ACCÉLÉRONS LA TRANSFORMATION ÉCOLOGIQUE

Parc d'activités à Bonneuil-sur-Marne (94)

Etude îlot de chaleur urbain

Rédaction : Juliette Deneufbourg, Justine Darques

Date : 29 mai 2026

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

1. Introduction

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

Objet de l'étude

SEGRO porte un projet de parc d'activités sur la commune de Bonneuil-sur-Marne (94). Le projet s'implante au sein de la ZAC Bonneuil sud, sur une friche industrielle de 110 629 m². Il comprend la construction de huit bâtiments à destination d'activité et de bureau. Les activités accueillies porteront sur l'artisanat, la distribution et la production industrielle. Le projet prévoit la construction de 521 places de parking et les voiries nécessaires à la circulation interne des véhicules.

Le projet a fait l'objet d'une étude d'impact et la MRAe recommande dans son avis n°0012418/AP du 10/04/2026 « d'évaluer le phénomène d'îlot de chaleur urbain induit par le projet et si nécessaire de concevoir des mesures permettant de l'éviter ou de l'atténuer ».

Dans ce cadre EODD a été sollicité par SEGRO pour réaliser cette étude recommandée par la MRAe.

L'étude présente les points suivants :

1. **Introduction**
2. **Contexte et vulnérabilité climatique du site**
3. **Qualification de l'ilot de chaleur urbain avant et après projet**
    1. Analyse des formes urbaines (LCZ - Local Climate Zone)
    2. Coefficient de régulation thermique
    3. Ensoleillement, aéraulique et UTCI (Autodesk FORMA)
    4. Rejets de chaleur anthropiques
4. **Conclusion**



Avant projet



Après projet

Rappels sur le phénomène d'îlot de chaleur urbain

Le phénomène d'Ilot de Chaleur Urbain (ICU) se traduit généralement par des températures plus élevées dans les zones urbaines par rapport aux zones rurales environnantes. Cette amplification de la chaleur est variable au sein même des agglomérations. Le phénomène d'ICU est influencé par différents facteurs : **climatiques, bioclimatiques, anthropiques ou facteurs urbains.**

Lors d'épisodes caniculaires dont la fréquence va s'amplifier du fait du changement climatique, le manque de rafraichissement nocturne en ville peut devenir une situation critique du point de vue sanitaire et entrainer une hausse de la mortalité chez les personnes fragiles. La santé et le confort des usagers sont au cœur des réflexions afin d'aménager des villes durables et résilientes face au changement climatique.

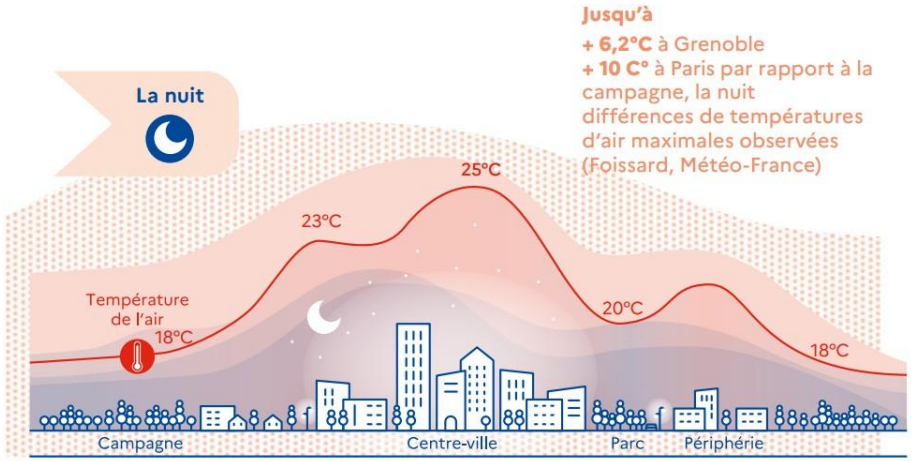
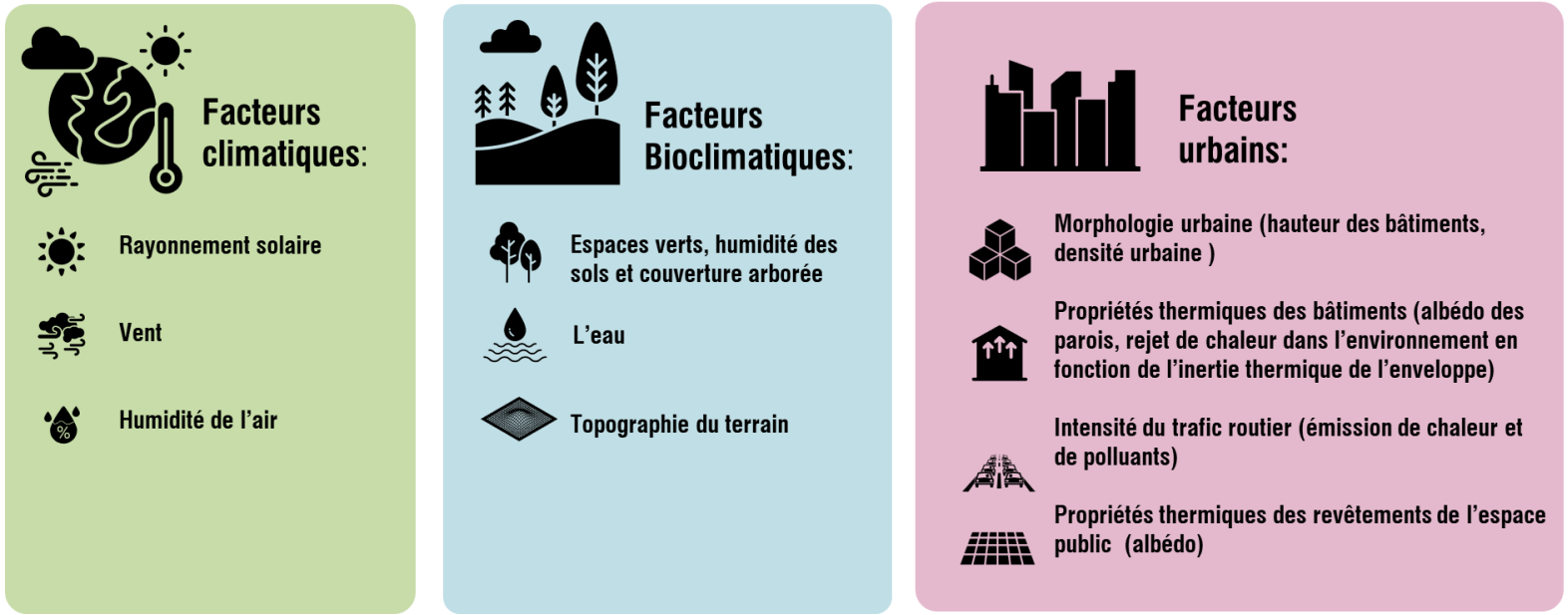


Schéma de l'ICU (ADEME)



Facteurs rentrant en jeu dans le phénomène d'ICU -EODD

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

2.

Vulnérabilité au changement climatique

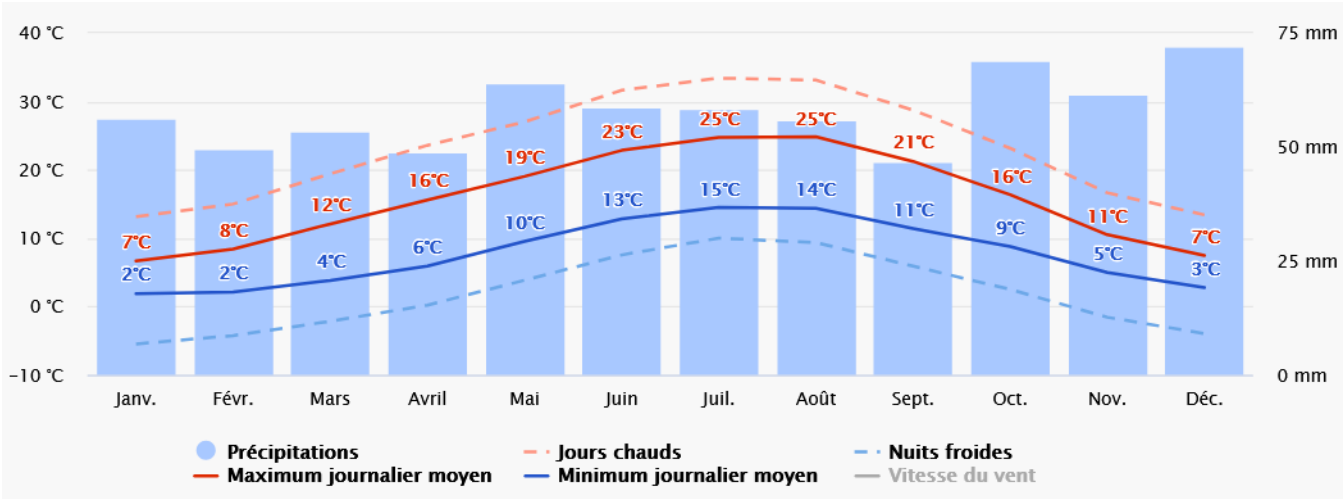
EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

Contexte climatique actuel

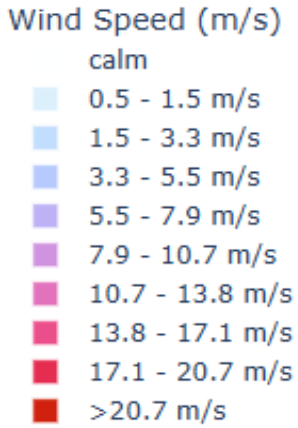
Le climat de Bonneuil-sur-Marne présente des chaleurs caniculaires (>24°C) en été, la moitié des mois d'été, mais ces périodes chaudes sont moins fréquentes sur les mois de mai, juin et septembre.
Les températures moyennes maximum sont de 25 degrés en juillet et août, et peuvent atteindre jusqu'à 36°C lors des pics de chaleur.
Le climat est tempéré, avec environ 15j de précipitations par mois et une répartition égale sur l'année.

