



SORêga

décembre 2023

**TRANS
FAIRE**



Étude d'optimisation de la densité

Projet NPNRU/PNRQAD du Centre-ville de Saint-Denis,
Seine-Saint-Denis (93)

environnement + ville

SAS au capital de 100 000 €

SIRET 438 626 491 00049

3 passage Boutet

94110 Arcueil

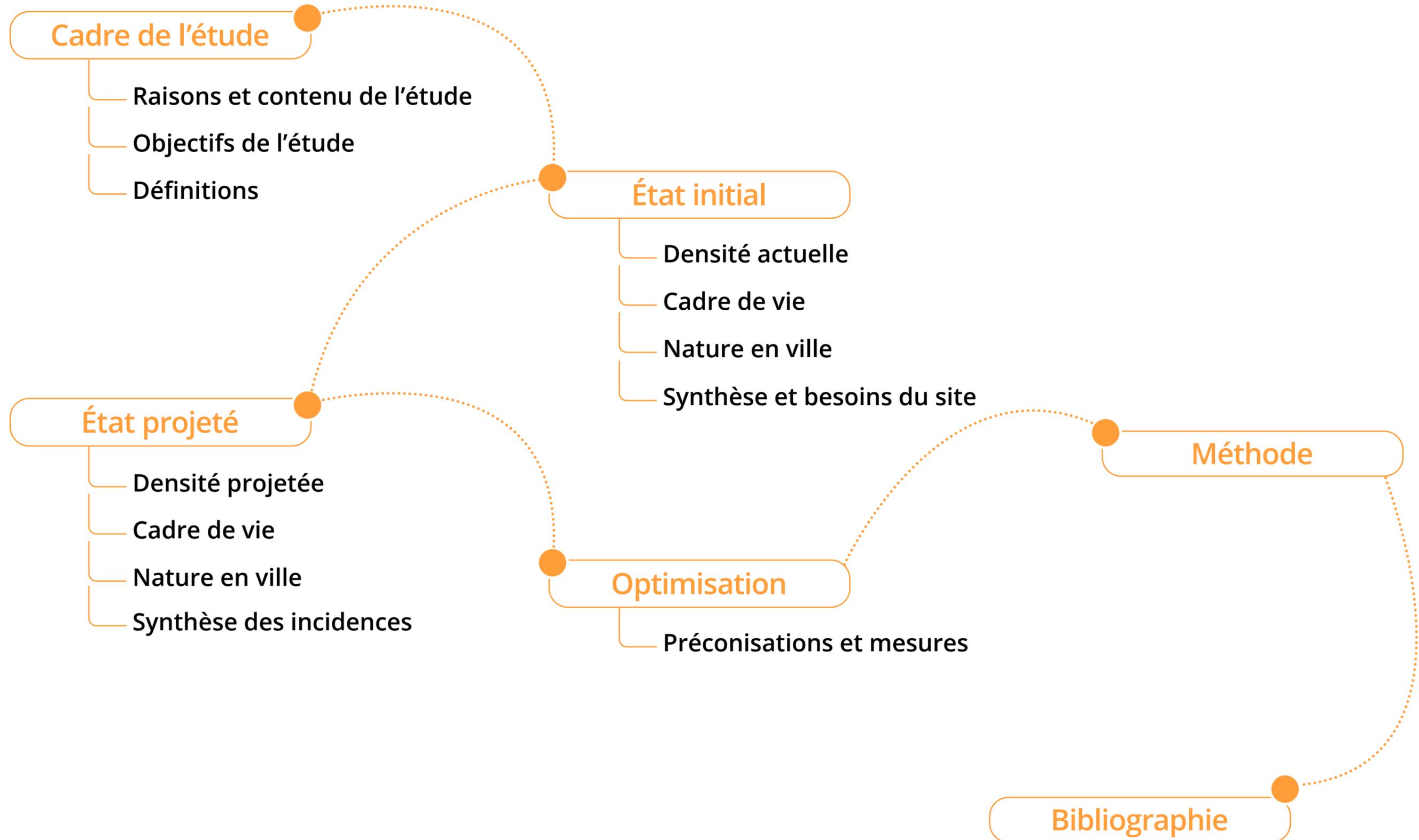
Tél : 01 45 36 15 00

Fax : 01 47 40 11 01

contact@trans-faire.net

www.trans-faire.net

Sommaire



Fiche synthétique du projet

EN BREF

- **Gouvernance**
Soreqa, EPT Plaine Commune - Grand Paris, Ville de Saint-Denis.
- **Localisation**
Centre-ville de Saint-Denis (93)
- **Contexte**
Dans le cadre de programmes nationaux de renouvellement urbain, la Soreqa mène un projet dont l'objectif est d'éradiquer l'habitat indigne en grande partie dans le centre ancien de la ville de Saint-Denis. Le projet se décline en 14 îlots déjà urbanisés et doit permettre la construction de diverses typologies de logements (sociaux, accession sociale à la propriété, bail réel solidaire) et d'apporter une requalification architecturale, paysagère, urbaine, patrimoniale, commerciale et environnementale.
- **Procédure**
14 opérations sont en cours d'acquisition (4 îlots PNRQAD + 10 îlots du NPNRU).
- **Superficie**
1,49 ha cumulés, avec une surface de plancher prévisionnelle créée d'environ 26 000 m² au total.
- **Programmation**
 - Action foncière : négociation et acquisition de parcelles.
 - Relogements : accompagnement social des ménages.
 - Gestion Intercalaire : gestion et entretien des nouveaux immeubles.
 - Aménagement : élaboration de fiche de lots (renforcement de la programmation), préparation de démolition, études et diagnostics.

juin 2022

Étude d'impact

NPNRU

2022

PNRQAD

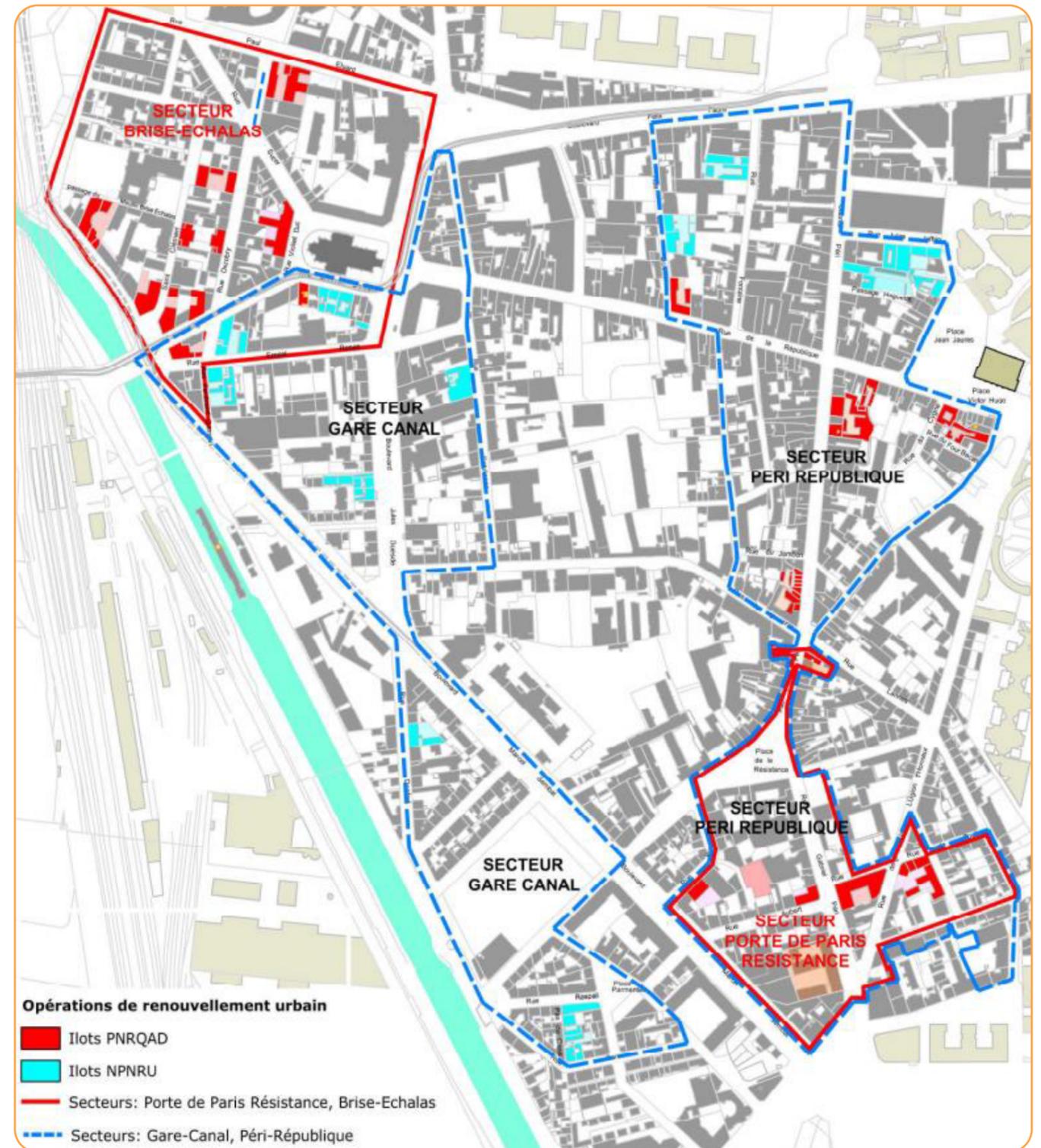
Fin des occupations

Fin des occupations

Livraisons

2025 2026 2027 2028 2029 2030

Livraisons



Plan du secteur d'opération intégrant le PNRQAD et le NPNRU (Soreqa, 2022)

Raisons et contenu de l'étude de densité

Procédure concernée

Dans le cadre de la réalisation d'une évaluation environnementale, les actions ou opérations d'aménagement (telles que définies à l'article L. 300-1 du code de l'urbanisme), doivent se conformer aux dispositions des articles L.122-1, R.122-1 et R.122-5 à R.122-8 du code de l'environnement, une étude d'optimisation de densité est nécessaire pour se conformer à l'article L300-1-1.

Contexte réglementaire

Loi Climat Résilience

L'article 214 de la loi Climat résilience ajoute un article L.300-1-1 au Code de l'urbanisme qui instaure l'obligation de réaliser une étude d'optimisation de la densité des constructions présentes sur une opération d'aménagement et faisant l'objet d'une étude environnementale. L'étude doit prendre en compte la qualité urbaine ainsi que la préservation et la restauration de la biodiversité et de la nature en ville.

SDRIF

Le SDRIF localise les zones préférentielles d'aménagement et vise des niveaux de densité dans certains cas. Le site d'étude est identifié au SDRIF comme un secteur d'urbanisation préférentielle. Ces secteurs sont établis par le SDRIF et ouvert à l'urbanisation sous réserve de respecter le seuil de 35 logements/hectare. La commune de Saint-Denis a une densité moyenne de 39,9 logements/ha. Au titre du SDRIF elle est donc au dessus du seuil fixé pour permettre l'urbanisation.

Le Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) de la Métropole du Grand Paris

Initié en 2017, le SCoT métropolitain du Grand Paris est singulier de part l'envergure du territoire couvert : 12 EPT et 131 communes regroupant un total de 7,2 millions d'habitants. Prévu pour être finalisé en 2022, 12 orientations du Document d'Orientations et d'Objectifs ont déjà été définies. Le projet de SCoT a été arrêté le 24 janvier 2022.

Parmi ces orientations et objectifs apparaissent notamment la diversification de l'offre en logements ainsi que le développement de la nature en ville, des espaces ouverts au public et des équipements de proximité, la mise en valeur des paysages, le renforcement de la trame verte et bleue, le développement de la biodiversité ou encore la maîtrise des risques environnementaux.

Un Programme Local de l'Habitat à l'échelle du territoire de Plaine Commune

Aucun PLH ni est réalisé pour la commune de Saint-Denis. Cependant, la commune est concernée par le Programme Local de l'Habitat de Plaine Commune (PLH) 2022-2027 qui fait suite au PLH de 2016-2021. Le nouveau Programme a été approuvé le 28 juin 2022.

Les objectifs de construction de logements de Plaine Commune sont déclinés à l'échelle des 9 communes pour la période 2022/2027 (hors reconstitution NPNRU), ils sont de 3 500 logements par an répartis de la manière suivante :

- 50% d'accession libre à la propriété.
- 20% d'accession sociale à la propriété, en particulier en BRS.
- 5% de logements locatifs intermédiaires (LLI) dans un objectif de meilleure maîtrise.
- 25% de logements sociaux (familiaux et spécifiques).

Le PLH de Plaine Commune prévoit la moitié des logements neufs en accession ou locatif libre, un peu moins de la moitié en accession sociale et le reste des logements en locatif social familial selon le graphique ci-contre.

Le Plan Local d'Urbanisme Intercommunal (PLUi) de Plaine Commune

La Compétence en matière de Plan Local d'Urbanisme a été transférée à Plaine Commune depuis le 1er janvier 2016 (loi ALUR¹). Le PLUi est une opportunité de donner plus de force et de cohérence au projet de territoire de Plaine Commune, dans une période où le territoire connaît de fortes mutations (création de nouvelles lignes de métro, Jeux Olympiques et Paralympiques 2024, création de la Métropole du Grand Paris...).

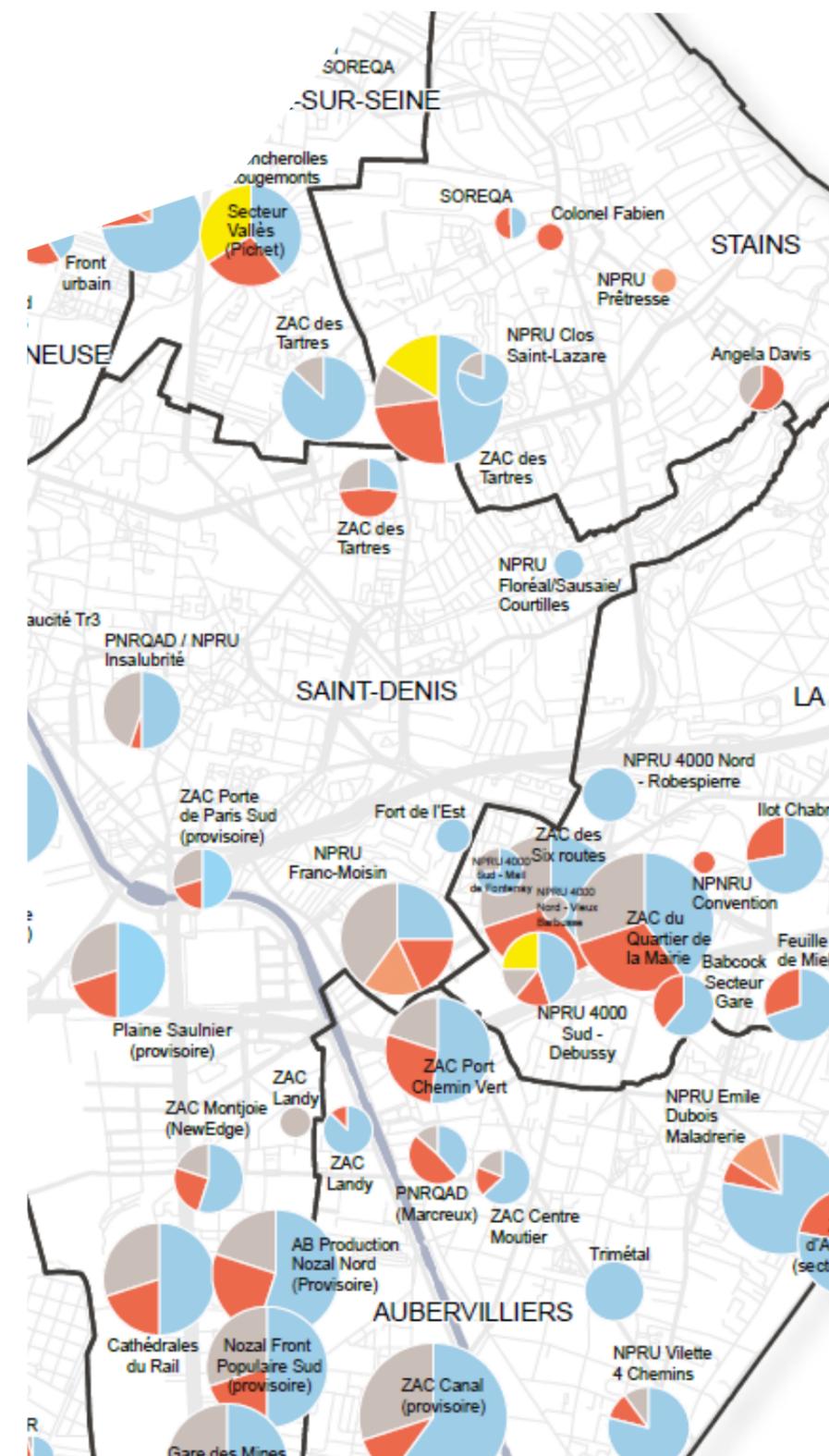
Un renouvellement urbain encadré par l'ANRU dans le cadre du Nouveau programme de Renouvellement Urbain

La Convention pluriannuelle de renouvellement urbain relative au NPNRU pour les quartiers d'intérêt national Orgemont et La Source-Les Presles et pour le quartier d'intérêt régional Centre-ville d'Épinay-sur-Seine a été approuvée dans son économie générale par le CA du 24 novembre 2020.

Elle prévoit pour le projet :

- 1 193 logements démolis.
- 1 904 logements réhabilités.
- 1 750 nouveaux logements.

- Un protocole de relogement est mis en place.
- Le Projet a pour ambition de créer un quartier attractif du Grand Paris en s'appuyant sur son patrimoine arboré de grande qualité, en pied de gare du RER C et desservi par les lignes T8 et T11.»



Programme Local de l'Habitat 2022-2027 de Plaine Commune (Plaine Commune, 2022)

¹ Accès au Logement et un Urbanisme Renouvé

Objectifs de l'étude

Objectifs de l'étude

ZAN

L'étude s'inscrit dans l'objectif de « Zéro artificialisation nette » (ZAN) au niveau national et vise à étudier les densités bâties, non bâties et les variations d'artificialisation au sein de la zone d'étude. Le ZAN est apparu lors de la publication de la loi Climat et Résilience mais existait bien avant au moment du Plan de Biodiversité de 2018 qui a commencé à en parler et à en donner les caractéristiques. Le ZAN c'est un objectif dont le but est la réduction de l'artificialisation des sols et donc de l'étalement urbain. Le ZAN c'est un objectif qui nous oblige à réfléchir à d'autres manières d'aménager et de densifier. Il faut réfléchir pour répondre à cet objectif à de nouvelles manières d'optimiser l'espace et le foncier. Pour tendre vers le ZAN il y a plusieurs actions principales : réflexion sur la densité acceptée et durable, recyclage urbain, sauvegarder les sols, surélever, rénovation du bâti existant, réinterroger les modèles, réguler la consommation foncière, repenser le développement économique, séquence ERC, préserver les terres et limiter l'excroissance urbaine, préserver la biodiversité, nature en ville, etc...

