



Etude Îlot de chaleur – Surchauffe urbaine

Régénération urbaine du centre commercial Auchan le Sillon à Saint-Herblain (44)

Référence : 2025.1528 E04 A

Le 09/12/2025

Rédigé par : Laurine DECROS et
Anaëlle GREBERT

Vérifié par : Julia MALINVERNO





Sommaire

1. Contexte de l'étude

Objectif et périmètre de l'étude
Introduction aux enjeux de surchauffe urbaine
Contexte bioclimatique du site d'étude

2. Méthodologie d'évaluation

Outils utilisés
Ensoleillement
Température des sols
Aéraulique
Analyse croisée

3. Résultats généraux

Ensoleillement
Température des sols
Aéraulique
Analyse croisée

4. Résultats – zones sensibles

Identification des zones sensibles
Analyse des zones sensibles

5. Prescriptions et mesures

Végétaliser l'espace
Diminuer la température du sol
Créer des zones ombragées
Permettre l'adaptation
Synthèse des mesures proposées

Sommaire

1. Contexte de l'étude

2. Méthodologie d'évaluation

3. Résultats généraux

4. Résultats – zones sensibles

5. Prescriptions et mesures



1. Contexte

Objectif et périmètre de l'étude

L'étude d'îlot de chaleur urbain, ou ICU, du projet d'aménagement du Centre commercial Le Sillon Shopping à Saint-Herblain, vise à évaluer le niveau de risque du quartier face aux phénomènes de **surchauffe urbaine** et d'**îlots de chaleur urbains**, dans son contexte local spécifique :

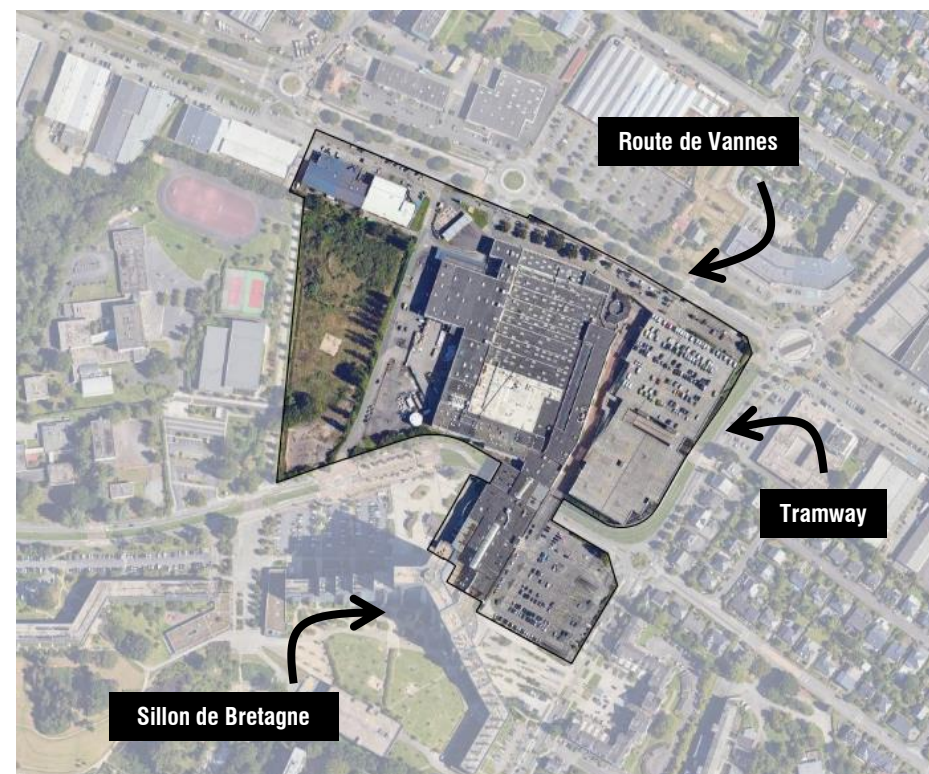
- Elle constitue un **outil d'aide à la conception** du projet et à la décision
- Elle permet de contribuer à **l'adaptation du quartier** au réchauffement climatique, dans un contexte d'accélération des dérèglements et des risques
- Elle permet **d'anticiper** des éléments d'aménagement, des décisions à acter, des acteurs à solliciter, des études plus fines, des traductions opérationnelles ...
- Elle permet de proposer des solutions concrètes afin de limiter le phénomène de surchauffe

Le centre commercial Le Sillon Shopping situe dans la commune de Saint-Herblain, dans le département de Loire-Atlantique au sein de la métropole de Nantes.

Le site d'étude d'une superficie de **9,1 hectares** au croisement entre la route de Vannes et la ligne de tramway n°3. Il comprend une partie du bâtiment Le Sillon de Bretagne, un immeuble de grande hauteur construit dans les années 1970, qui est un élément emblématique du paysage.

Le site du projet est **aujourd'hui composé d'un centre commercial Auchan, d'un parking en superstructure et d'une partie du Sillon de Bretagne.**

Le projet vise la construction d'environ **1200 logements neufs, ainsi que de commerces, de services, de bureaux et des activités de loisir.**



1. Contexte

Présentation du site



1. Contexte

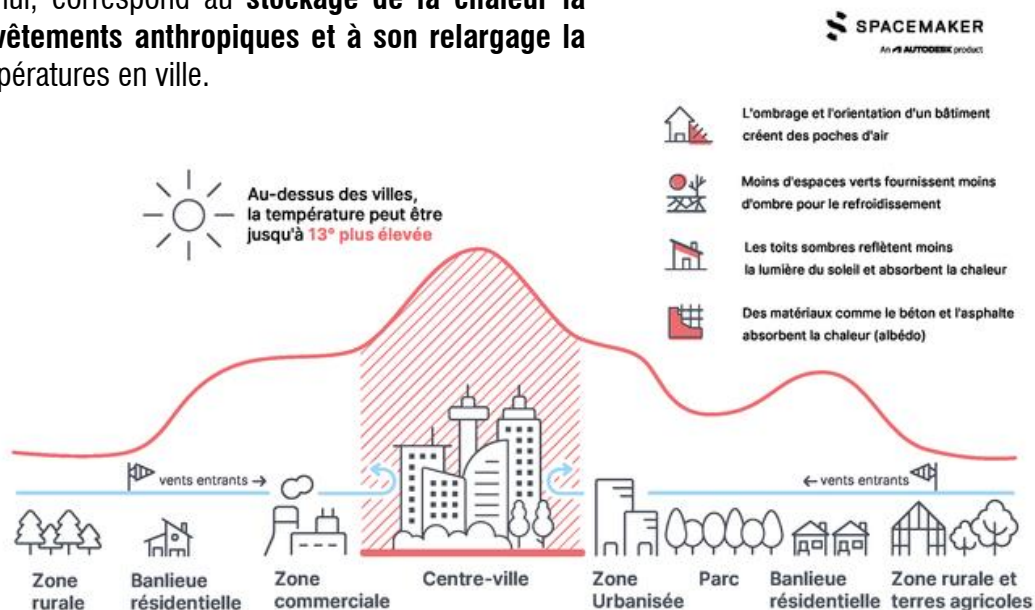
Introduction aux enjeux de surchauffe urbaine

En période de forte chaleur, il est observé des **températures plus élevées dans les villes que dans les espaces ruraux alentours, en particulier la nuit**. Cette variation de température peut différer de plusieurs degrés et s'explique par **l'impact de l'urbanisation** et des activités humaines sur leur environnement.

Ce phénomène est qualifié de **surchauffe urbaine** ou d'**îlot de Chaleur Urbain**, ou ICU, car la variation de température se traduit généralement par des températures plus élevées dans les zones urbaines. Cette amplification de la chaleur est très variable au sein même des agglomérations. Le phénomène est influencé par **différents facteurs** : climatiques, bioclimatiques, urbains ou anthropiques et peut devenir critique lors d'épisodes caniculaires.

De manière plus précise, la surchauffe urbaine est le terme comprenant l'ensemble des phénomènes d'élévation de la température importants en ville. L'îlot de chaleur urbain, quant à lui, correspond au **stockage de la chaleur la journée par les matériaux et revêtements anthropiques et à son relargage la nuit**, causant une hausse des températures en ville.

La **santé** et le **confort** sont au cœur des réflexions afin d'aménager des villes durables et résilientes face au changement climatique.



Les différents facteurs à considérer



Facteurs climatiques :

- Rayonnement solaire
- Vent
- Humidité de l'air



Facteurs bioclimatiques :

- Topographie du terrain
- Espaces verts
- Humidité des sols
- Couverture arborée
- Gestion de l'eau



Facteurs urbains:

- Morphologie urbaine
 - Densité urbaine
 - Porosité de la trame
 - Interstice bâti et prospect
 - Hauteur des bâtiments
- Propriétés thermiques des bâtiments
 - Albédo des revêtements de façade
 - Performance de l'enveloppe thermique
- Propriétés thermiques de l'espace public
 - Albédo des revêtements de sol
 - Mise en œuvre et inertie thermique



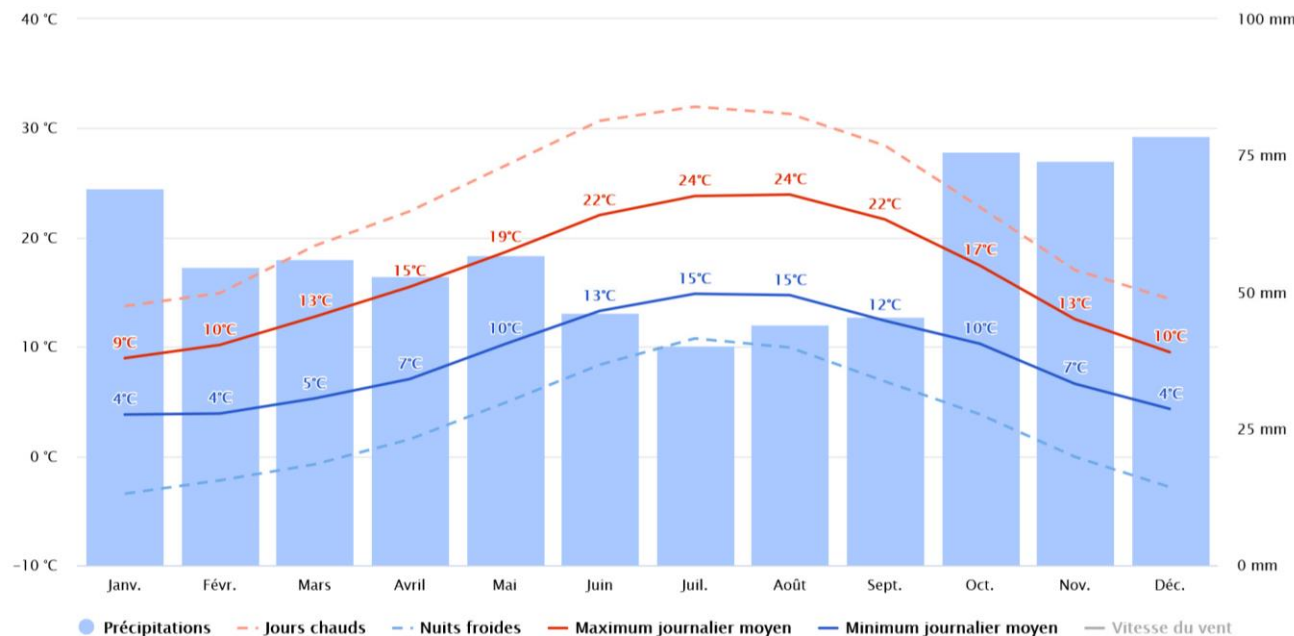
Facteurs anthropiques :

- Intensité du trafic routier
 - Émissions de chaleur et de polluants
- Emissions dû à la climatisation
- Énergie, industrie

1. Contexte

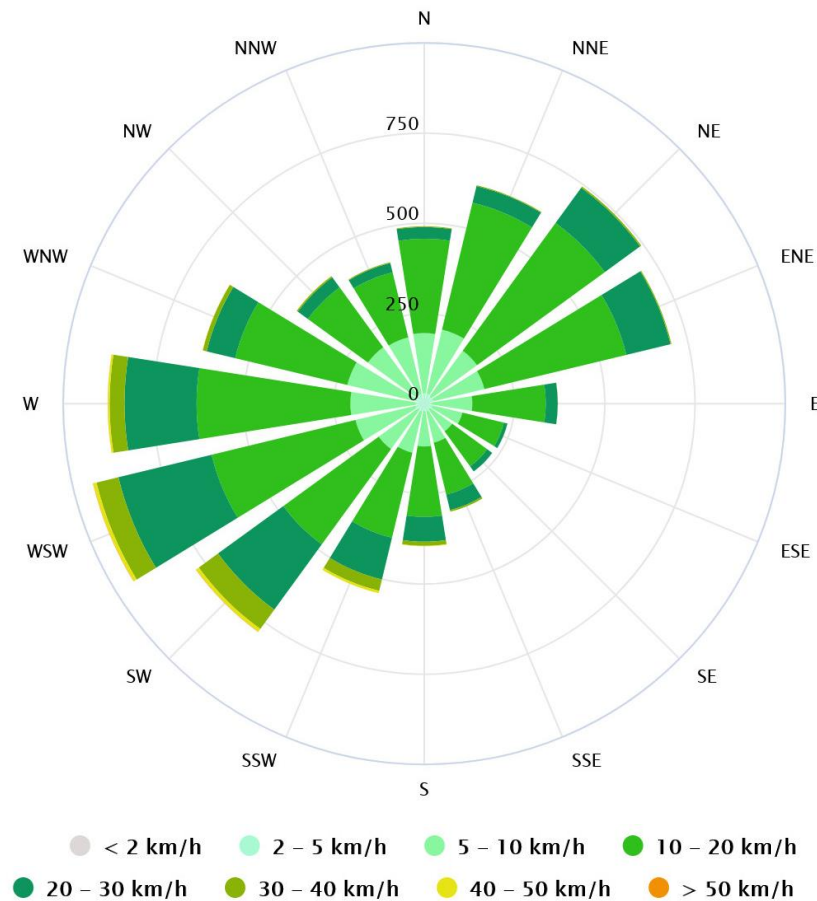
Contexte bioclimatique du projet

→ En moyennes les températures maximales sont atteintes en juillet août (24 °C). Les températures minimales moyennes sont atteintes de décembre à février avec 4°C. Le **climat local est tempéré océanique**, il est doux.



Température et précipitations, moyenne des 30 dernières années (Source : Météobluie)

→ Les **vents dominants sont d'Ouest / Sud-Ouest**. En moyenne les vitesses des vents sont inférieures à 30 km/h.



Rose des vents de Saint-Herblain (Source : Météobluie)

1. Contexte

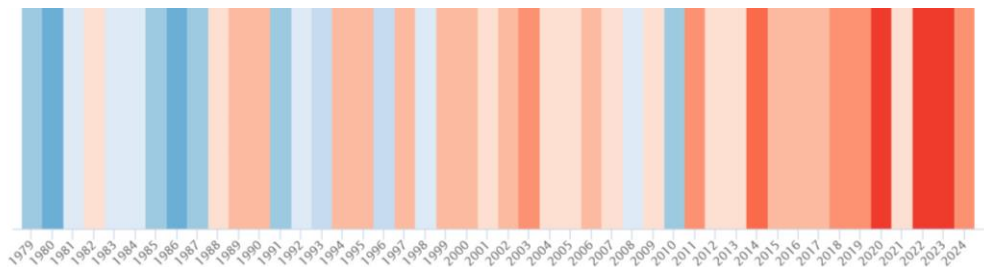
Contexte bioclimatique du projet

A Saint-Herblain, à horizon 2050, les températures moyennes estivales seront entre 20,3°C et 21,3°C, soit une **augmentation de 1,7 à 2,7°C** par rapport à la période 1976 – 2005.

Les **épisodes chauds voire caniculaires vont augmenter** de manière notable d'ici 2050. Chaque année, une à deux semaines connaîtrons des vagues de chaleur.

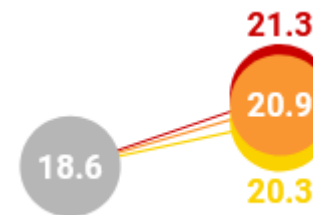
Au global, le climat de Saint-Herblain d'ici moins de 30 ans sera comparable à celui de villes calabraises, au sud de l'Italie.

L'enjeu d'**adaptation de la ville**, et en particulier des nouveaux espaces urbains, est donc **vital**.

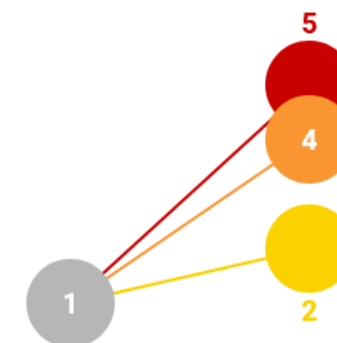


Evolution des températures à Saint Herblain par année, entre 1979 et 2024 (Source : Météoblue)

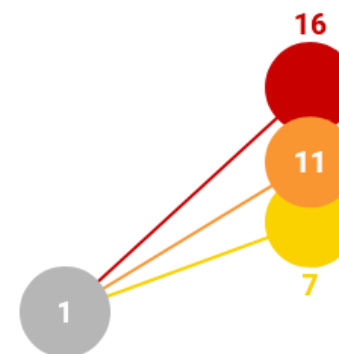
Température moyenne en été



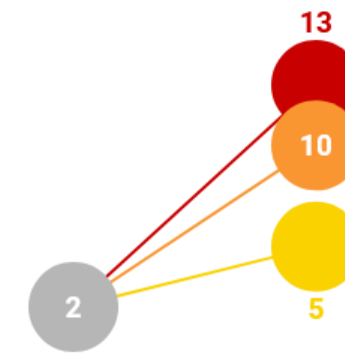
Nombre annuel de jours très chauds (> 35°C)



Nombre annuel de jours en vague de chaleur



Nombre annuel de nuits chaudes (> 20°C)



● Valeur de référence
Période de référence
(1976 - 2005)

● Valeur haute 2050
Valeur haute des
projections climatiques
au milieu du siècle
(2041 - 2070)

● Valeur médiane 2050
Valeur médiane des projections
climatiques au milieu du siècle
(2041 - 2070)

● Valeur basse 2050
Valeur basse des projections
climatiques au milieu du siècle
(2041 - 2070)



Source : Climadiag commune,
par Météo France

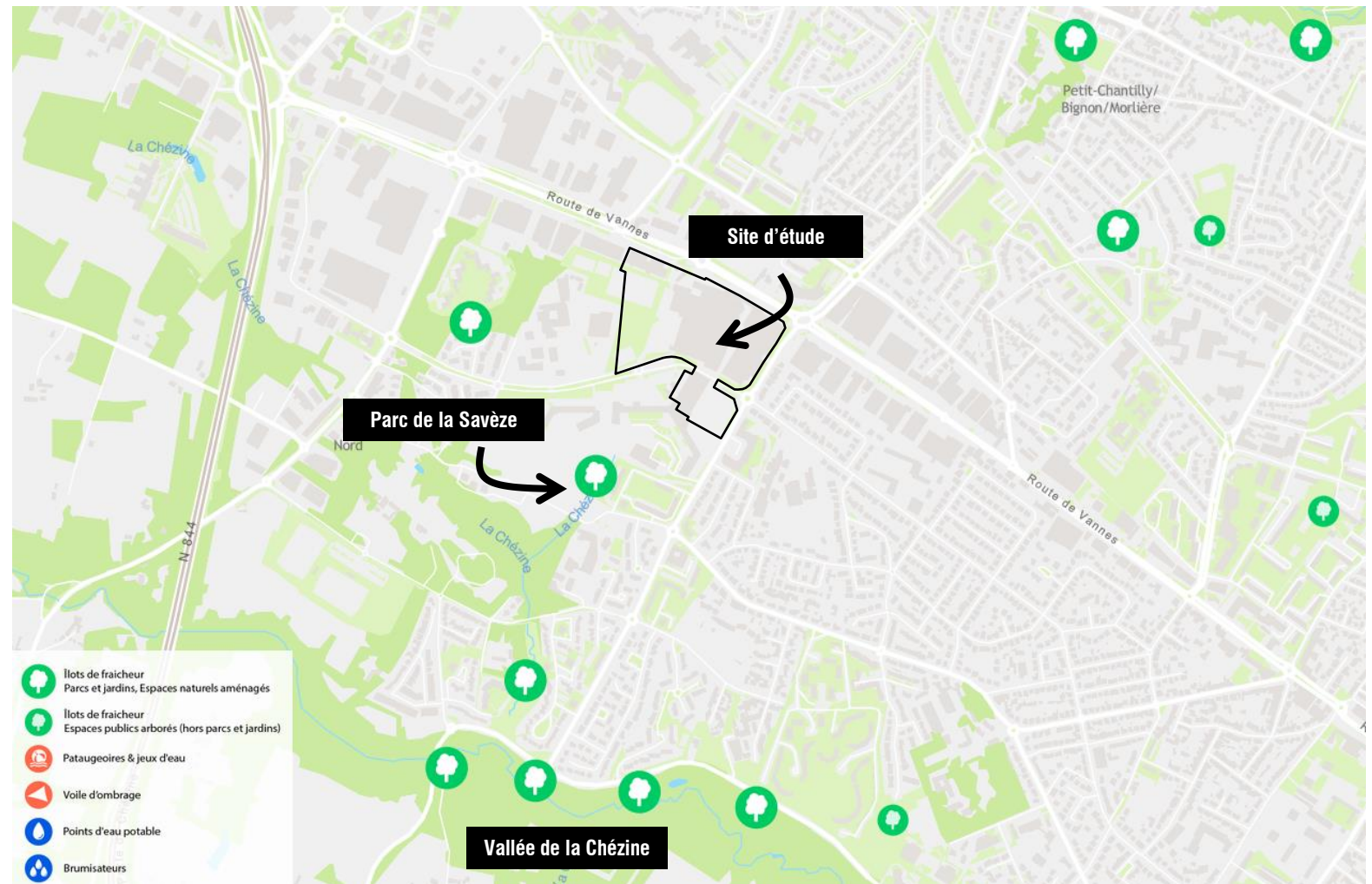
1. Contexte

Documents cadres

La métropole de Nantes a mis en place un Plan d'action Vague de chaleur pour protéger les habitants les plus fragiles face aux vagues de chaleur qui sont de plus en plus fréquentes.