La ville de Bonneuil-Sur-Marne est relativement peu impactée par le vent. Les vents dominants sont du Sud-ouest, et sont plus forts en hiver avec environ 3% des vents caractérisé entre 5 et 7 sur l'échelle de Beaufort ce qui correspond à un vent inconfortable sur les mois d'hiver et environ 1,8 % des vents en été.

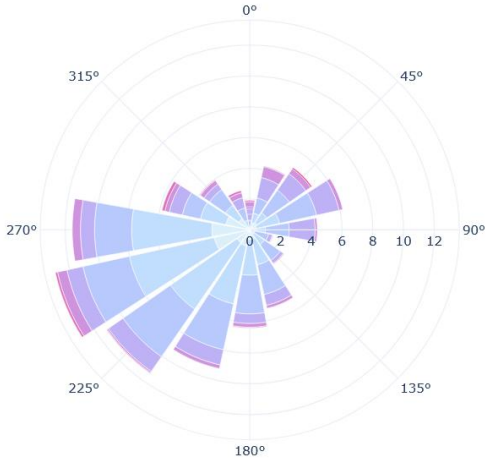
En termes d'impact sur l'ilot de chaleur urbain, il s'agit d'un enjeu moyen car les vents participeront de manière limitée à la ventilation du site en été même si le site est ouvert aux vents (plus les vents sont faibles plus l'ilot de chaleur est élevé).



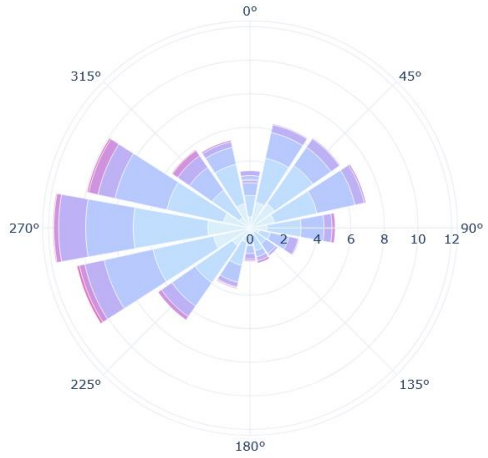
Températures et précipitations annuelles moyennes à Bonneuil-sur-Marne (Source : Météoblue)



Rose des vents hivernaux



Rose des vents estivaux



Source : CBE Clima tool

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

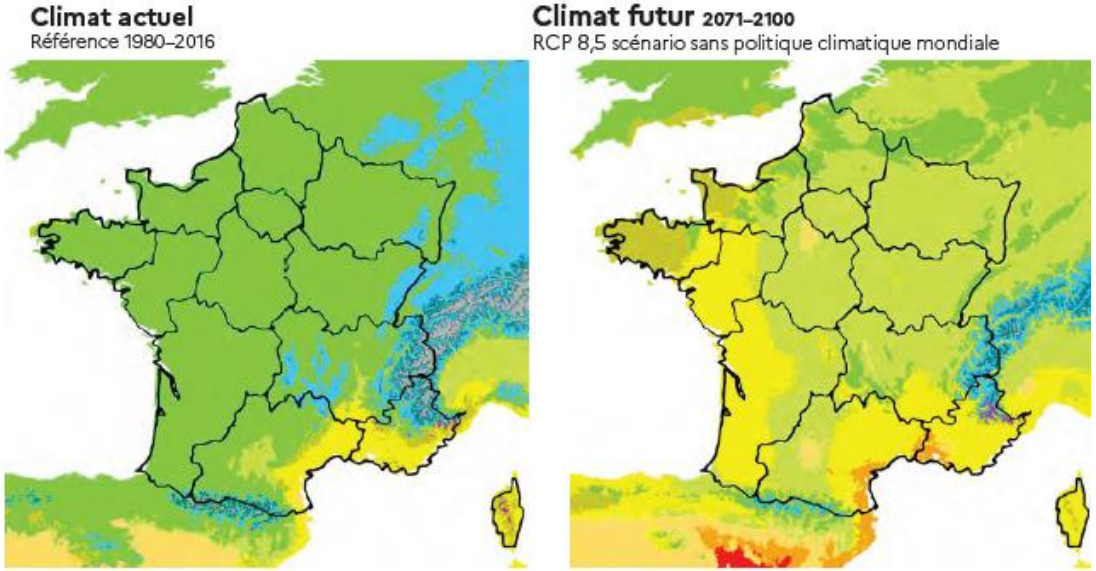
Réchauffement climatique

Les données produites par le GIEC et météo France plus récemment dans le PNACC 3 (Plan National d'Adaptation au Changement Climatique) indique une trajectoire d'adaptation à un **réchauffement de +4°C en moyenne sur toute la France d'ici 2100.**

Le PNACC indique une modification du climat parisien vers un climat proche de celui de Montpellier actuellement.

Les données du GIEC indiquent une évolution d'un climat océanique tempéré vers un climat sub-tropical humide c'est-à-dire Climat tempéré chaud sans saison sèche et à été chaud.

→ Ces données montrent un **impact moyen à fort** du fait du changement climatique sur les vagues de chaleur d'ici 2100.



Zones climatiques selon la classification des climats de Köppen-Geiger
(Beck et al. 2018)

Scénarios de réchauffement du GIEC Fichiers météo associés climatiques français

BWh	Climat désertique chaud
BSh	Climat semi-aride chaud
BSk	Climat semi-aride froid
Csa	Méditerranéen chaud //Climat tempéré chaud à été chaud et sec
Csb	Méditerranéen tempéré // Climat tempéré chaud à été sec
Cfa	Subtropical humide // Climat tempéré chaud sans saison sèche et à été chaud
Cfb	Océanique tempéré // Climat tempéré chaud sans saison sèche et à été tempéré
Cfc	Océnanique froid // Climat tempéré chaud sans saison sèche à été court et frais
Dfb	Climat continental froid, sans saison sèche et à été tempéré
Dfc	Climat continental froid, sans saison sèche et à été court et frais
ET	Climat polaire



2025 : Plan National d'Adaptation au Changement Climatique -Trajectoire de Référence pour l'adaptation au changement climatique

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

Réchauffement climatique – nombre de jours et nuit très chaud

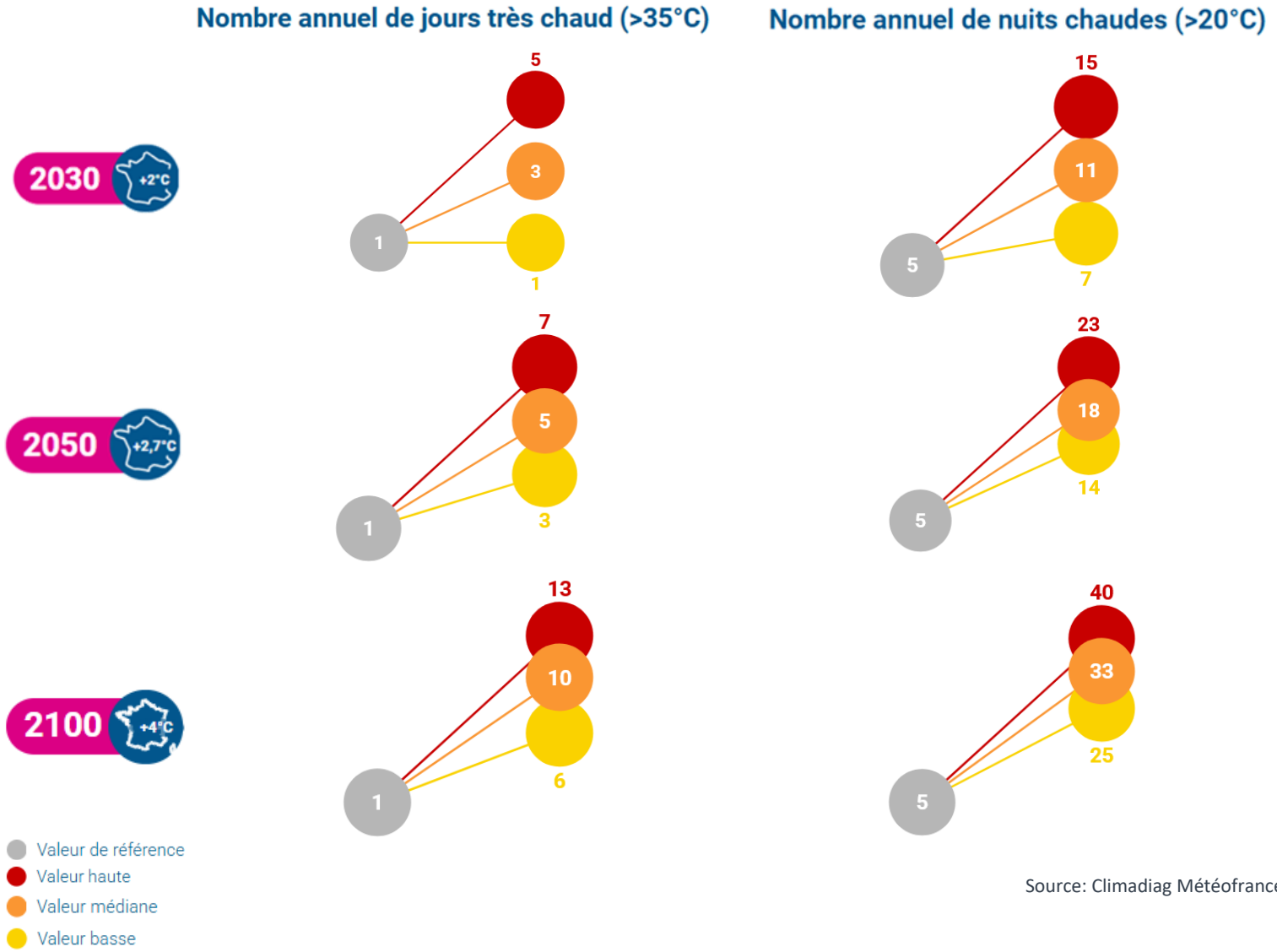
Les données Clima Diag produites par Météo France donnent l'impact du changement climatique basé sur la trajectoire d'adaptation fixée à l'échelle nationale anticipant un réchauffement de +4°C en moyenne sur la France métropolitaine à horizon 2100.