La surface artificialisée par an peut être représentée par la formule suivante selon le CEREMA :

$$An = \left(Sdp \cdot \frac{1 - RU}{DB} \right) - N$$

Avec :

- An : la surface artificialisée nette ;
- Sdp : la surface de plancher construite ;
- RU : le taux de renouvellement urbain ;
- DB : la densité bâtie des constructions artificialisantes ;
- N : les surfaces renaturées.

L'étude permettra au maître d'ouvrage d'intégrer les préoccupations environnementales et de santé le plus en amont possible dans l'élaboration du projet envisagé. Les résultats présentés permettront d'adapter et de justifier d'une densité raisonnable et nécessaire dans son environnement physique et matériel.

Les différents indicateurs tel que le nombre d'équipements publics, la surface d'espace verts par habitant, permettent de qualifier la qualité de l'espace public, du fonctionnement du projet et d'obtenir une approche sensible du territoire sur les questions de densité.

Densité	Cadre de vie	Nature en ville
Coefficient d'emprise au sol	Nombre d'équipement à 10 min à pied	Pourcentage d'espaces verts
Emprise bâtie	Ensoleillement solstice d'été et d'hiver	Surface d'espaces verts par habitant à moins de 300 m
Densité de logements/ha		Coefficient d'artificialisation
Pourcentage d'espace public		

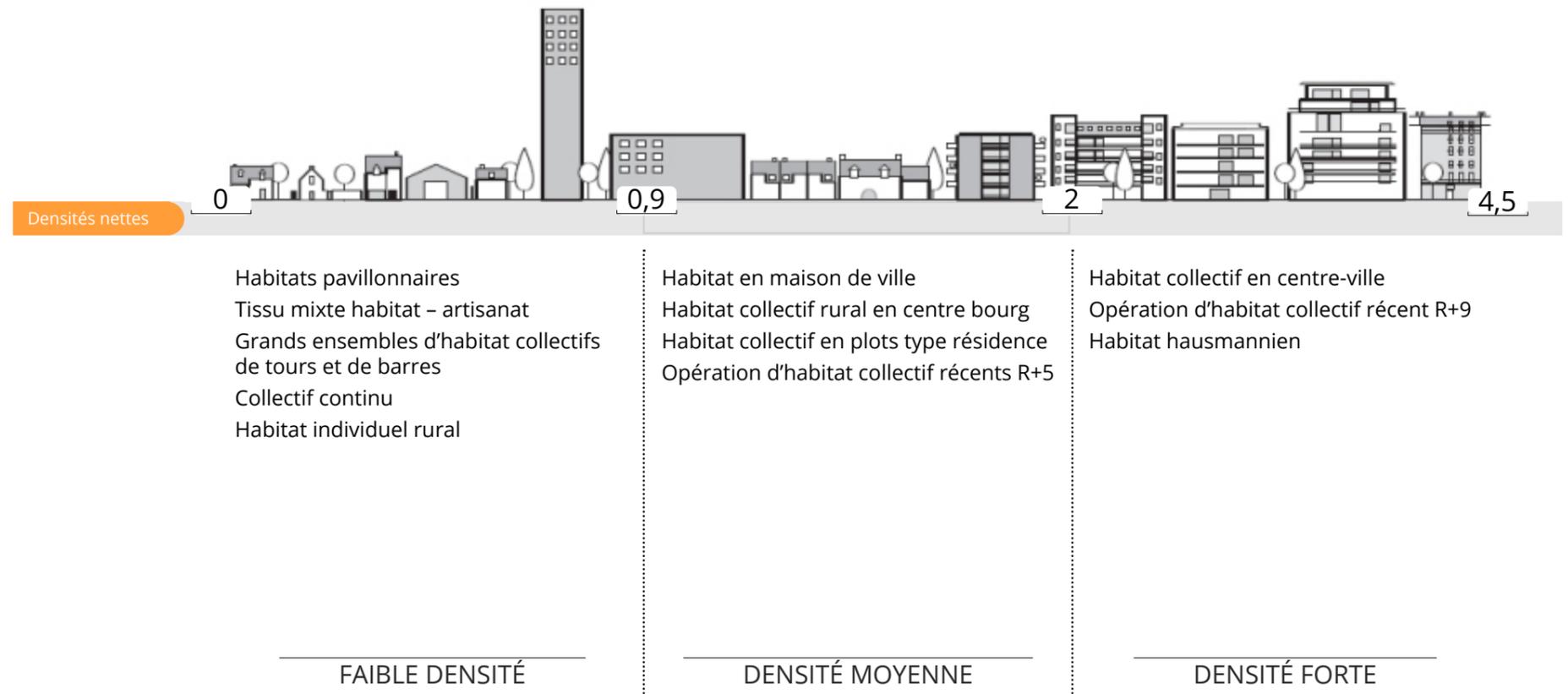
Frise de densité

Le référentiel de densités et de formes urbaines publié par l'institut d'aménagement et d'urbanisme de la région d'île de France propose de s'intéresser à 6 grandes typologies issues d'un échantillon de quartier situé en région île de France. Les densités nettes correspondent à la surface bâti sur la surface parcellaire et vont de 0,16 pour de l'habitat individuel à 4,3 pour de l'habitat collectif continu haut.

On peut classer ces typologies selon différentes échelles de densité en comparant le coefficient d'emprise au sol moyen de chaque forme urbaine à savoir :

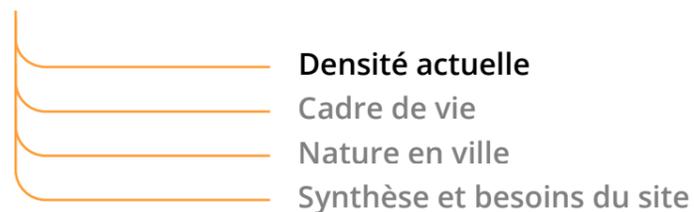
- Une densité faible repérée par un coefficient d'emprise au sol compris entre 0 et 0,9.
- Une densité moyenne repérée par un coefficient d'emprise au sol compris entre 0,9 et 2.
- Une densité forte repérée par un coefficient d'emprise au sol compris entre 2 et 4,5.

Cette catégorisation permet de comparer les projets d'aménagement entre eux et de fournir une première approche sur la densité perçue.



Référentiel de densités et de formes urbaines (l'institut d'aménagement et d'urbanisme de la région d'île de France, 1995)

Etat initial



EN BREF

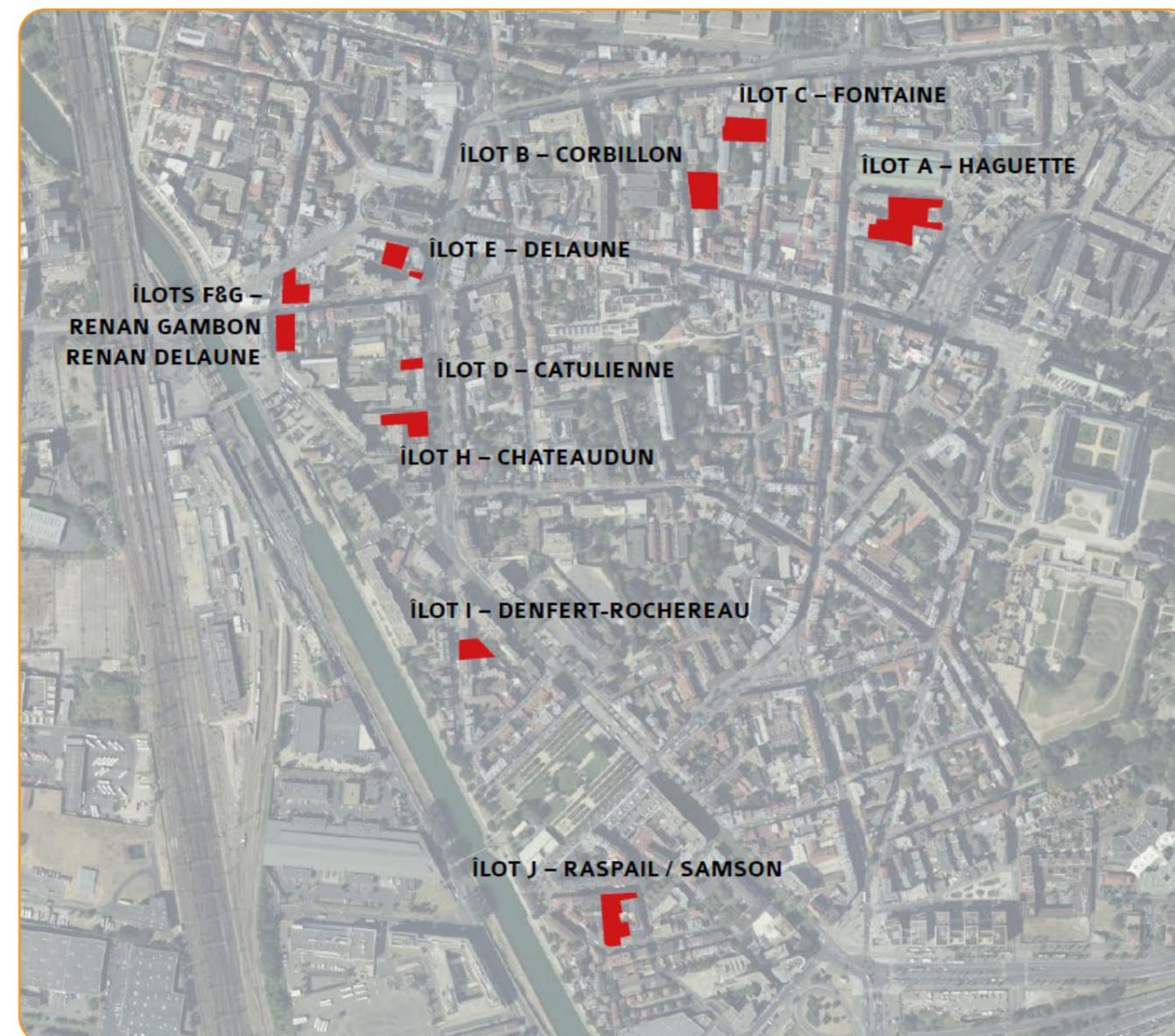
- A l'état initial, les hauteurs de bâtiments du projet vont en moyenne de R+2 jusqu'à R+7, soit une vingtaine de mètres de haut.
- Un coefficient d'emprise au sol de 1,26 à l'état initial correspondant à une densité d'habitat collectif rural en centre bourg.
- La totalité du périmètre privée, dont 2% de voirie également privée.

ETAT INITIAL

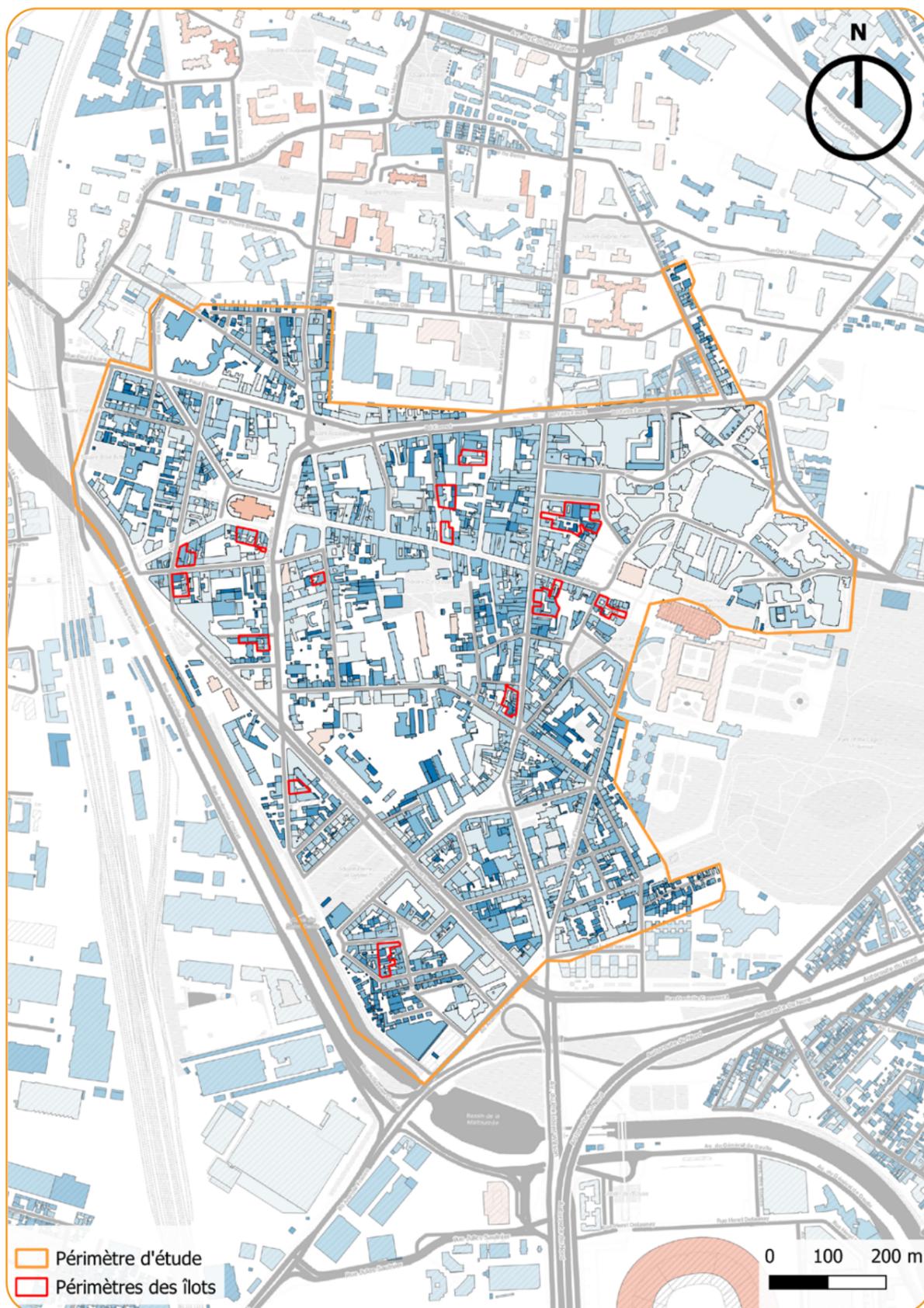
Densité de logements

Actuellement le centre-ville est constitué d'îlots typiques des centres bourgs urbains, composés de RDC commerciaux surplombés de logements locatifs aujourd'hui vieillissants. L'ensemble des superficies des projets s'étend sur une surface d'environ 1,67 ha.

La densité à l'état initial est de 306 logements/ha pour une densité de population d'environ 740 habitants/ha. Comparé à la commune, qui a une densité d'environ 92 habitants/ha, les îlots du projet sont jusqu'à trois fois plus denses. Cela s'explique par le fait que le centre-ancien est plus dense que le reste de la commune.



Plan des sites de projet (source Atelier Ruelle, 2022)

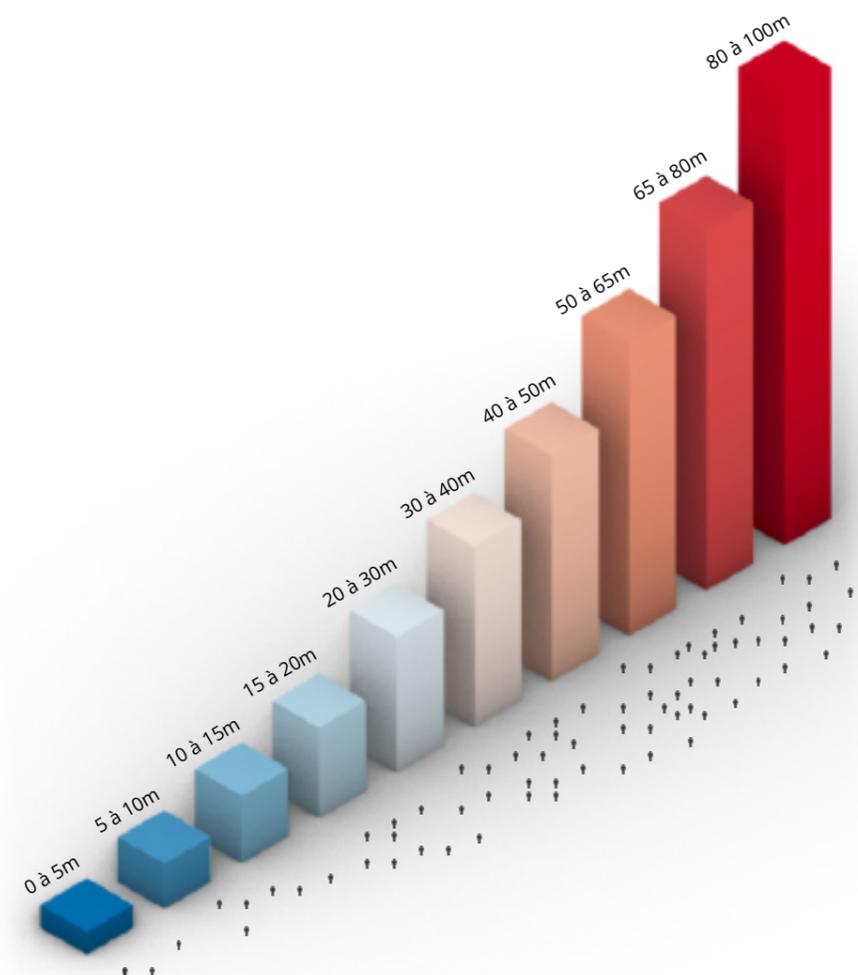


Hauteurs du bâti à l'état initial (source TRANS-FAIRE, 2023)

Hauteurs bâties

Les bâtiments du centre-ville de Saint-Denis sont dans l'ensemble de faible hauteur, allant jusqu'à une quarantaine de mètres avec l'Église Saint-Denys-de-l'Estrée qui agit notamment comme objet signal du quartier et de repère physique.