Ce plan d'action comprend entre autres:

- La mise à disposition d'une **cartographie interactive recensant les îlots de fraîcheur et les points d'eau**
- L'aménagement des horaires des chantiers, de la collecte des déchets, etc... pour **réduire l'exposition des ouvriers aux heures les plus chaudes de la journée**
- L'ouverture tout l'été des **lieux solidaires et le renforcement des maraudes** à destination des personnes précaires
- La **communication** régulière et la prévention
- Le déploiement d'un **observatoire de micro-climatologie urbaine** pour suivre les conditions climatiques dans les quartiers les plus exposés pour ajuster au mieux les interventions



→ Le site se trouve à 400 m du Parc de la Savèze qui se poursuit ensuite par la vallée de la Chézine. Cela offre aux riverains des îlots de fraîcheur accessibles à pied. Néanmoins, cela ne permet pas d'atteindre l'objectif de Nantes Métropole d'un site arboré à moins de 300 m pour l'ensemble des habitants de la Métropole.

Sommaire

1. Contexte de l'étude

2. Méthodologie d'évaluation

3. Résultats généraux

4. Résultats – zones sensibles

5. Prescriptions et mesures

2. Méthodologie employée

Outils utilisés

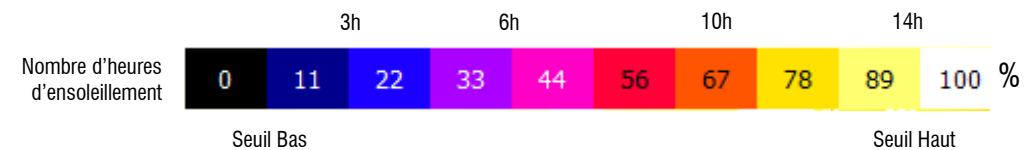
L'étude est réalisée sur la base de maquettes 2D et 3D issues du plan masse de septembre 2025.

Sur la base de cette maquette, trois logiciels ont été utilisés :

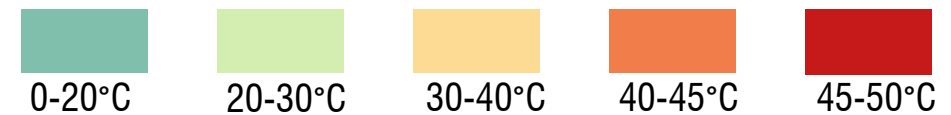
- **PV Sites de BIM Solar** pour l'étude de l'ensoleillement
- **ICE Tool d'Elioth** pour la température des revêtements de surface
- **Urbawind de Météodyn** pour l'étude aéraulique

⚠ Ces trois analyses ne peuvent s'étudier indépendamment les unes des autres.

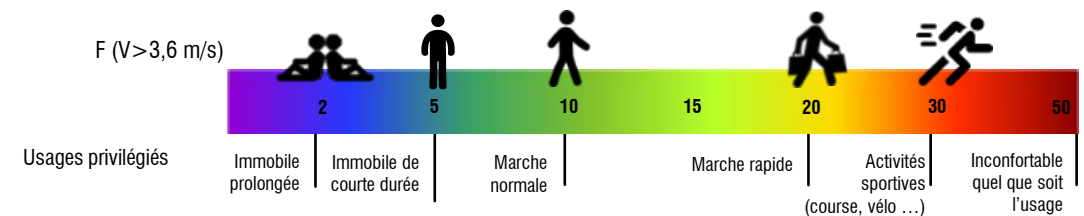
Ratio de réception directe (%)



Calcul de la température des revêtements de sols (°C)

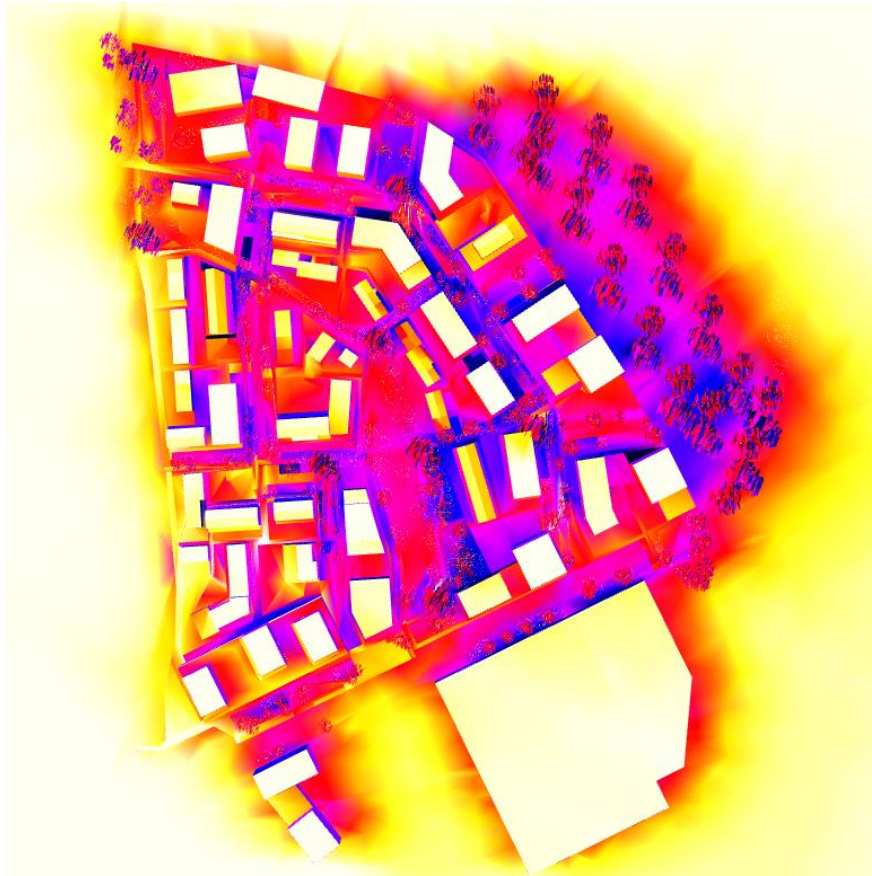


Fréquence de gêne admissible (Fréquence : $V > 3,6 \text{ m/s}$)

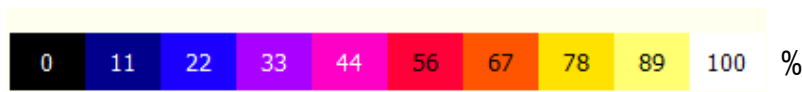


2. Méthodologie employée

Ensoleillement



A titre illustratif



Nb d'heures d'ensoleillement été

3h

5h30

8h

11h

%

Ensoleillement



L'ensoleillement joue un rôle très important dans le phénomène de surchauffe. Ainsi, les espaces les plus ensoleillés seront les moins confortables lors de fortes chaleurs et induiront une **dégradation de confort** pour les usagers. En outre, les espaces les plus exposés seront aussi susceptibles d'entraîner un stockage de la chaleur et ainsi engendrer des effets d'ICU.

Méthodologie

Le logiciel **PV-Site** utilisé permet de définir l'ensoleillement d'une zone du quartier en calculant la course du soleil. Il prend en compte l'ombrage des bâtiments ainsi que celui des arbres.

L'étude a été menée comme suit :

- Modélisation 3D des bâtiments et de l'environnement voisin
- Simulation du profil d'ensoleillement sur PVSites
- Analyse climatologique en été

Métrique

La métrique utilisée est le **ratio de réception directe**. Il s'agit de l'exposition moyenne au soleil de la scène durant la période étudiée.

- 0% (en noir) signifie que l'espace n'est jamais ensoleillé.
- 100% (en blanc) signifie que l'espace est ensoleillé toute la journée

Paramètres

Plage annuelle étudiée : **1^{er} juin – 31 septembre**

Plage horaire étudiée : **8h – 22h**

Fichier météo utilisé : fichier actuel (peu d'impact car la course du soleil restera inchangée)

2. Méthodologie employée

Température des sols



A titre illustratif

Température au sol



La température au sol est un facteur primordial pour l'étude des surchauffes urbaines et en particulier pour les îlots de chaleur urbains. Ainsi, non seulement ils témoignent d'une **accumulation de chaleur** dans des espaces, mais ils mettent également en avant des revêtements qui seront susceptibles de **stocker cette chaleur la journée pour la relarguer la nuit**.

Méthodologie

Le plug-in QGIS **ICE-Tool** utilisé permet de définir la température des sols du quartier. Il prend en compte l'ensoleillement, l'ombrage, la végétation et le type de revêtement.

L'étude a été menée comme suit :

- Modélisation 2D des bâtiments, de la végétation et des revêtements de sols définis par types
- Simulation de l'ombrage dans le quartier
- Calcul des températures moyenne au sol pour un jour spécifique
- Analyse climatologique pour un jour spécifique très chaud

Métrique

La métrique utilisée est la **température moyenne au sol journalière**.

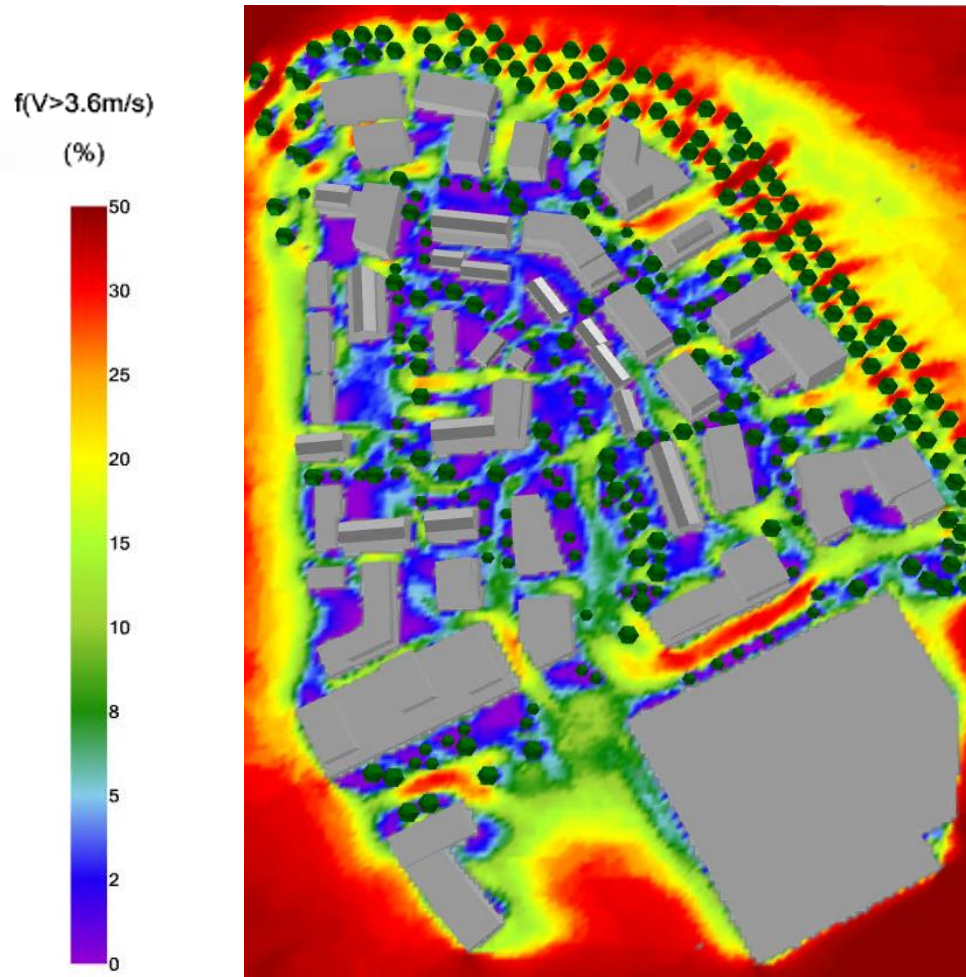
Elle est comprise entre 0-20°C et 45-50°C.

Paramètres

L'étude s'est focalisée sur **une journée chaude** (22,47°C le matin, 36°C l'après-midi). Cette journée a été choisie pendant la vague de chaleur de juillet 2016.

2. Méthodologie employée

Aéraulique



A titre illustratif

Aéraulique



Le vent est un paramètre crucial dans les phénomènes de surchauffe, devant être pris en compte. En effet, des zones fortement exposées au vent pourront bénéficier d'un **rafraîchissement** les rendant ainsi beaucoup plus confortables. Le vent permet aussi d'**évacuer l'air chaud**. Ainsi, une zone sans vent verra son air se réchauffer progressivement et sera plus sujette aux îlots de chaleur.

Méthodologie

Le logiciel **Urbawind** utilisé permet de définir le niveau de vent d'une zone du quartier via une simulation de celui-ci. Il prend en compte les bâtiments et la végétation.

L'étude a été menée comme suit :

- Modélisation 3D des bâtiments et de l'environnement voisin
- Simulation du comportement aéraulique sur Urbawind
- Analyse climatologique en été

Métrique

La métrique utilisée est la **fréquence de dépassement du seuil de 3,6 m/s** (indicateur CSTB). Les seuils de confort aéraulique sont définis selon les fréquences de dépassement d'une vitesse rafale (vitesse moyenne des vents sur 10 minutes augmentée des **turbulences**, c'est-à-dire les fluctuations de vitesse autour de cette vitesse moyenne) de 3,6 m/s (CSTB).

50% (en rouge) signifie ainsi que l'endroit étudié est susceptible d'être très venteux avec une probabilité de dépassement de la vitesse de 3,6 m/s plus de 50% du temps sur la période étudiée.

Paramètres

L'étude s'est focalisée sur la période estivale. Le fichier météo utilisé est un fichier 2024.

2. Méthodologie employée

Aéraulique

Force de Beaufort	Gamme de vitesse à 2m du sol	Sensation de confort
0 et 1	0 à 1.5 m/s	Calme, pas de vent sensible.
2	1.5 à 3 m/s	Brise légère - Le vent est ressenti sur le visage, les feuilles bruissent.
3	3 à 4.5 m/s	Brise modérée - Les cheveux sont agités, les feuilles et les petits rameaux sont en mouvement. Les vêtements amples battent.
4	4.5 à 7 m/s	Brise fraîche à vent modéré. Les cheveux sont décoiffés, la poussière et les papiers sont soulevés du sol, les petites branches s'agitent.
5	7 à 9 m/s	Vent modéré à vent fort. La force du vent est ressentie sur tout le corps, les petits arbres commencent à osciller.
6 à 9	> 9 m/s	Grand vent. Il est difficile de marcher droit. Les grosses branches se mettent en mouvement.

Sensation de confort en fonction de la vitesse du vent

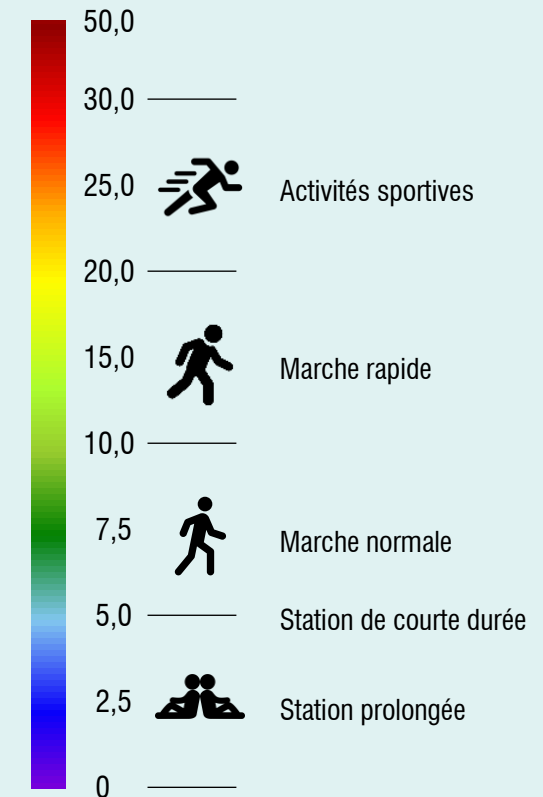
Confort



Un vent supérieur à 3,6m/s trop fréquent impacte le confort extérieur. Le seuil de dépassement varie selon l'activité pratiquée la position stationnaire y étant plus sensible qu'une activité sportive.

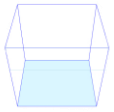
Si cette étude se concentre sur les phénomènes de surchauffe, il est néanmoins important de prendre en compte cet aspect du vent pour le confort des futurs usagers du quartier.

**Fréquence de dépassement
du seuil de 3,6 m/s
 $f(V > 3,6 \text{ m/s})$**



2. Méthodologie employée

Aéraulique



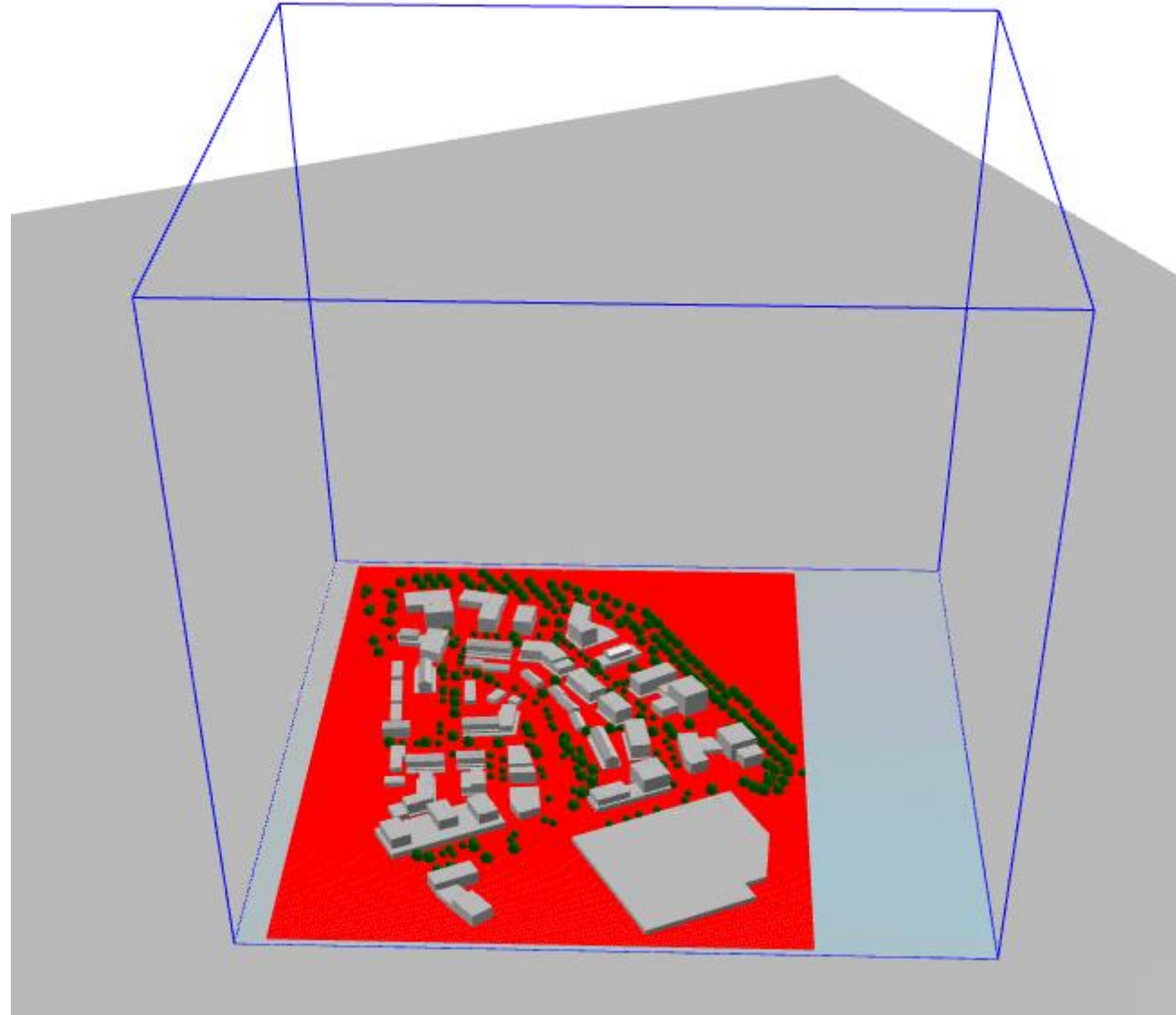
Zone de calcul
250m*250m



Surface de calcul
250m*250m
Hauteur: 1,5m
Maillage : 2*2m



Végétation
La végétation est
modélisée lors de la phase
projet et en été



Zone d'influence

Les bâtiments influencent l'aéraulique sur une zone égale à 5 fois leur taille. Pour plus de précision, des bâtiments hors du périmètre d'étude ont été inclus.

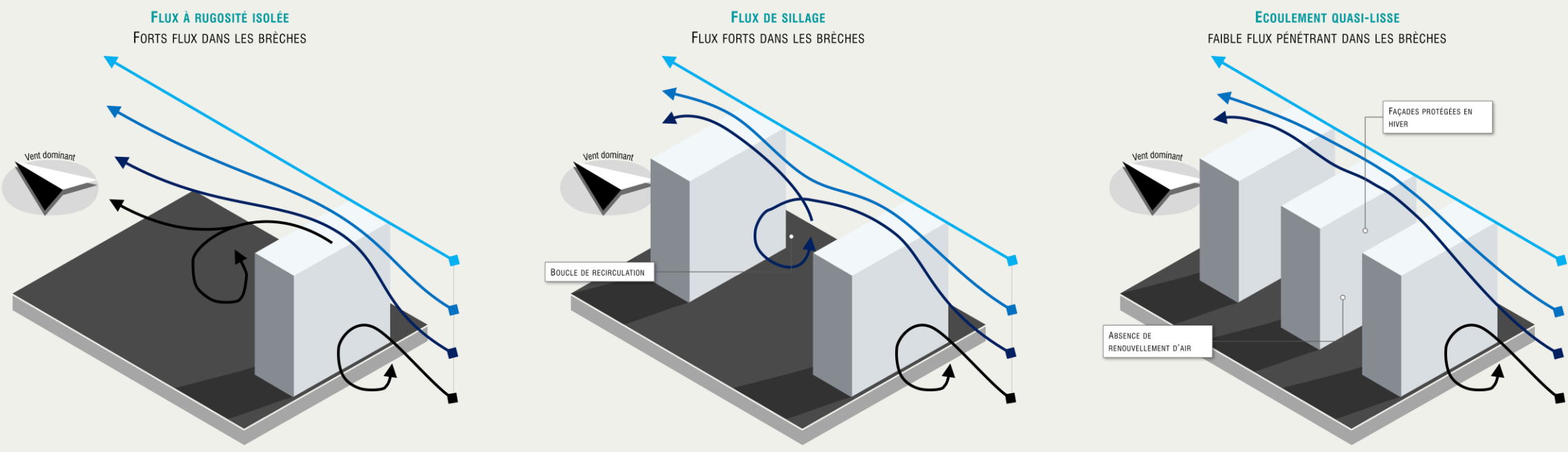
Végétation

La végétation a été remodelisée pour simplifier les calculs avec une forme approchée réaliste et pertinente.