A horizon 2030, horizon de construction du projet, le nombre annuel de nuit chaudes représente entre 5 et 15 jours. D'ici 2100, ce nombre devrait tripler et représenter en moyenne entre 25 jours et 1 mois chaque année.

Un jour est considéré comme très chaud si la température dépasse 35 °C au cours de la journée. Dans beaucoup de régions, les jours très chauds étaient relativement rares dans le climat récent. A l'horizon TRACC 2100, ce nombre de jours augmentera très fortement induisant un accroissement des risques sanitaires.

A Bonneuil-sur-Marne, le nombre de jours au dessus de 35°C est quasiment nul aujourd'hui. D'ici 2030, il sera courant d'atteindre ces températures entre 1 et 5 jours par an. D'ici 2100 il sera courant d'atteindre ces températures extrêmes entre 6 et 13 jours par an.

→ L'enjeu de l'adaptation des espaces extérieurs et des bâtiments à la surchauffe estivale est **fort.**



Source: Climadiag Météofrance

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

Réchauffement climatique – sécheresse

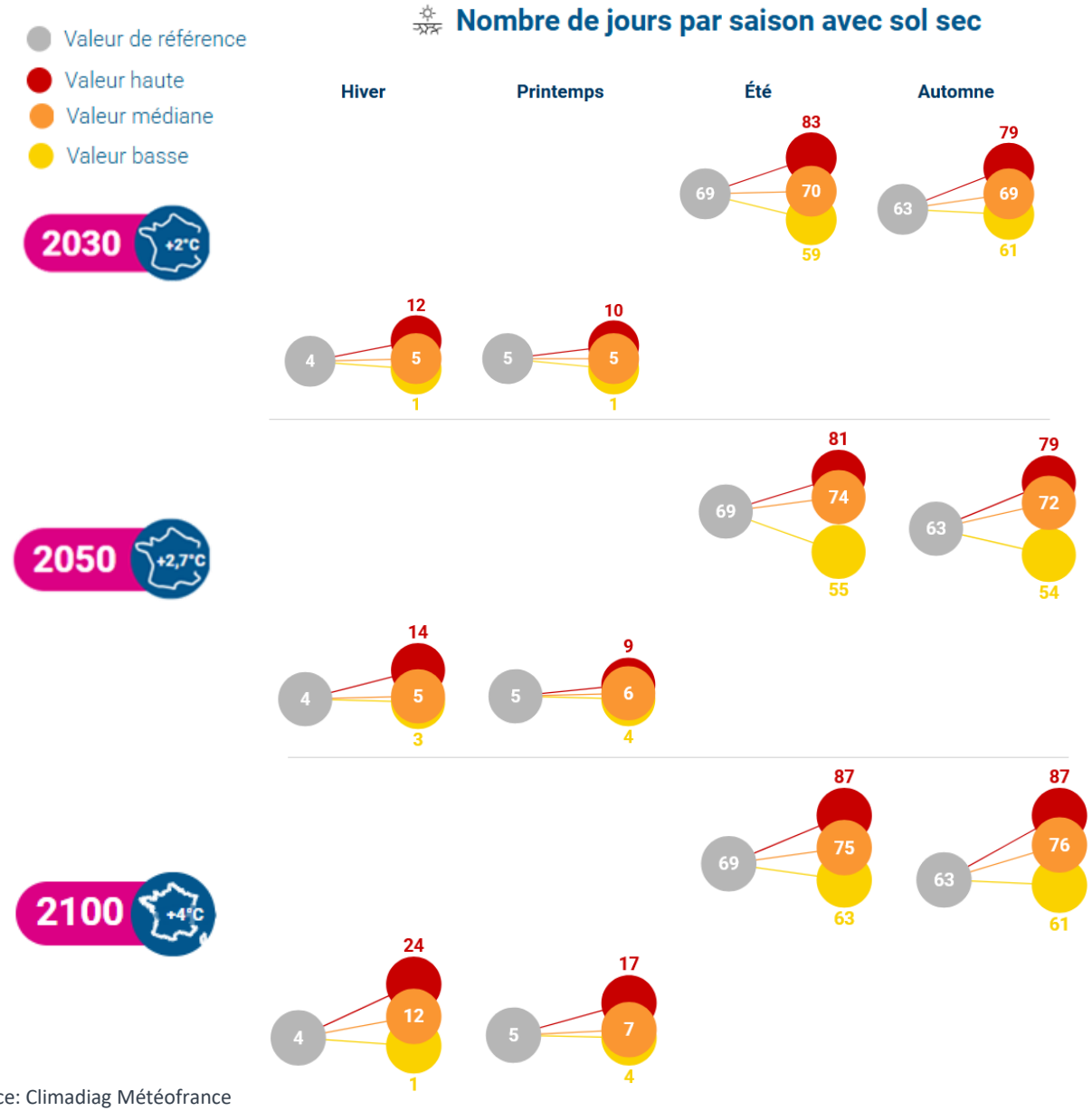
L'enjeu de la sècheresse du sol est également important pour la résilience des espaces urbains.

Dans des contextes de zones d'activités, des périodes de sècheresses suivis de fortes pluies peuvent mener à des inondations et des dommages matériels importants. La sècheresse peut également mettre en péril les végétaux, les bâtiments et contribuer à accroitre les risques liés à la chaleur.

A Bonneuil-sur-Marne, les jours avec sols secs représentent entre la moitié et les trois quarts de la période estivale aujourd'hui. D'ici 2100, les jours de sècheresse devrait atteindre 80% des mois d'été et d'automne.

→ Il est donc important que les aménagements réalisés aujourd'hui s'inscrivent dans une vision long termes d'adaptation car l'Ile-de-France fait face à une augmentation importante des risques liés à la chaleur.

Il est de la responsabilité de chaque maitrise d'ouvrage de proposer des **aménagements adaptés pour le climat des cinquante prochaines années** à minima.



Source: Climadiag Météofrance

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

3.