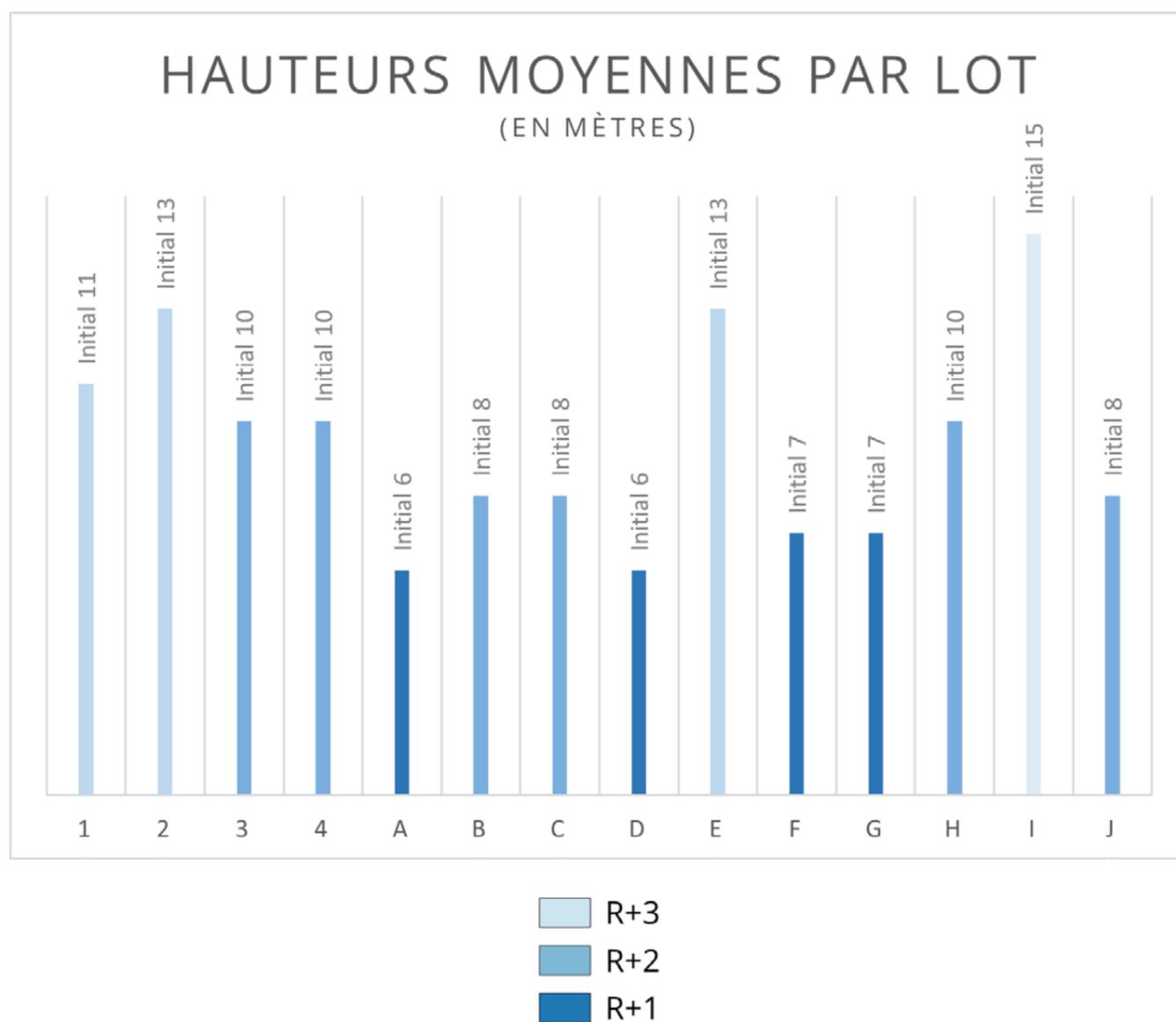
Les hauteurs des bâtiments sur l'ensemble du projet restent également faibles, en moyenne entre R+2 et R+3 allant jusqu'à un maximum R+7, soit environ 22 mètres. Ce grand ensemble témoigne d'un quartier dense typique des centres-villes, qui contraste avec le territoire alentours composé plus largement de bâtiments type tertiaire.

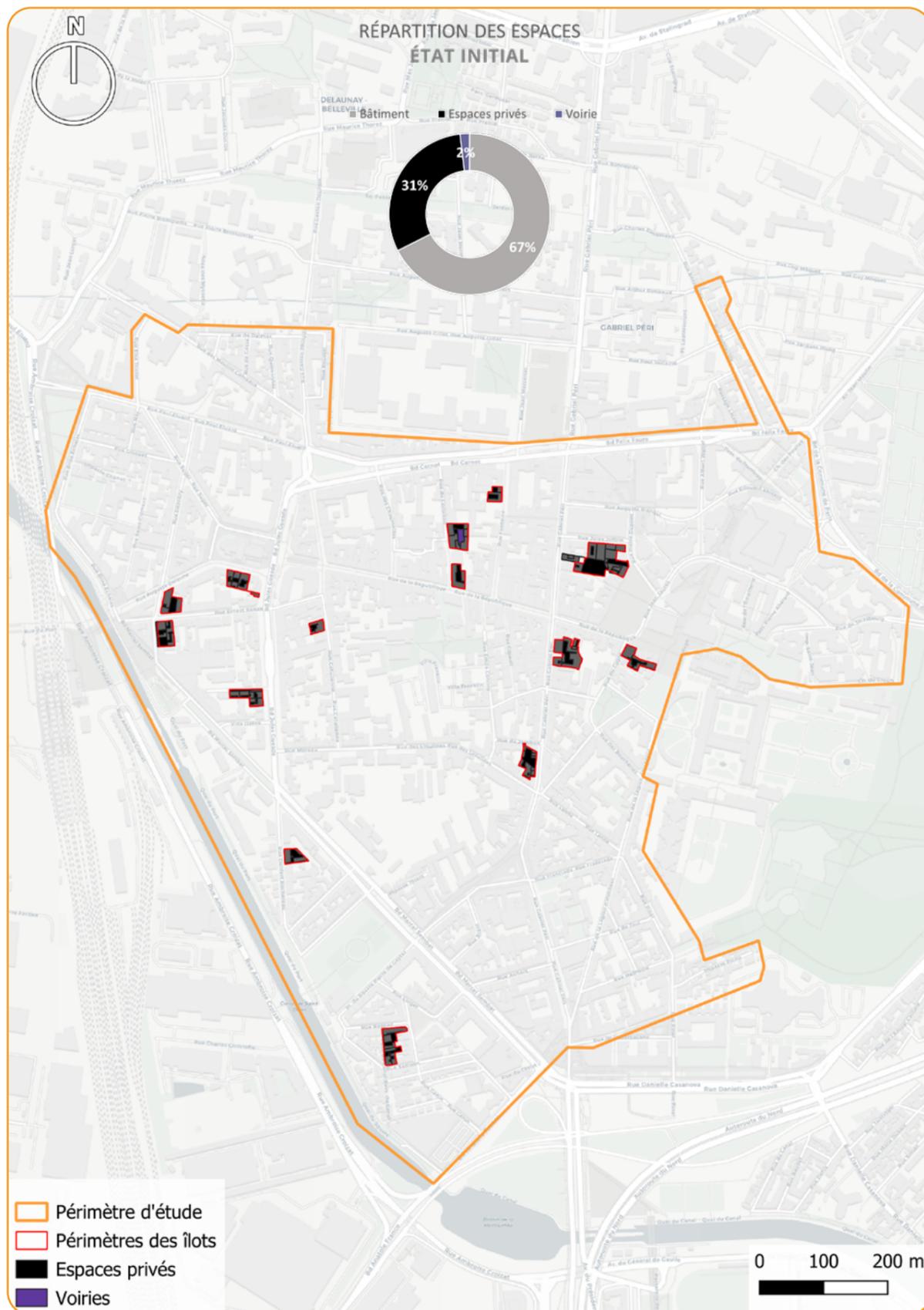


Hauteurs bâties moyennes par lot

La hauteur moyenne au sein d'un lot varie entre 6 m pour les lots A et D et 13 m pour le lot 2, ce qui correspond à une variation de niveaux entre R+1 et R+3. Les îlots participent à l'homogénéité de leur contexte urbain avec des hauteurs harmonisées sur l'ensemble du centre-ville.

Le tableau ci-dessous représente les hauteurs moyennes en mètres des bâtiments dans chaque îlot à l'état initial.





Espaces privés à l'état initial (source TRANS-FAIRE, 2023)

Espaces public et privé

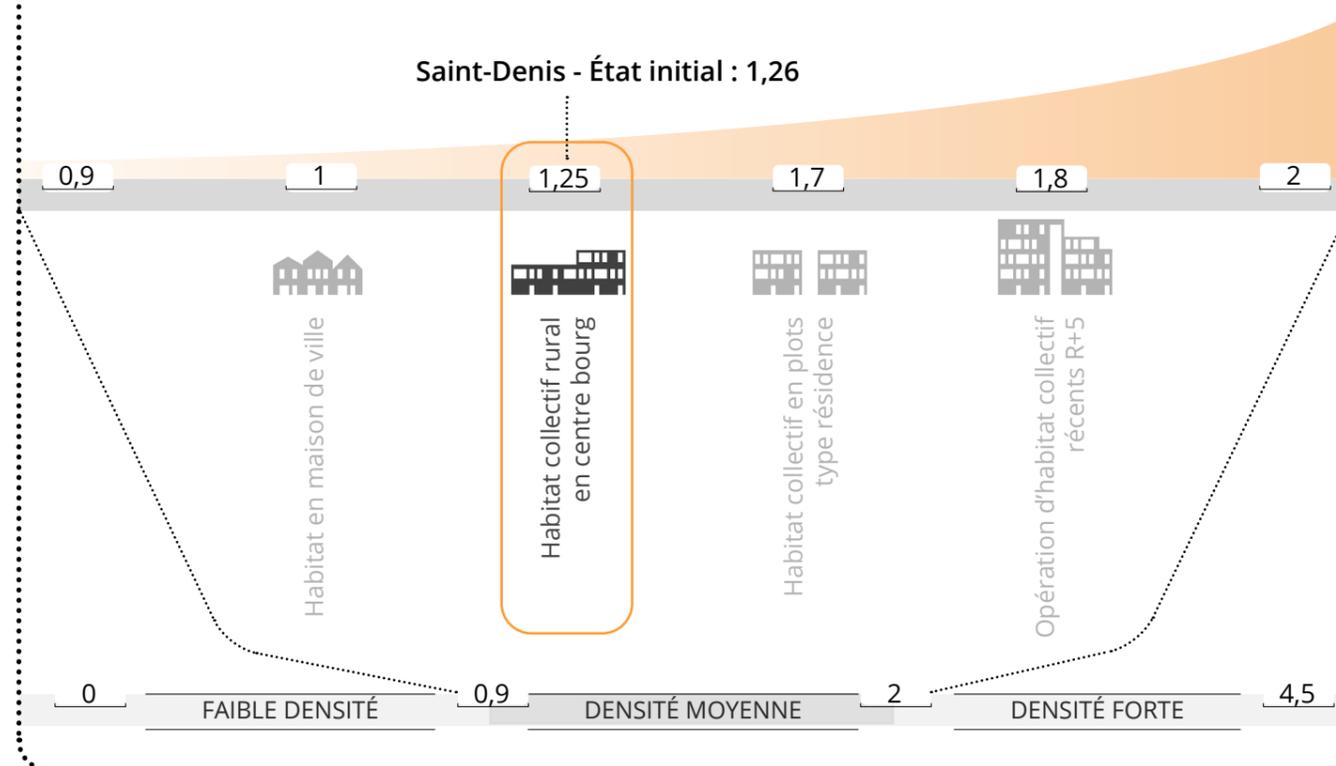
Les espaces privés représentent la totalité de la superficie du périmètre dont 2% de voirie privée à l'état initial. L'ensemble des îlots est ainsi strictement privé et ne présente ainsi aucune traversée possible en coeur d'îlot.

Aucun espace public n'est présent à l'intérieur du périmètre.

Coefficient d'emprise au sol (CES)

La densité des grands ensemble est en moyenne située entre 50 et 150 logements par hectare avec un CES d'environ 0,8. La densité des sites du projet est située à environ 306 logements/ha (deux fois supérieure à celle des grands ensembles) avec un CES de 1,26.

Ce CES correspond à de l'habitat collectif rural en centre bourg soit à une densité moyenne. L'espace privé à l'état initial rend la densité des sites du projet similaire à celle de son contexte alentours (centre ville).



Coefficient d'emprise au sol à l'état initial selon le référentiel de densité (source TRANS-FAIRE, 2023)

EN BREF

- 100 équipements publics à proximité du site d'étude à moins de 10 min à pied (hors commerces).
- Plus de 1 000 commerces accessibles à pied.
- Un ensoleillement de façades qui n'est pas systématiquement optimal pour assurer la qualité de vie des habitants.

ETAT INITIAL

Équipements présents à 10 min à pied

La cartographie ci-contre présente les équipements présents proches du périmètre de projet ainsi que la surface isochrone des 10 minutes à pied par rapport à l'ensemble du périmètre. Un nombre important d'équipements se trouve dans l'isochrone des 10 minutes à pied du périmètre de projet. Le quartier est desservi par de nombreux équipements publics (santé, sportif, enseignement, culturel, commerces). On recense un nombre très important de commerces dû au contexte de centre-ville ainsi que 100 équipements cumulés à 10 min à pied du périmètre dont :

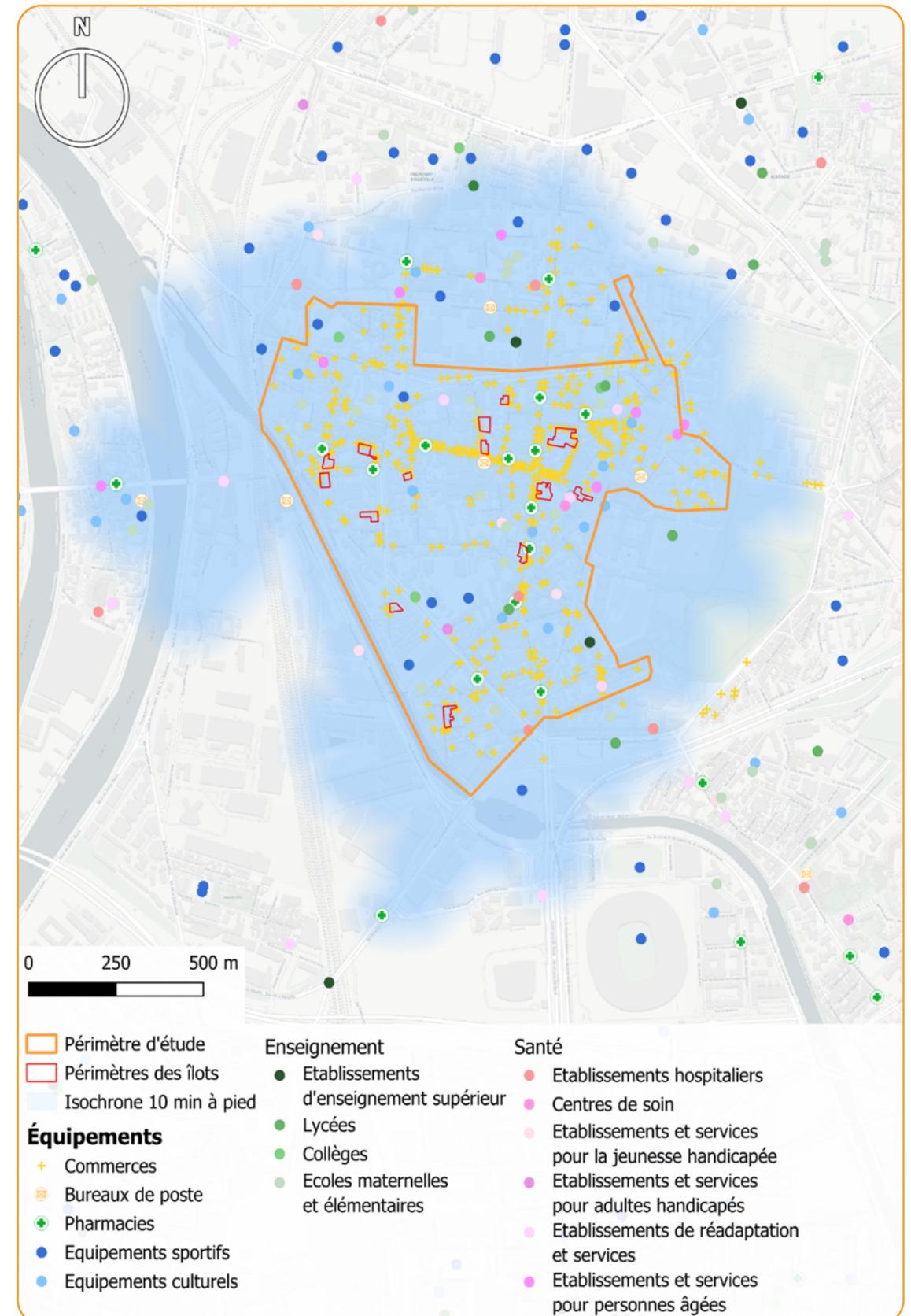
- 32 équipements d'enseignement.
- 24 équipements de santé.
- 11 équipements sportifs.
- 13 équipements culturels.
- 5 bureaux de poste.
- 15 pharmacies.

Qualité de vie

La cartographie suivante repère le nombre d'équipement à moins de 10 minutes à pied de chaque bâtiment. Tous les bâtiments du périmètre sont correctement desservis.

La ville à 10-15 minutes illustre un regain d'intérêt de la proximité. Cette nouvelle conception de proximité a pour but que les habitants puissent accéder à une offre de services et d'équipements à moins de quelques minutes de leur domicile. Dans un contexte d'enjeux climatiques et sanitaires, la proximité des services et équipements collectifs semble une évidence au sein d'un futur projet urbain. Le développement d'une ville de la proximité permet de renforcer la mobilité douce et active à savoir la marche à pied et le vélo.