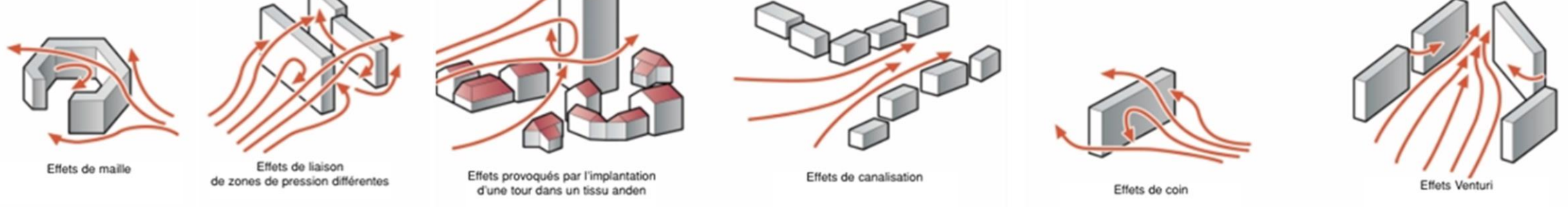
2. Méthodologie employée

Aéraulique

Impact de la distance entre bâtiments sur l'écoulement



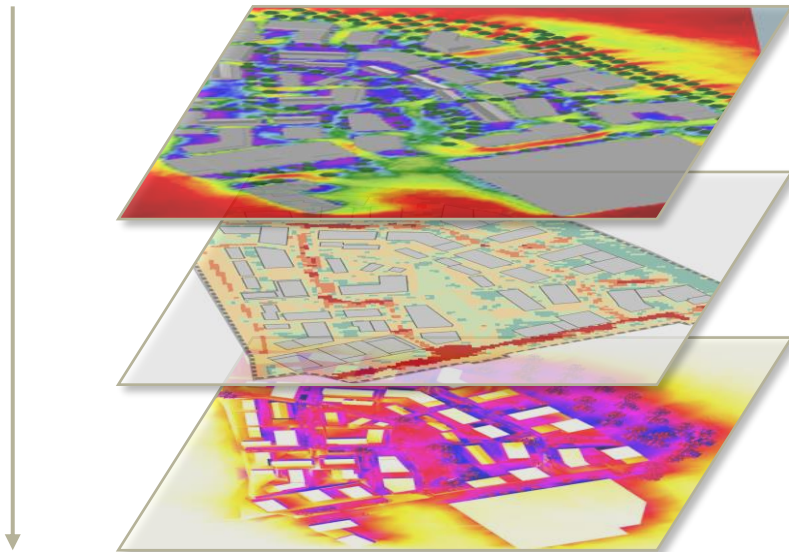
Phénomènes aérauliques en ville



2. Méthodologie employée

Analyse croisée

Superposition des trois indicateurs :



Vision globale des enjeux de surchauffe dans le quartier

- Définition de zones sensibles
- Elaboration des pistes d'amélioration

Croisement des résultats

Une fois les résultats obtenus, ces derniers sont analysés d'une manière commune afin de définir à la fois des enjeux globaux pour le quartier, mais aussi et surtout des zones particulièrement sensibles, pour lesquelles les enjeux de surchauffe et notamment d'îlots de chaleur urbains sont cruciaux.

Exemple simplifié :

fort ensoleillement
+
température au sol élevée
+
vent faible
=
Risque important

NB : cette étude ne prend pas en compte le confort d'hiver. Toutefois celui-ci est un élément important à considérer. Ainsi, un vent trop fort ou un ensoleillement trop faible engendreront une perte de confort voire des surconsommations énergétiques en hiver.

Sommaire

1. Contexte de l'étude

2. Méthodologie d'évaluation

3. Analyse de l'état initial

4. Résultats – zones sensibles

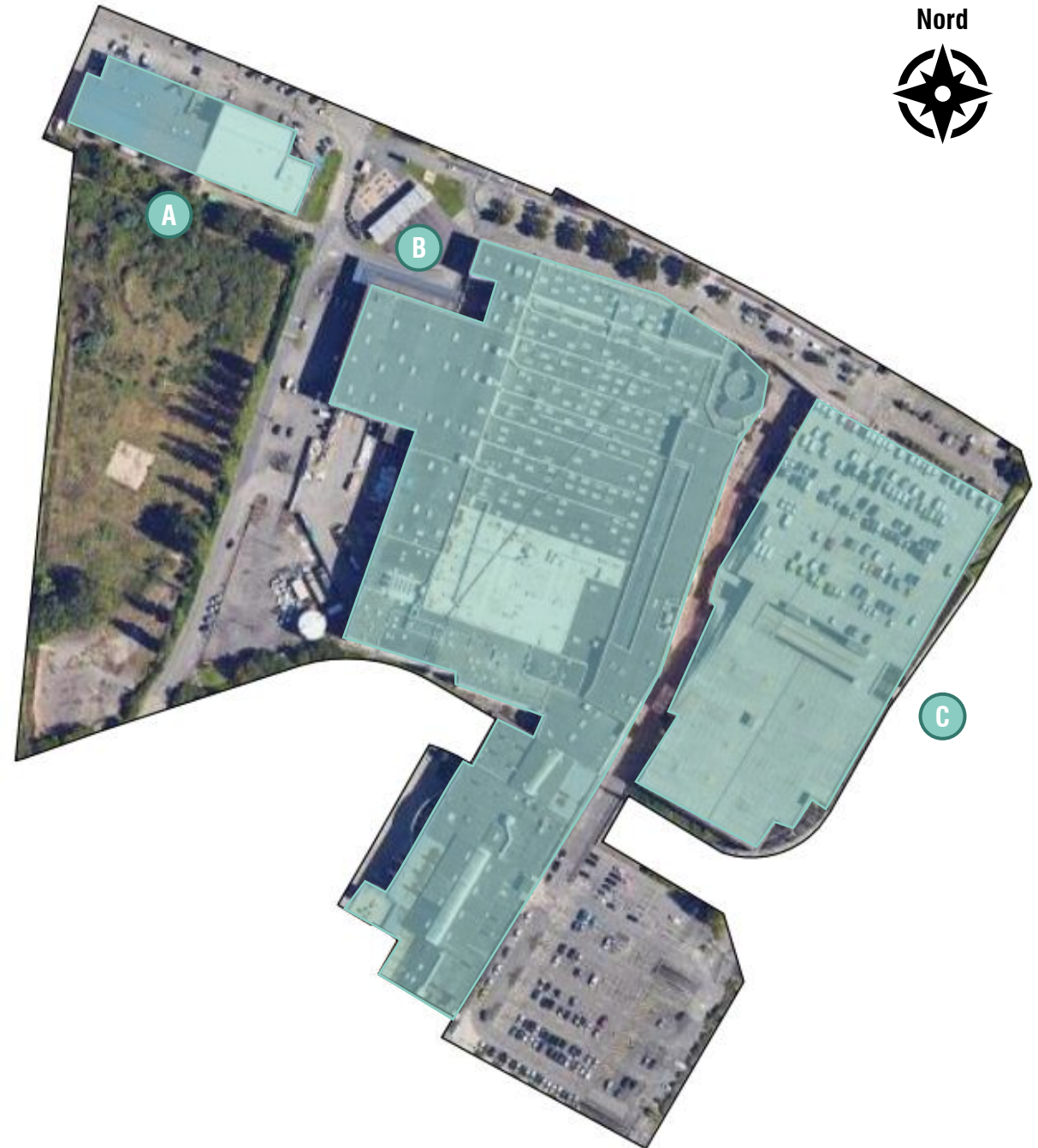
5. Prescriptions et mesures

3. Analyse de l'état initial

Le confort des bâtiments

Une large part de la surface d'étude est occupée par du bâti.

- A** Les deux bâtiments au Nord Est sont occupés par un garage et des commerces. Les façades orientées Sud/Ouest ne sont pas vitrées ce qui réduit l'apport de chaleur. En revanche, ce sont des bâtiments en tôle, faiblement isolés. Soit l'inconfort thermique est important, soit les consommations d'énergie sont excessive pour assurer une température de confort, aussi bien en période estivale, qu'en période hivernale. La toiture du bâtiment à l'Ouest est foncée ce qui favorise le stockage de la chaleur
- B** Le bâtiment principal correspond est le centre-commercial et sa galerie marchande. Le bâtiment dispose de peu de surfaces vitrées, les apports solaires sont donc faibles. En revanche, la toiture a un albédo faible ce qui contribue à augmenter la température à l'intérieur du bâtiment. Le bâtiment climatisé garantissant le confort des usagers.
- C** Le troisième bâtiment est un parking silo ouvert qui bénéficie d'une aération naturelle, limitant ainsi l'inconfort thermique lors des fortes chaleurs.



3. Analyse de l'état initial

Le confort des espaces extérieurs

A

Un espace en friche est présent sur la frange Ouest du Site. Cette friche est végétalisée et quelque peu arborée. Des espaces ombragés sont ainsi présents, cependant les plantations sont diffuses et ne permettent pas de créer une canopée continue offrant un parcours de fraîcheur.



3. Analyse de l'état initial

Le confort des espaces extérieurs

B

La frange Nord-Est du site est composée de parkings aériens, le long de la route de Vannes.

C'est un espace presque entièrement artificialisé, recouvert d'enrobé. Il est également très peu ombragé. C'est donc une zone où la rétention de chaleur est importante.



De plus, l'axe de l'artère autour de la route de Vannes est orienté Sud/Sud-Est alors que les vents dominants sont orientés Ouest/Nord-Ouest. La chaleur ne peut donc pas être évacuée.

→ C'est une zone de surchauffe



3. Analyse de l'état initial

Le confort des espaces extérieurs

C Au Sud-Est du site se trouve un parking aérien qui est entièrement artificialisé.

Il n'y a aucun arbre pour faire de l'ombrage. En revanche le parking est surplombé par le Sillon de Bretagne, d'une hauteur maximale de 92 mètres. Ainsi en fin d'après-midi, lorsque le soleil est à l'Ouest/Sud-Ouest, le bâtiment projette son ombre sur le parking.

Le sillon de Bretagne fait écran face au vent et réduit la ventilation du parking.

→ Le parking est une zone de surchauffe actuellement.



3. Analyse de l'état initial

Le confort des espaces extérieurs

D Un mail est présent entre la friche et le centre commercial. A l'Ouest du centre commercial, il y a également l'espace de livraison.

La zone est en grande majorité recouverte d'enrobé. Quelques arbres sont présents en limite Sud. Malgré cela, la zone contribue au stockage de la chaleur avec des revêtements à faible albédo.

En revanche cet espace bénéficie des vents dominants ce qui permet de diffuser la chaleur. Cette chaleur est diffusée vers la route de Vannes, renforçant l'effet de surchauffe de la zone B.



3. Analyse de l'état initial

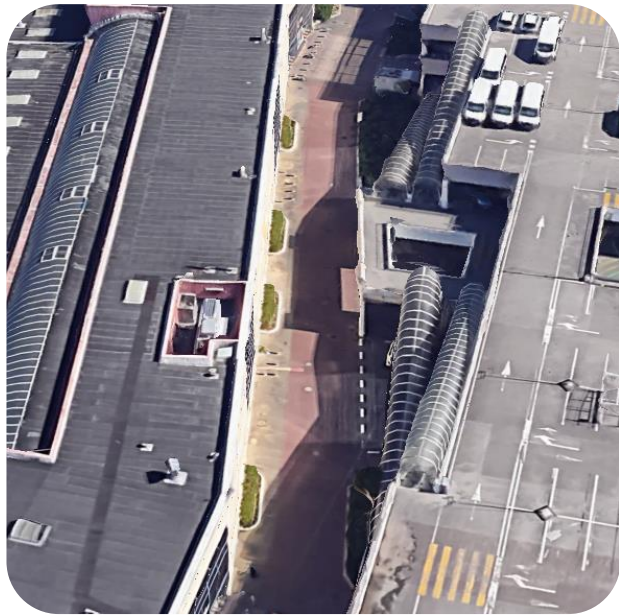
Le confort des espaces extérieurs

E

Le mail entre le centre commercial et le parking en superstructure est un espace entièrement artificialisé. Le revêtement de sol est plus clair que l'enrobé classique.

Le mail est d'environ 9 mètres de large. Avec les bâtiments autour, il est à l'ombre une grande partie de la journée.

Il est également dans le sens des vents dominants.



Nord



3. Analyse de l'état initial

Synthèse AFOM

- Quelques **plantations existantes**
- Un espace en **friche végétalisée**
- Une orientation des bâtiments permettant aux **vents dominants de circuler dans les rues secondaires**

ATOUS

TRADUCTION DES ATOUS EN OPPORTUNITÉS

- Le **Sillon de Bretagne apporte de l'ombrage**
- Peu de contraintes spatiales permettant **d'orienter les bâtiments de manière à favoriser la circulation des vents et à modérer les apports solaires**
- Projet de **renouvellement représentant une opportunité de rafraîchissement du quartier**

OPPORTUNITÉS

- **Le Sillon de Bretagne bloque les vents dominants**, limitant la ventilation des espaces publics, mais laisse le vent passer au-dessus de ses ailes latérales, ce qui peut provoquer un inconfort sur les toitures, surtout en hiver.
- Un **site fortement artificialisé** avec des revêtements à **faible albédo** favorisant le stockage de la chaleur
- Une **concentration d'activités anthropiques** avec un usage majoritaire de véhicules thermiques

FAIBLESSES

- Des **parkings aériens** favorisant la surchauffe urbaine

TRADUCTION DES FAIBLESSES EN MENACES

MENACES

- Composer l'implantation avec le **Sillon de Bretagne qui fait obstacle aux vents dominants**
- Un **projet avec une implantation bâtie plus dense et plus haute** ce qui accroît la vulnérabilité face à la surchauffe

Sommaire

1. Contexte de l'étude

2. Méthodologie d'évaluation

3. Résultats généraux

4. Résultats – zones sensibles

5. Prescriptions et mesures

©VIZEA

EcoQuartier de l'Arsenal à Rueil-Malmaison (92)

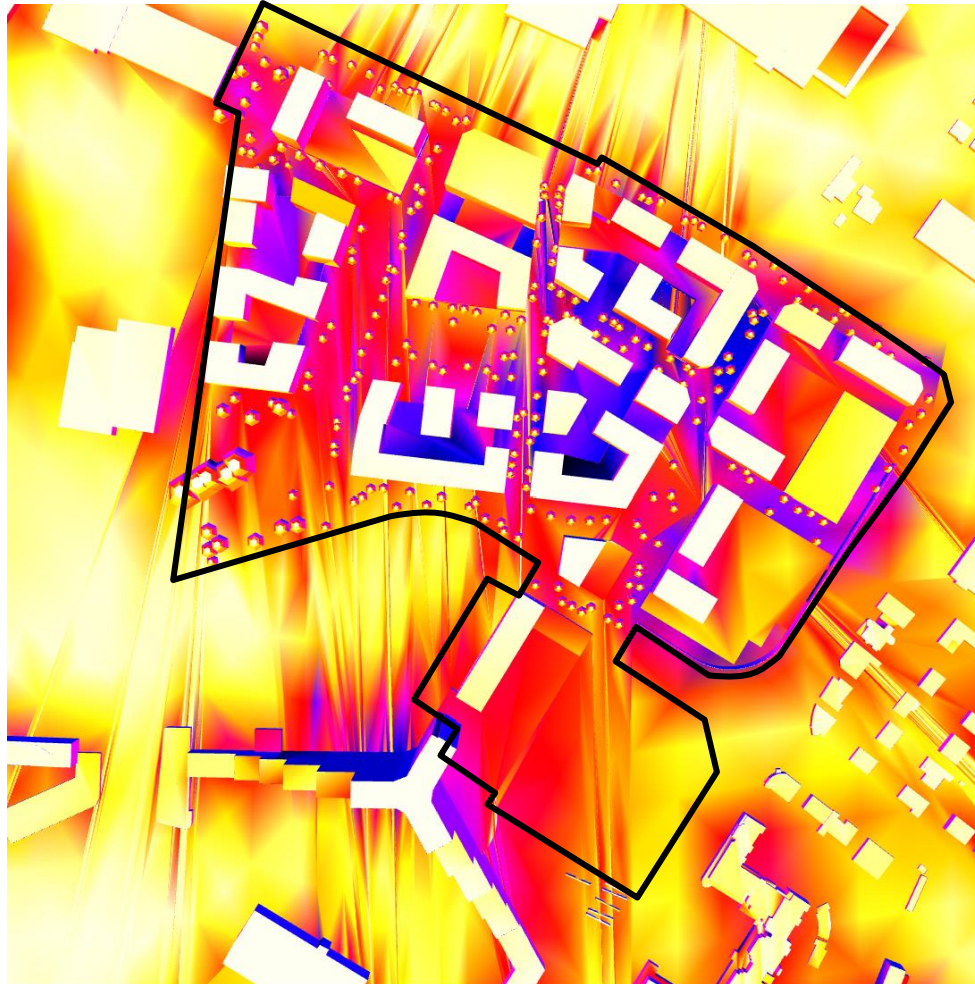
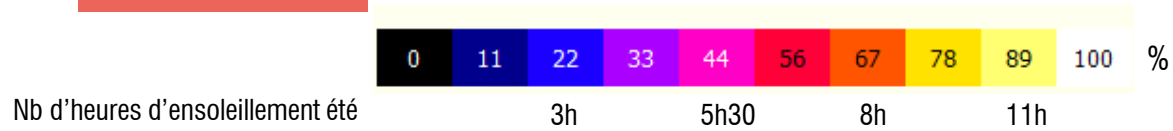
MOA : SPL Rueil-Aménagement

MOE : MBE ATELIER, SEGIC, LAND'ACT

AMO Développement Durable : VIZEA

3. Résultats généraux

Ensoleillement



Le confort estival

D'un point de vue global, l'ensoleillement au sein du quartier est maîtrisé en période estivale.

La **hauteur des bâtiments, leur densité, combinés au maillage végétal du quartier assure un ombrage sur la majorité du quartier.** Il n'y a pas sur le site de zone fortement exposé à l'ensoleillement hormis les franges à la point Sud-Ouest.

Une fois les arbres pleinement développés une canopée quasi-continue sera présente en accompagnement du maillage viaire.

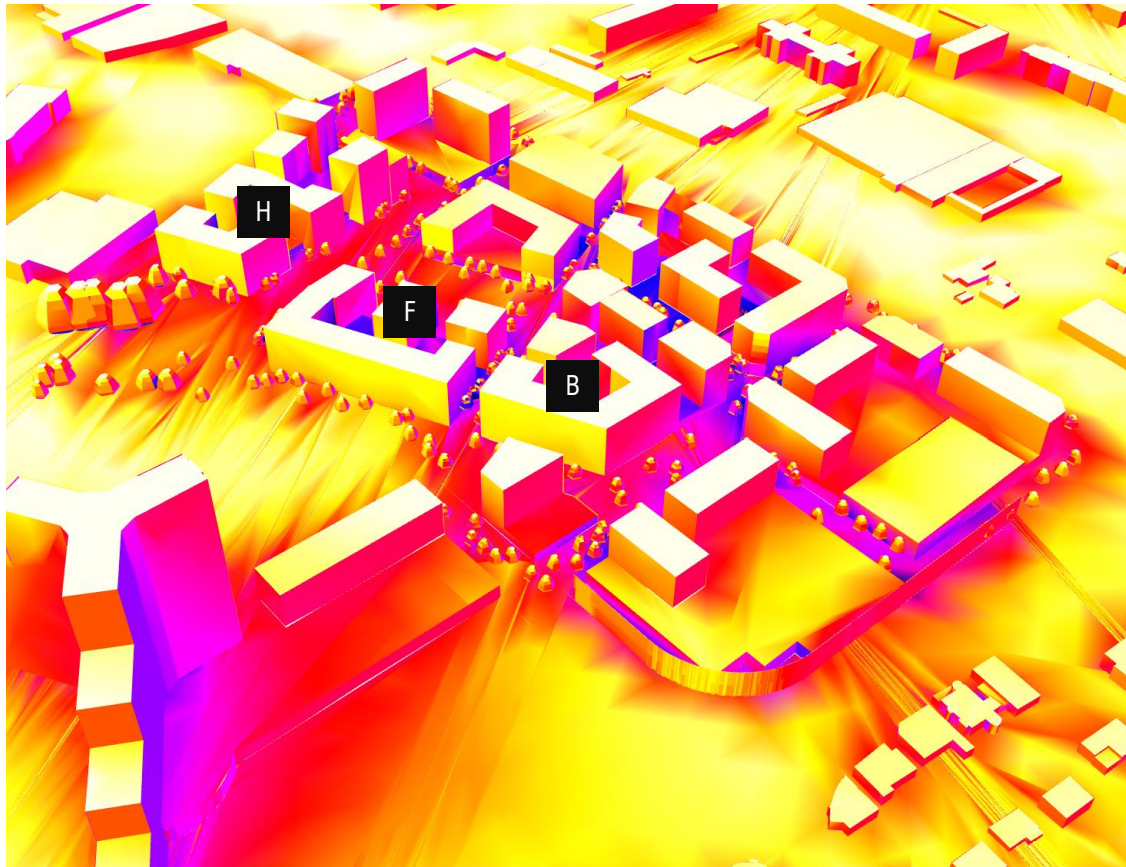
Les cœurs d'îlot sont ombragés, offrant de la fraîcheur aux résidents.

Le quartier manque toutefois d'un véritable îlot de fraîcheur avec un canopée dense et continue, pouvant servir de refuge en cas de très forte chaleur.

En effet, le quartier est entouré à l'Ouest d'espaces ouverts et artificialisés propices à la surchauffe. Il y a donc un risque de dispersion de la chaleur vers le quartier.