Qualification de l’ICU existant et à venir

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

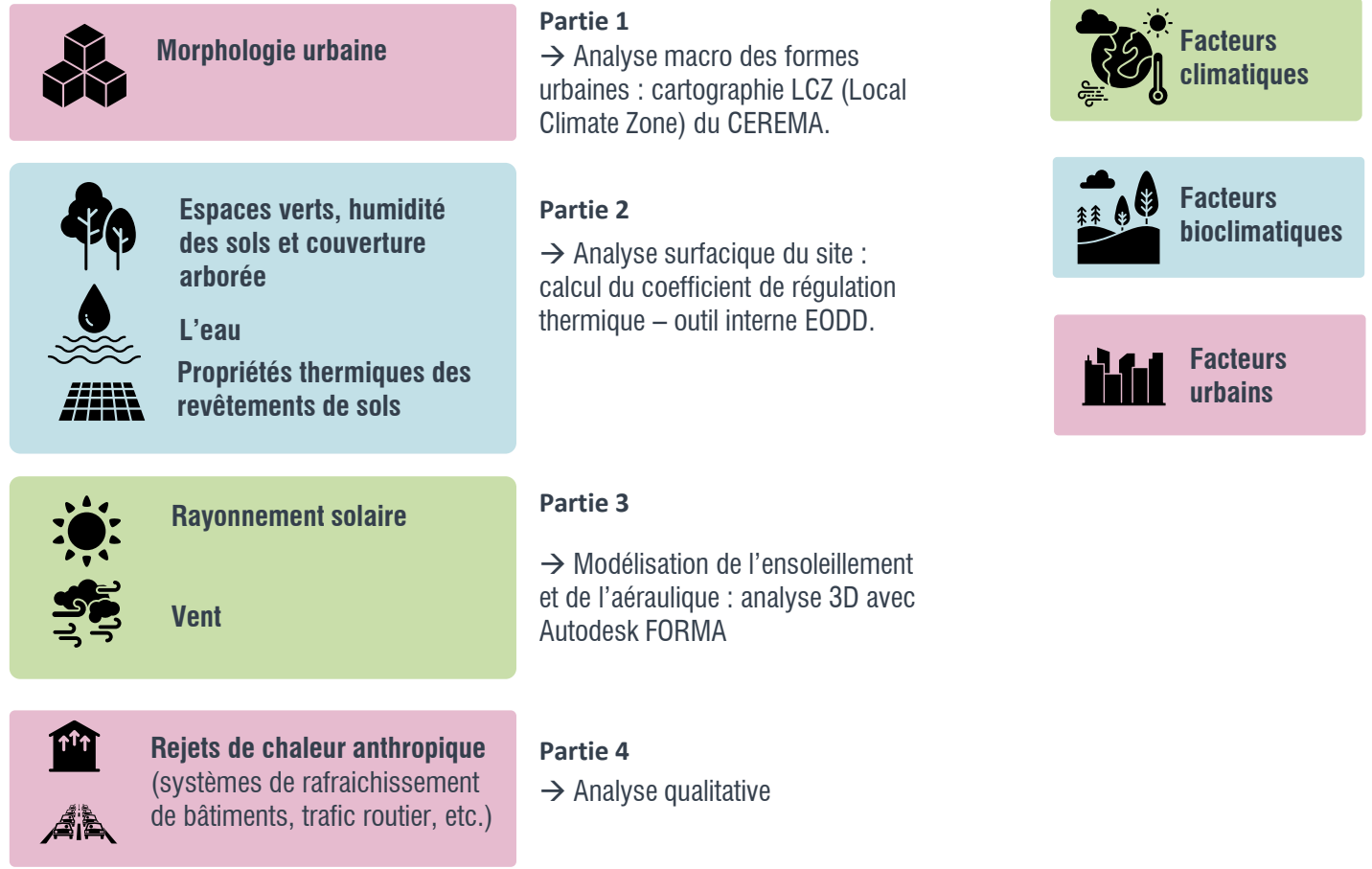
Méthodologie

Le phénomène d'îlot de chaleur urbain est un processus complexe et multifactoriel qui est influencé notamment par les facteurs suivants :

- **climatiques** : rayonnement solaire, vent et humidité de l'air,
- **bioclimatiques** : présence d'espaces verts rafraichissants, présence de masses d'eau, topographie du terrain influençant des brises thermiques,
- **anthropiques** : densité urbaine et morphologie, albédo des parois des bâtiment et de l'espace public, rejets de chaleur anthropique diverses, émission de polluant du trafic routier.

Il existe aujourd'hui plusieurs outils et méthodes permettant d'analyser ces facteurs. Comme chaque outil présente des atouts et limites, notre étude consiste à étudier et croiser les résultats de plusieurs méthodes que ça soit des simulations numériques ou une approche descriptive et qualitative.

→ **Le schéma ci-contre synthétise l'approche mobilisée dans le cadre de la présente étude.**



EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

3.1.

Formes urbaines (Local Climate Zones - LCZ)

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

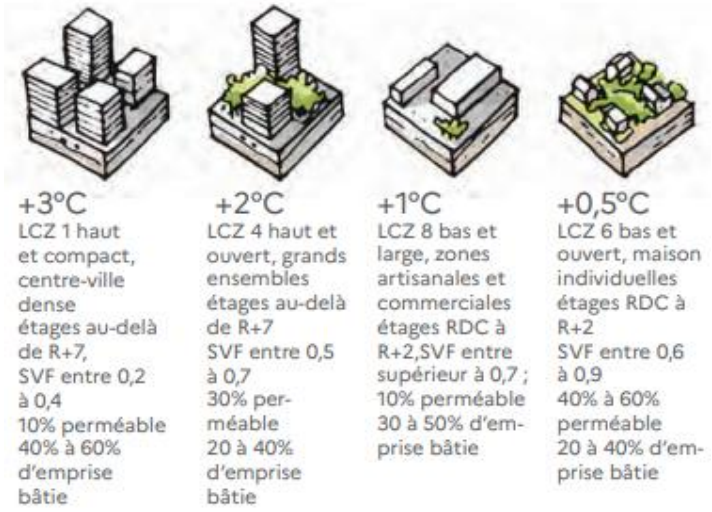
Méthodologie LCZ

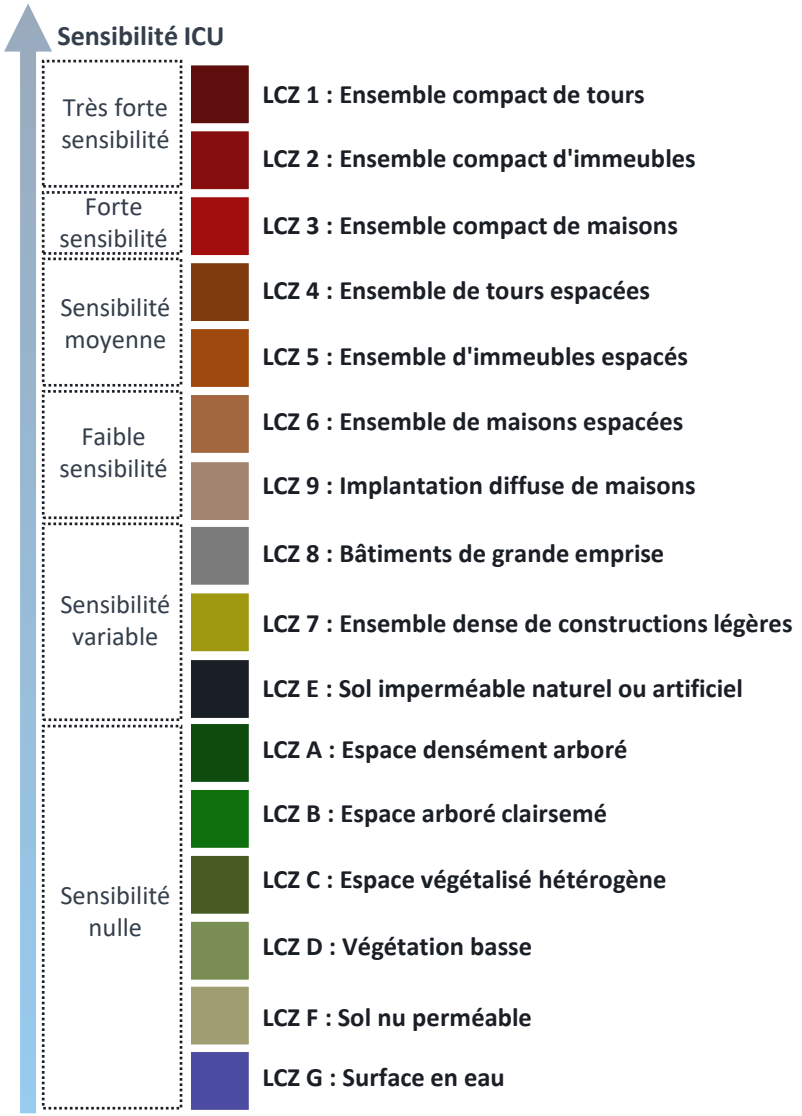
Les Local Climate Zones (LCZ) ou zones climatiques locales (Stewart & Oke 2012) sont une classification qui relie les caractéristiques morphologiques, d'occupation des sols et des activités avec le microclimat spécifique qu'elles génèrent, par temps calme et ciel dégagé. Partant du constat qu'il y a une relation entre le climat local et les caractéristiques morphologiques d'un secteur, 17 zones climatiques locales ont été créées dont 10 zones de type bâti et 7 zones de type non bâti, représentant chacune des comportements climatiques spécifiques.
En effet l'effet d'ICU est très dépendant de la morphologie urbaine (hauteur du bâti, espacement), de l'occupation du sol (part imperméable et perméable), et d'indicateurs thermiques (albédo, évapotranspiration, rejet de chaleur anthropique).

L'analyse des LCZ est importante pour replacer un projet local dans un contexte urbain plus large. Il est important de mener un travail à l'échelle de chaque parcelle pour limiter l'impact sur l'ICU mais la modification d'un grand nombre de parcelles est nécessaire pour avoir un impact notable sur le contexte micro climatique local permettant de changer de classe LCZ.

Les données du Cerama sont classifiées suivant une échelle de sensibilité à l'ICU qui varie en fonction des LCZ. Le Cerema estime que :

- Un site avec un LCZ de **sensibilité faible à variable** est sujet à une augmentation des températures comprises entre **+0,5° et +1°.**
- En **sensibilité moyenne** l'augmentation des températures peut aller jusque **+2°.**
- Une **sensibilité forte** en zone très dense et compacte peut augmenter les températures de **+3°.**





Source : Méthodologie LCZ cerema

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

Résultats LCZ

Etat existant



Source: Cerama

A l'état existant, le site est classé en **LCZ B** (espace arboré clairsemé) associée à **une sensibilité nulle à l'ICU**. Autour du site, le secteur est classé LCZ E (sol imperméable), LCZ 9 (maison) et LCZ 8 (bâtiment grande emprise).