- Densité actuelle
- Cadre de vie
- Nature en ville
- Synthèse et besoins du site



Équipements à 10 minutes à l'état initial (source TRANS-FAIRE, 2023)

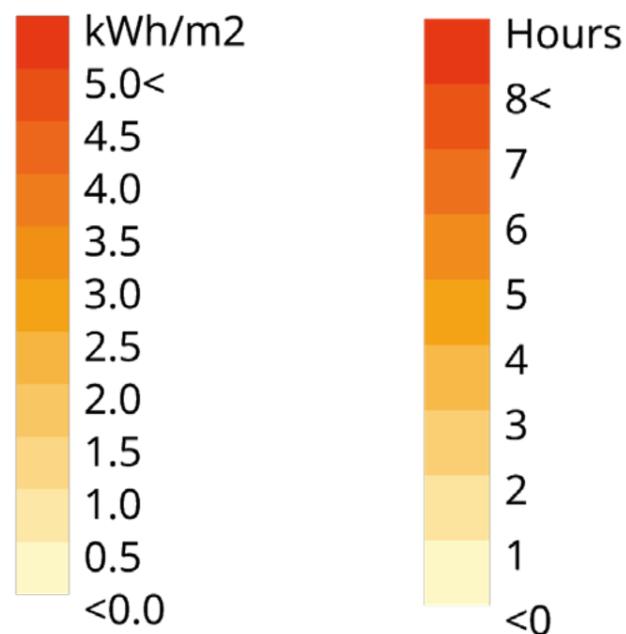
Analyses solaires

Deux pré-analyses ont été réalisées pour faire l'état des lieux des conditions d'ensoleillement de chaque îlot.

La première analyse (en haut) est une étude d'ensoleillement reçu au sol au solstice d'été pour établir un premier diagnostic vis-à-vis des phénomènes d'îlot de chaleur urbain (ICU). Cette analyse ne prend pas en compte les effets du vent, la végétation et l'effet de la densité bâti. Elle est donc sujette à interprétation vis-à-vis du contexte réel.

L'échelle graphique est en kWh/m² reçu au sol et s'étend du blanc-jaune au rouge-orangé.

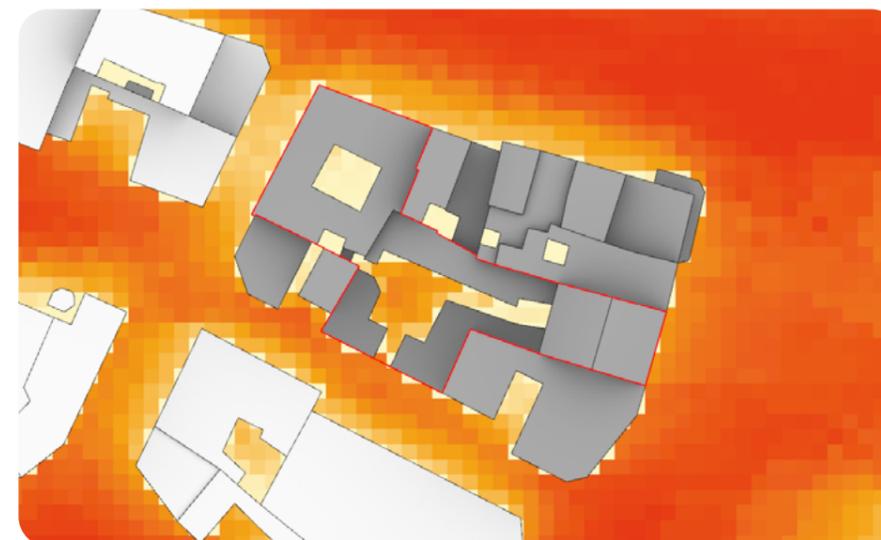
La deuxième analyse (en bas) montre le nombre d'heures d'ensoleillement reçu en façade au solstice d'hiver. Elle prend uniquement en compte les rayons directs du soleil et ne prend pas en compte la lumière indirecte et diffuse. L'analyse est donc à interpréter avec ces informations. Elle permet d'établir un premier diagnostic concernant le confort d'hiver et la qualité lumineuse des logements vis-à-vis de leur orientation et des masques présents. L'échelle graphique est en heure de 0h à 8h et va du blanc-jaune au rouge-orangé.



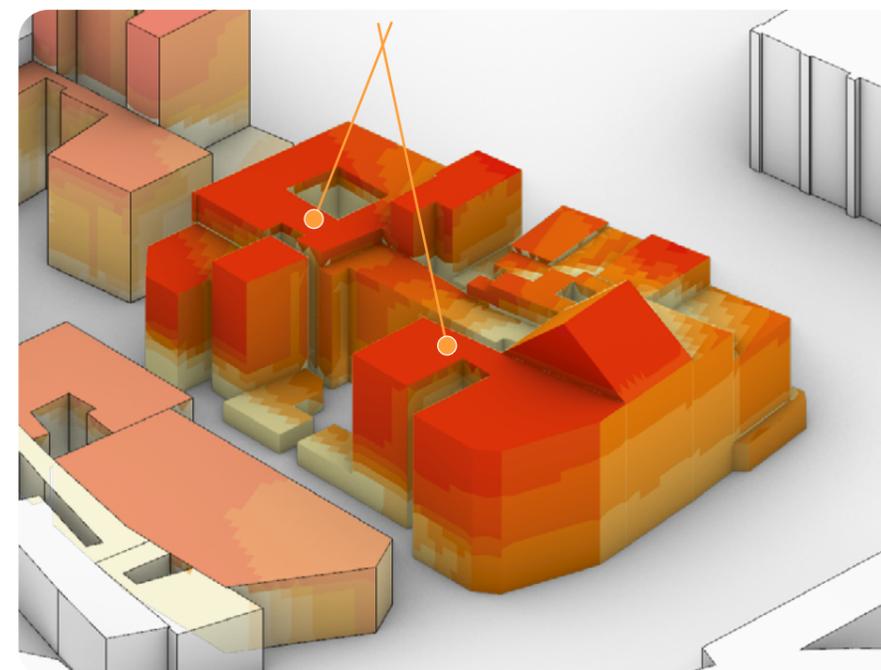
Echelles graphiques utilisées pour l'analyse de radiation à gauche et l'analyse d'ensoleillement à droite (source TRANS-FAIRE, 2022)

VICTOR-HUGO

Au vu de la densité de l'îlot, les radiations reçues au sol sont faibles mais peuvent favoriser des effets d'ICU s'il n'est pas suffisamment ventilé. La densité de bâti avec de grandes hauteurs et l'absence de végétation peuvent occasionner des effets d'ICU.

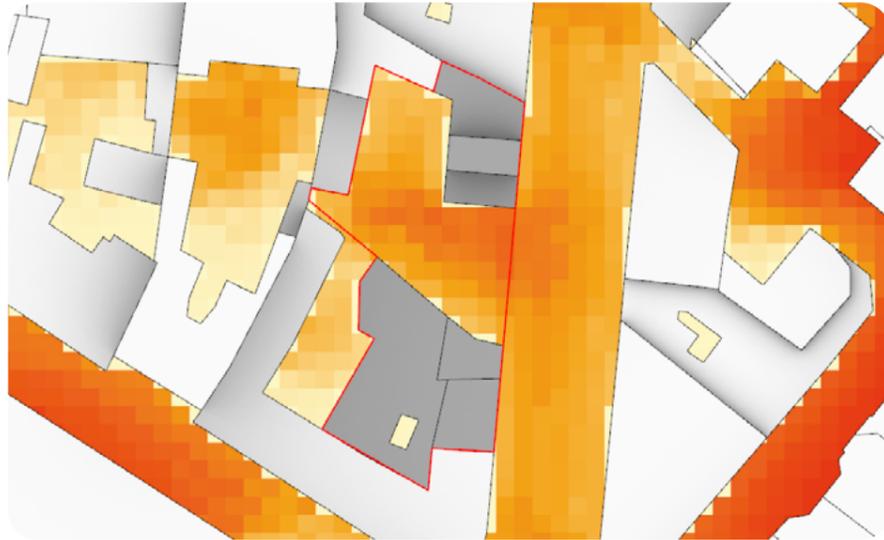


L'îlot est relativement bien ensoleillé puisque les gabarits de bâti sont croissants du sud au nord. Les rez-de-chaussée sont peu ensoleillés du fait du contexte proche qui reste cependant assez bas et limite les effets de masque. La densité de l'îlot ne doit cependant pas permettre une bonne qualité lumineuse dans tous les logements.

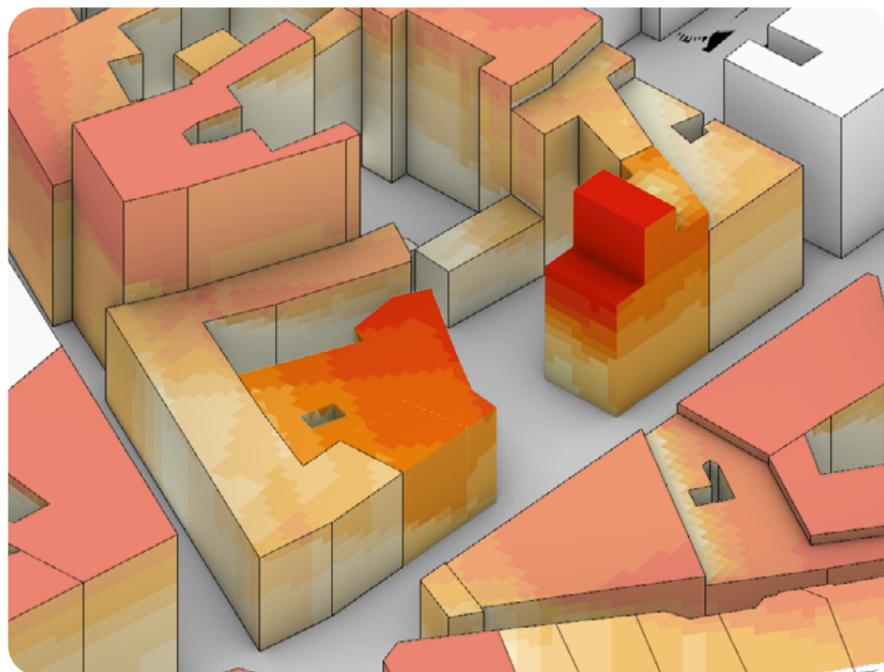


JAMBON

L'îlot pour le moment ouvert sur la rue Gabriel Péri et peu dense ne présente pas de risque d'ICU à première vue. La densité est faible, le sol est clair en cœur d'îlot même s'il ne présente quasiment pas de végétation. En modifiant certains paramètres, l'opération pourrait devenir un îlot de fraîcheur qui profiterait localement.

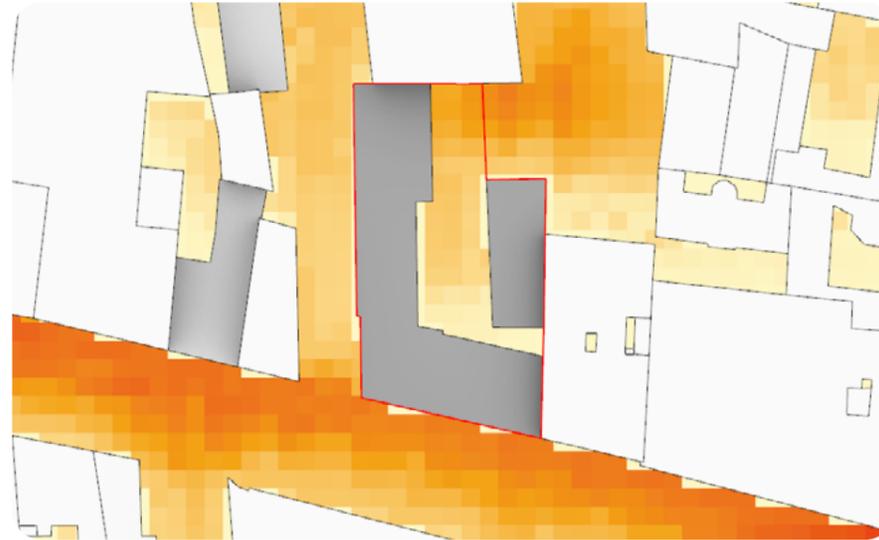


L'îlot est assez bien ensoleillé du fait des gabarits des bâtiments et de la rue assez large de la rue Gabriel Péri. Les bâtiments au sud ne permettent pas à première vue un confort lumineux du fait de leur épaisseur importante.

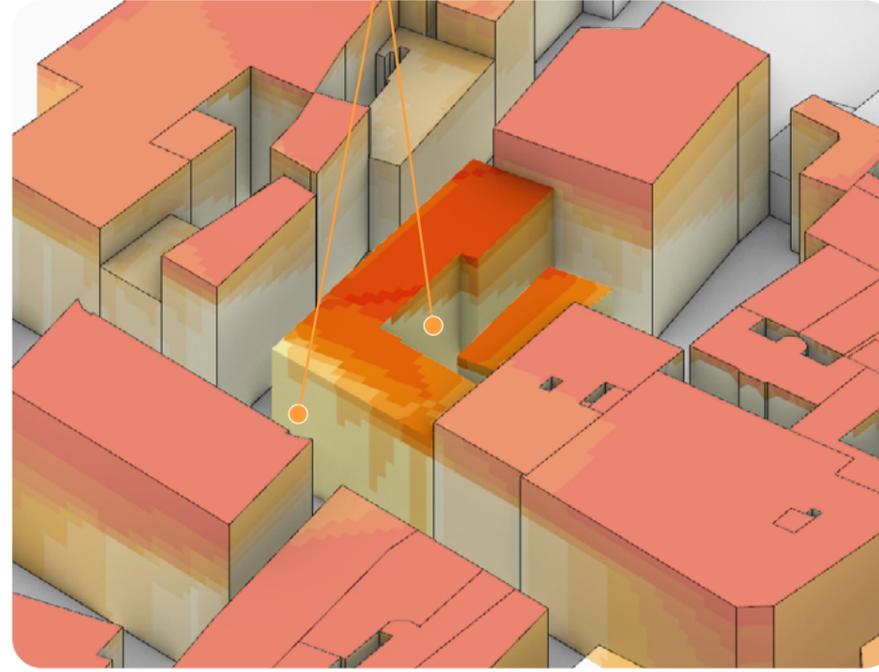


RÉPUBLIQUE

L'opération ne présente pas de risques d'ICU à première vue du fait de la faible densité du tissu bâti et de sa position entre la rue de la République largement ventilée et de la rue du Corbillon. Ceci dit, la position en centre-ville et la forte imperméabilisation peuvent générer de forte chaleur dans le quartier et impacter l'opération.

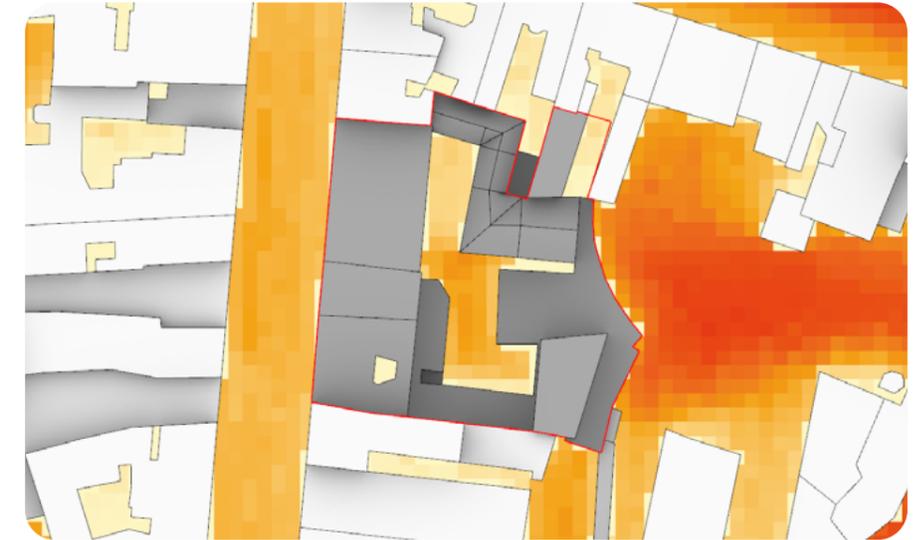


Les bâtiments de l'opération sont peu ensoleillés du fait du gabarit de la rue de la République qui est relativement étroite vis-à-vis de la hauteur des bâtiments la longeant. L'épaisseur du bâti paraît cependant correcte pour permettre l'éclairage naturel dans la profondeur des logements traversants.

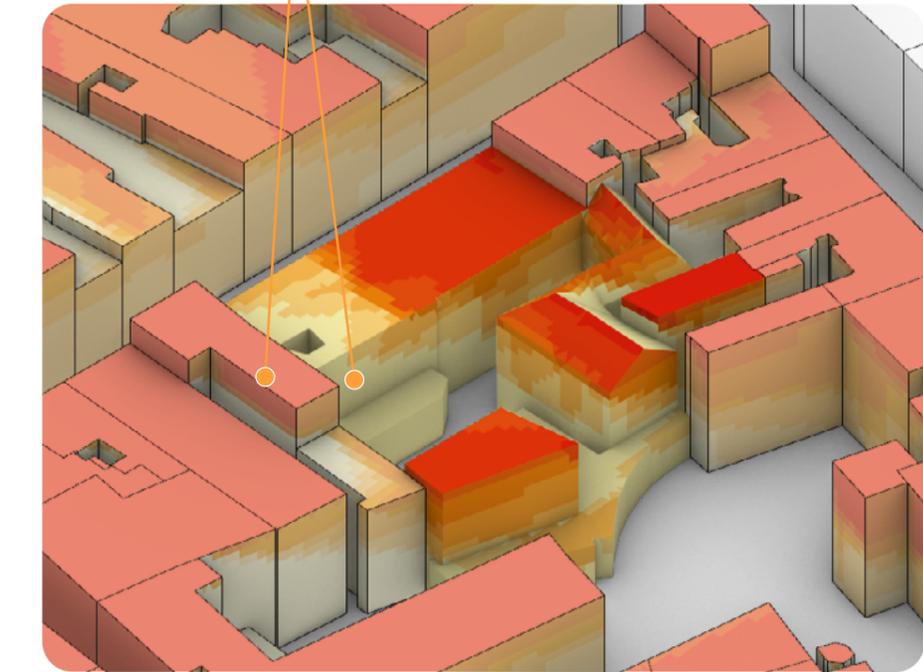


CYGNE

L'îlot est assez dense mais avec des bâtiments relativement fins en cœur d'îlot. Le peu de végétation et la densité augmentent le risque d'effet d'ICU.