3. Résultats généraux

Ensoleillement



Le confort estival

Au niveau des bâtiments les toitures des plots sont fortement exposées. D'un côté, cela montre la pertinence de les solariser, de l'autre une **vigilance accrue devra être portée sur le confort thermique du dernier étage.**

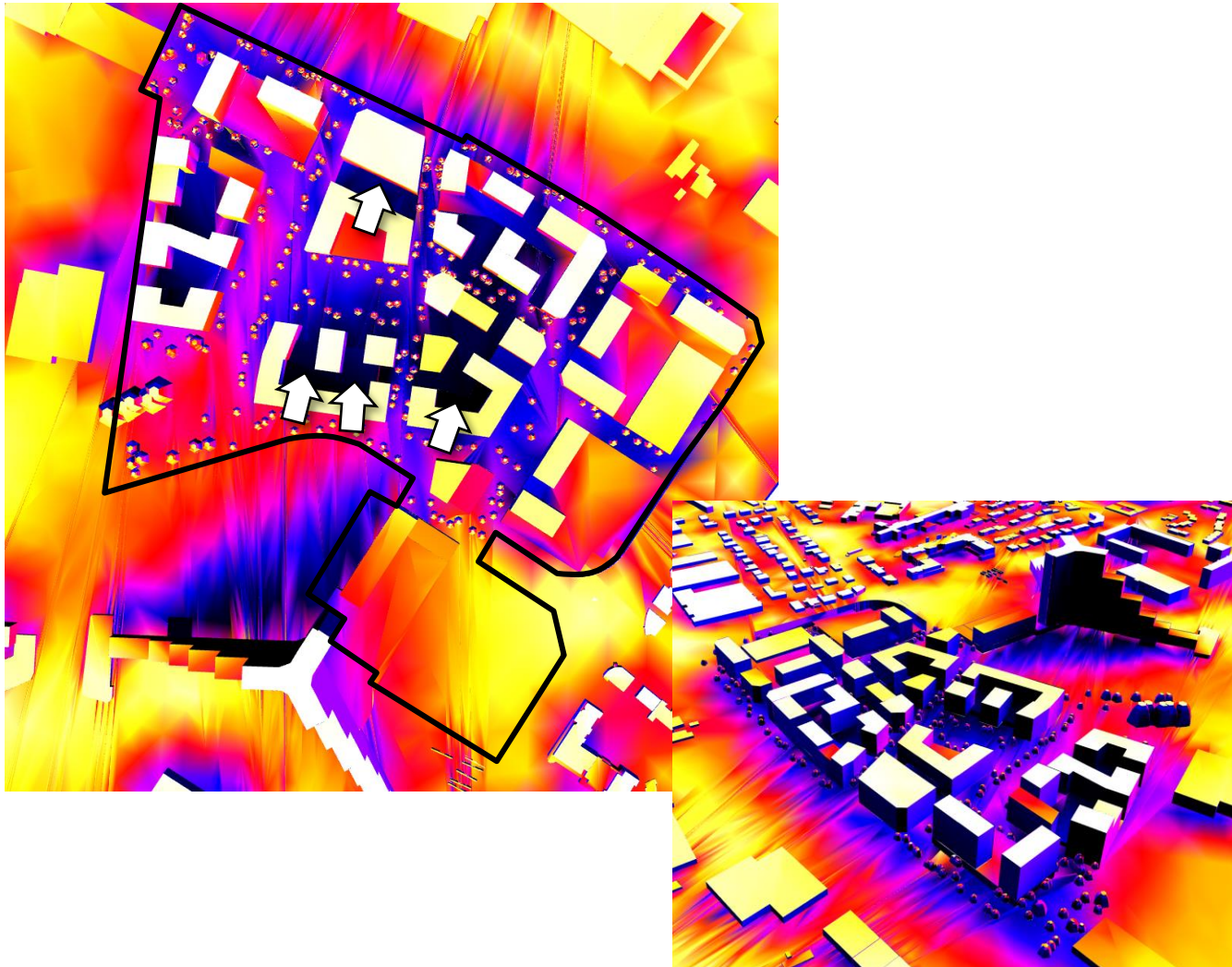
Les îlots B, F, H comportent chacune un bâtiment avec un long développé de **façade orienté Sud et sans masques solaires**. Ce sont donc des bâtiments qui seront très inconfortables l'été si aucun dispositif n'est mis en place.

Sur les façades les plus exposées, il s'agira d'être vigilant aux caractéristiques suivantes :

- Le caractère traversant/bi-orienté/mono-orienté des logements
- La part de surfaces vitrées
- Les protections solaires extérieures mises en œuvre (casquette solaire, volet orientable, ...)

3. Résultats généraux

Ensoleillement



Le confort hivernal

Si l'ensoleillement est maîtrisé en période estivale, cela crée des bâtiments recevant **peu d'ensoleillement en période hivernale**. Cela contribue à augmenter les besoins en chauffage et en éclairage artificiel au sein des logements.

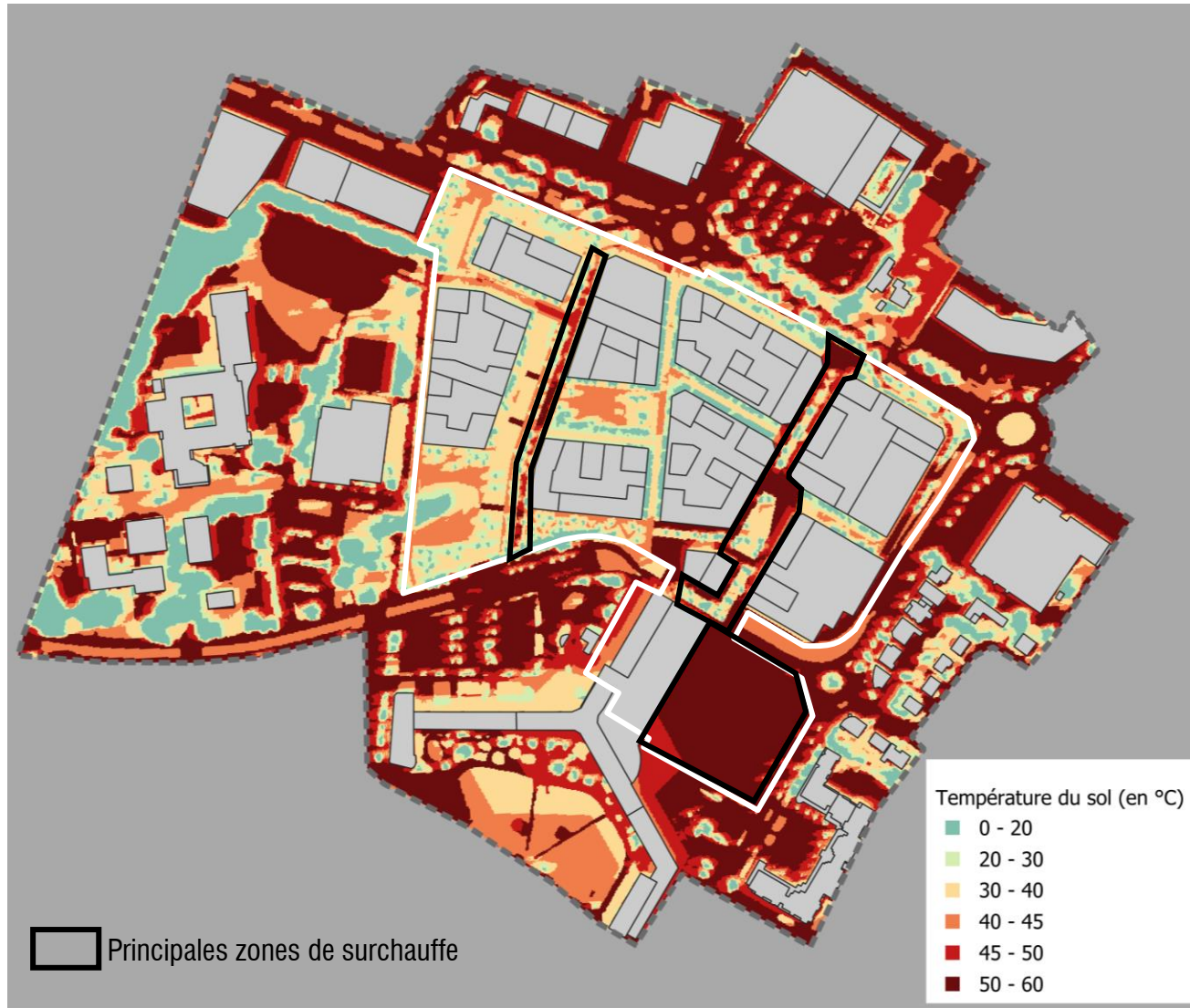
Les logements mono-orientés Nord sont donc déconseillés.

Un épannelage des hauteurs ou des percées pourraient être travaillés sur les bâtiments indiqués ci-contre pour permettre aux bâtiments situés plus au Nord de recevoir plus d'ensoleillement.

Afin de ne pas accentuer le manque de lumière naturelle sur les premiers niveaux, les arbres à feuilles persistantes doivent être proscrits.

3. Résultats généraux

Température des sols



D'un point de vue global, les **températures au sol du quartier sont très élevées sur peu de zones**. Cet état de fait est notamment dû à l'hypothèse de simulation selon laquelle, hors bâtiment, voirie, cheminements et parkings, l'ensemble des espaces étaient **végétalisés** (pelouse sèche au minimum ou pelouses humides pour les zones d'expansion de crue). Il s'agira là d'un enjeu majeur du quartier et d'une prescription centrale (voir ci-après).

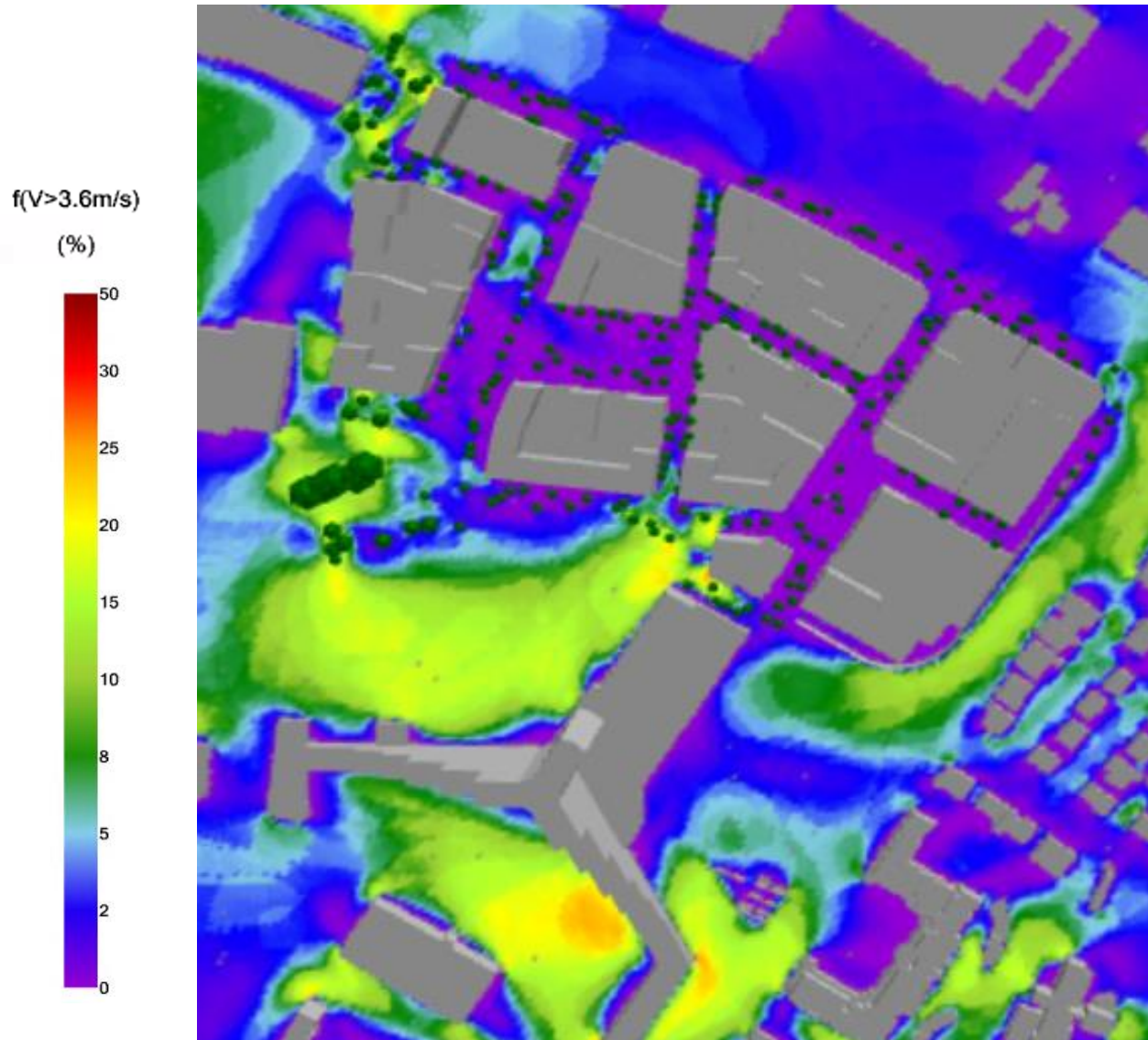
Les **espaces végétalisés du quartier** ont des températures au sol plus faibles malgré une température extérieure très haute et un ensoleillement intense. Ces espaces représentent donc **des zones plus fraîches** mais la surface de canopée n'est pas suffisamment importante pour créer des îlots de fraîcheur*.

L'enjeu majeur de surchauffe des sols est présent au niveau de la voirie entre les îlots D-E-F et G-H, de la voie piétonne centrale et du parking aérien à l'est de l'îlot I. Ce dernier fait office de zone de surchauffe des sols principale du quartier. Le revêtement en enrobé utilisé et la surface importante et continue du parking en fait un réservoir à chaleur risquant d'impacter fortement les logements aux alentours. Toute la voirie de la partie ouest du quartier est également sujette à surchauffe et risque de stocker de la chaleur puis de la relarguer. Ces zones seront étudiées plus en détail dans la suite de la présente étude.

** Un îlot de fraîcheur est une zone végétalisée qui reste sensiblement plus fraîche que les espaces urbains environnants grâce à l'ombre, à l'évapotranspiration et à la perméabilité des sols. Cet effet est le plus fort quand une zone dispose d'une surface de canopée continue, c'est-à-dire un couvert arboré dense et connecté.*

3. Résultats généraux

Aéraulique



Le confort estival

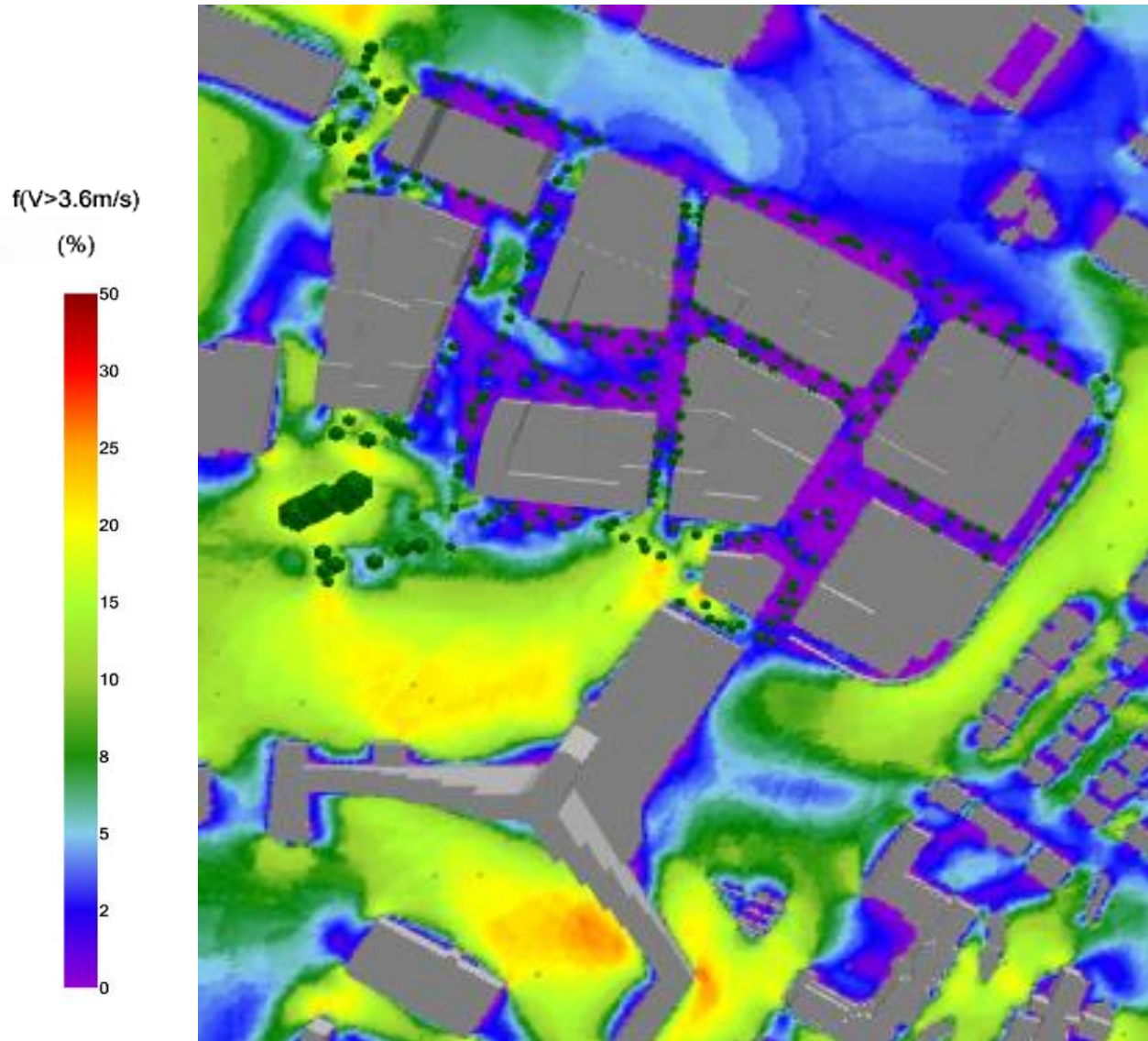
D'un point de vue global, le **vent dans le quartier n'est important que sur peu de zones**. En effet, la densité du tissu urbain environnant limite considérablement l'arrivée de vent. De plus, les espaces à l'Ouest du site étant imperméabilisés, et donc à fort risque de surchauffe urbaine, les vents dominants risquent de **diffuser la chaleur vers le quartier**.

Si cet aspect est bénéfique pour le confort des habitants hors période de forte chaleur, **il ne permet qu'en de rares espaces l'évacuation de l'air** éventuellement chaud.

Néanmoins, **un couloir de vent** se dégagent tout de même du quartier, au niveau de la voirie située à l'Est des lot A1 et A2. Son orientation sud-ouest / nord-est engendre ainsi un couloir de vent important. Au niveau du sud de l'îlot B ou encore au sud de l'îlot H se retrouvent également des zones de plus forts vents.

3. Résultats généraux

Aéraulique



Le confort hivernal

La situation aéraulique à l'intérieur du quartier évolue peu en hiver avec **une ventilation globalement faible sur l'ensemble de l'espace public.**

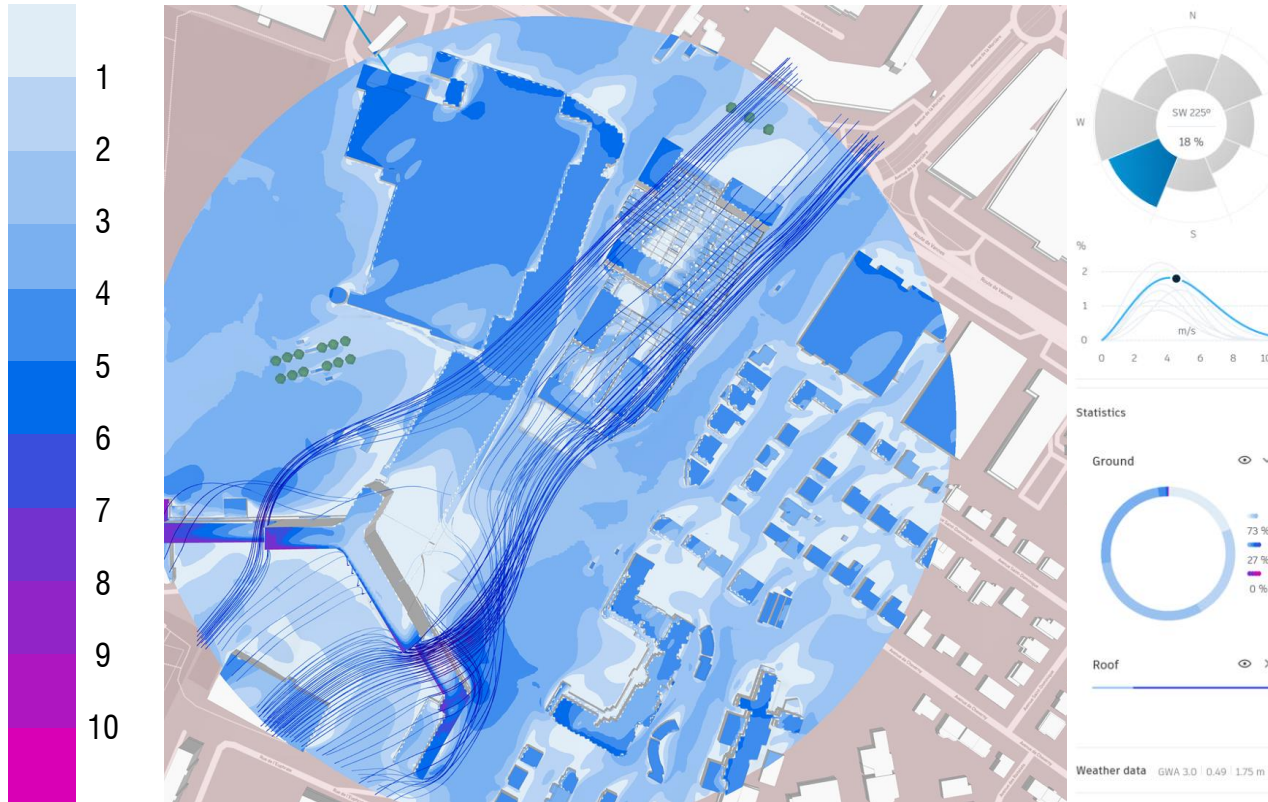
Les zones les plus sujettes à l'inconfort sont en périphérie du quartier, au niveau de l'espace végétalisé au Sud de l'îlot H, au Sud de l'îlot B et au niveau de l'avenue des Thébaudières où se produit un effet venturi.

L'ensemble du quartier reste globalement confortable, et la plantation d'arbres, caduques pour assurer un ensoleillement suffisant, permettrait de limiter la circulation du vent dans les zones les plus inconfortables.