→ **Etat initial: Enjeu faible**

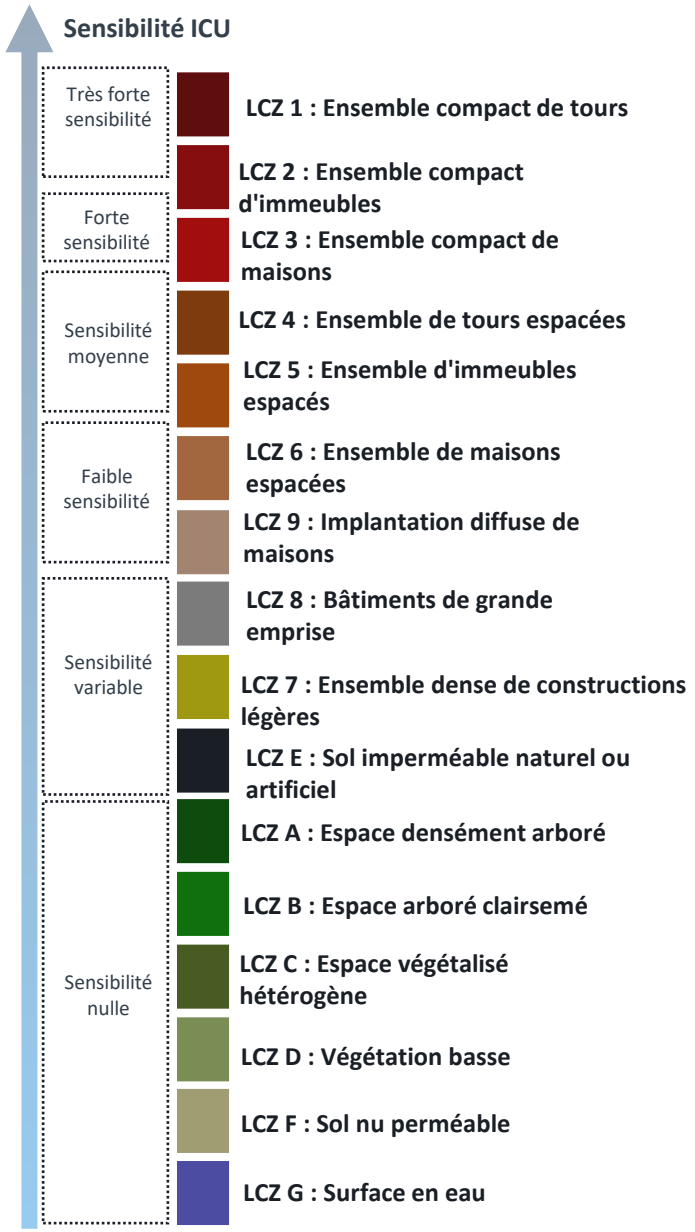
Etat projet



Source: Cerama

A l'état projet, il est prévu l'artificialisation de la friche végétalisée existante, la catégorie future du périmètre de projet correspondra à LCZ 8. Le site sera soumis à une sensibilité variable à l'ICU (zones larges et peu dense imperméabilisée) pouvant être soumis à une augmentation de +1° à 1,5°. **Bien que le site soit soumis à la surchauffe en journée** (imperméabilisation, peu d'arbres, etc.), **il sera moins exposé à l'ICU de nuit qu'un centre urbain dense car l'ouverture au ciel est plus importante pour restituer la chaleur de nuit.**

→ **Etat projet : Enjeu moyen**



EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

3.2.

Coefficient de régulation thermique

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

Méthodologie CRT

Le coefficient de régulation thermique surfacique (CRT) est un coefficient chiffré de 0 à 1 qui mesure la contribution d'une zone (parcelle, espace public, îlot…) au réchauffement ou au rafraîchissement urbain.

Il prend en compte la nature des revêtements (sols et toitures), la présence du végétal et de l'eau, chaque surface étant pondérée et catégorisée selon ses caractéristiques en matière d'albédo et d'évapotranspiration. Plus la surface est rafraichissante, plus le coefficient est proche de 1 et plus la surface est chauffante, plus elle se rapproche de 0.

Il s'agit d'un indicateur empirique simplifié issu d'études établies par simulation développé par l'ADEME. **L'indicateur est calculé à partir d'une analyse en 2D des surfaces horizontales du projet : toitures et sols qui sont les surfaces qui ont le plus grand impact en termes de chaleur emmagasinée pendant la journée et donc d'échanges de chaleur avec l'environnement.**

$$CRT\ parcelle = \frac{\sum Surface\ revêtement(m^2) x\ CRT\ revêtement}{Surface\ totale\ des\ toitures\ et\ espaces\ extérieurs}$$

Le coefficient global correspond à la somme des coefficients de chaque surface, pondérée par la surface totale.

EODD a développé un outil interne (BISE) permettant notamment de calculer cet indicateur.

- **Un CRT < 0,35** correspond à un projet urbain tendant vers l'**augmentation du phénomène ICU .**
- **Un CRT > 0,35** correspond à un projet urbain tendant vers la **neutralité ou l'îlot de fraicheur.**

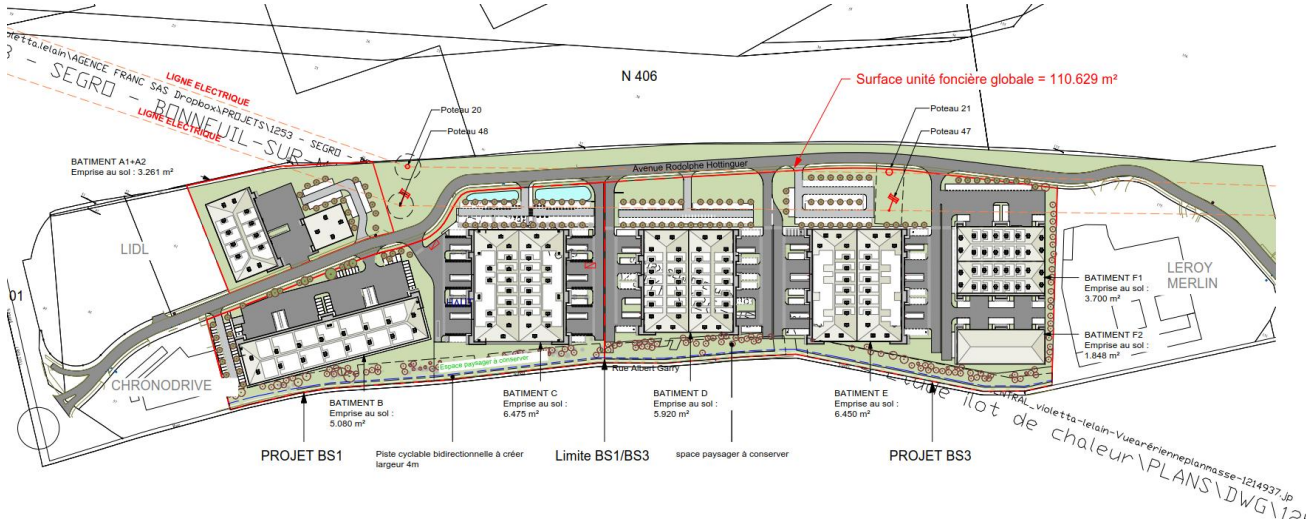
CRT

Coefficient de régulation thermique

Contribue à l'ICU — **Réduit l'ICU**

0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1

Typologie de surface	CRT
Toitures classiques	0
Surfaces imperméables (foncées)	0
Surfaces imperméables (foncées) avec arbres	0,8
Pleine terre – 1 strate	0,6
Pleine terre – 2 strates	0,8
Pleine terre – 3 strates	1



Plan de masse du projet

Résultats CRT

Etat existant

Le site en situation existante est en friche végétalisée donc entièrement en **pleine terre et présente des sols perméables pour les eaux de pluies.**
Le CRT initial est de 0,80 donc le site ne contribue pas à l'augmentation de l'ICU.

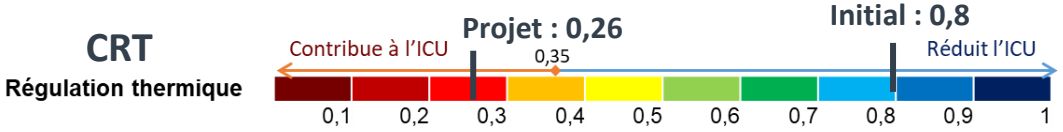
→ **Etat initial : Enjeu faible**

Etat projet

Le projet présente un taux de pleine terre et de perméabilité des sols réduits par rapport à l'initial (40% de la surface) car le site est imperméabilisé par les bâtiments, voiries et stationnement.
Le CRT projet est de 0,26 ce qui est faible. Le projet **contribue donc au phénomène d'ilot de chaleur urbain**. A noter tout de même que l'ensemble des stationnements proposés sont en revêtements semi-perméables.

Toute réduction de l'artificialisation du site en optimisant les surfaces de voiries ou les stationnements de véhicules légers serait positive pour le projet en termes de contribution à l'ilot de chaleur urbain et pour limiter la perte d'espaces naturels. La couleur des toitures hors PV serait également un levier pour augmenter le CRT.

→ **Etat projet : Enjeu très fort.**







EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

3.3.

Ensoleillement, aéraulique et microclimat (Forma)

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

Méthodologie

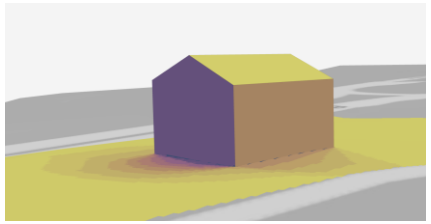
Pour qualifier l'exposition du projet à l'ilot de chaleur et à la surchauffe urbaine, on procède à une modélisation de la maquette 3D du projet sur l'outil **Forma Site Design** pour évaluer l'ensoleillement, l'aéraulique et l'UTCI (Universal Thermal Climate Index) qui correspond à la température ressentie par un humain.

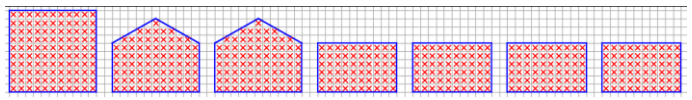
Ensoleillement

Forma Site Design utilise le moteur de ray tracing **OptiX™** de **NVIDIA** pour l'étude d'ensoleillement**.** Les heures d'ensoleillement sont calculées avec plusieurs informations et notamment la position du soleil et l'emplacement géographique du site**.** Le logiciel utilise la méthode de traçage de rayons sur un maillage.