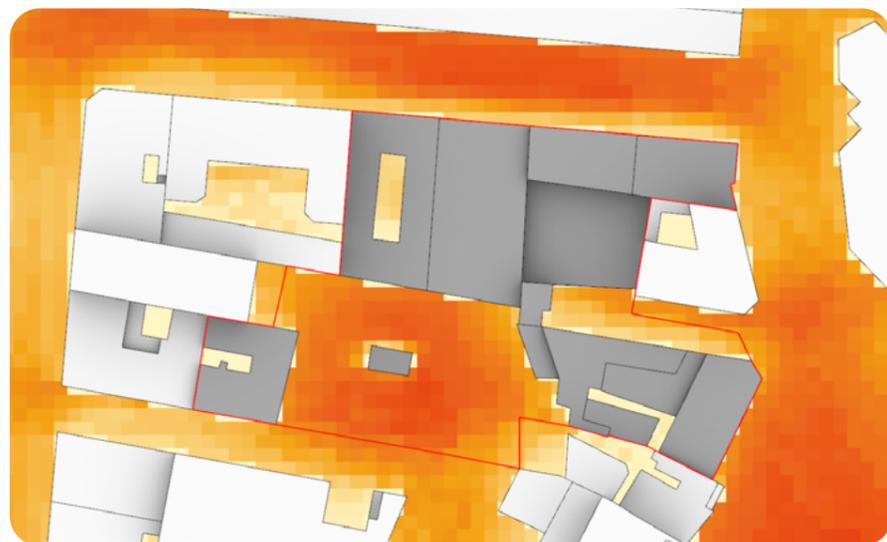


Le cœur d'îlot est peu ensoleillé du fait de la densité du bâti. Ce sont surtout les rez-de-chaussée qui sont exposés à un problème de manque d'ensoleillement naturel et le bâtiment le plus au sud qui subit les effets de masque du bâtiment assez haut sur la rue Gabriel Péri.

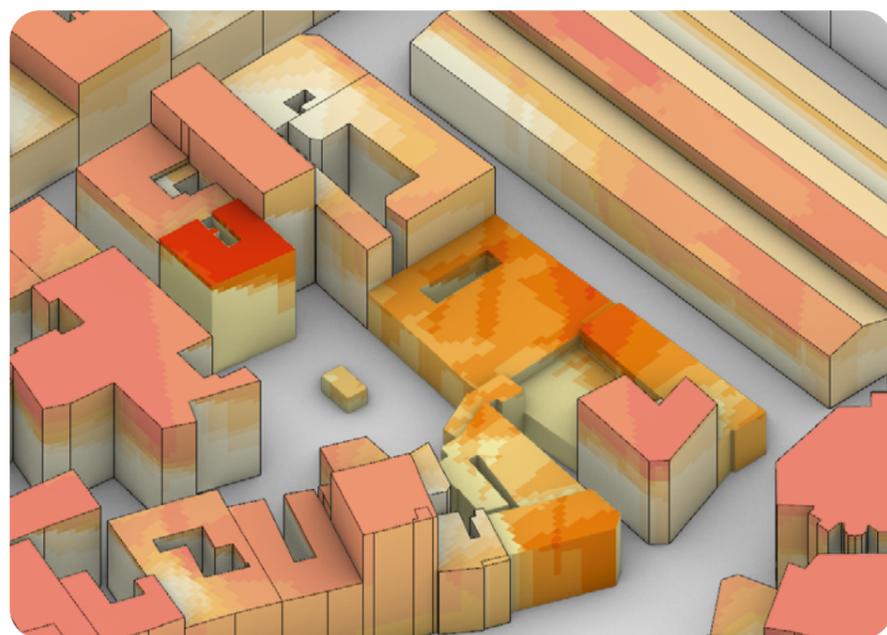


HAGUETTE

Même si les radiations sont importantes en cœur d'îlot, le risque d'ICU est à nuancer. L'îlot est largement ouvert et un jardin en son cœur limite cet effet grâce aux espaces de pleine terre et à la végétation présente. Cependant, les grandes épaisseurs de bâti et leur densité peuvent augmenter l'effet d'ICU.

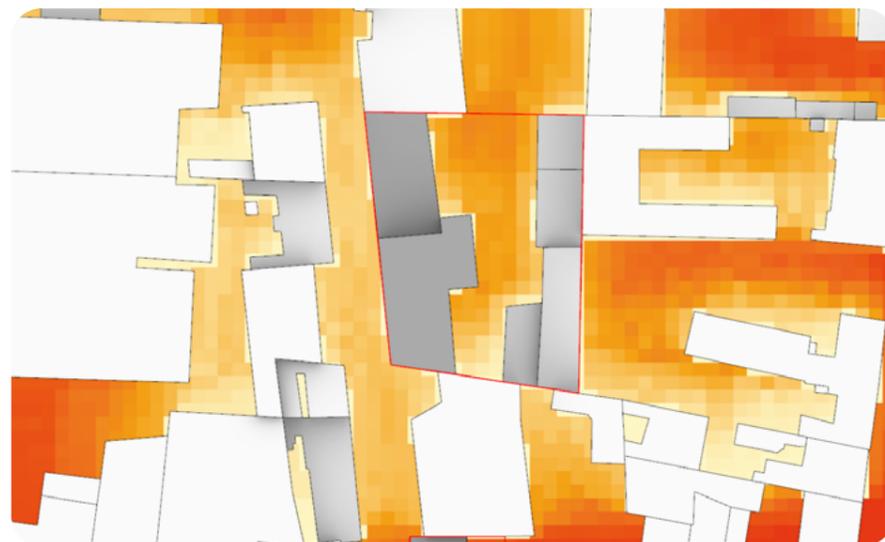


Le cœur d'îlot est peu ensoleillé malgré le grand espace libre du jardin partagé. Cela est en grande partie dû à la faible hauteur des bâtiments de commerce au nord, qui ne sont pas assez hauts pour capter les rayons hivernaux. L'épaisseur importante ne permettrait d'ailleurs pas la présence de logement.

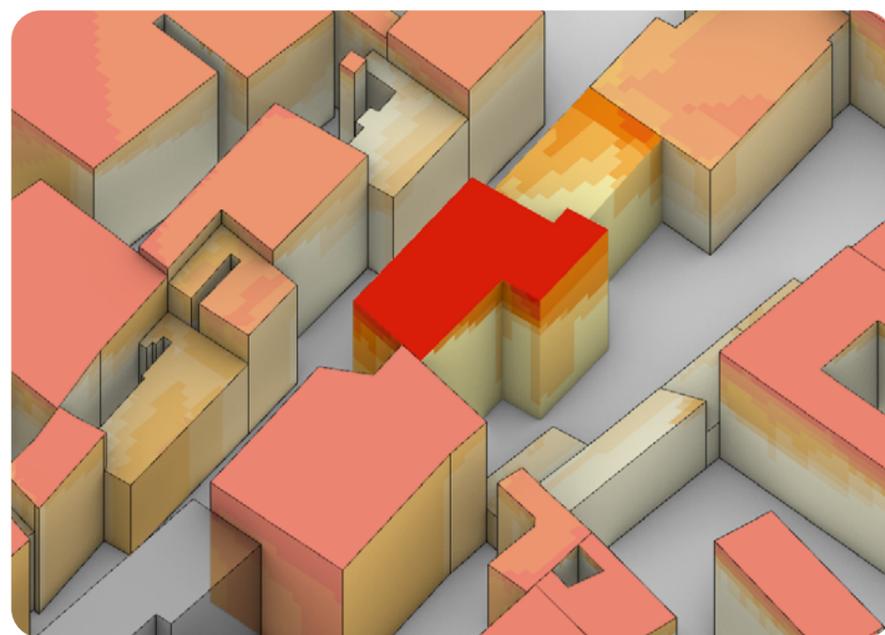


CORBILLON

Il n'y a pas de grand risque d'ICU à première vue car la densité du tissu bâti est relativement faible et l'espace libre du cœur d'îlot s'étend au nord. Cependant, au vu de la forte imperméabilisation et d'absence de végétation, le phénomène d'ICU peuvent impacter le quartier.

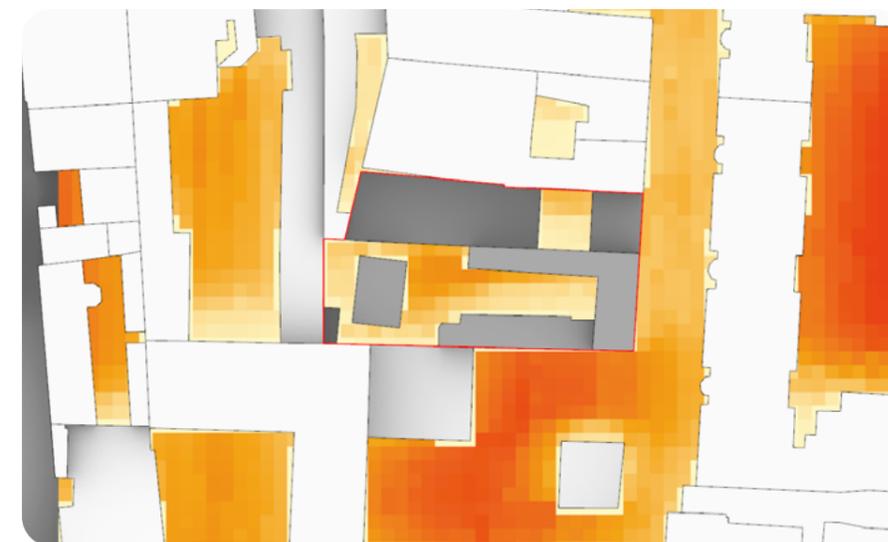


Le bâtiment de l'opération le plus au sud crée un masque important pour le bâtiment au nord et impacte directement les façades est qui sont les seules à pouvoir capter les rayons hivernaux. La façade ouest aura un apport direct lumineux faible au vu de l'étroitesse de la rue Corbillon. L'épaisseur du bâti paraît raisonnable.

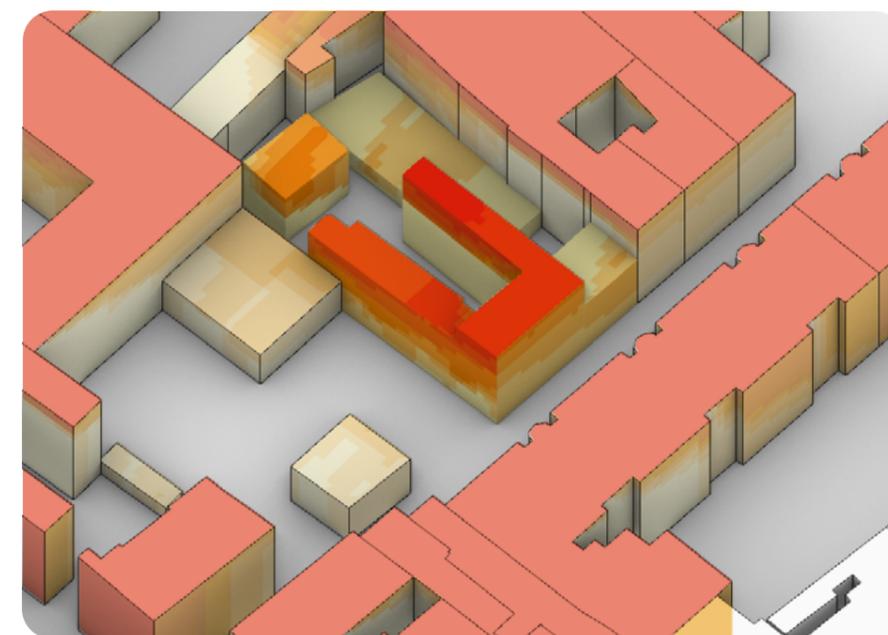


FONTAINE

La densité du tissu urbain peut générer des effets d'ICU de par la hauteur et la densité du bâti. La végétation en fond de parcelle rafraîchit dans une moindre mesure le cœur d'îlot.

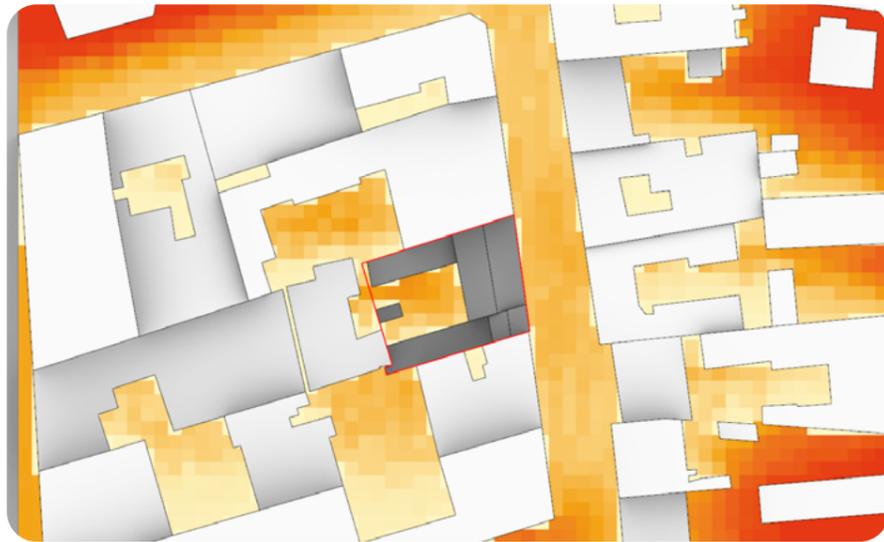


La configuration en U n'est pas optimale pour l'ensoleillement pour l'île nord qui est en position défavorable vis-à-vis de l'île sud qui est bien ensoleillée et qui a très peu d'effet de masque. L'épaisseur des logements est assez fine pour pouvoir laisser passer la lumière dans toute la profondeur des logements s'ils sont traversants.



CATULIENNE

Au vu de la densité du bâti, du renfermement du cœur d'îlot ainsi que de l'imperméabilisation des sols, le phénomène d'ICU peut impacter l'opération.

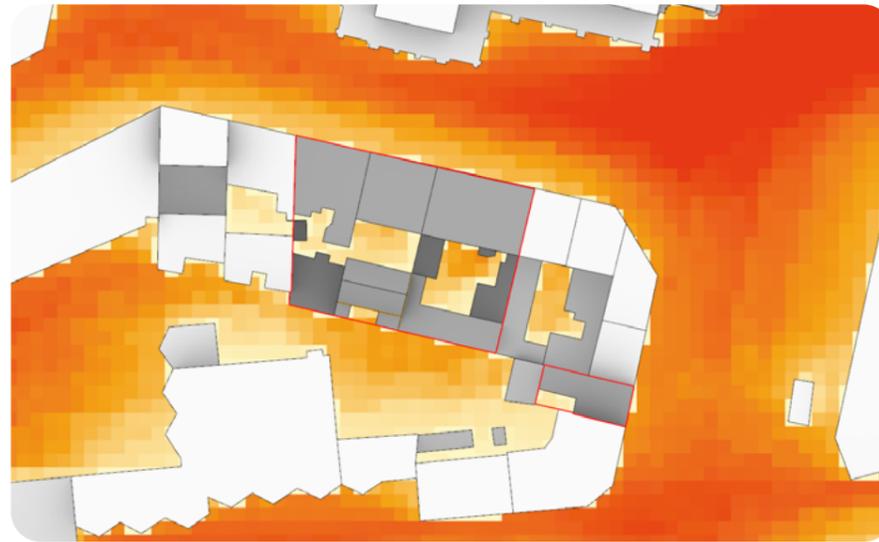


L'opération est très peu ensoleillée l'hiver puisqu'elle est orientée sud-est nord-ouest. La rue est assez étroite vis-à-vis de la hauteur du bâti sur rue, ce qui limite l'ensoleillement sur la façade principale de bâtiments déjà d'assez faible hauteur.



DELAUNE

La densité du bâti, la forte imperméabilisation et le renfermement du cœur d'îlot a un impact négatif sur les potentiels effets d'ICU générés. L'îlot gagnerait à être moins dense, plus aéré et végétalisé.

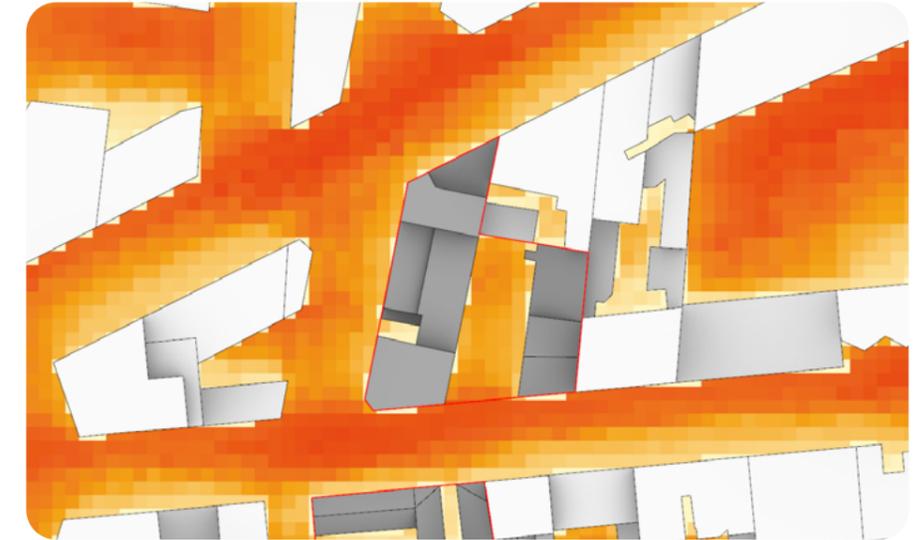


La densité de l'opération ne permet pas un ensoleillement suffisant sur les façades des bâtiments pourtant orientés nord-sud. Le contexte au sud génère également des masques importants qui limitent l'ensoleillement direct. Les épaisseurs de bâti permettent un éclairage suffisant dans le cas de logements traversants.