3. Résultats généraux

Aéraulique

Vitesse du vent
(m/s)

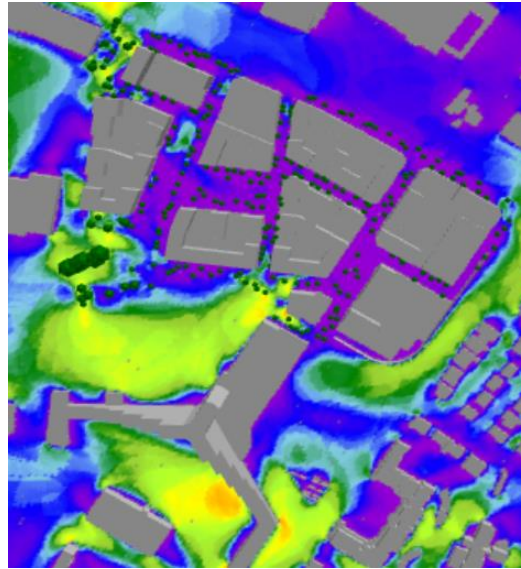
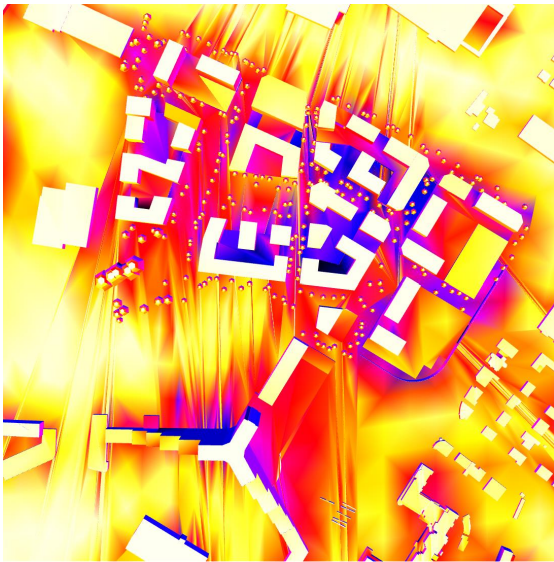


Un potentiel inconfort ayant été repéré lors d'une visite de site au niveau de la toiture du parking silo actuel, correspondants aux futurs bâtiments A1 et A2 et ces bâtiments étant destinés à accueillir des usages, une étude complémentaire a été menée par l'équipe Richez Associés afin d'évaluer les circulations aérauliques au niveau de ces futures toitures.

Cette étude met en évidence qu'il existe des **risques d'inconfort au niveau de ces toitures**. En effet, bien que le bâtiment du Sillon puisse constituer un obstacle aux circulations d'air au sol, sa forme permet au vent de s'engouffrer par-dessus ses ailes latérales et d'atteindre les toitures. Les îlots dont la morphologie facilite l'arrivée du vent sans obstruction au niveau des toitures-terrasses présentent ainsi un risque élevé d'inconfort. Cela concerne notamment **les îlots A1 et A2**, dont les émergences se situent principalement du côté nord et nord-ouest, bien qu'elles permettent de limiter l'arrivée de vent.

3. Résultats généraux

Croisement



Le croisement des données d'ensoleillement, des résultats aérauliques et des modélisations de température des sols permet de comprendre les problématiques de surchauffe du quartier. En prenant en considération **trois facteurs influant sur la température de l'air**, ces résultats permettent d'appréhender les risques liés au phénomène d'îlot de chaleur urbain.

L'analyse croisée des résultats permettent de voir que **les enjeux de surchauffe sont bien présents** dans le quartier. En effet, on retrouve à la fois des valeurs d'ensoleillement importantes dans des espaces imperméabilisés et avec relativement peu de vent. Il est donc primordial pour le projet de prévoir une **adaptation ambitieuse** au dérèglement climatique. Il est à noter que **les espaces végétalisés, et notamment les zones d'expansion de crue, jouent un rôle de rafraîchissement modéré** grâce à des sols végétalisés ou perméables, un ombrage permis par la trame arborée et les bâtiments alentours et le passage du vent. Ils pourront donc être des espaces refuges en cas de fortes chaleurs, malgré le faible couvert arboré qui ne permet pas de créer un îlot de fraîcheur. Il est également important de noter que les zones d'expansion de crue n'apportent pas un gain de fraîcheur durant les sécheresses prolongées.

Cette analyse s'est concentrée particulièrement sur des zones aux forts enjeux, ou « **zones sensibles** ». Ces espaces, décrits et analysés dans la suite du rapport, sont ceux pour lesquels les enjeux de surchauffe sont les plus probables et les plus impactantes pour les futurs habitants.

Sommaire

1. Contexte de l'étude

2. Méthodologie d'évaluation

3. Résultats généraux

4. Résultats – zones sensibles

5. Prescriptions et mesures

©VIZEA

EcoQuartier de l'Arsenal à Rueil-Malmaison (92)

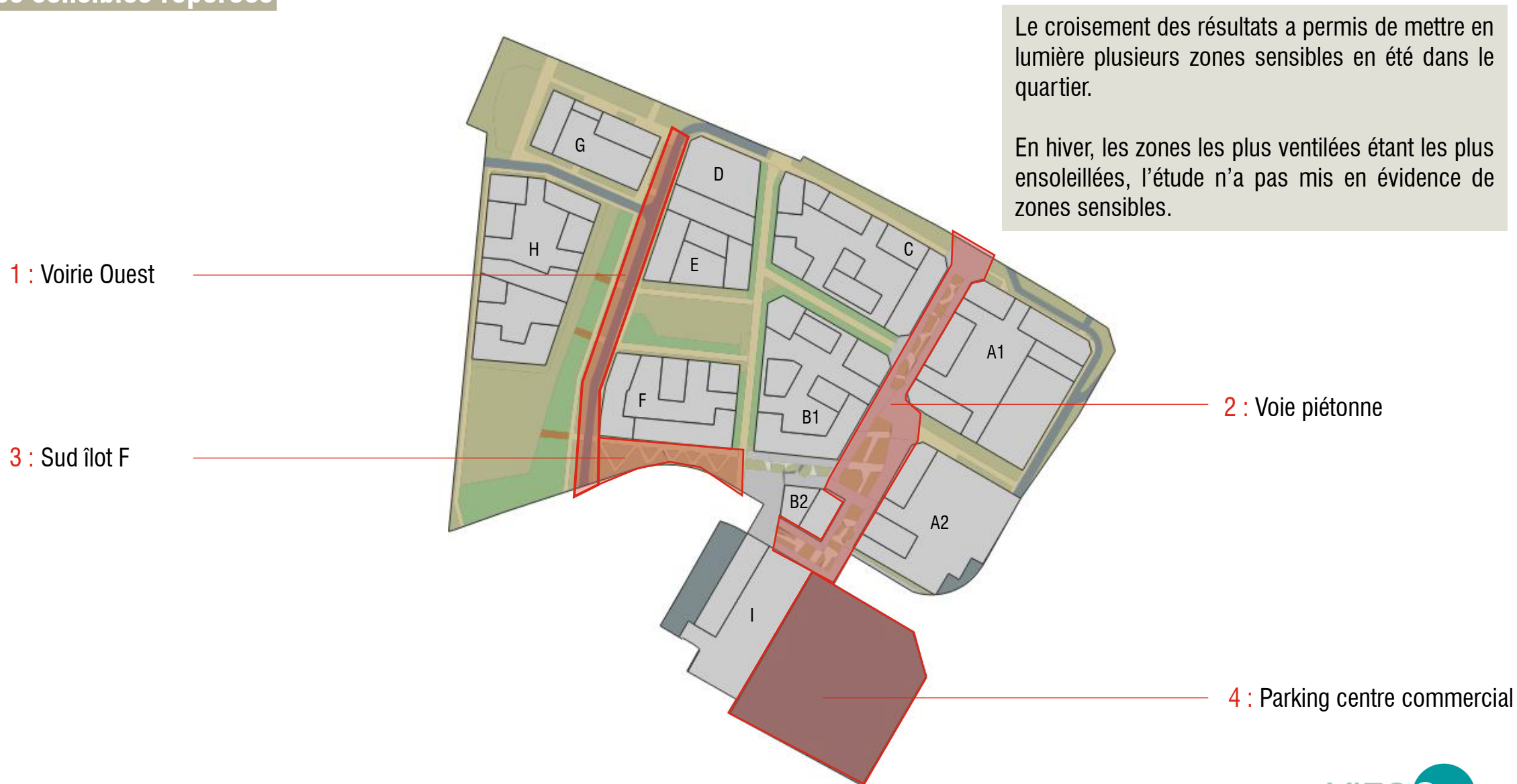
MOA : SPL Rueil-Aménagement

MOE : MBE ATELIER, SEGIC, LAND'ACT

AMO Développement Durable : VIZEA

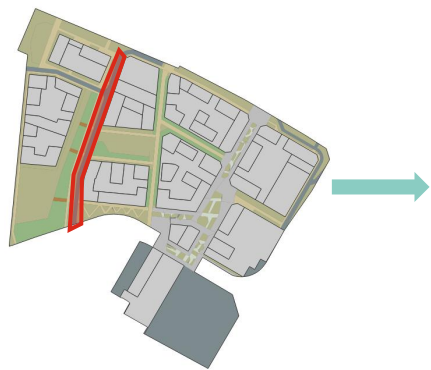
4. Résultats – zones sensibles

Zones sensibles repérées

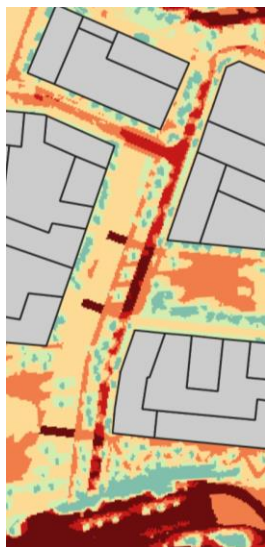


4. Résultats – zones sensibles

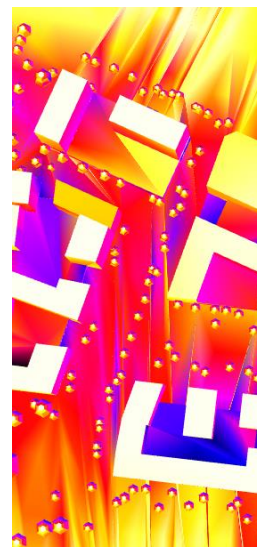
Zone sensible 1



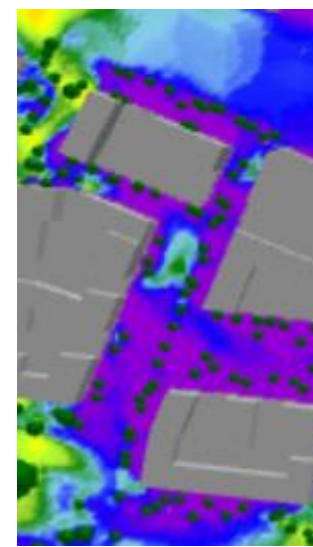
Voirie est



Température des sols



Ensoleillement



Aéraulique

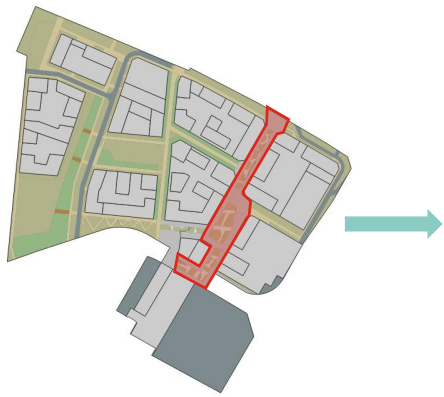
Une première zone sensible se situe au niveau de l'espace composé essentiellement de **voirie entre les îlots D, E, F, H et G**.

Cette zone présente ainsi une **température au sol particulièrement élevée** (entre 45 et 50 °C) sur une surface importante. Cela est dû au revêtement modélisé : un revêtement enrobé foncé, qui absorbe donc une grande partie du rayonnement solaire et stocke la chaleur. Ce **rayonnement**, si il n'atteint pas des valeurs très élevées, est néanmoins **soutenu sur la zone**, ce qui explique la surchauffe de la voirie. Il existe donc un **fort risque d'îlot de chaleur** sur cet espace, qui pourrait impacter les futurs habitants des lots alentours. Le vent, quant à lui, ne permet pas d'évacuer de manière massive la chaleur car il est très faible dans cette zone.

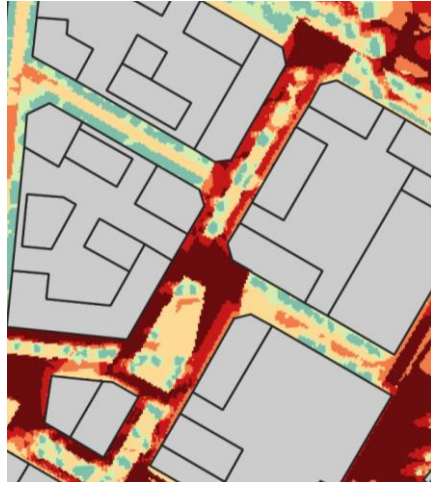
En conclusion, cet espace est considéré comme sensible de par sa **minéralité** et le caractère **foncé** de son sol, aggravé par un ensoleillement soutenu et un vent relativement faible. Afin de limiter la surchauffe et d'éviter des effets d'emballement, **des mesures devront être appliquées** sur cette zone.

4. Résultats – zones sensibles

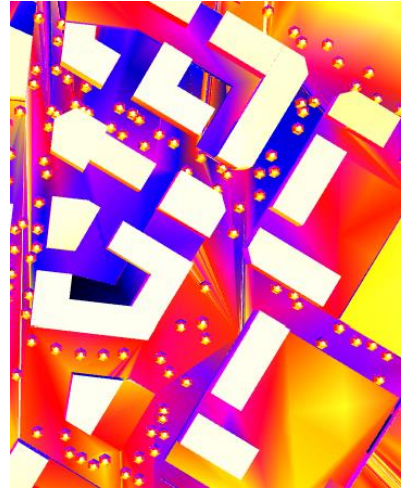
Zone sensible 2



Voie piétonne



Température des sols



Ensoleillement



Aéraulique

Une zone sensible se situe au niveau de la voie piétonne principale du quartier, correspondant à des pavés bétons ou enherbés et des pelouses.

Cette zone présente **des températures de sols particulièrement élevées** lié à la surface importante de pavés béton qui absorbent et stockent la chaleur malgré un **ensoleillement de l'espace modéré**, notamment au nord avec des zones recevant de la lumière pendant moins de 3h en été. Cela traduit donc un potentiel relargage important de la chaleur stockée dans les sols et une perte de confort majeure dans la zone et les bâtiments alentours. En outre, le vent est stoppé par les formes urbaines et les arbres, faisant de cet espace une **zone très calme au niveau aéraulique**. Par conséquent, il en résulte un potentiel risque de surchauffe de l'air mais aussi des façades de bâtiments, induisant un inconfort voire un risque pour les personnes.

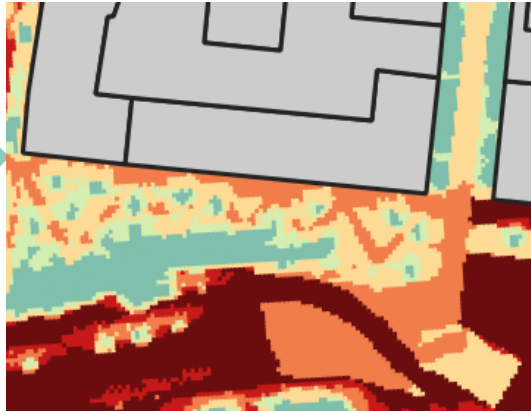
En conclusion, cet espace est considéré comme sensible particulièrement du fait des **revêtements minéraux** qui le composent et d'un vent qui n'atteint pas des valeurs suffisantes pour évacuer de manière continue la chaleur. Des **mesures sur le choix des revêtements devront être appliquées** afin de limiter l'absorption de chaleur par cette zone.

4. Résultats – zones sensibles

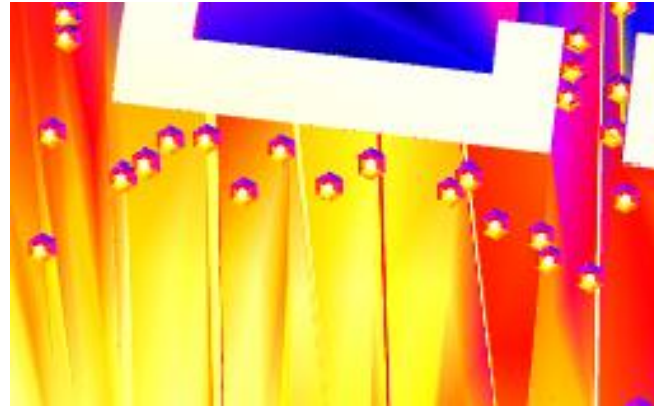
Zone sensible 3



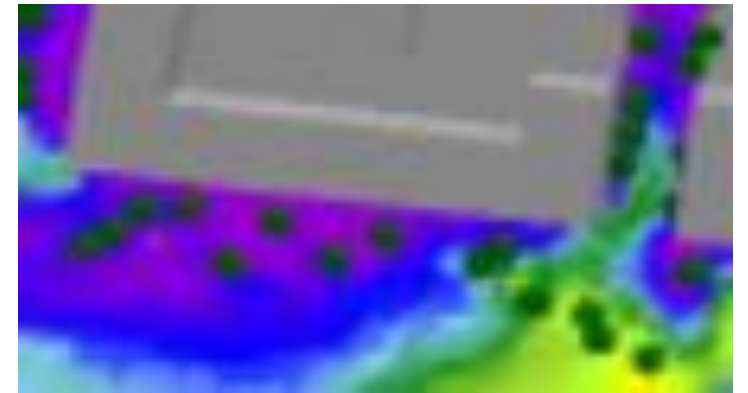
Sud îlot F



Température des sols



Ensoleillement



Aéraulique

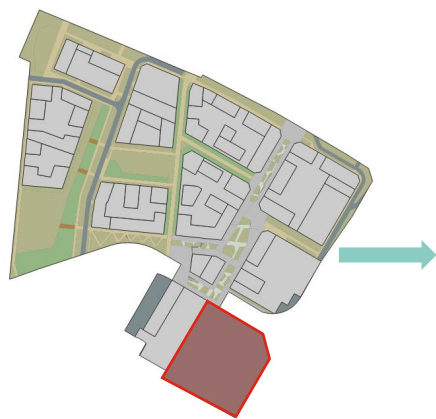
Une zone sensible se situe au sud de l'îlot F, correspondant à des cheminements piétons en stabilisé et des pelouses.

Cette zone ne présente **pas de température de sols particulièrement élevées** grâce à l'ombrage apporté par les bâtiments et les arbres mais aussi par la grande quantité de pelouses présentes sur le lieu. En revanche, **l'ensoleillement de l'espace est très important**, avec des zones recevant de la lumière pendant 11h en été. Cela traduit donc une potentielle augmentation drastique de la température de l'air et une perte de confort majeure. En outre, le vent est stoppé par les formes urbaines et les arbres, faisant de ce cœur d'îlot une **zone très calme au niveau aéraulique**. Par conséquent, il en résulte un potentiel risque de surchauffe de l'air mais aussi des façades de bâtiments, induisant un inconfort voire un risque pour les personnes.

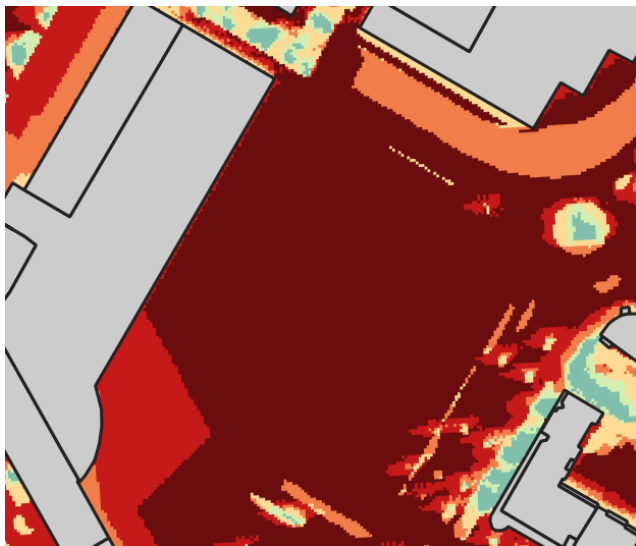
En conclusion, cet espace est considéré comme sensible particulièrement du fait d'un **ensoleillement conséquent** et d'un vent qui n'atteint pas des valeurs suffisantes pour évacuer de manière continue la chaleur. L'enjeu d'ombrage semble donc au cœur des problématiques et des **mesures devront être appliquées** en ce sens.

4. Résultats – zones sensibles

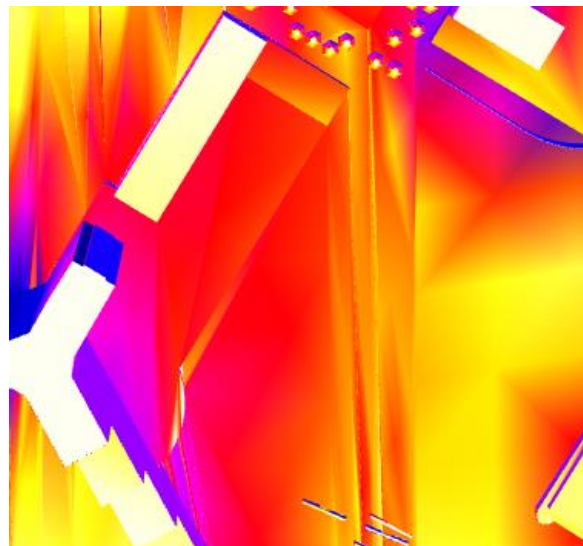
Zone sensible 4



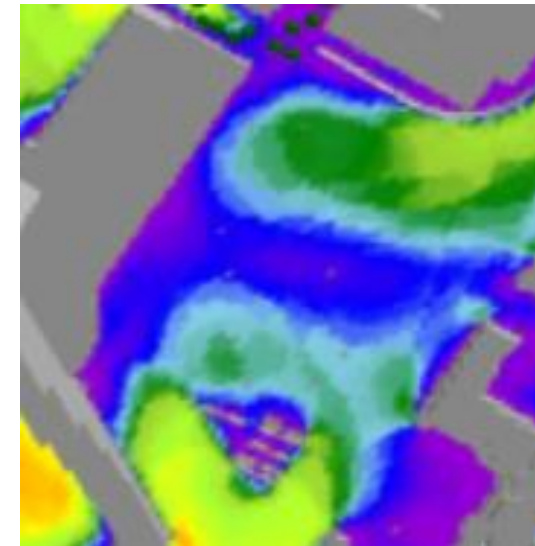
Parking centre commercial



Température des sols



Ensoleillement



Aéraulique

Une zone sensible se situe au niveau du **parking situé à côté de l'îlot I**.

