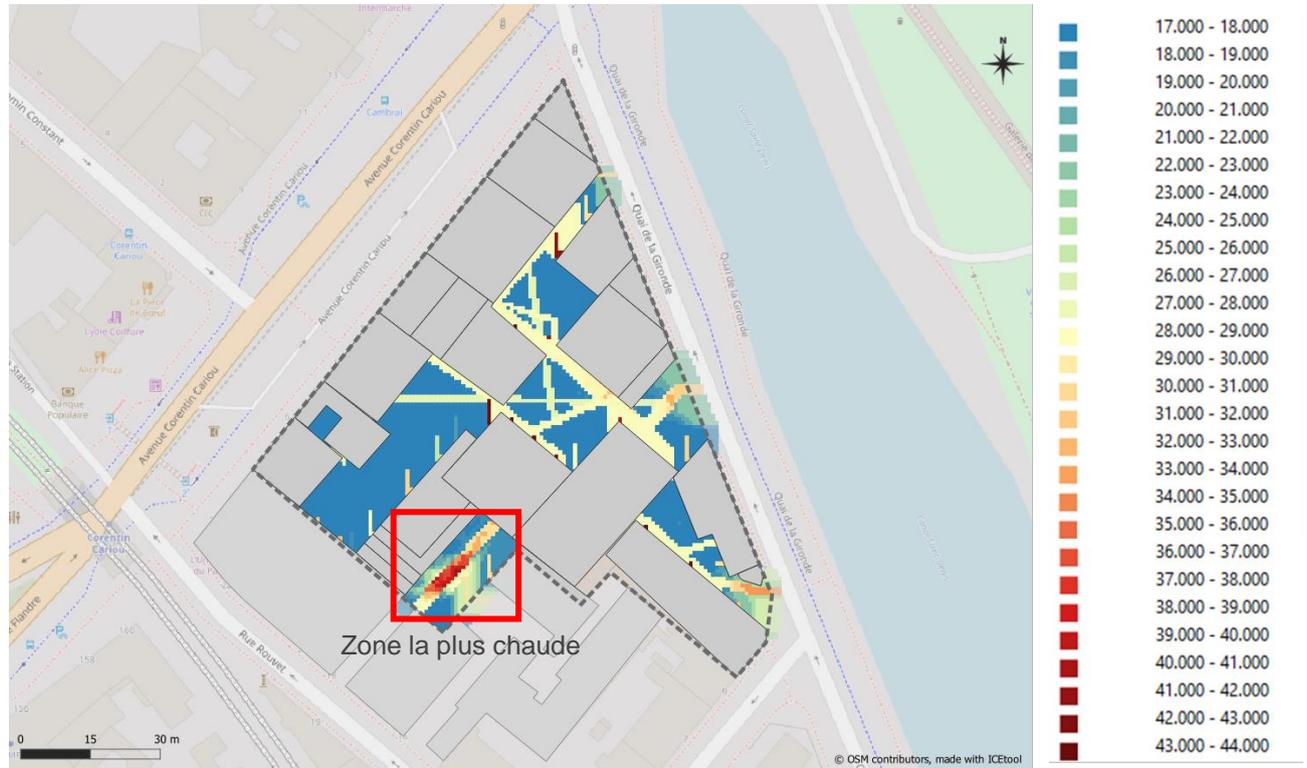
L'illustration ci-dessous montre la température journalière moyenne du sol dans les espaces d'aménagement extérieurs. Cet indicateur est calculé en chaque point du maillage du modèle. Le graphique ci-dessous montre la répartition de l'ensemble de ces points.



Ainsi, on constate que les températures montent jusqu'à 44,42°C et ne descendent pas en dessous de 19°C. La valeur moyenne se situe à 34,5°C. La majorité des valeurs se trouve aux alentours de 29°C.