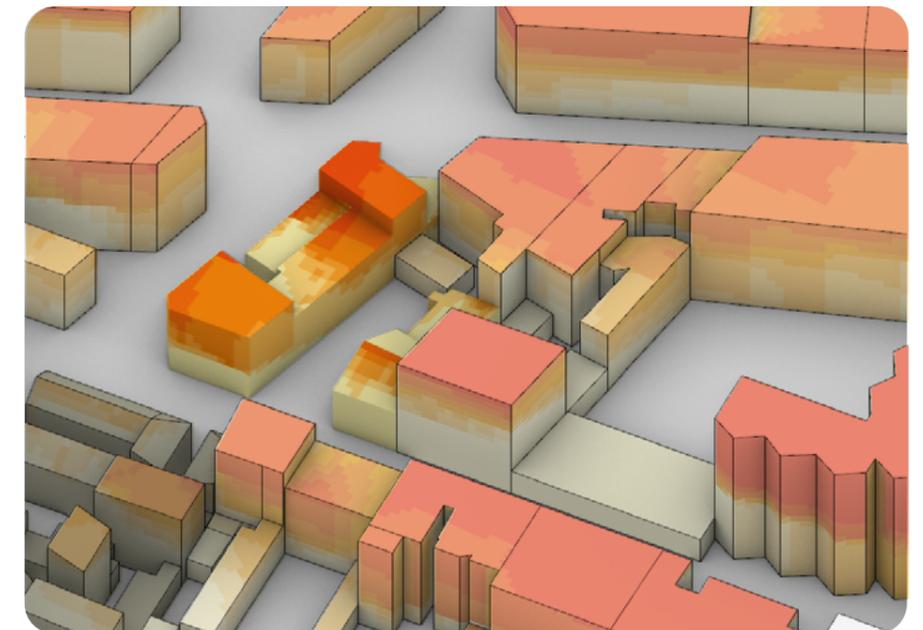


RENAN-DELAUNE

Les radiations reçues sur l'opération sont moyennes. La densité du tissu urbain et la forte végétalisation menacent l'opération même si sa situation en entrée de ville permet une ventilation des façades sur rue.

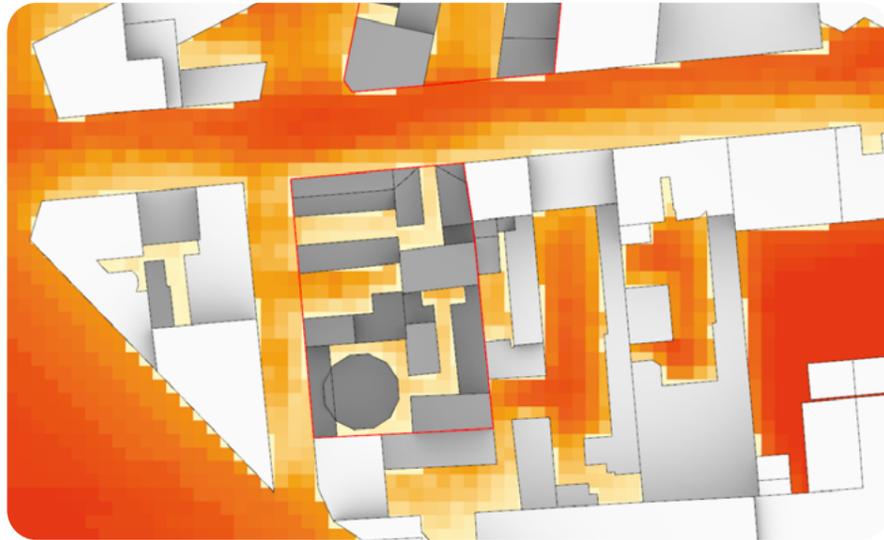


L'opération est globalement bien ensoleillée de par sa situation, avec des voies larges et des bâtis peu élevés. L'épaisseur reste cependant assez élevée pour du logement et ne permet pas une qualité homogène vis-à-vis de l'éclairage naturel.

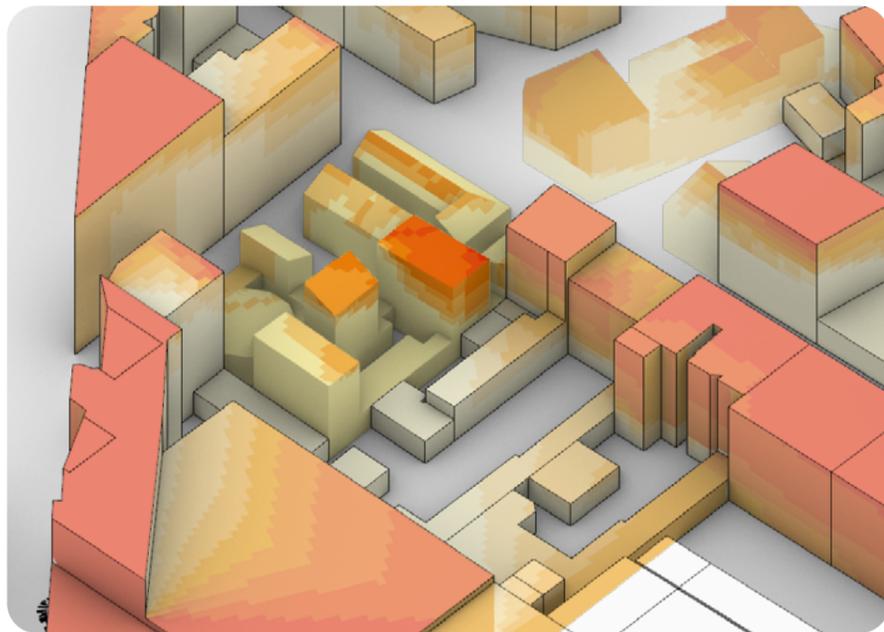


RENAN-GAMBON

L'ensemble de l'opération est peu soumise aux radiations puisque les bâtiments alentours sont hauts et génèrent des masques. Cependant l'îlot est très dense et peu ventilé. Le phénomène d'ICU est à prévoir en cas de forte chaleur, l'air circule difficilement en cœur d'îlot.

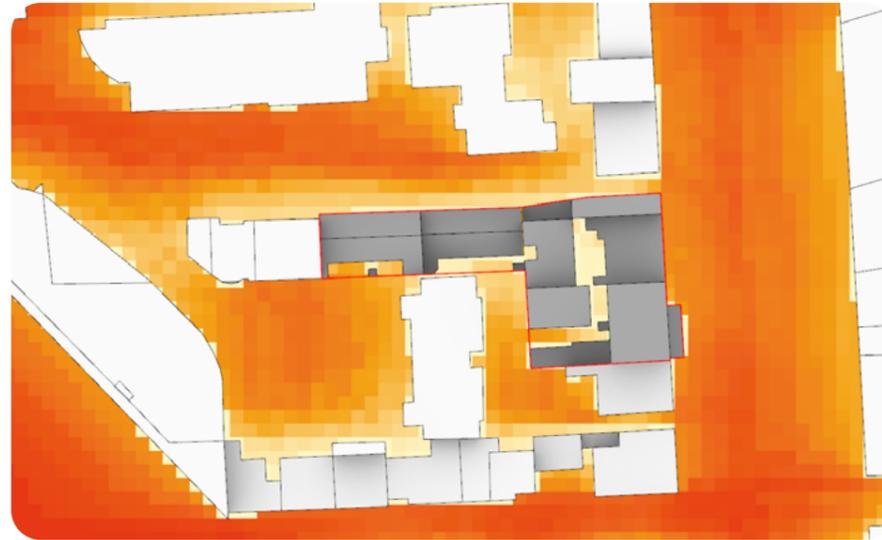


L'opération est très dense et possède des masques importants avec la proximité de bâti de grandes hauteurs au sud. L'éclairage direct n'est pas suffisant en hiver, ce qui ne permet pas un confort de vie pour des logements. L'épaisseur reste néanmoins intéressante pour permettre des logements traversants.

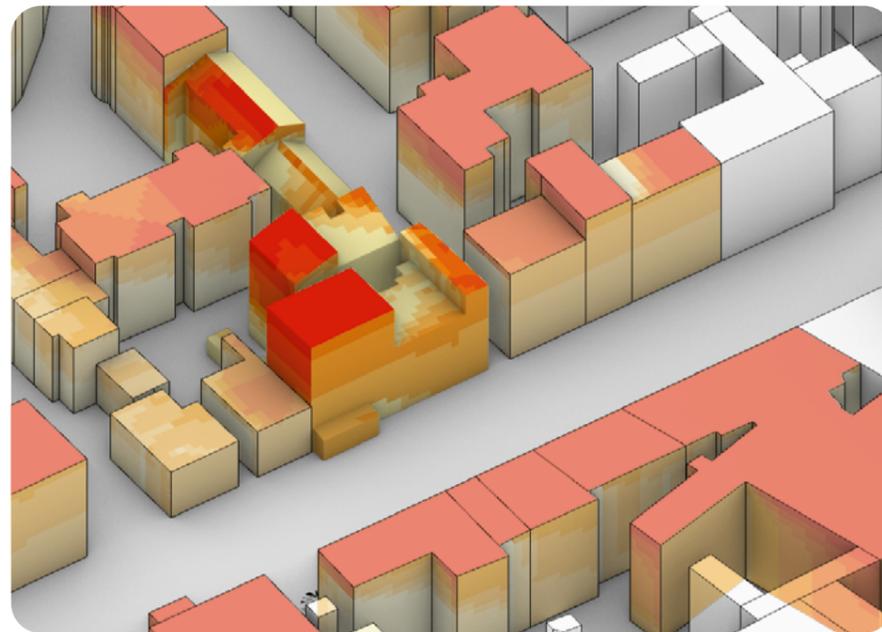


CHÂTEAUDUN

Le cœur d'îlot est exposé à des radiations moyennes et le tissu bâti est dense et peu ouvert. Des effets d'ICU sont potentiellement à prévoir sur l'opération et son contexte.

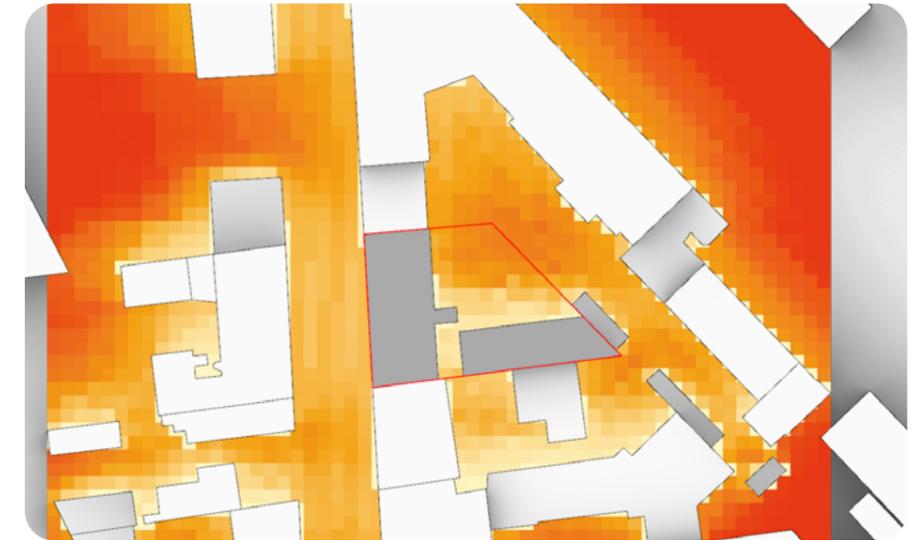


Les bâtiments de l'opération qui donnent sur l'avenue sont généreusement ensoleillés grâce à la largeur de la voirie. Le reste de l'opération est peu ensoleillé du fait de la densité du bâti sur l'îlot. L'opération génère des masques importants sur les bâtiments de logements collectifs au nord du fait de l'impasse très étroite.

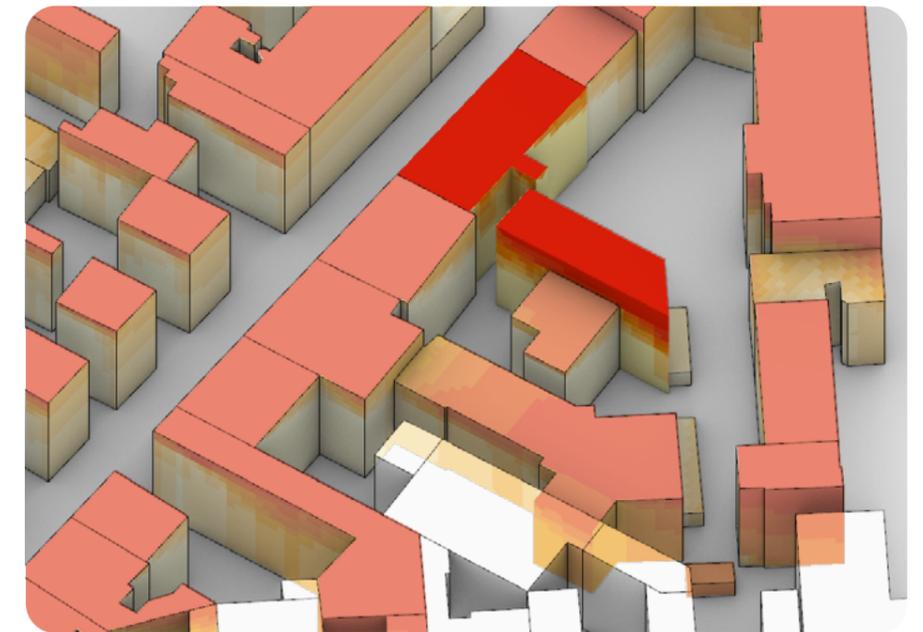


DENFERT-ROCHEREAU

Le cœur d'îlot est relativement grand par rapport à la hauteur du bâti. Les radiations reçues sont moyennes. Un peu de végétation présente, limite les effets d'ICU. La sensibilité aux ICU est difficile à estimer sans analyse plus fine.

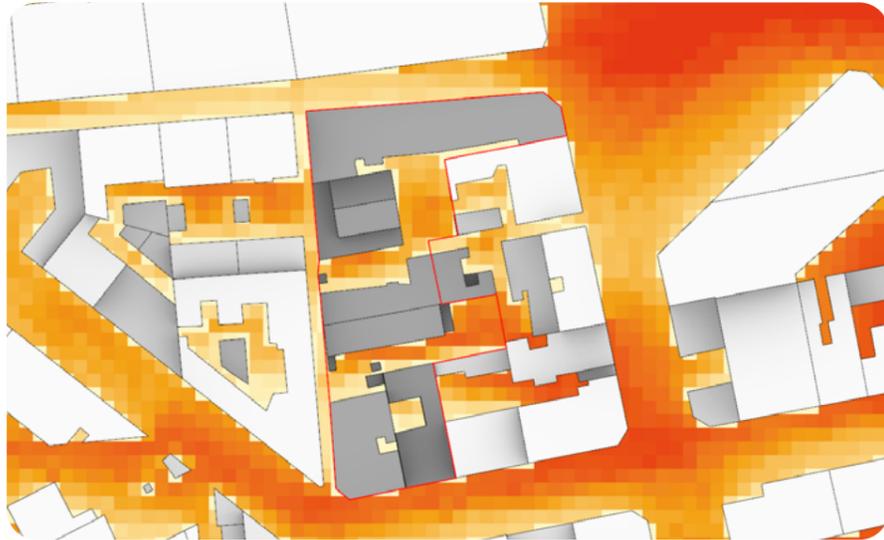


La composition du bâti sur l'opération n'est pas optimale puisque le bâtiment perpendiculaire à la rue principale génère des masques au bâtiment sur rue. La faible densité de l'îlot, la largeur de la voirie et l'épaisseur du bâti, permettent néanmoins un apport conséquent d'éclairage indirect et diffus sur les façades est et ouest.

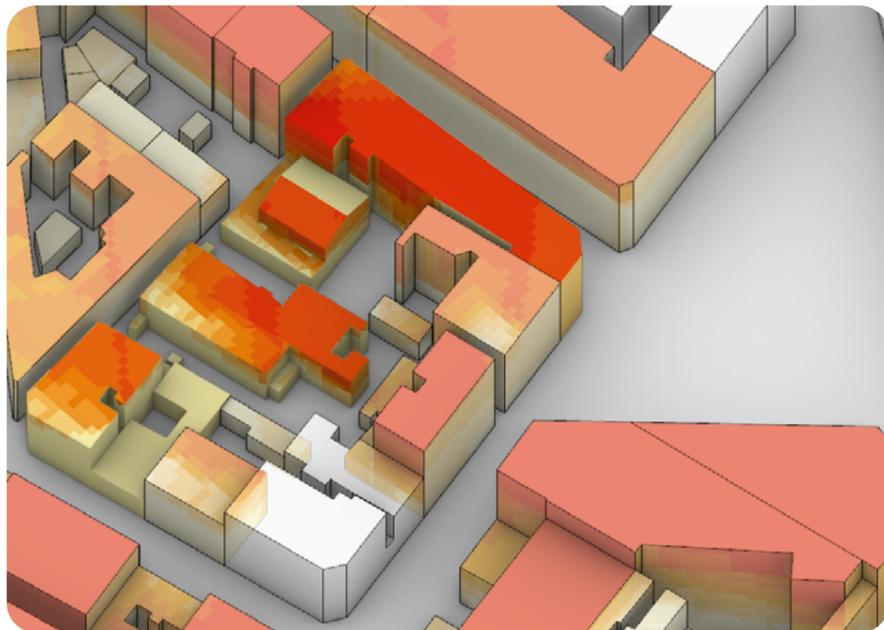


RASPAIL-SAMSON

L'opération est relativement dense en bâti même si les constructions restent en partie basses. Les radiations reçues au sol sont assez importantes. Les effets d'ICU sont à prévoir.



La faible hauteur de bâti en cœur d'îlot et au sud de l'opération permet d'équilibrer l'éclairage naturelle sur l'opération. La densité importante peut cependant défavoriser certains bâtis de faible hauteur. Le contexte génère des masques importants à l'ouest.



Etat initial

- Densité actuelle
- Cadre de vie
- **Nature en ville**
- Synthèse et besoins du site

EN BREF

- L'ensemble des sites du projet dispose de 18,2 % d'espaces verts soit 2 710 m². Seuls 4 lots en sont pourvus (Haguette, République, Denfert-Rochereau et Raspail-Samson).
- A l'état initial, les sites de projet disposent d'en moyenne 210 m² d'espaces verts à moins de 300 m à pied par habitant et respectent donc la recommandation de l'OMS.
- Le coefficient d'imperméabilisation à l'échelle du périmètre est d'environ 92% en moyenne sur l'ensemble des îlots.