Les hypothèses prises par le logiciel sont :

- Les arbres sont inclus dans l'analyse et traités comme n'importe quelle autre géométrie.
- Le terrain situé en dehors de la zone cartographiée définie n'est pas inclus.
- L'analyse ne tient pas compte des nuages ni des conditions météorologiques.
- Les positions du soleil sont échantillonnées pour l'année civile 2023.
- L'analyse tient compte de l'heure d'été. Aux dates de changement d'heure, la période d'analyse solaire de 24 heures correspond aux 24 heures précédant midi de cette date.



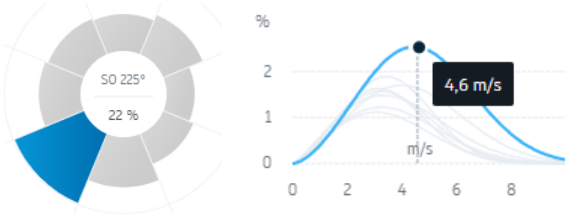


Aéraulique

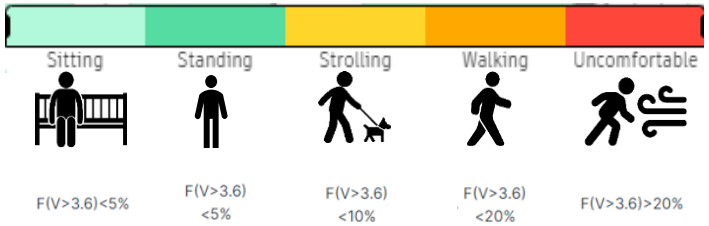
Le module d'analyse des vents permet de modéliser les vitesses de vents, leur direction ainsi qu'un indicateur de confort pour un piéton. Le confort est défini en fonction du % de temps passé au dessus d'une certaine vitesse de vent. Cette vitesse de vent seuil est fixée à 3,6 m/s, soit environ 13 km/h.

Les hypothèses sont les suivantes :

- Vitesse de vent : Situation avec vents dominants (Sud-Ouest)
- Confort : Prise en compte des vents en moyenne estivale (juin-juillet-août)
- Vitesse d'air considérée : 4,6 m/s soit 14,4 km/h (vitesse de vent moyenne)
- Modélisation réalisée avec arbres.



Le vent permet à la fois une sensation de rafraichissement pour un usager piéton mais un vent trop fort est considéré comme inconfortable dans l'échelle ci-dessous.



Indicateur UTCI

Pour le calcul de l'UTCI, le module considère l'environnement extérieur réel et multidimensionnel suivant les conditions suivantes : 50% d'humidité, air calme, température de rayonnement égale à la température de l'air et marche à un rythme lent.

Le logiciel fait l'analyse à l'aide des données météorologique locales extraites sur 8 ans (2013 à 2020).

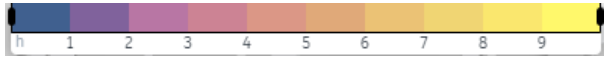
L'UTCI est calculé en combinant le rayonnement solaire direct, indirect, les vitesses locales du vent et les données météorologiques locales. L'analyse ne prend pas en compte les propriétés des matériaux au sol et l'évapotranspiration.

Échelle UTCI (°)	Niveau de stress
au-dessus de +46	Stress thermique extrême
+38 à +46	Stress thermique très élevé
+32 à +38	Stress thermique élevé
+26 à +32	Stress thermique modéré
+9 à +26	Pas de stress thermique

Échelle UTCI

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

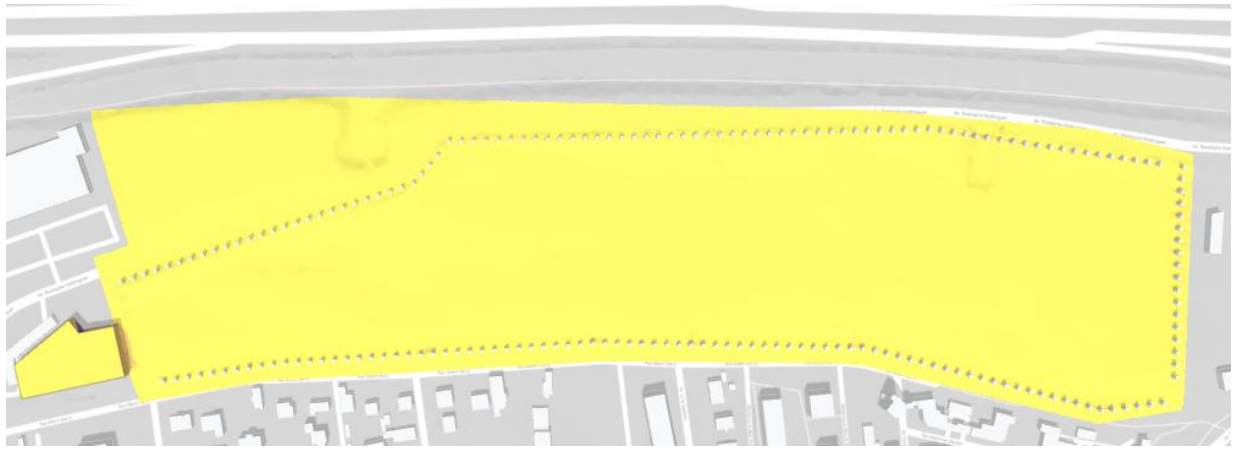
Résultats ensoleillement



Etat existant

- A l'état initial, au solstice d'été le 21 juin, la totalité du périmètre projet est exposé à plus de 9h d'ensoleillement. **Le risque de surchauffe peut s'avérer important.**
- Néanmoins les espaces extérieurs très ensoleillées étant des **espaces de friche végétalisée** ils n'ont pas vocation à accueillir des usagers humains. De plus, les friches peuvent être une zone de forte chaleur du fait du fort ensoleillement en été mais se **rafraichissent rapidement la nuit n'ayant aucun effet sur l'îlot de chaleur urbain.**

→ **Etat initial : Enjeu faible**



Etat projet

- A l'état projet, au solstice d'été le 21 juin, la quasi-totalité des espaces extérieurs, hormis les zones boisées, est exposé à plus de 9h d'ensoleillement. **Le risque de surchauffe peut s'avérer important car la forte imperméabilisation du site favorise l'effet d'îlot de chaleur urbain.**
- Les sols en pleine terre offrent un potentiel de régulation thermique et hydraulique. Les cheminements doux peuvent être semi-imperméabilisés et végétalisés pour limiter la surchauffe.
- Les arbres plantés au niveau du stationnement entre le Chronodrive et le bâtiment B permette de réduire le risque de surchauffe.

→ **Etat projet : Enjeu fort**



EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

Résultats aéraulique

Evaluation du confort aéraulique



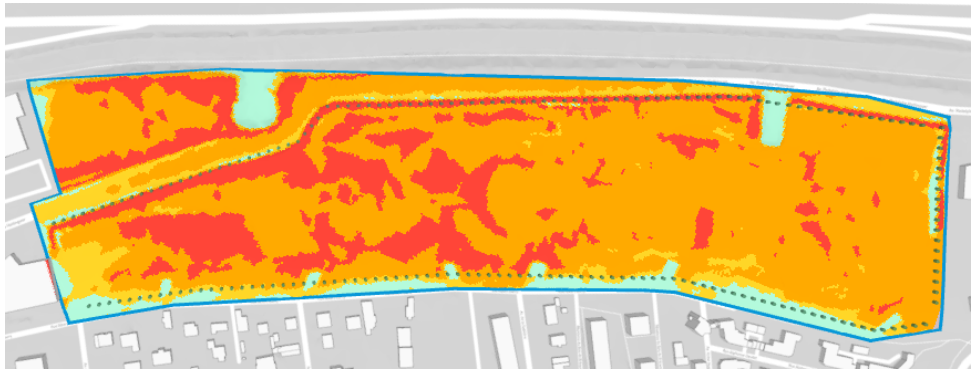
Rappel des hypothèses de modélisation :

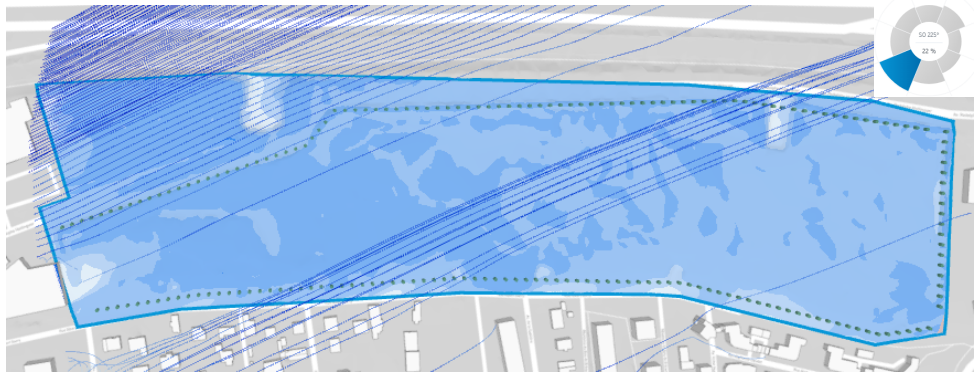
- Vitesse de vent : Situation avec vents dominants (Sud-Ouest)
- Confort : Prise en compte des vents en moyenne estivale (juin-juillet-août)
- Vitesse d'air considérée : 4,6 m/s soit 14,4 km/h (vitesse de vent moyenne)
- Modélisation réalisée avec arbres.