4.2. Projet

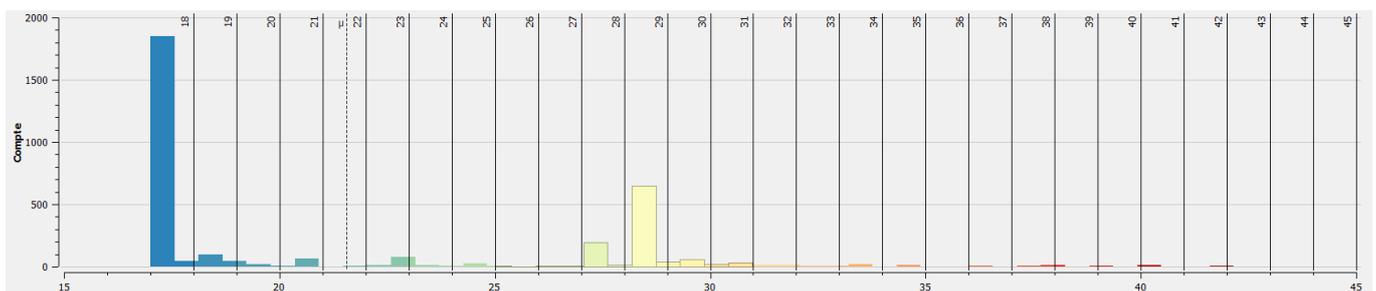
L'illustration ci-dessous montre les résultats obtenus sur le projet cette fois-ci.



Température de surface du sol du projet – source : QGIS

Remarque : afin de rendre les résultats plus lisibles, la modélisation des arbres n'est pas rappelée sur cette illustration mais est néanmoins bien prise en compte.

Le graphique ci-dessous montre la répartition de l'ensemble des températures calculées :



Répartition des températures de l'existant – source : QGIS

On constate cette fois-ci que les températures montent jusqu'à 42,2°C et descendent jusqu'à 18°C. La valeur moyenne se situe à 21,5°C. Si l'amplitude des températures atteintes est donc similaire au cas existant, la moyenne, elle, est nettement plus favorable, passant de 34,5°C à 21,5°C.

Cette différence majeure se remarque très nettement sur le graphique ci-dessus puisque la majorité des valeurs est inférieure à 30°C, voire se trouve dans une fourchette de 18°C à 20°C.

Il est également intéressant de remarquer la répartition de ces températures en plan. En effet, l'encadré rouge sur l'illustration en plan montre la zone présentant les températures les plus élevées. Cette zone chaude correspond à un passage en béton (présentant un ensoleillement également plus important).

Ces résultats montrent donc l'efficacité des espaces végétalisés en pleine terre afin de minimiser l'effet d'îlot de chaleur urbain, et de tendre vers la création d'îlot de fraîcheur.

Ces espaces végétalisés favorisent la création d'îlots de fraîcheur via l'évapotranspiration, mais aussi via la création d'espaces ombragés grâce aux arbres de haute tige.

Il est cependant important de noter que l'effet d'évapotranspiration n'est efficient que lorsque la végétation n'est pas en été de stress hydrique.

Suite à l'analyse de ces résultats, le porteur du projet a décidé de réduire la largeur du cheminement, au niveau de l'encadré rouge, au strict minimum réglementaire, soit 1,5 m au lieu de 3m. Le revêtement sera modifié en béton drainant clair afin de réduire le point de chaleur dans cette zone.

5. Conclusion

Cette étude permet de mettre en exergue la participation du projet dans la création d'un îlot de fraîcheur au sein du quartier. En effet, la création de cours intérieures végétalisées en pleine terre, avec des arbres suffisamment hauts permettant la création d'ombrages, limite la montée en température au cœur des bâtiments.

Les résultats montrent que la température moyenne chute de 34,5°C dans l'état existant, à 21,5°C avec le projet, soit 13°C de différence, ce qui démontre une évolution considérable.

Bien que non pris en compte dans le cadre de cette étude, la présence de toitures végétalisées sur une partie importante du projet participera également à la limitation de l'effet d'îlot de chaleur urbain.

Il reste néanmoins primordial de garder en tête les limites de ICEtool, et notamment le fait que les températures évoquées ne sont que les températures au sol, et non les températures ressenties. Les façades entre autres, n'étant pas prises en compte, des éléments manquent à l'analyse (rayonnement, réflexion du soleil sur les parois).