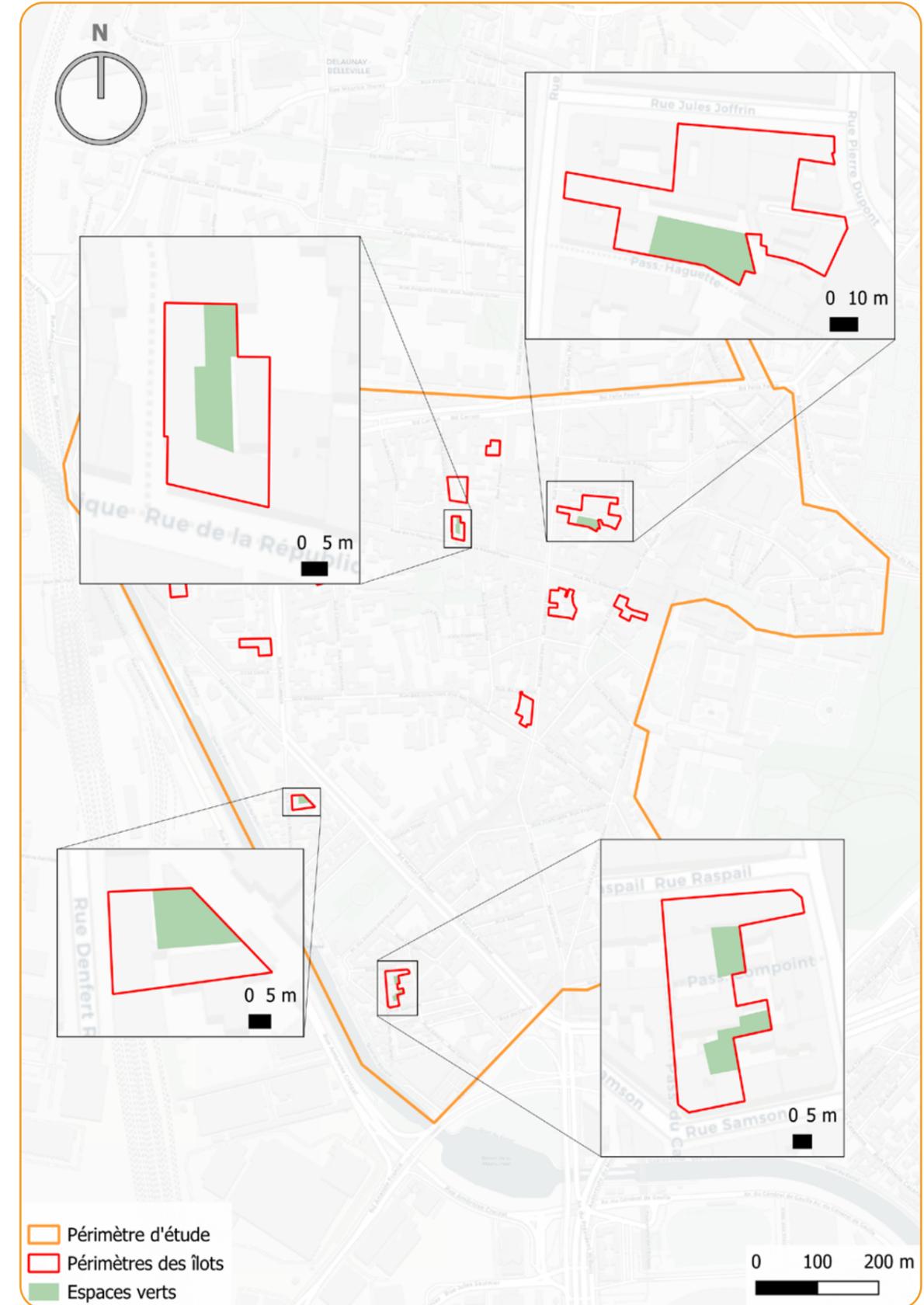
ETAT INITIAL

Espaces verts au sein des lots et à proximité

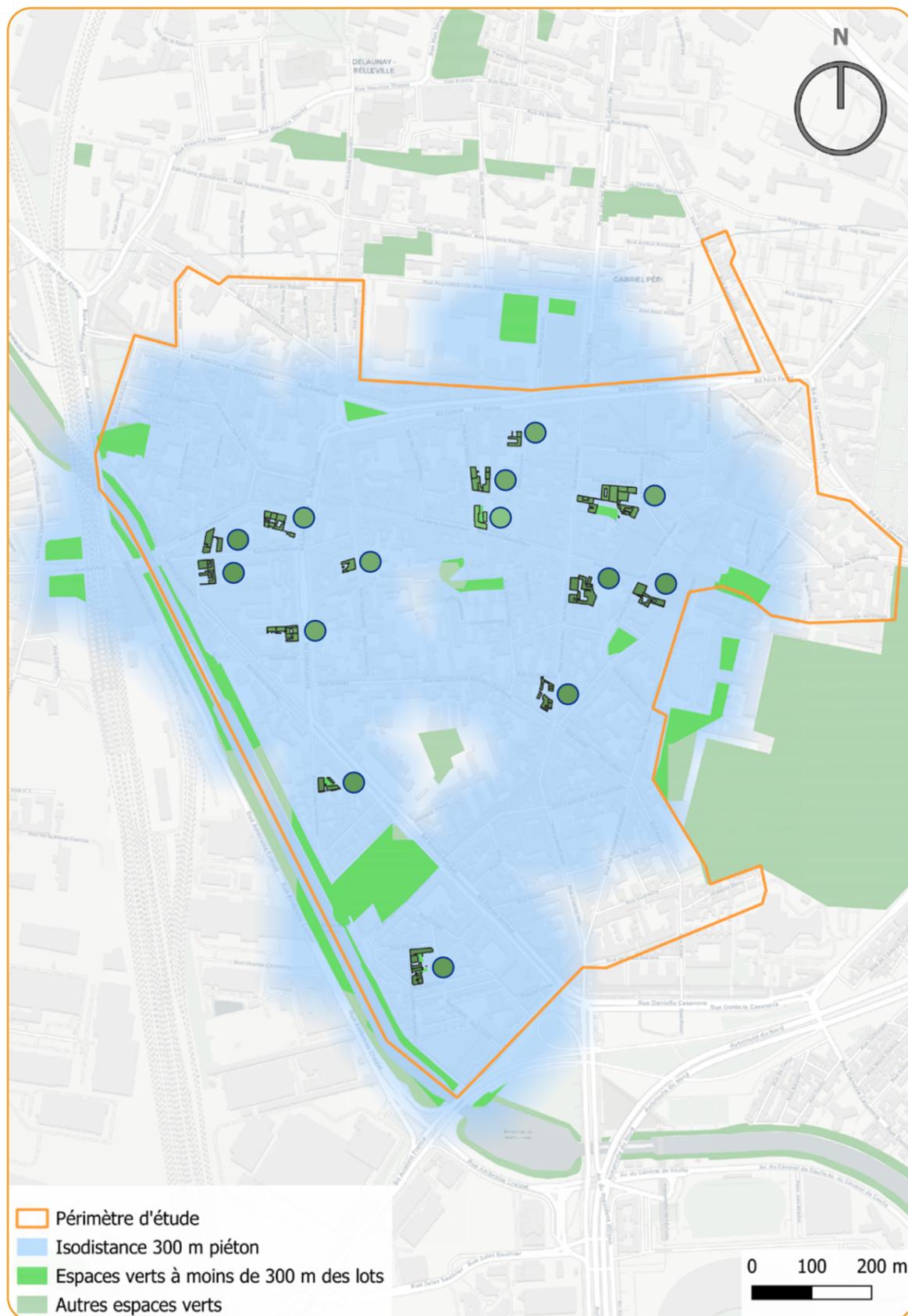
A l'échelle de la commune de Saint-Denis, plus de 75 ha d'espaces verts sont disponibles, soit environ 6% de sa surface totale.

Seuls 4 lots sont pourvus d'espaces verts. L'ensemble de ces espaces représente environ 2 710 m², soit 18,2 % de la superficie totale des lots. Malgré le nombre très limité d'espaces verts, ces habitats permettent néanmoins l'existence d'une biodiversité au sein des 4 sites qui en sont pourvus.

La préservation, la conservation et la diversification de la biodiversité dans le quartier est essentiel pour assurer la régulation du climat, la disponibilité en eau lors d'épisode caniculaire, l'accès à des ressources naturelles, les services culturels et récréatifs, ainsi que la résilience des écosystèmes face aux perturbations climatiques comme le risque d'inondation par ruissellement.



Les espaces verts des sites à l'état initial (source TRANS-FAIRE, 2023)



Espaces verts par habitant et par bâtiment à l'état initial (source TRANS-FAIRE, 2023)

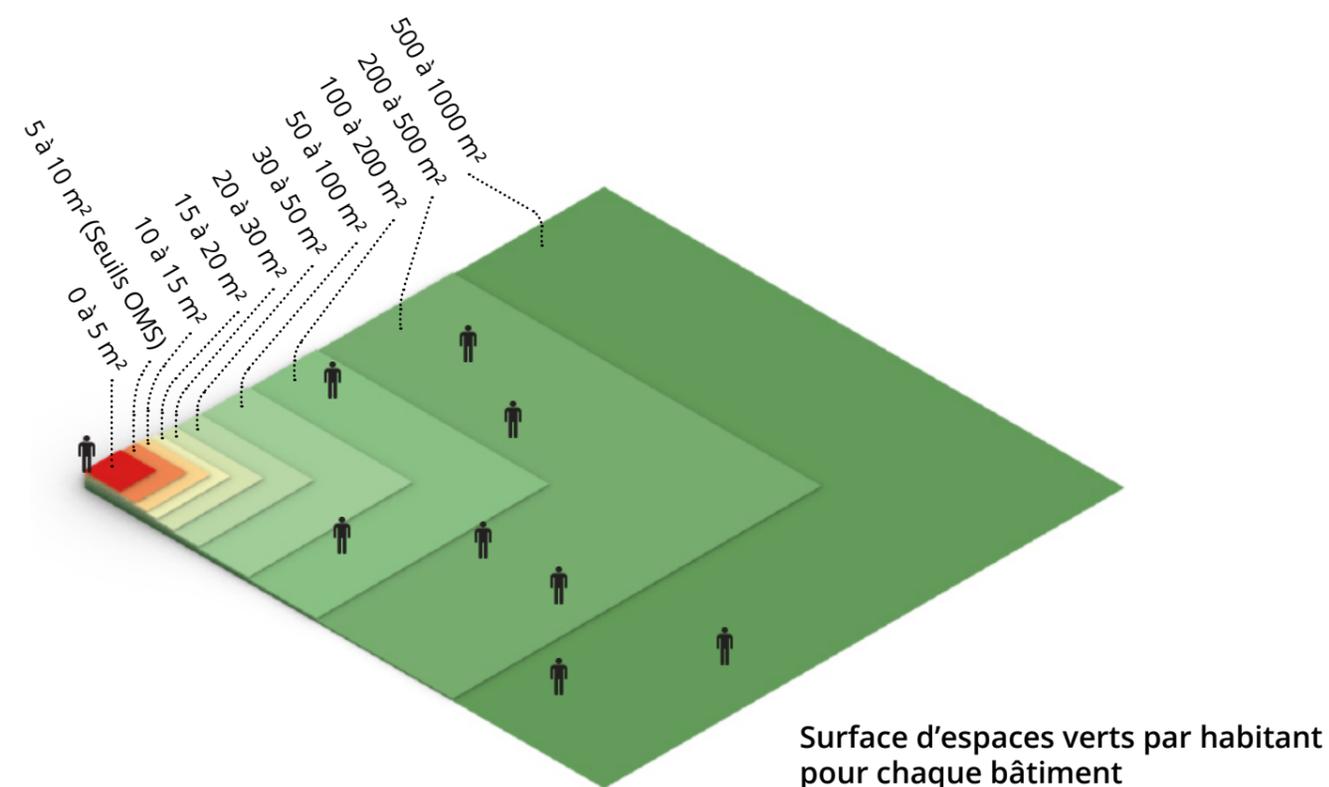
Espaces verts à proximité du site

La surface d'espaces verts cumulés à moins de 300 m de chaque îlot de projet est d'environ 146 900 m², en comptabilisant les espaces verts à l'intérieur des lots. Cela représente environ 17,4 % d'espaces verts sur la surface accessible par les usagers à moins de 300 m de leur logement, bien inférieur à la moyenne à l'échelle de Paris où les espaces verts représentent environ 31% du territoire¹.

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) demande que chaque habitant dispose d'au moins 12 m² d'espaces verts à moins de 300 m de chez lui. A l'échelle du périmètre, la surface d'espaces verts disponible par habitant représente en moyenne 210 m² en comptabilisant environ 1 500 habitants hypothétiques. Cette surface prend en compte les espaces verts attenant au périmètre d'étude comme par exemple une partie du Parc de la Légion d'Honneur.

La cartographie ci-contre représente avec une échelle de couleur, la surface d'espaces verts disponible à 300 m pour chaque habitant.

¹ APUR, 2021

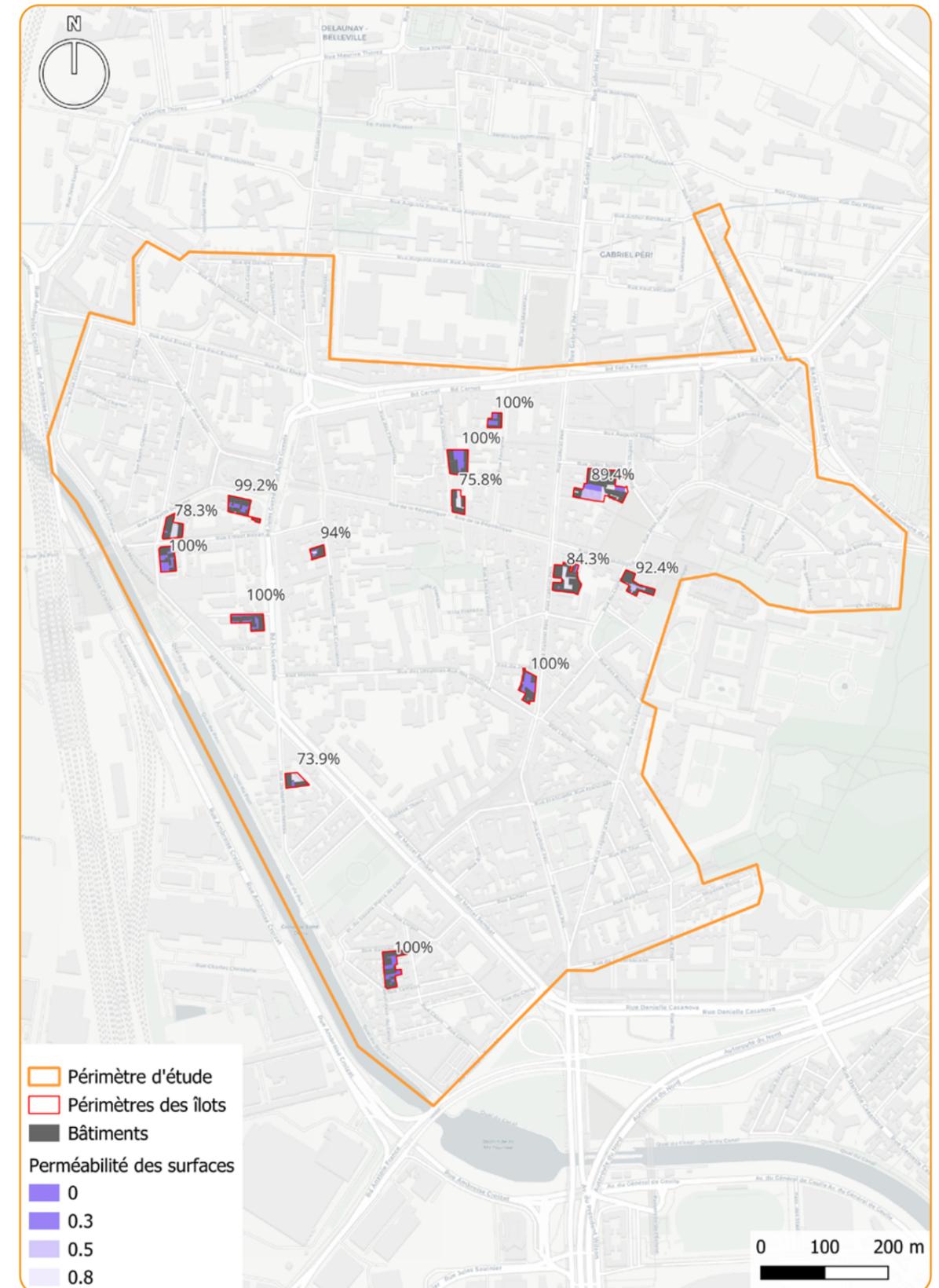
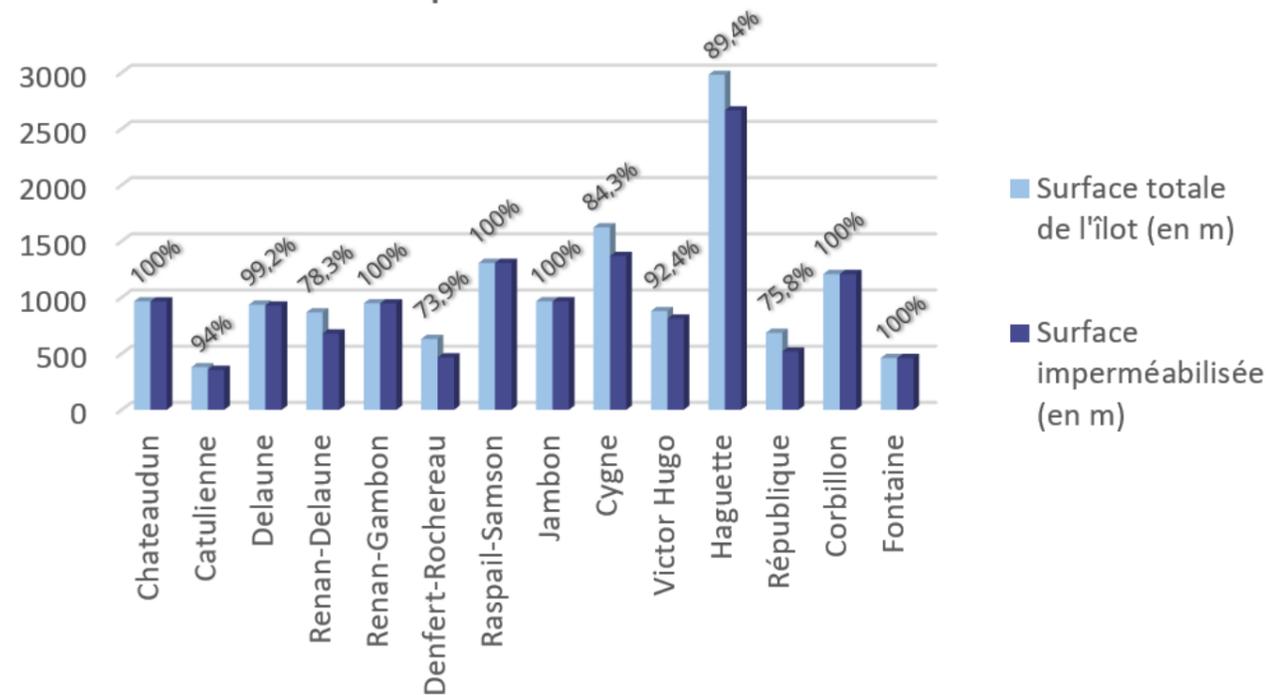


Coefficient d'imperméabilisation

L'imperméabilisation des sols est souvent due à des sols très artificialisés qui peut avoir des incidences sur le cycle de l'eau. Plus un projet est dense et occupe la parcelle, plus il est considéré comme facteur d'imperméabilisation. La densification doit être pensée de manière cohérente en prenant en compte cet enjeu et conciliée au besoin de nature en ville pour limiter l'imperméabilisation des sols. La cartographie représente les espaces imperméabilisés sur le périmètre de projet.