Cette zone présente ainsi une **température au sol particulièrement élevée** (entre 40 et 50 °C) sur une surface importante. Cela est dû au revêtement modélisé : un revêtement enrobé foncé, qui absorbe donc une grande partie du rayonnement solaire et stocke la chaleur. Ce **rayonnement atteint en effet des valeurs importantes** : au centre de la zone des espaces sont ensoleillés pendant plus de 10h en été, ce qui explique la surchauffe de la voirie. Il existe donc un **très fort risque d'îlot de chaleur** sur cet espace, qui pourrait impacter les futurs habitants des lots alentours. Le vent, quant à lui, permet d'évacuer en partie la chaleur (bande verte sur la modélisation) mais il n'atteint pas de valeurs importantes dans la majeure partie de la zone. Au contraire, la forme urbaine engendre même une **zone avec une faible circulation aéraulique au centre**, comme les espaces symbolisés en bleu et violet le montrent. Dans ces zones, la chaleur risque de stagner et des effets d'emballement peuvent apparaître.

En conclusion, cet espace est considéré comme sensible de par sa **minéralité** et le caractère **foncé** de son sol, aggravé par un ensoleillement très soutenu et un vent parfois inexistant par endroit. Afin de limiter la surchauffe et d'éviter des effets d'emballement, **des mesures devront être appliquées** sur cette zone.

Sommaire

1. Contexte de l'étude

2. Méthodologie d'évaluation

3. Résultats généraux

4. Résultats – zones sensibles

5. Prescriptions et mesures

©VIZEA

EcoQuartier de l'Arsenal à Rueil-Malmaison (92)

MOA : SPL Rueil-Aménagement

MOE : MBE ATELIER, SEGIC, LAND'ACT

AMO Développement Durable : VIZEA

5. Prescriptions et mesures

Mesures pour le confort hivernal

Réduire l'exposition au vent

- Installer des brise-vents (murets, haies persistantes, ouvrages en bois...)
- Aménager des micro-espaces abrités en utilisant le bâti (recoins, façades, sas)
- Intégrer des assises abritées et bien orientées (dos au vent dominant)

Maximiser l'apport solaire

- Favoriser l'ensoleillement des zones de repos (moblier implanté côté sud, dégagement devant les façades).
- Créer des "poches" ensoleillées grâce à des découpes urbaines réfléchies, par exemple des placettes ouvertes au sud
- Privilégier des surfaces vitrées plus importantes sur la façade sud

Intégrer des matériaux adaptés

- Eviter les revêtements à faible albédo ($<0,3$) pour bénéficier des rayons réfléchis
- Utiliser l'inertie thermique de certains matériaux pour restituer la chaleur (pierre, sable stabilisé)
- Utiliser des matériaux "chauds" au toucher pour le mobilier, comme le bois
- Pour les bâtiments, utiliser des matériaux à fort inertie thermique
- Prévoir une isolation renforcée sur la façade nord

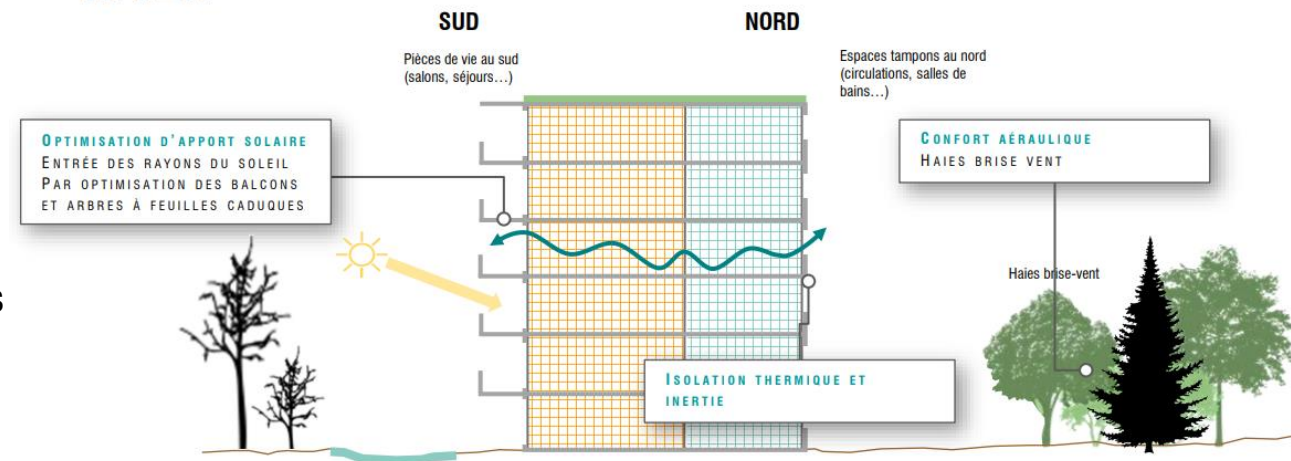
Choisir une végétation adaptée

- Privilégier des arbres caducs pour laisser entrer le soleil en hiver
- Mettre en place des haies persistantes en rôle de brise-vent

Matériaux avec une forte inertie : Pierre, chanvre, brique terre crue ...



HIVER



5. Prescriptions et mesures

Végétaliser l'espace – espaces publics

Les revêtements, hors voiries, cheminements et zones utilitaires, ont été modélisées dans cette étude comme végétalisées sous forme de pelouse. Garantir la végétalisation de ces espaces est un enjeu crucial pour le projet car ils représentent une grande partie de l'espace. Celle-ci peut prendre la forme d'une pelouse mais aussi, et préférentiellement, d'une prairie, qui abrite davantage de biodiversité et a une capacité de refroidissement plus poussée.

Baisse médiane de la
température de l'air



-2,5°C

Délais des travaux



Pas de travaux
supplémentaires

Coût



Pas de coûts
supplémentaires

Cobénéfices :

Améliore le cadre de vie, infiltration de l'eau,
continuité écologique

Points d'attention :

A inscrire dans le CPAUPE et dans les fiches de lot
pour les espaces privés

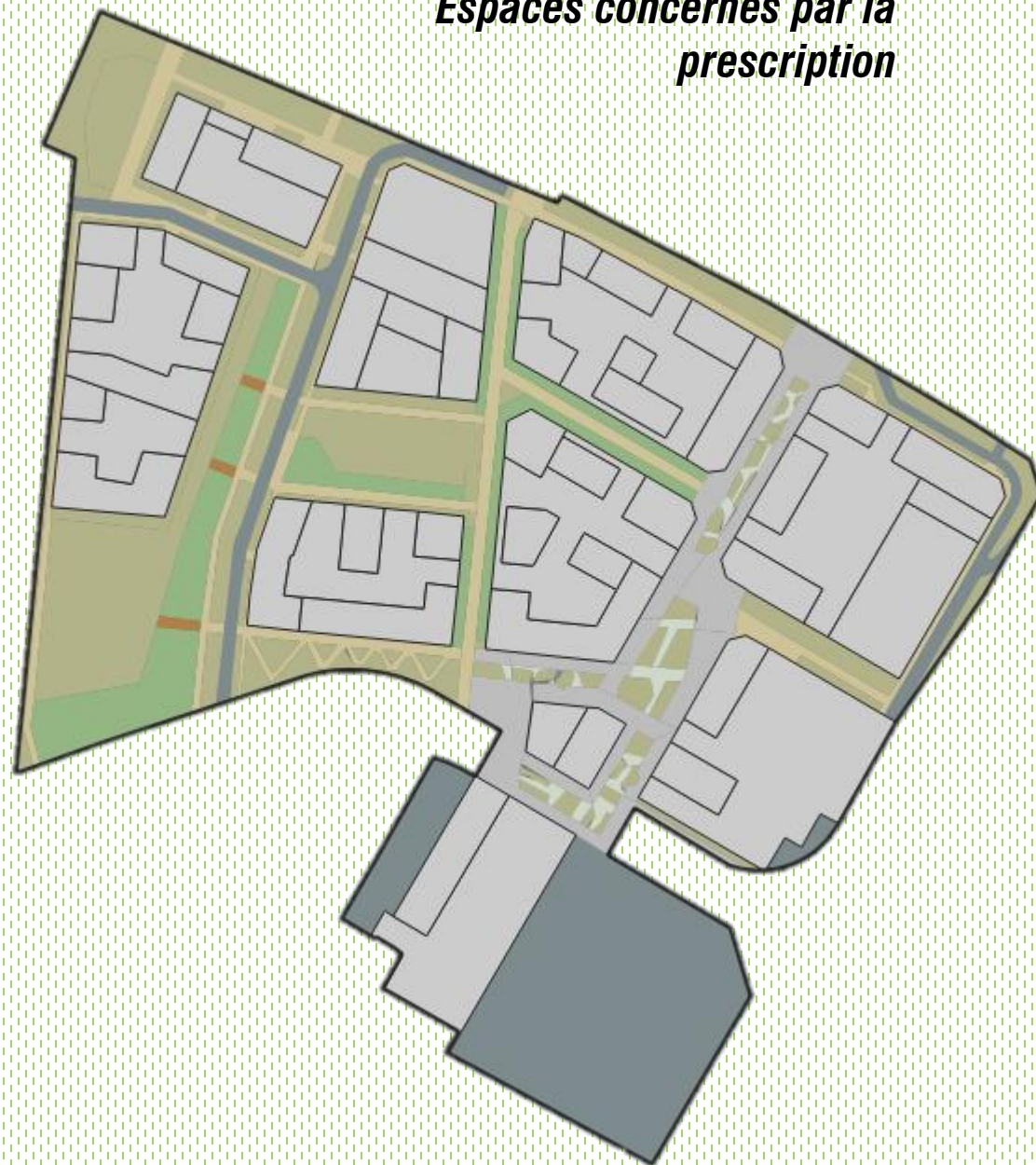
Zones pertinentes dans le projet :

L'ensemble des espaces hors bâtiments et voirie
du projet.



Prairie urbaine
dans le jardin
partagé La
Réserve à Lyon
(Source :
Rafraîchir les
villes, ADEME)

Espaces concernés par la prescription



5. Prescriptions et mesures

Végétaliser l'espace – toiture végétalisée

Les toitures végétalisées sont des toitures revêtues d'un couvert végétal permettant d'agir comme régulateur thermique urbain et ainsi de lutter contre les effets d'îlots de chaleur urbains. Elles absorbent en outre les rayons du soleil et permettent donc de limiter la surchauffe du bâtiment situé en-dessous. Cela peut prendre différentes formes plus ou moins intensives, voire aller jusqu'à de l'agriculture urbaine en toiture.

Baisse médiane de la
température de l'air



-3°C

Délais des travaux



3 à 6 mois

Coût



25 à 300 €HT/m²

Cobénéfices :

Améliore le cadre de vie, infiltration de l'eau, continuité écologique, possibilité d'en faire un lieu de vie pour les habitants et de créer du lien social, refroidit le bâtiment en-dessous

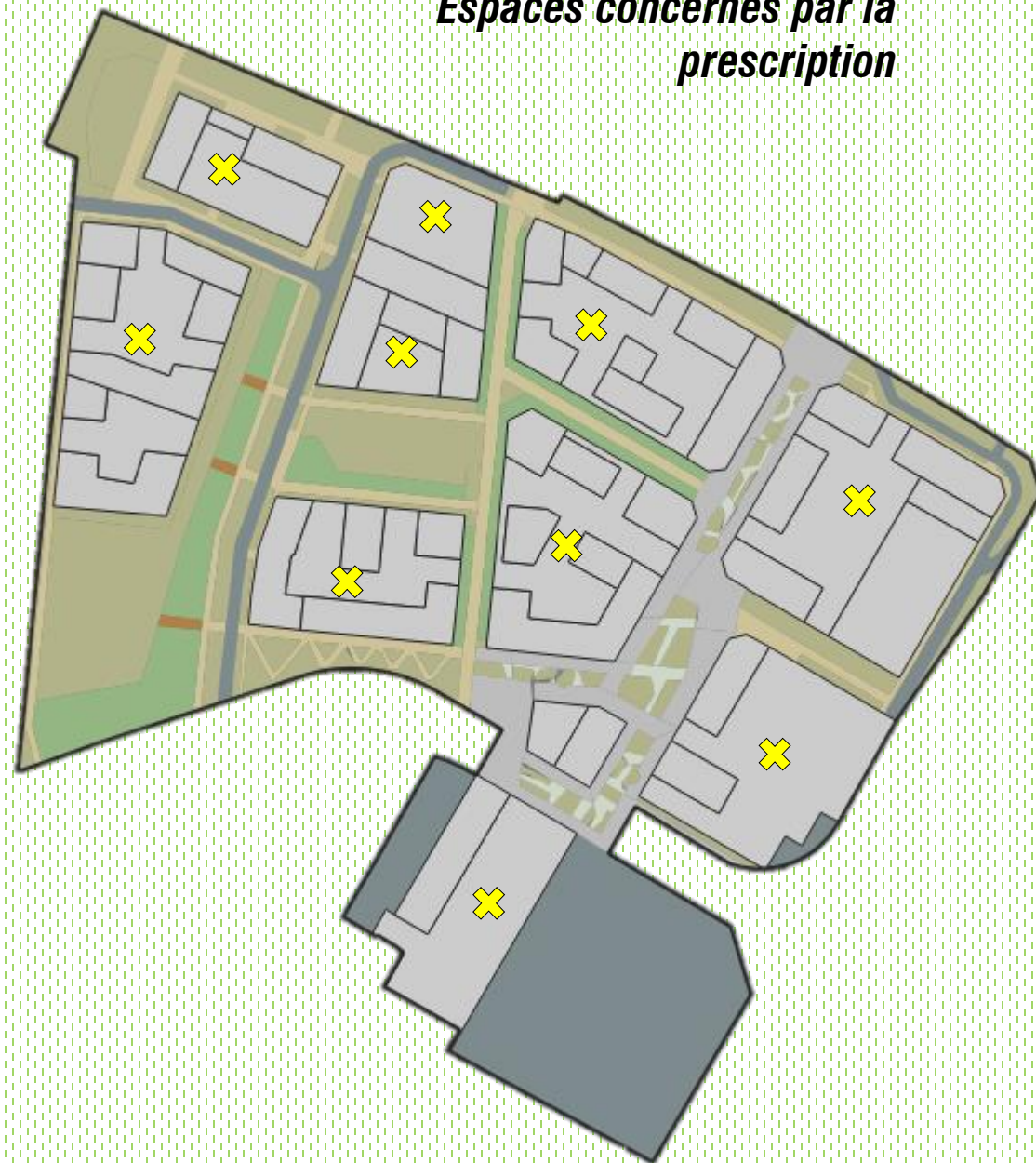
Points d'attention :

La végétation doit être adaptée au substrat, à l'ensoleillement, aux évolutions climatiques et l'apport en eau doit être réfléchi en amont.

Zones pertinentes dans le projet : ✕

Les toitures basses des bâtiments apparaissent comme des lieux particulièrement propices pour mettre en place des toitures végétalisées, permettant d'éviter la surchauffe des trois plots de logement situés sur le toit. En outre, une telle toiture pourrait être utilisée par les habitants comme aire végétale praticable. Enfin, elle permettrait de diminuer l'inconfort thermique dans les bâtiments

Espaces concernés par la prescription



5. Prescriptions et mesures

Végétaliser l'espace – toiture végétalisée



Source : ecovegetal.com, Toit du centre commercial The Village (Auvergne Rhône-Alpes)



Source : ecovegetal.com, Toit d'une tour à Paris dans laquelle se trouve une école de cuisine

5. Prescriptions et mesures

Diminuer la température du sol – revêtements clairs

Les revêtements à albedo élevé renvoient la chaleur solaire sans l'emmagasiner et permettent donc d'éviter en partie les effets d'ICU. La surchauffe des sols est donc considérablement limitée en été.

Baisse médiane de la
température de l'air



-3°C

Délais des travaux



1 à 3 mois

Coût



20 à 35 €HT/m²

Cobénéfices :

Améliore le cadre de vie, réduit les consommations énergétiques

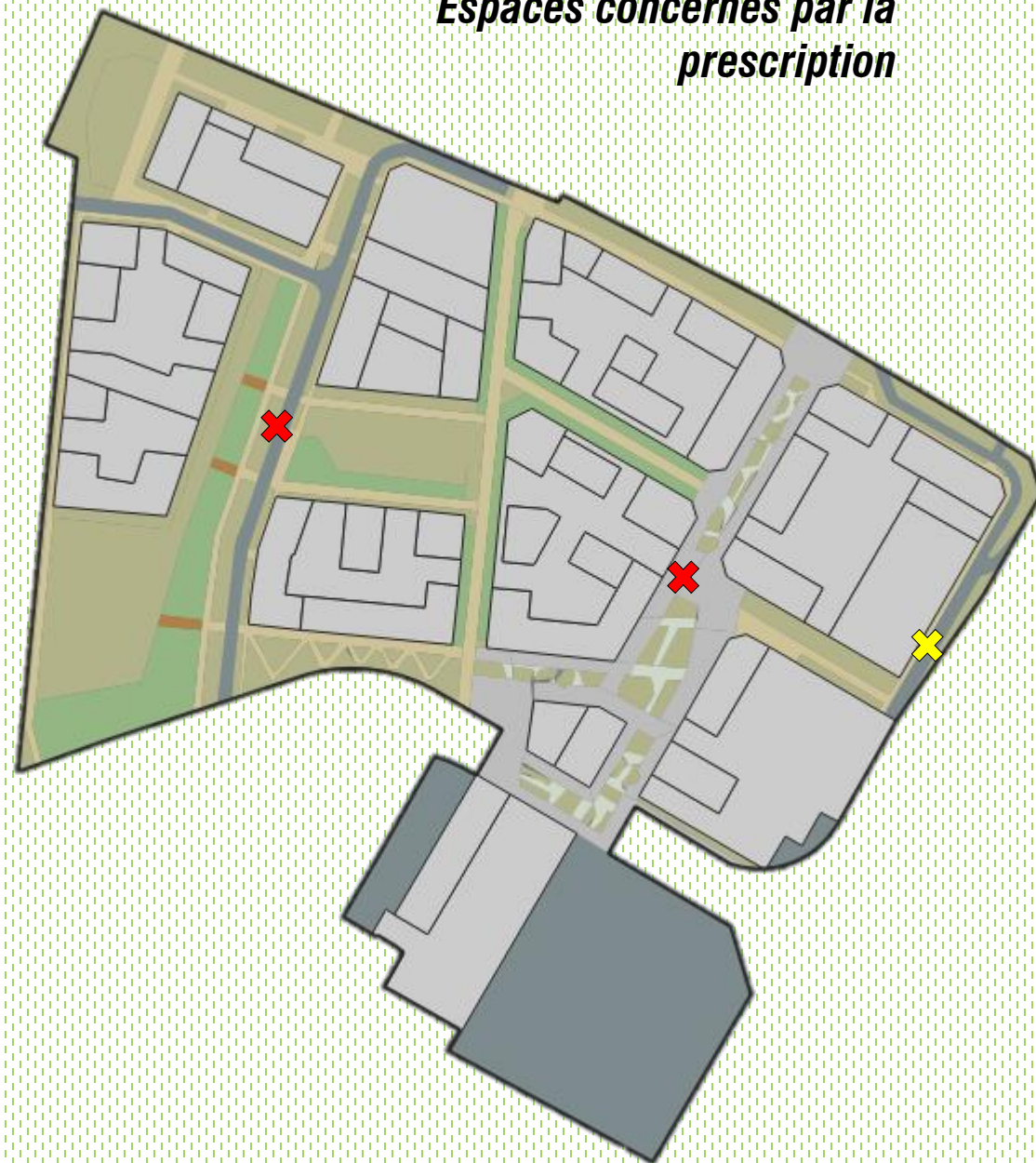
Points d'attention :

Peut causer des inconforts thermiques pour les piétons ainsi que des éblouissements. On privilégiera donc des matériaux à albedo intermédiaires (0,3 – 0,5)

Zones pertinentes dans le projet : Prioritaire

Les zones les plus pertinentes pour la mise en œuvre de ce levier sont, dans un premier temps pour les espaces les plus prioritaires, la voirie entre les îlots D-E-F et G-H ainsi que la voie piétonne principale. La voirie en bordure ouest est également une zone qui bénéficierait d'un revêtement plus clair. Comme vu précédemment dans la présente étude, ces zones comportent de forts risques d'ICU qui impacteront les habitants. La mise en œuvre de revêtements à albedo élevé est donc une solution efficace.