Direction et intensité des vents



Etat existant

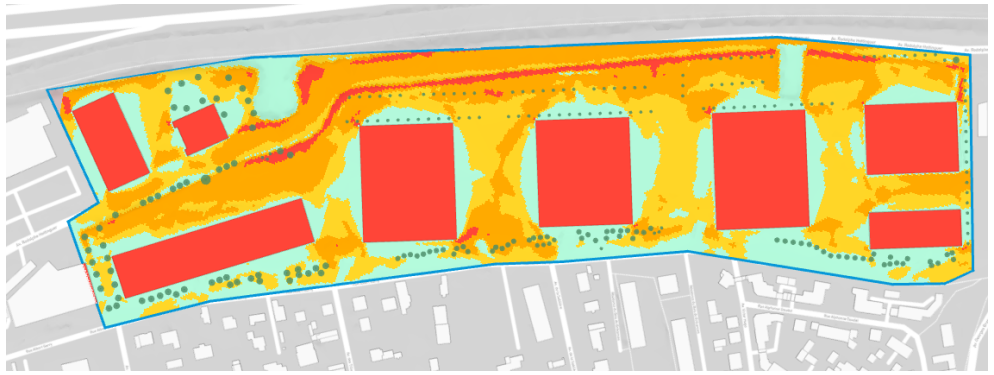


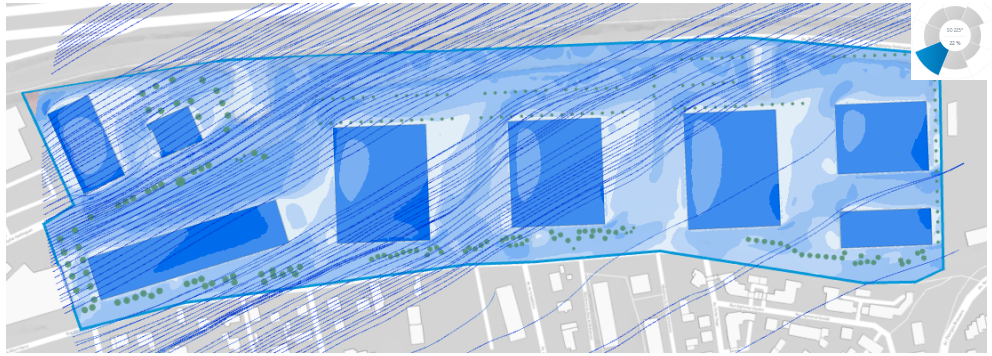


Etat initial : L'absence de formes urbaines sur la parcelle laissent passer l'intégralité des vents. 20% du périmètre est évalué inconfortable pour des usages statiques, néanmoins, aucun usage n'a lieu sur le site.

→ **Initial : Enjeu faible**

Etat projet





Etat projet : Les bâtiments impliquent un ralentissement du vent au niveau des quais de chargement des poids lourd. Les formes urbaines créent un couloir de vent le long de l'Avenue Rodolphe Hottinguer. En termes de confort urbain, l'avenue est indisposée à recevoir des usages prolongés.
En termes d'ICU et d'exposition à la chaleur, les vents permettent un rafraichissement pour l'usager.

→ **Projet : Enjeu moyen**

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

Résultats UTCI

L'analyse « microclimat » présente les températures ressenties en degré UTCI, intégrant les effets du climat, du vent et du rayonnement solaire.

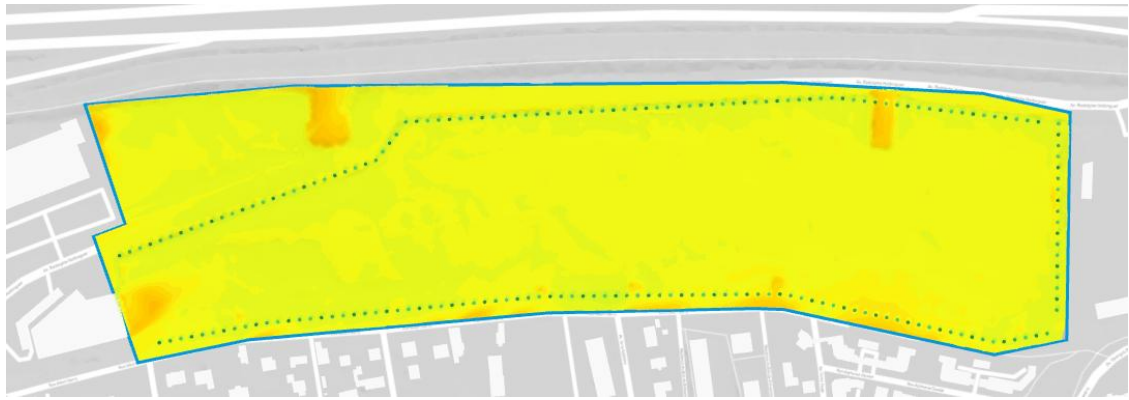
Les hypothèses de modélisations sont les suivantes :
- Température d'air à 25°C.
- Heure d'analyse : 14h.
- Vent dominant orienté sud-ouest.

Échelle UTCI (°)	Niveau de stress
au-dessus de +46	Stress thermique extrême
+38 à +46	Stress thermique très élevé
+32 à +38	Stress thermique élevé
+26 à +32	Stress thermique modéré
+9 à +26	Pas de stress thermique



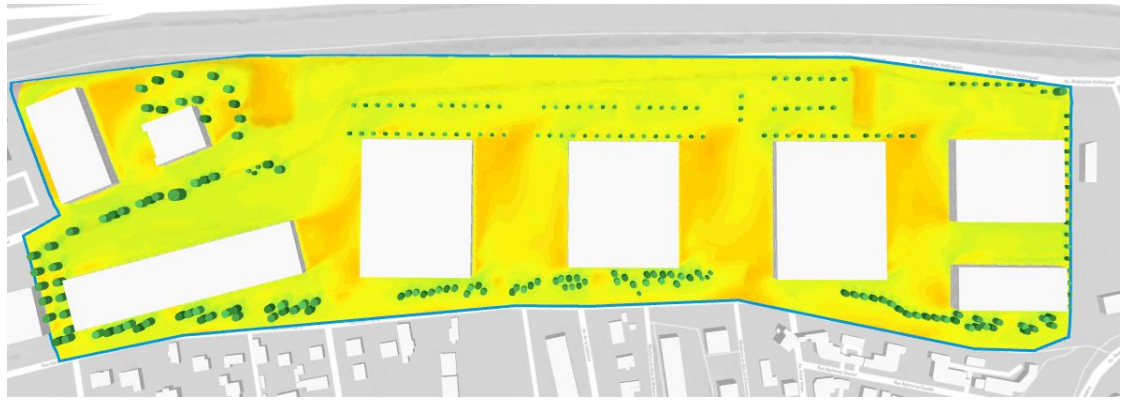
Etat existant

A l'état existant, la majorité de la parcelle est soumise à un stress modéré à la chaleur (85%) et 15% de la surface n'est pas soumise à un stress thermique. Il est à noter qu'ici, le logiciel ne prend pas en compte le revêtement de sol et l'évapotranspiration de la végétation. La parcelle étant une friche végétalisée, la température ressentie est surement moins élevée que celle représentée par le logiciel.



Etat projet

A l'état projet, la majorité de la parcelle est soumise à un stress modéré à la chaleur (63%) et 36% n'est pas concerné par un stress thermique.
D'après la modélisation, on voit que les voies de chargement et déchargement des camions sont les plus sensibles à un stress thermique (zone en orange proche de 30°UTCI), cela correspond aux zones ni ombragées, ni ventilées.
Par ailleurs, la présence des arbres et les zones ventilées permettent de réduire la température ressentie (zone vert clair proche de 22°UTCI). La végétalisation du site permet de réduire la température ressentie.



EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

3.4.

Rejets de chaleur anthropiques

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

Qualification rejet de chaleur anthropique

Les rejets de chaleur anthropiques c'est-à-dire générés par l'activité humaine sont des sources de réchauffement dans les zones urbaines. Cela concerne notamment les bouches d'extraction de chaleur liées à des systèmes de refroidissement (climatisations de bâtiments, systèmes de rafraichissement datacenter) ou alors les rejets des véhicules à moteur thermique.

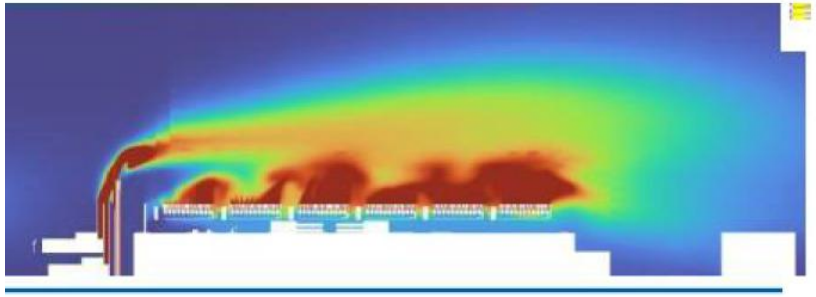
Concernant le **rejet de chaleur des bâtiments ou de process industriels**, il n'y a aucun rejet sur le site à l'état existant. Le futur projet pourrait en comporter selon les activités et usages qui s'y installeront (cf. ci-contre un exemple de visualisation de l'émission de chaleur d'un data center).

Concernant le **trafic routier**, une étude d'impact sur le trafic et les déplacements a été réalisée par CDVIA en février 2025. L'étude conclue sur une augmentation moyenne modérée du trafic sur le réseau viaire environnant sans générer de dégradations majeures des conditions de circulation. Ainsi, en termes d'ilot de chaleur urbain, le trafic lié au projet va générer un rejet de chaleur.