Espaces concernés par la prescription



5. Prescriptions et mesures

Diminuer la température du sol – revêtements clairs

Défavorable  Favorable



Sable stabilisé

Albédo : 0,55
Confort visuel 
Surchauffe 
Perméabilité 
Impact carbone 
Coût 
Durabilité 



Platelage bois

Albédo : 0,35
Confort visuel 
Surchauffe 
Perméabilité 
Impact carbone 
Coût 
Durabilité 



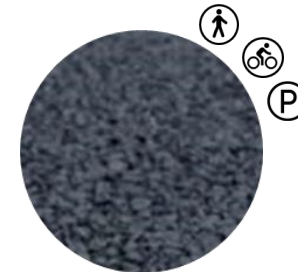
Béton

Albédo : 0,25
Confort visuel 
Surchauffe 
Perméabilité 
Impact carbone 
Coût 
Durabilité 



Béton désactivé

Albédo : 0,50
Confort visuel 
Surchauffe 
Perméabilité 
Impact carbone 
Coût 
Durabilité 



Enrobé classique

Albédo : 0,07
Confort visuel 
Surchauffe 
Perméabilité 
Impact carbone 
Coût 
Durabilité 



Enrobé poreux

Albédo : 0,07
Confort visuel 
Surchauffe 
Perméabilité 
Impact carbone 
Coût 
Durabilité 



Mélange terre-pierre

Albédo : 0,3
Confort visuel 
Surchauffe 
Perméabilité 
Impact carbone 
Coût 
Durabilité 



Pavés béton à joints enherbés

Albédo : 0,45
Confort visuel 
Surchauffe 
Perméabilité 
Impact carbone 
Coût 
Durabilité 



Dalles / pavés en pierre

Albédo : 0,45
Confort visuel 
Surchauffe 
Perméabilité 
Impact carbone 
Coût 
Durabilité 



Dalles / pavés en béton

Albédo : 0,45
Confort visuel 
Surchauffe 
Perméabilité 
Impact carbone 
Coût 
Durabilité 



Pavés drainants (béton poreux)

Albédo : 0,45
Confort visuel 
Surchauffe 
Perméabilité 
Impact carbone 
Coût 
Durabilité 



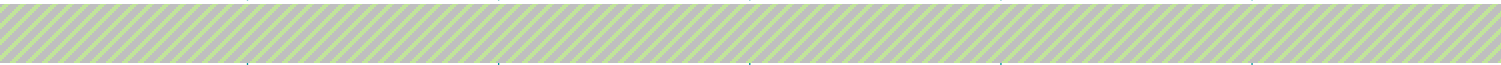
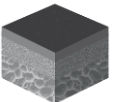
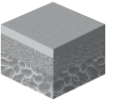
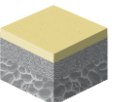
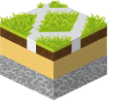
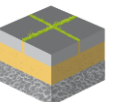
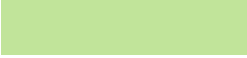
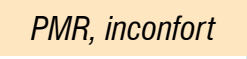
Pavés coquillage (béton poreux)

Albédo : 0,45
Confort visuel 
Surchauffe 
Perméabilité 
Impact carbone 
Coût 
Durabilité 

5. Prescriptions et mesures

Diminuer la température du sol – revêtements clairs

Les revêtements présentés ne sont pas nécessairement adaptés à tout type d'espace. Une étude de chaque espace est donc à faire pour trouver le revêtement optimal en termes de confort, d'impact environnemental et d'imperméabilisation

Espaces Matériaux		Espaces piétonniers 	Pistes cyclables 	Espaces de stationnements 	Voirie légère (TPL* < 25) 	Voirie moyenne (25 < TPL < 150) 	Voirie lourde (TPL > 150) 	
	Béton de ciment							Adapté mais imperméable et fortement carboné
	Sable stabilisé							
 	Enrobé poreux							
 	Béton drainant							
 	Béton de résine drainant							
 	Dalles alvéolées							
 	Pavés joints poreux							
	Terre-pierre							

Légende :

 Adapté

 Moyennement adapté

Adapté du guide technique « Revêtements et espaces publics » du CEREMA

*TPL : nombre total de poids lourd par jour et par sens
** PMR : personne à mobilité réduite



5. Prescriptions et mesures

Un exemple de revêtement pertinent

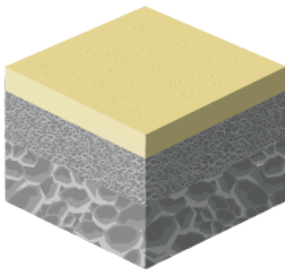
Défavorable Favorable



Béton de résine drainant

Albédo : 0,45

Confort visuel
Surchauffe
Perméabilité
Impact carbone
Coût
Durabilité



Bétons de résines drainants

USAGES	    
ENTRETIEN	  
CARACTÉRISTIQUES ET MISE EN ŒUVRE	                                                         

          |

5. Prescriptions et mesures

Diminuer la température du sol – revêtements perméables

Les revêtements drainant ou perméables sont également des solutions de limitation de la surchauffe des sols, et donc, du quartier. Ils ont une pertinence toute particulière pour les zones de parking. Ces revêtements ont la capacité d'infiltrer l'eau. Végétalisés, ils permettent donc de lutter contre les ICU.

Baisse médiane de la
température de l'air



-2,1°C

Délais des travaux



1 à 2 mois

Coût



5 à 150 €HT/m²

Cobénéfices :

Améliore le cadre de vie, gestion des eaux pluviales, diminution du risque inondation, biodiversité

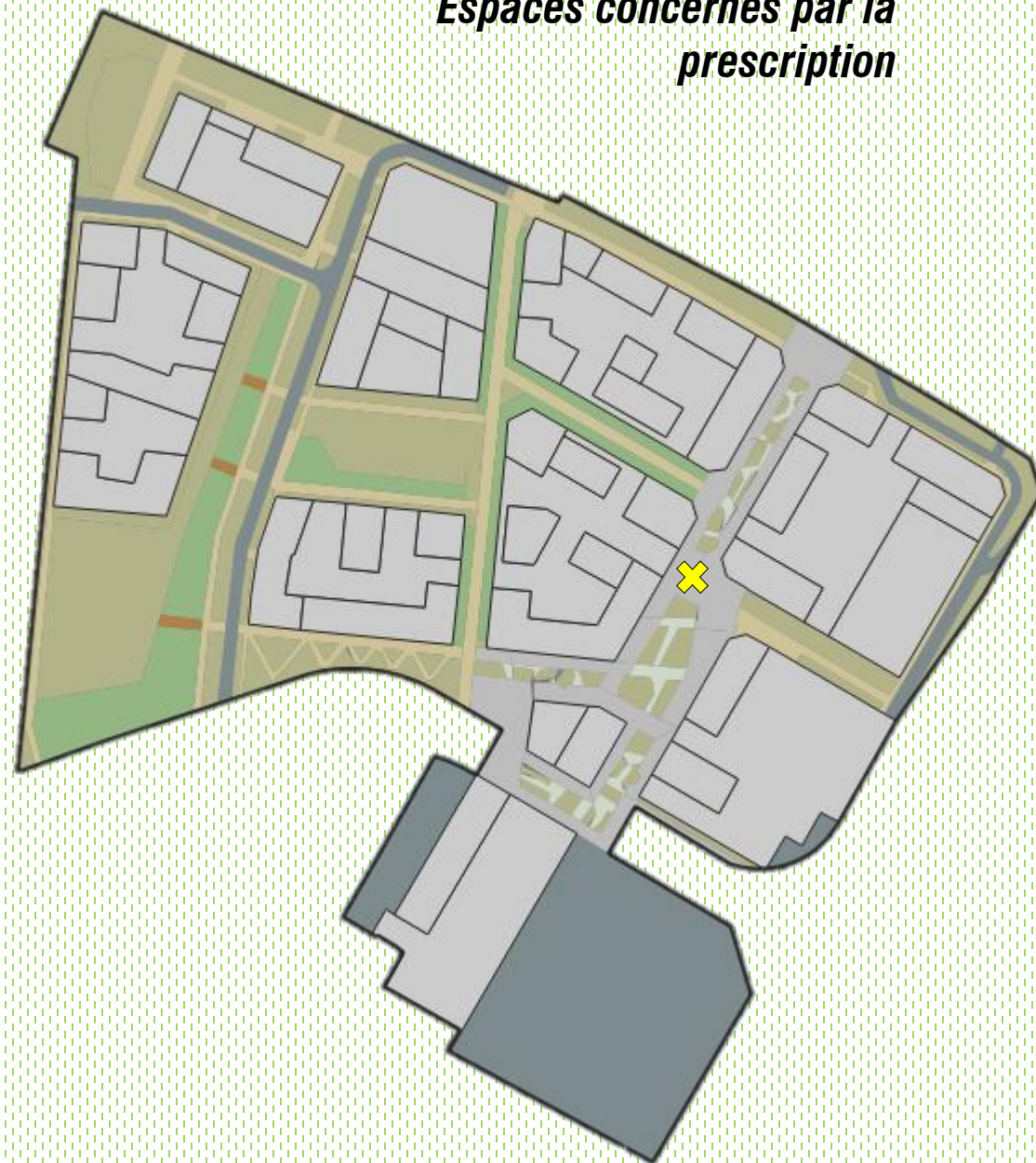
Points d'attention : ✕

Entretien peut être coûteux et une réflexion est à mener en amont.

Zones pertinentes dans le projet :

La zone la plus pertinente pour la mise en œuvre de ce levier est la voie piétonne principale. Désimperméabiliser cette zone permettrait de limiter sa surchauffe.

Espaces concernés par la prescription

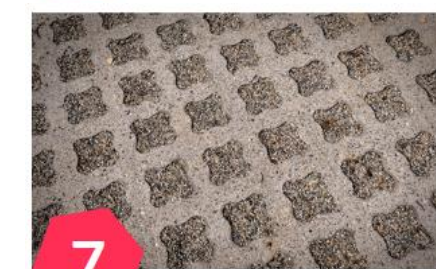


5. Prescriptions et mesures

Analyse croisée des revêtements de sol pour les stationnements extérieurs



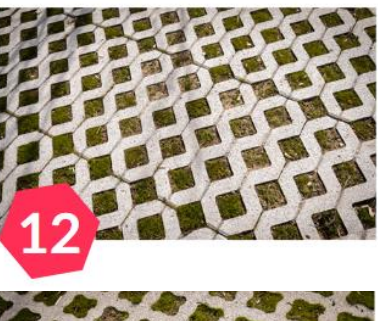
		Critères	Vitesse d'infiltration	Ecologie								
				Favorable pour la biodiversité et la création d'îlot de fraîcheur	Composé avec des matériaux recyclés	Composé avec des matériaux recyclables	Adapté pour un usage poids–lourds & pompier ponctuel	Confort d'usage pour les circulations douces	Accessibilité pour les personnes à mobilité réduite	Accessibilité pour un usage intensif (parking d'aire autoroute, de supermarché)	Revêtement permettant des adaptations & variantes de pose (personnalisation possible)	
N° de place	Revêtements											
	Enrobé classique				●●	●	●●●	●●●	●●●	●●●		€
01	Enrobé poreux		●●●				●	●●	●●●	●●●		€
02	Béton drainant		●●●				●●●	●●●	●●●	●●●	●	€€
03	Pavés poreux coquillages		●●●	●	●	●	●●	●●	●●	●	●●	€€€€
04	Pavés béton		●●●	●		●	●●	●●	●●	●	●●	€€€€
05	Dalles alvéolées béton		●●●	●		●		●				€€
06	Dalles Galets		●●●	●		●		●				€€
07	Béton alvéolé coulé en place gravier		●●●	●	●	●	●●●	●		●●●	●●●	€€€



5. Prescriptions et mesures

Analyse croisée des revêtements de sol pour les stationnements extérieurs

N° de place	Revêtements	Critères	Vitesse d'infiltration	Ecologie			Adapté pour un usage poids-lourds & pompier ponctuel	Confort d'usage pour les circulations douces	Accessibilité pour les personnes à mobilité réduite	Accessibilité pour un usage intensif (parking d'aire autoroute, de supermarché)	Revêtement permettant des adaptations & variantes de pose (personnalisation possible)	Coût de la fourniture et de la mise en œuvre pour ce parking
				Favorable pour la biodiversité et la création d'îlot de fraîcheur	Composé avec des matériaux recyclés	Composé avec des matériaux recyclables						
08	Dalles réticulées rondes		● ● ●	●		●	● ●	●				€€
09	Dalles alvéolées polyéthylène		● ● ●	●	●	●	● ●	●				€€
10	Mélange terre/pierre végétalisé		● ●	● ● ●		●		●				€
11	Dalles alvéolées polyéthylène végétalisées		● ●	● ●	●	●	● ●	●				€€
12	Dalles alvéolées béton végétalisées		● ●	● ●		●		●				€€
13	Béton alvéolé coulé en place végétalisé		●	● ●	●	●	● ● ●	●		● ● ●	● ● ●	€€€
14	Dalles réticulées carré végétalisées		● ●	● ●		●		●				€€
15	Dalles réticulées barrettes végétalisées		● ●	● ●		●		●				€€



https://www.valencermansagglo.fr/_attachment/parking-experimental-d-infiltration-de-l-eau-de-pluie-article/A4_12p_plaquette_Mauboule_2023.pdf?download=true
https://www.adopta.fr/wp-content/uploads/2023/02/Fiche_technique-04-1.pdf

5. Prescriptions et mesures

Créer des zones ombragées – Densifier la trame arborée

Les arbres sont essentiels dans la lutte contre la surchauffe urbaine. Leur ombrage dans un premier temps et l'évapotranspiration lorsque plusieurs arbres sont à proximité permettent de réduire la température de l'air et d'offrir du confort aux usagers. Toutefois, il est nécessaire de mettre l'arbre dans de bonnes conditions pour profiter de ces bénéfices.

Baisse médiane de la
température de l'air



-4°C

Délais des travaux



0 à 1 mois

Coût



25 à 1000 €HT/m²

Cobénéfices :

Améliore le cadre de vie, gestion des eaux pluviales, biodiversité, séquestration carbone, qualité de l'air, effets psychologiques, etc. (voir page suivante).

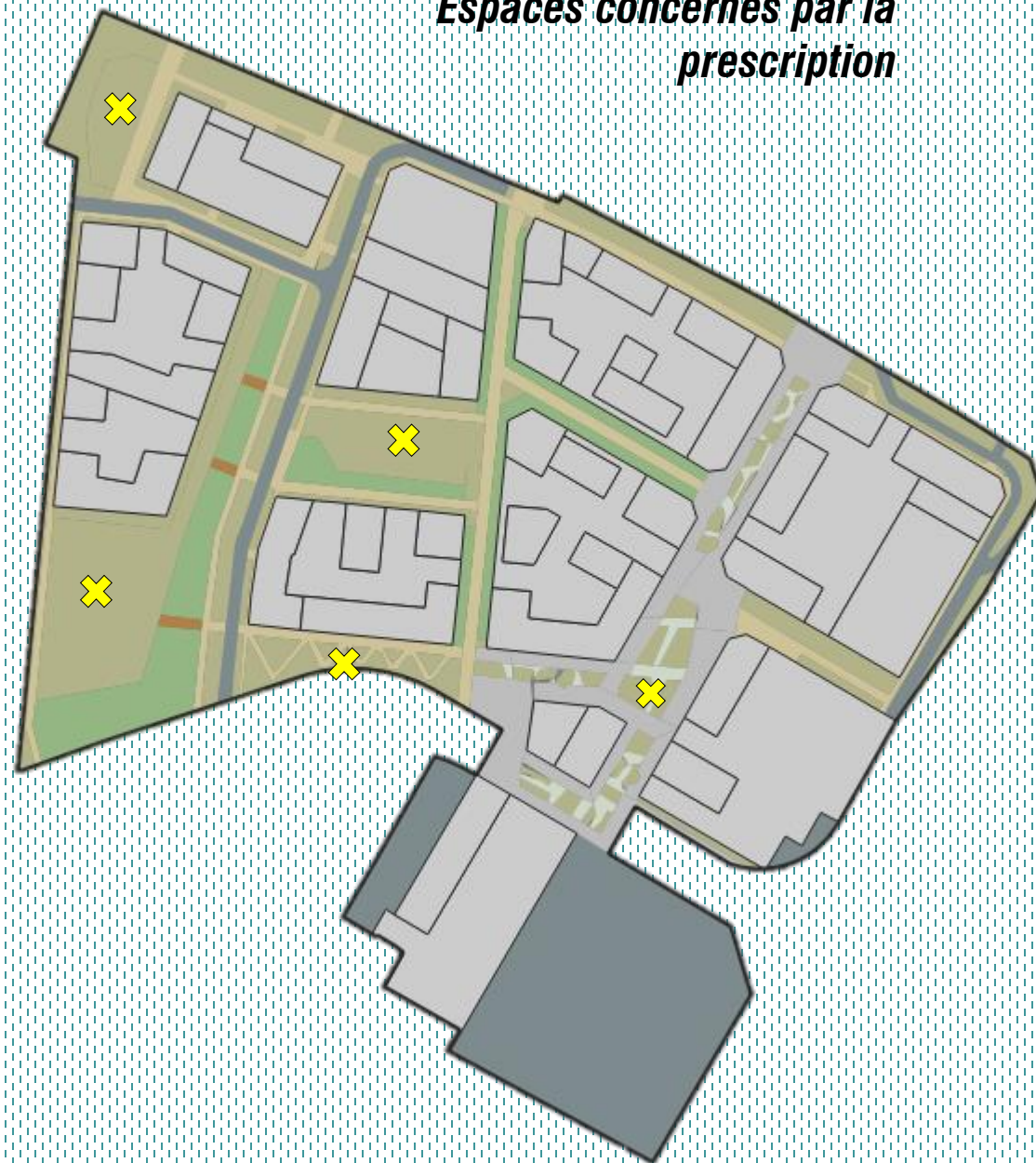
Points d'attention :

Les arbres plantés doivent être capables de supporter le climat futur. Une réflexion sur les essences est également nécessaire pour prévoir des essences à feuille caduque afin de maximiser l'apport solaire en hiver. Un arbre mal irrigué perdra ses effets sur le climat urbain, il est donc nécessaire de prévoir la disponibilité en eau.

Zones pertinentes dans le projet : ✕

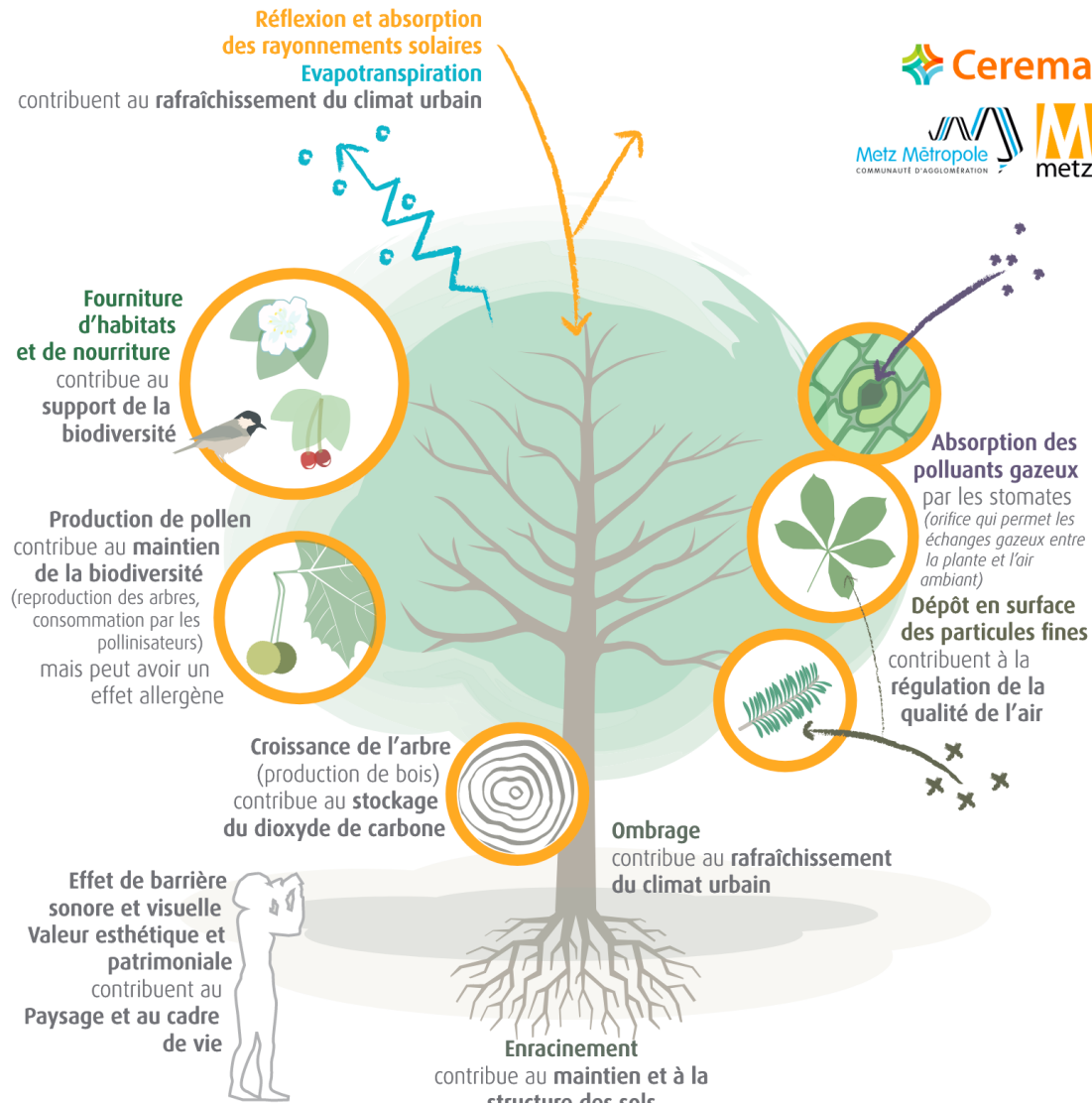
Les zones les plus pertinentes pour la mise en œuvre de ce levier sont les espaces où un risque de surchauffe dû à un fort ensoleillement a été repéré. C'est notamment le cas au niveau sud de l'îlot F, au sud de la voie piétonne principale ou encore au niveau des espaces végétalisés dont le couvert arboré est plutôt réduit

Espaces concernés par la prescription



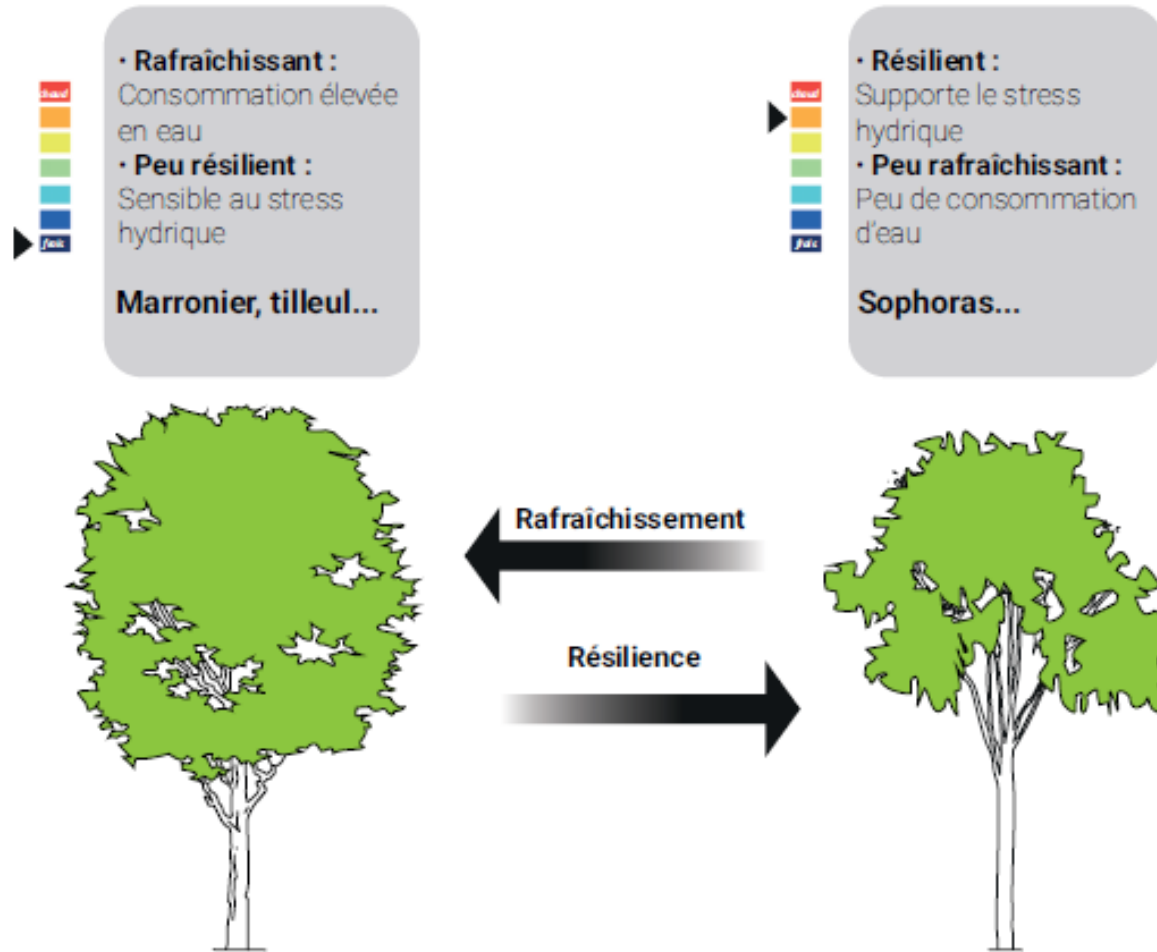
5. Prescriptions et mesures

Les services rendus par les arbres



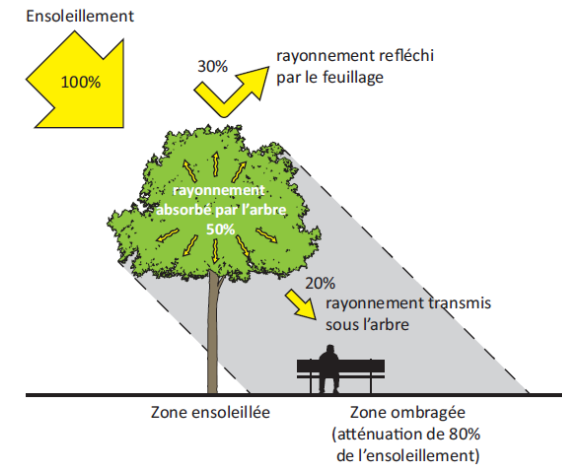
5. Prescriptions et mesures

Les arbres comme alliés contre la chaleur

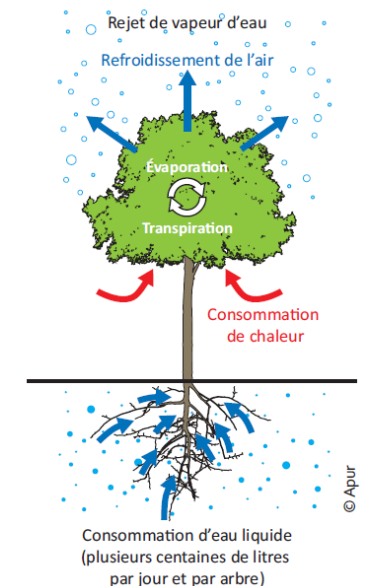


- Les arbres à grande capacité d'évapotranspiration ont souvent besoin de beaucoup d'eau et si ces arbres sont soumis à un stress hydrique, ils perdent leur qualité de rafraîchissement.
- Un équilibre peut être à trouver entre résilience et capacité de rafraîchissement : certains arbres pourront être sélectionnés pour leur capacités d'évapotranspiration et d'autres pourront être principalement utilisés pour créer des espaces ombragés.