Dans les deux cas, la contribution de chaleur n'est pas quantifiée mais les recommandations sont les suivantes :

- Limiter au maximum le recours à des systèmes de refroidissement des bâtiments en concevant des bâtiments bioclimatiques qui limitent la surchauffe estivale de façon passive (isolation suffisante, protections solaires adaptées, ventilation naturelle nocturne si possible, etc.).
- En cas de process produisant de la chaleur fatale, valoriser cette chaleur pour d'autres process (chauffer un bâtiment, injecter dans un réseau de chaleur, etc.)
- En cas d'installation de systèmes de refroidissements, positionner les bouches d'extractions à distance des lieux de passage ou de repos des usagers (éviter l'extraction sur un cheminement piéton, etc.)
- Limiter au maximum l'usage de la voiture individuelle en proposant des offres de transports collectifs ou de mobilités actives aux usagers.

→ **Initial : Enjeu faible**
→ **Projet : Enjeu moyen**



Exemple d'une visualisation CFD (Computational Fluid Dynamics) d'émission de chaleur sur un bâtiment industriel

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

4.

Analyse croisée – Conclusion

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

Analyse croisée

Le tableau ci-contre présente pour chaque facteur étudié :

- Son importance dans le phénomène d'ICU
- L'évaluation à l'état inital
- L'évolution entre l'état initial et le projet
- L'évaluation résultante à l'état projet

Cette analyse montre :

- Un état initial ne contribuant pas au phénomène d'ICU tout en étant dans un environnement urbain soumis au phénomène d'ICU francilien.
- Un impact du projet par rapport à l'état initial moyen à fort surtout sur les critères de changement climatique, d'artificialisation et d'ensoleillement.
- Un état projet avec une sensibilité et contribution forte sur le volet changement climatique, artificialisation et ensoleillement. En revanche le volet aéraulique et rejet de chaleur anthropique restent moins impactant sur le projet.

Impact nul ou faible / Amélioration forte

Impact moyen / Amélioration moyenne

Impact fort/ Aggravation forte

	PONDERATION Poids du critère dans l'ICU	**ETAT INITIAL** Impact du critère sur l'ICU à l'état existant	**EVOLUTION** Aggravation de l'ICU par rapport à l'existant	**ETAT PROJET** Impact du critère sur l'état projet (=état inital x évolution)
Climat et changement climatique	**Fort** : Le climat est le point de départ de l'ICU qui cause des risques sanitaires en période de fortes chaleurs.	Moyen : le climat actuel de région parisienne est tempéré avec des canicules peu fréquentes.	Forte : Le changement climatique implique une augmentation significative d'ici 50 ans.	Fort : A l'échelle de la France l'aggravation cause un climat qui aura un risque fort en termes d'enjeu de chaleur
Formes urbaines	**Fort** : les formes urbaines jouent un rôle essentiel dans l'effet d'ICU. Il est un facteur aggravant des autres critères.	Nul : Le site est composé d'espace arboré clairsemé ce qui constitue une zone de fraicheur.	Moyen : le projet construit principalement des bâtiments d'activités et bureaux de faible hauteur (R+2)	Moyen : L'impact reste faible mais participe tout de même à l'ICU (donnée empirique ~+1° ~+1,5°C)
Occupation du sol et revêtements	**Moyen** : ces critères contribuent au temps que prend un site pour se rafraichir en période nocturne.	Nul : Le site existant est composé d'une friche agricole. Le coefficient de régulation thermique (CRT) de 0,8 témoigne d'une participation nulle à l'ICU.	Forte : Le projet implique une imperméabilisation du site et le coefficient de régulation thermique (CRT) de 0,26 témoigne de la participation à l'ICU.	Fort : Le projet implique une imperméabilisation importante mais prévoit des stationnements perméables et des zones végétalisées.
Ensoleillement		Faible : Le site reçoit un ensoleillement important mais les surfaces végétalisées n'emmagasinent pas la chaleur la journée.	Fort : Les zones de vie du projet sont exposées au soleil en été et donc à la surchauffe pour les zones non perméables ou plantées.	Fort : Le site reçoit un ensoleillement important.
Aéraulique		Nul : Le site est ventilé mais il n'y a pas d'usage pour le public sur ces zones donc pas d'enjeu.	Moyen : le projet peut contribuer à une concentration des vents en couloir au niveau de l'Avenue Rodolphe Hottinguer et limite la circulation du vent dans les zones de chargement des camions et le long de la rue Albert Garry.	Faible : le vent contribue à dissiper la chaleur en été le long de l'avenue et de la rue Albert Garry.
Chaleur anthropique : trafic routier	**Faible** : L'impact des chaleurs anthropiques reste faible par rapport aux impacts climatiques et des quantités d'énergie que peuvent représenter la quantité de radiation solaire et leur stockage sur le long terme dans les revêtements.	Faible : les voiries alentour (N406) génèrent du trafic mais qui n'a pas d'impact direct sur le site.	Moyen : le projet augmente la circulation locale par le nombre de nouveaux employés.	Faible : L'impact lié à la route et au trafic sur site est modéré.
Chaleur anthropique : rejet de chaleur du bâtiment		Nul: Le site à l'état existant ne contribue à aucun rejet de chaleur liés aux bâtiments ou process.	Moyen : les activités prévues sur le site sont susceptibles de générer une quantité de chaleur en fonction de la production.	Faible : Les systèmes de refroidissement, s'ils y'en a, vont contribuer à l'ICU.

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation

Conclusion

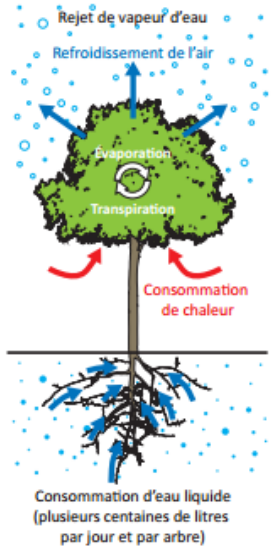
L'étude d'évaluation de l'ilot de chaleur urbain pour le projet de parcs d'activités sur la ZAC Bonneuil Sud montre que le projet a **un impact sur l'îlot de chaleur urbain** car il implique une **forte imperméabilisation d'une ancienne friche végétalisée et la construction de nouveaux bâtiments d'activités.**

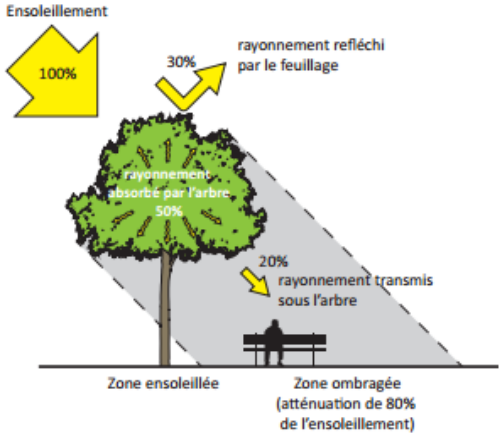
Selon des données empiriques du Cerema, les formes urbaines basses impliqueront une **augmentation de la température de l'ordre de 1 à 1,5°C** mais cela reste modéré ; ce n'est pas le facteur le plus impactant dans le cadre du projet.

Les modélisations montrent l'effet bénéfique des arbres sur le projet (ombre et évapotranspiration). Les grandes emprises en enrobés (aires de chargement des camions) seront favorables à la surchauffe.

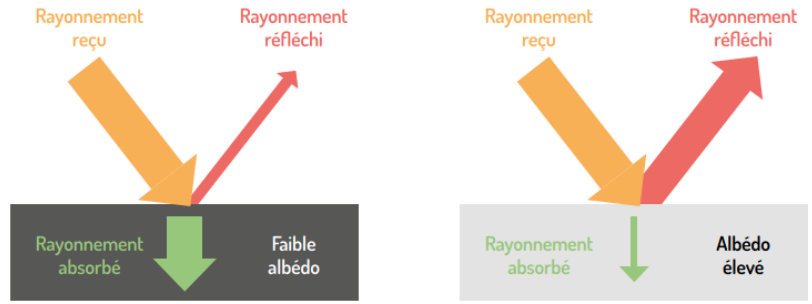
La préservation d'une **franche végétalisée au sud**, la **plantation de nouveaux arbres** et des **revêtements semi-perméables** pour le stationnement sont les **mesures de réduction et d'évitement minimales** proposées dans le projet et qui sont à respecter.

Au regard du changement climatique et de l'augmentation des températures en région parisienne dans les 50 prochaines années **le projet doit chercher à éviter et réduire au maximum son impact sur la consommation d'espace et l'aggravation du phénomène d'ICU, en considérant les mesures suivantes à chaque phase de conception du projet et ce jusqu'à la réalisation :**





Phénomène d'évapotranspiration et d'ombrage des arbres (APUR 2012)



Principe d'albédo de matériaux (APC)

MESURES ERC – A intégrer dans tous les lots et jusqu'à la réalisation

Mesures déjà intégrée dans le PC du lot BS1 :

- **Plantation d'arbres et prévision de plusieurs strates végétales** (arbustes + arbres ou prairies + arbres) sur la majorité des surfaces végétalisées.
- **Revêtements de toiture clair type cool-roof** (albédo plus élevé) en dehors des zones avec panneaux photovoltaique.
- **Revêtements perméables ou clairs sur 100% des cheminements piétons.**
- **Revêtements perméables sur 100% des stationnements.**
- **100% des eaux pluviales gérées à la parcelle.**

Mesures à intégrer :

- Conserver un maximum d'espaces de **pleine terre** existant avec un **objectif de 40% (minimum 30%)** sur l'ensemble de l'opération, car ce sont les espaces les plus efficaces pour limiter le réchauffement urbain.

EODD© – Confidentiel – Tous droits réservés – Reproduction interdite sans autorisation