Arbre à fonction d'ombrage



Arbre à fonction de rafraîchissement par évapotranspiration

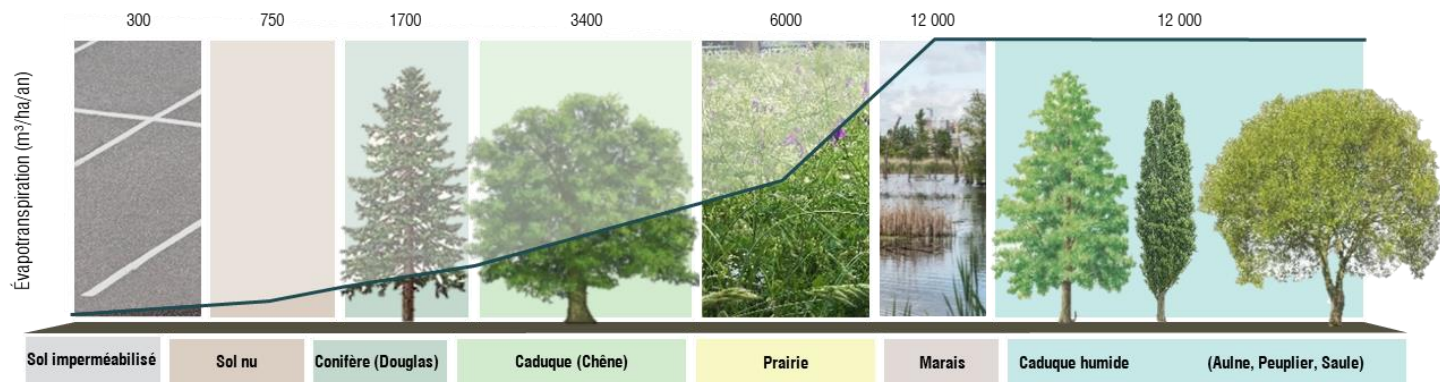


5. Prescriptions et mesures

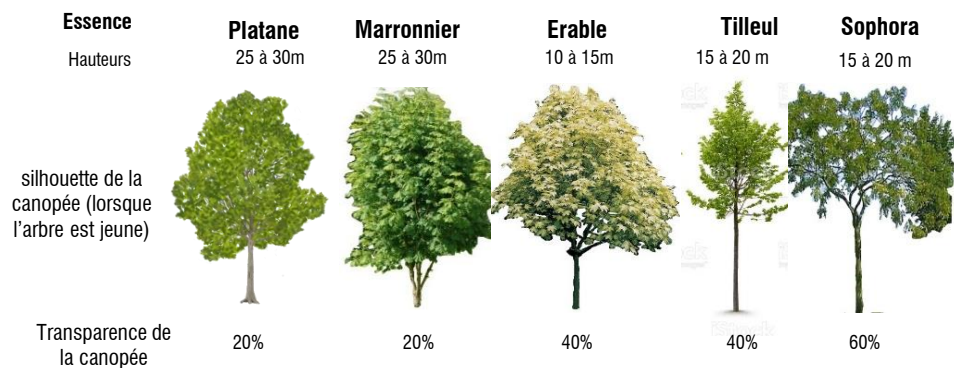
Les arbres comme alliés contre la chaleur

→ Placer les arbres à forte évapotranspiration et forte consommation en eau à proximité des aménagements de gestion de l'eau de pluie à ciel ouvert.

Comparaison du potentiel d'évapotranspiration selon les milieux



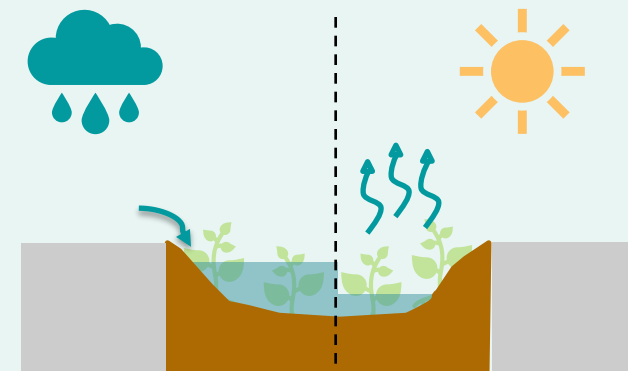
Comparaison de la capacité à créer des espaces ombragés selon la densité de la canopée



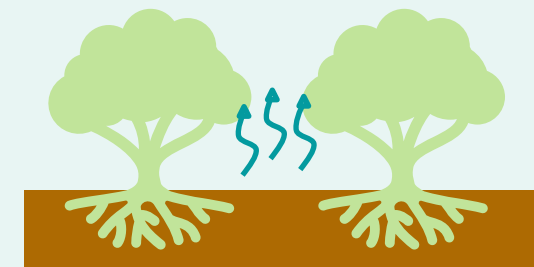
→ Prendre en compte l'opacité et le diamètre de la couronne dans le choix de l'essence d'arbre.

Les arbres ne portent pas tous le même ombrage sur l'espace public. Le temps de développement de l'arbre peut aussi être un facteur à prendre en compte dans le choix des essences.

UTILISER L'EAU



Intégrer des ouvrages de gestion des eaux pluviales végétalisés pour profiter du rafraîchissement apporté par l'évapotranspiration



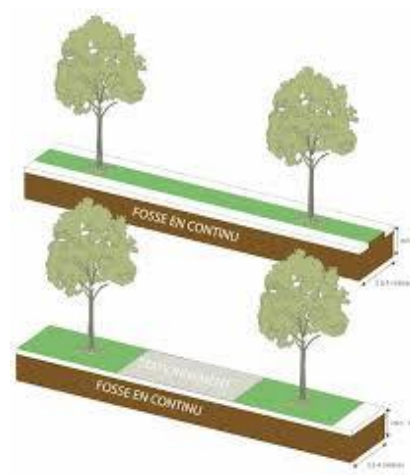
Privilégier la pleine terre et les fosses continues pour favoriser l'absorption des rayons solaires et le phénomène d'évapotranspiration

5. Prescriptions et mesures

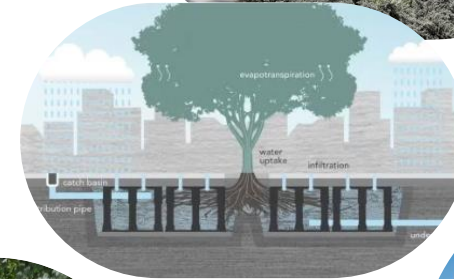
Les arbres comme alliés contre la chaleur

→ Retrouver un environnement et un écosystème favorable à la biodiversité et bon développement des arbres

1. **Créer des fosses de taille suffisante (> 15 m3) et privilégier la continuité de celles-ci.** Cela permet aux racines de se connecter et mutualiser leurs ressources. Cette interaction sous le sol favorise la résilience, la distribution optimale de l'eau et une meilleure absorption des nutriments.
 - ✓ Il est également possible d'utiliser des cellules Silva Cell pour favoriser la prospection racinaire.
 - ✓ Recouvrir les fosses de revêtement perméable au niveau des passages piéton
2. **Retrouver un sol qualitatif et vivant.** Un sol riche, bien drainé et non compacté favorise un développement racinaire robuste, rendant l'arbre résilient face aux stress urbains.
3. **Gérer les eaux de pluie par le vivant.** Les fosses d'arbres et la végétation jouent un rôle crucial dans la régulation des eaux pluviales. Les ouvrages de gestion des EP à ciel ouvert doivent.
4. **Densifier la végétation au pied des arbres (3 strates) et laisser la végétation spontanée se développer.** La végétalisation renforce l'efficacité de l'infiltration des eaux pluviales et embellit l'environnement.



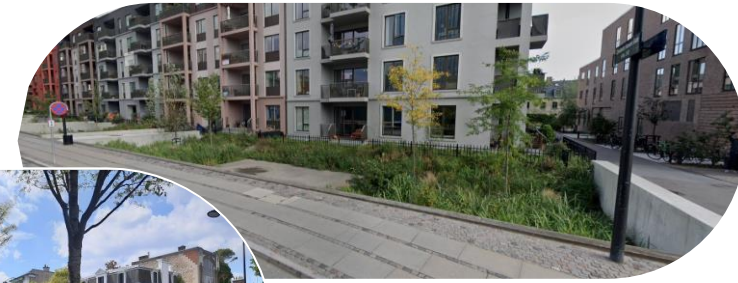
Fosses continues végétalisées



Cellules Silva Cell



Végétation dense et spontanée aux pieds des arbres



Intégration de noues et de jardins de pluie à des alignements d'arbres

5. Prescriptions et mesures

Créer des zones ombragées – structures d'ombrage

Dans les zones où la plantation d'arbre est impossible (notamment à cause de réseaux ou parce que l'arbre ne pourra pas rester vivant), des solutions alternatives d'ombrage existent. Elles permettent la création d'ombres en été et peuvent éventuellement être modulables et donc ne pas avoir un impact sur l'ensoleillement en hiver. Ces solutions peuvent prendre la forme de toiles d'ombrage ou de pergolas.

Baisse médiane de la
température de l'air



-0,2°C

Délais des travaux



2 à 6 mois

Coût



500 à 1000 €HT/m²

Cobénéfices :

Améliore le cadre de vie

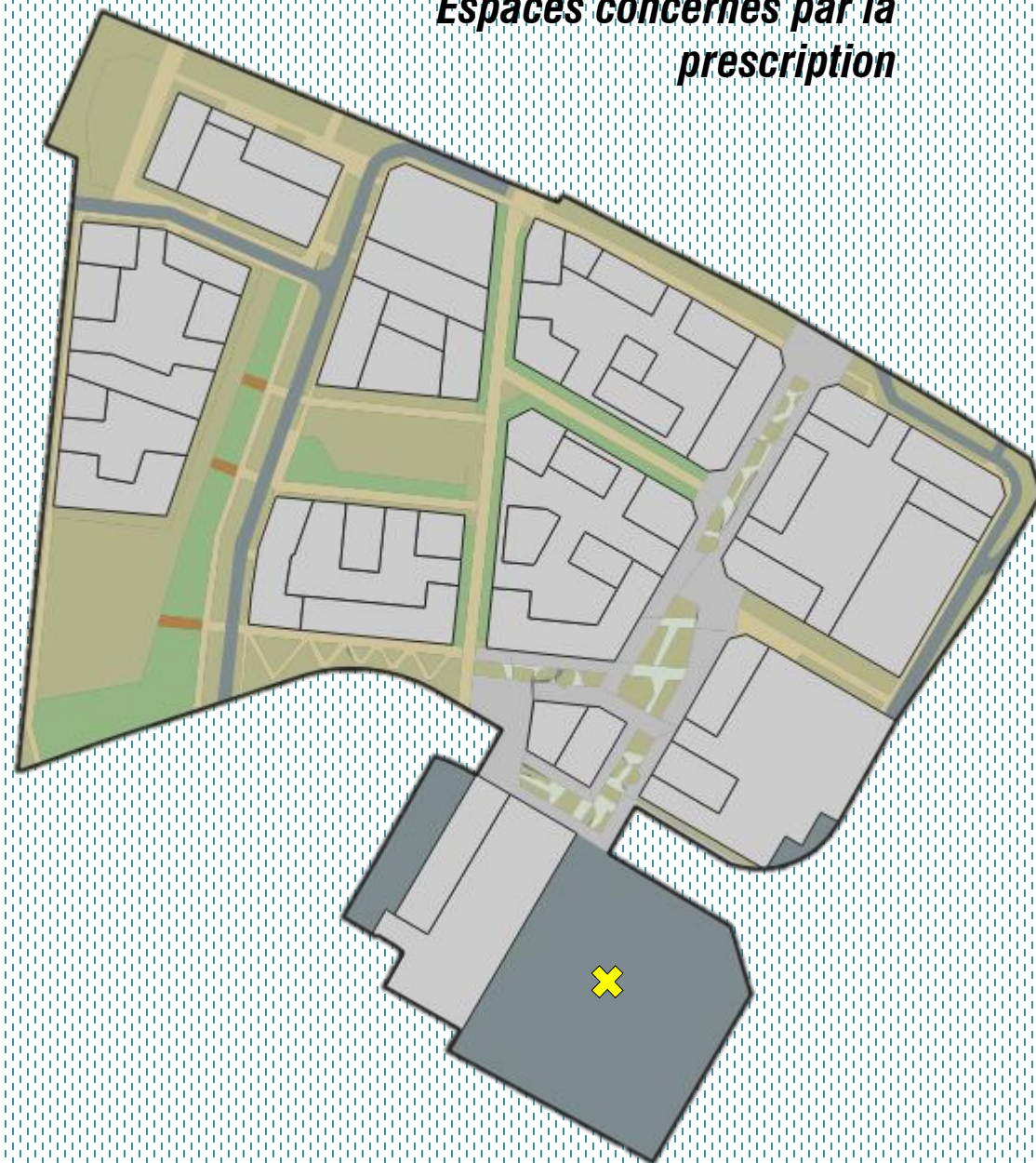
Points d'attention :

Leur déploiement nécessite une planification minutieuse, notamment en ce qui concerne le vent car elles peuvent limiter l'entrée de vent dans un espace voire ne pas être adaptées à un fort vent. Les problématiques de gestion et d'entretien sont également à réfléchir en amont.

Zones pertinentes dans le projet : ✕

Le parking à l'Est de l'îlot I constitue un candidat potentiel pour cette solution dans l'hypothèse où une plantation ne pourrait être possible. Son besoin d'ombre étant important, cela pose néanmoins la question de la faisabilité car il s'agit d'un espace très étendu.

Espaces concernés par la prescription



5. Prescriptions et mesures

Créer des zones ombragées – structures d'ombrage



Source : sortiesanantes.com, Pour lutter contre la chaleur, la ville de Nantes installe des voiles d'ombrage



Source : francebleu.fr, Une pergola avec brumisateurs pour se rafraîchir place de la Victoire à Bordeaux

5. Prescriptions et mesures

Permettre l'adaptation – Rafraîchir via l'eau

En complément du cœur végétalisé du quartier, peuvent être ajoutés des équipements de type fontaines, jeux d'eau, bornes fontaines, brumisateurs, pataugeoires ou fontaines à eau. Ces équipements, permanents ou temporaires, permettent un rafraîchissement direct.

Baisse médiane de la
température de l'air



-1,5°C

Délais des travaux



1 à 3 mois

Coût



400 à 2000 €HT/m²

Cobénéfices :

Améliore le cadre de vie, créer du lien social, rend l'espace plus ludique

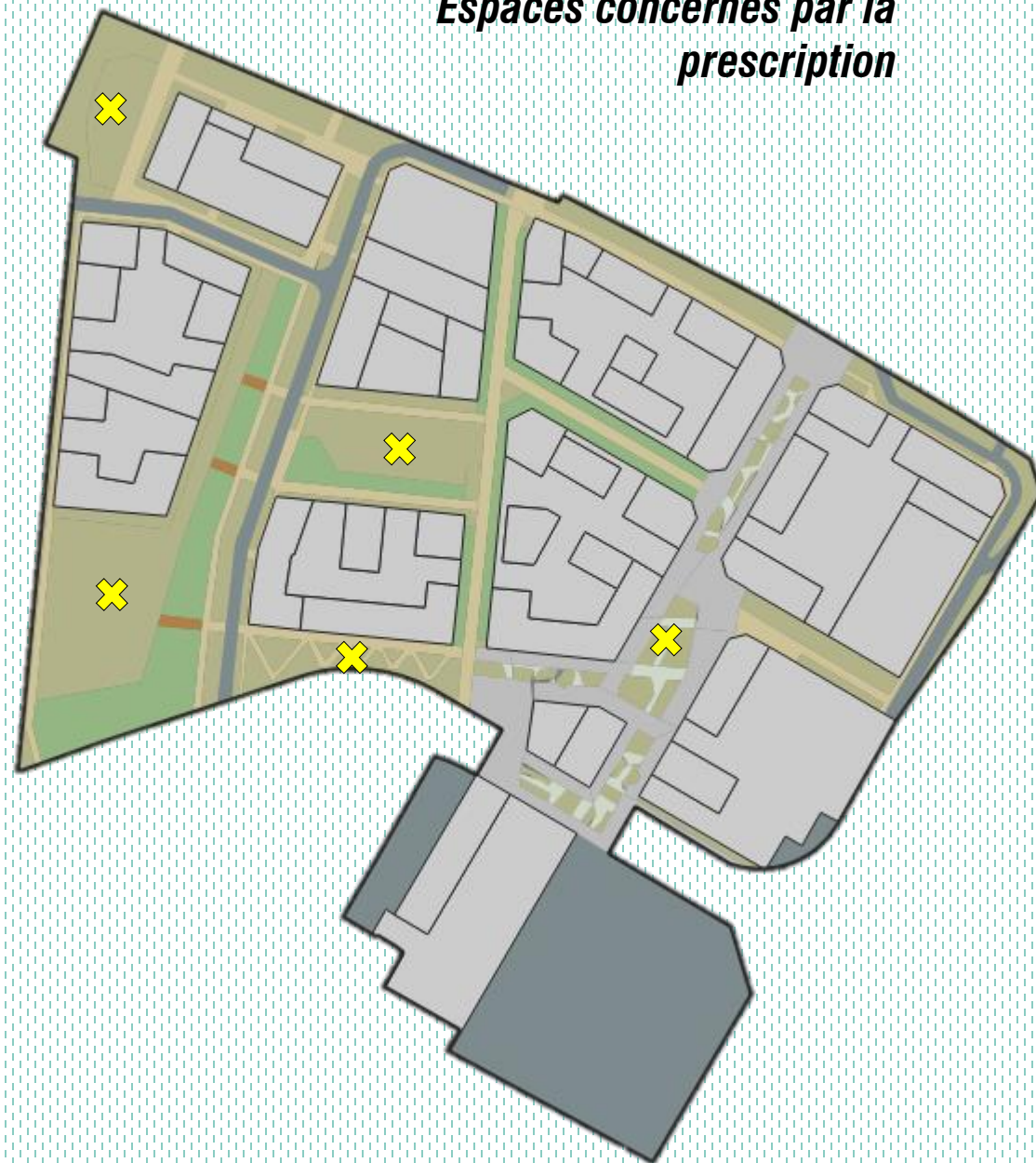
Points d'attention :

Ces solutions doivent être réfléchies en amont car leur coût peut être conséquent, même si celui-ci varie grandement en fonction du type d'équipement choisi. Un accès au réseau d'eau doit être pensé, en tenant compte de la durabilité de la ressource en eau sur le long terme. Enfin, des normes d'hygiène et de sécurité sont également à considérer.

Zones pertinentes dans le projet : ✕

Ces équipements peuvent être installés de manière préférentielle proche du cœur végétalisé, lieu de vie et de fraîcheur du quartier. Leur positionnement exact dépendra des contraintes urbaines et de réseaux.

Espaces concernés par la prescription



5. Prescriptions et mesures

Synthèse des mesures proposées

Très efficaces

Végétaliser les lots privés

*Tous les espaces
privés possibles*

Revêtements clairs



Densifier la trame arborée



Efficaces

Toiture végétalisée



Revêtements perméables



Pertinents

Structures d'ombrage



Rafrâchir via l'eau (fontaines, jeux d'eau)



Espaces concernés par les prescriptions



NB : seuls les espaces prioritaires ont été mis pour les prescriptions où la distinction a été faite.

RENDRE POSSIBLE LA TRANSFORMATION DE NOTRE SOCIÉTÉ POUR **PRÉSERVER LA PLANÈTE**