A l'état initial, le coefficient d'imperméabilisation est de 92 % en moyenne sur l'ensemble des îlots. L'imperméabilisation minimale est atteinte sur l'îlot Denfert-Rochereau avec un coefficient de 73,9 %, tandis que l'imperméabilisation maximale est atteinte sur 6 îlots comme par exemple Châteaudun avec un coefficient de 100%. La densification est élevée mais le fort taux d'imperméabilisation est surtout la conséquence de l'imperméabilisation des espaces public et privé.

Surface imperméabilisée au sein des îlots



Perméabilité du sol et coefficient d'imperméabilité à l'état initial (source TRANS-FAIRE, 2023)

Etat initial

Densité actuelle

Cadre de vie

Nature en ville

Synthèse et besoins du site

+

- Hauteurs de bâti faibles, en cohérence avec le reste du centre-ville.

±

-

DENSITÉ ACTUELLE

- Nombre très important de commerces (plus de 1 000) en centre-ville.
- De nombreux équipements en proportion bien répartie selon les secteurs (santé, enseignement, etc.) sont à disposition des habitants à moins de 10 minutes à pied.

CADRE DE VIE

- L'ensemble des sites présente environ 18,2% d'espaces verts.
- Le quartier offre en moyenne 210 m² d'espaces verts par habitant à moins de 300 m des sites. Il respecte donc la recommandation de l'OMS.

- Seulement 4 îlots sont pourvus d'espaces verts.

- Fort coefficient d'imperméabilité en moyenne sur l'ensemble des sites (92%).

NATURE EN VILLE

Synthèse et besoins du site

- Densité projetée
- Cadre de vie
- Nature en ville
- Synthèse des incidences

EN BREF

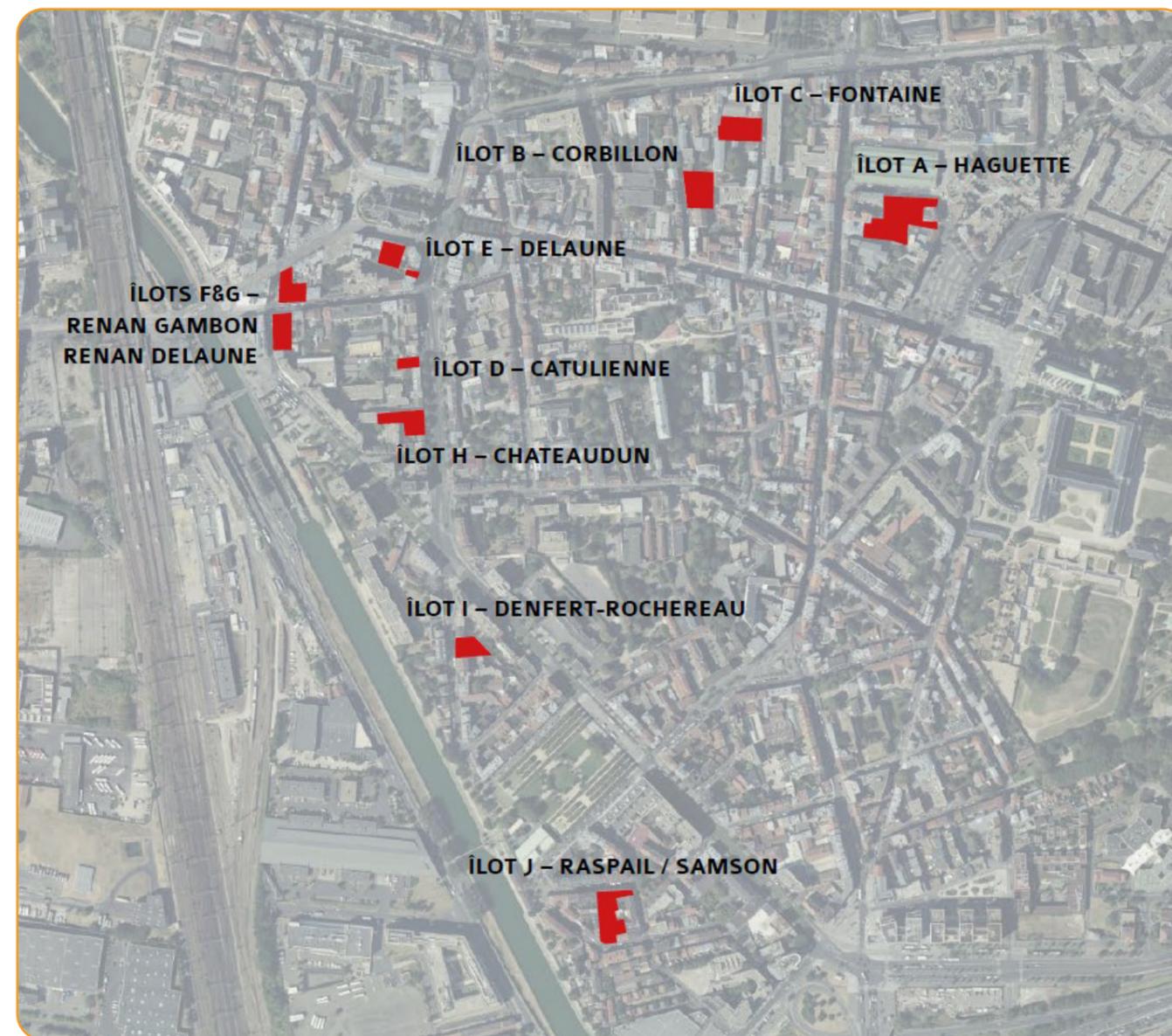
- Des hauteurs de bâtiments allant de R+3 en moyenne jusqu'à R+4 (soit une quinzaine de mètres).
- Un coefficient d'emprise au sol de 1,4 à l'état projet correspondant à une densité d'habitat collectif rural en centre bourg.
- Des espaces privés prédominants (environ 92% sur l'ensemble des sites du projet).

ETAT PROJET

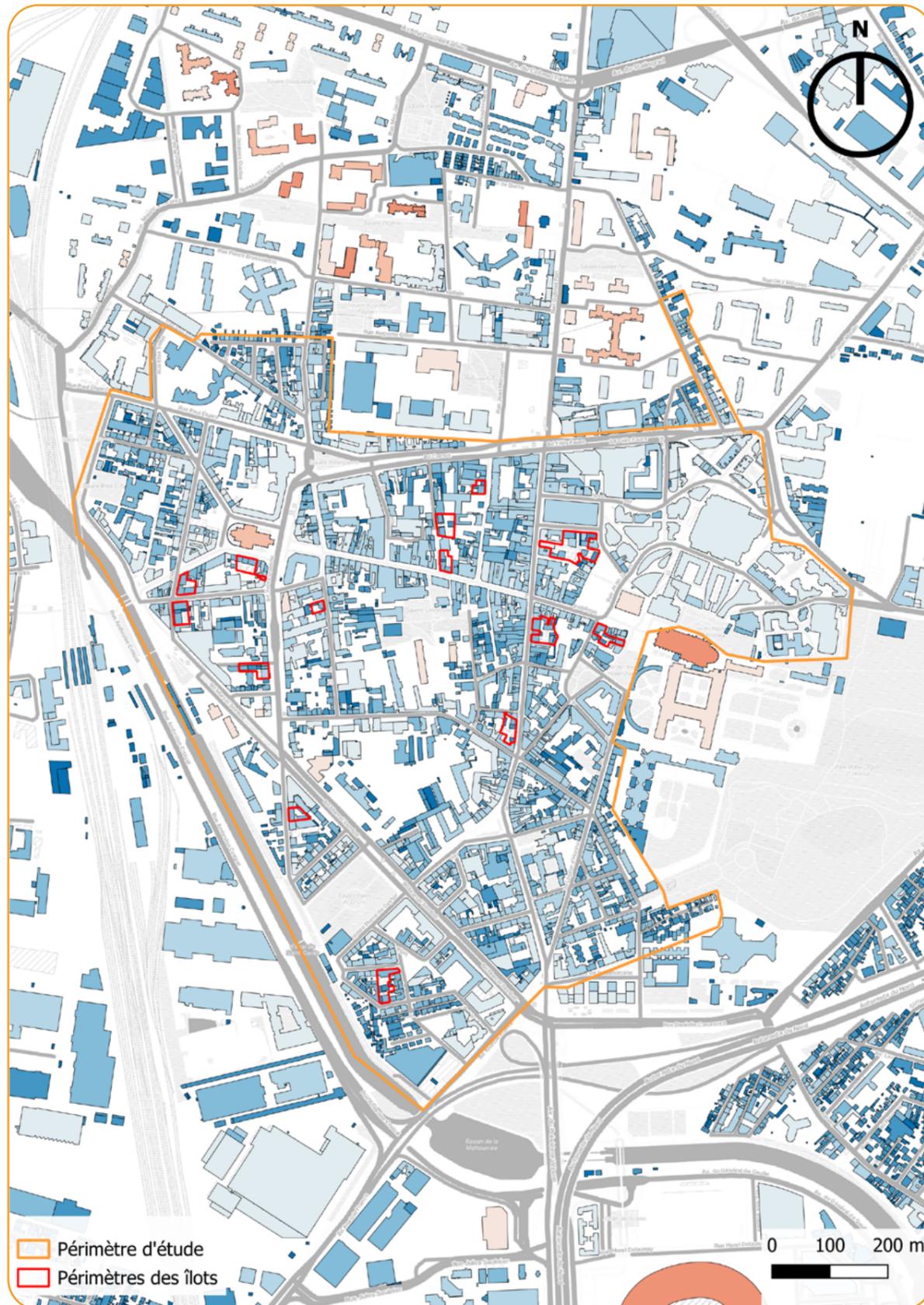
Densité de logements

Le projet étendu sur 14 opérations inscrit dans le cadre de la convention ANRU au titre d'îlot NPNRU et PNRQAD propose la réhabilitation de certains bâtiments, et la démolition/ construction dans le quartier.

La densité de logements à l'état projet est de 202 logements/ha avec une densité de population de 489 habitants/ha. Il y a donc une forte diminution de ces densités par rapport à l'état initial (initialement de 306 logements/ha et 740 habitants/ha) en partie causée par l'insalubrité et la suroccupation des lieux.



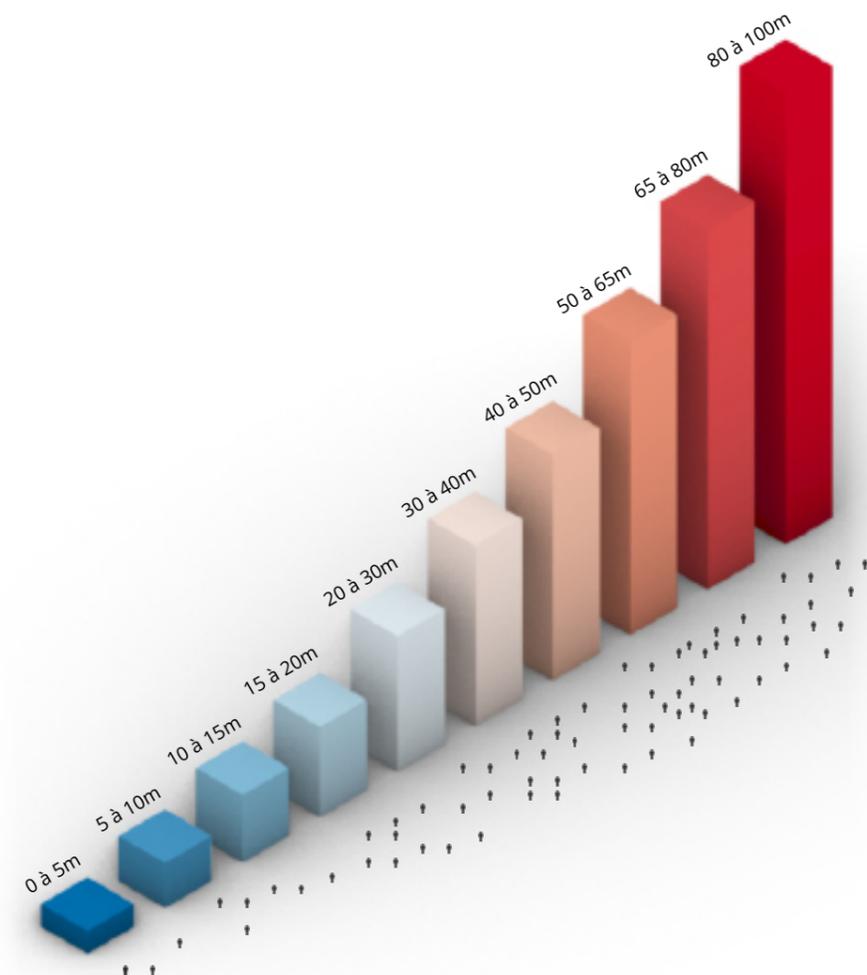
Plan des sites de projet (source Atelier Ruelle, 2022)



Hauteurs du bâti à l'état projet (source TRANS-FAIRE, 2023)

Hauteurs bâties

Le projet prévoit de réaménager l'ensemble du site et la construction de nouveaux bâtiments. A l'état projet, les hauteurs sur l'ensemble des bâtiments restent également faibles, en moyenne entre R+2 et R+3 allant jusqu'à un maximum R+6, soit environ 21 mètres. Cette légère augmentation n'implique cependant pas de contraste entre les bâtiments du projet et ceux du centre-ville. Ils restent dans l'ensemble dans les mêmes ordres de grandeur et s'inscrivent dans la continuité des bâtiments du centre-ville.



Hauteurs bâties moyennes par lot

Le tableau ci-dessous représente les hauteurs moyennes des bâtiments dans chaque îlot avec la hauteur à l'état initial en premier et la hauteur à l'état projet en second.

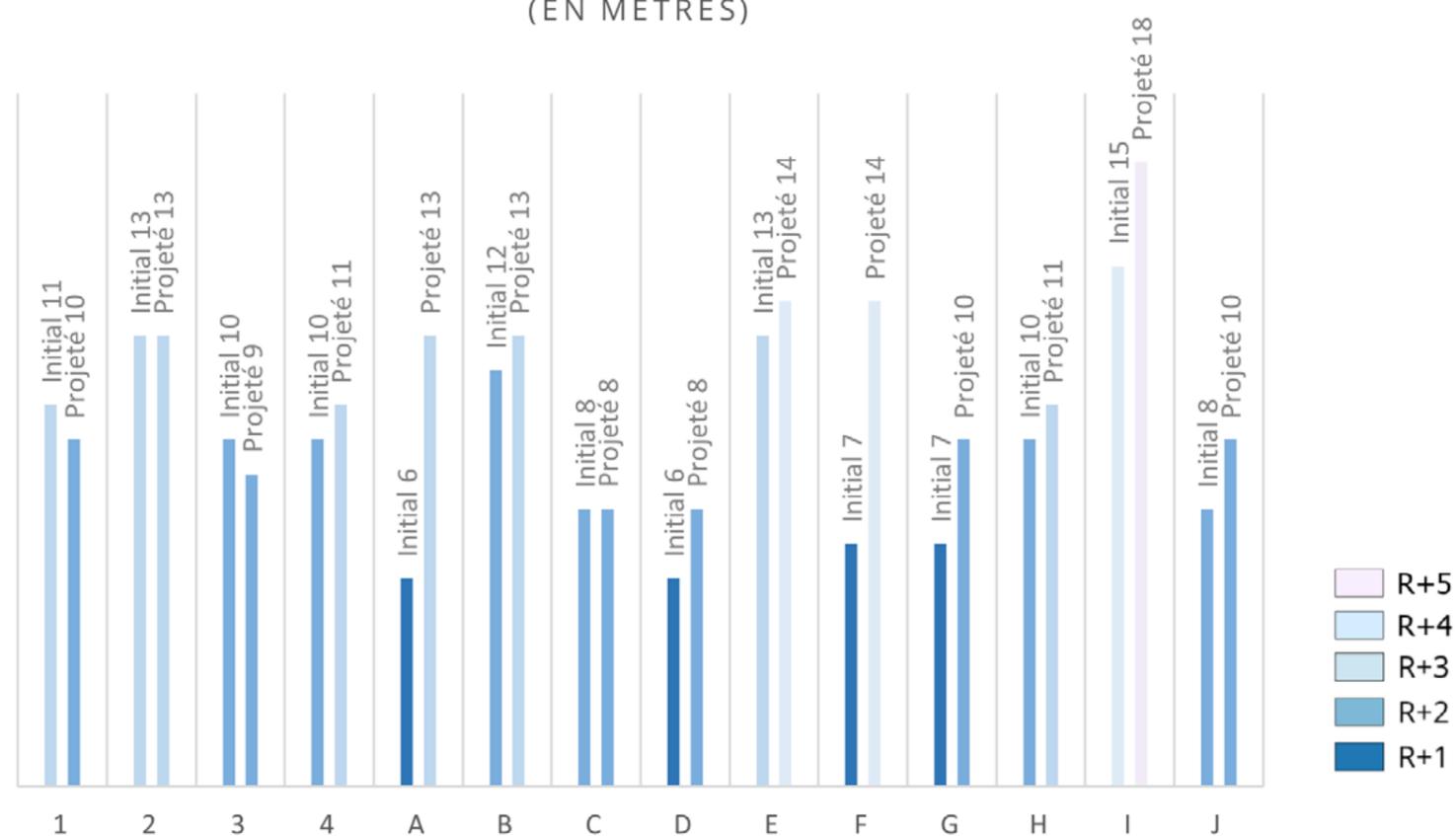
A l'état projet, la hauteur moyenne au sein d'un lot augmente légèrement sur l'ensemble des sites du fait de la surélévation ou de la reconstruction en cohérence avec le contexte bâti. Certaines différences mineures de hauteur peuvent s'expliquer du fait de la méthodologie de calcul qui moyenne les hauteurs bâties et arrondis alors le nombre d'étage moyen sans pour autant avoir des incidences significatives sur le tissu urbain.

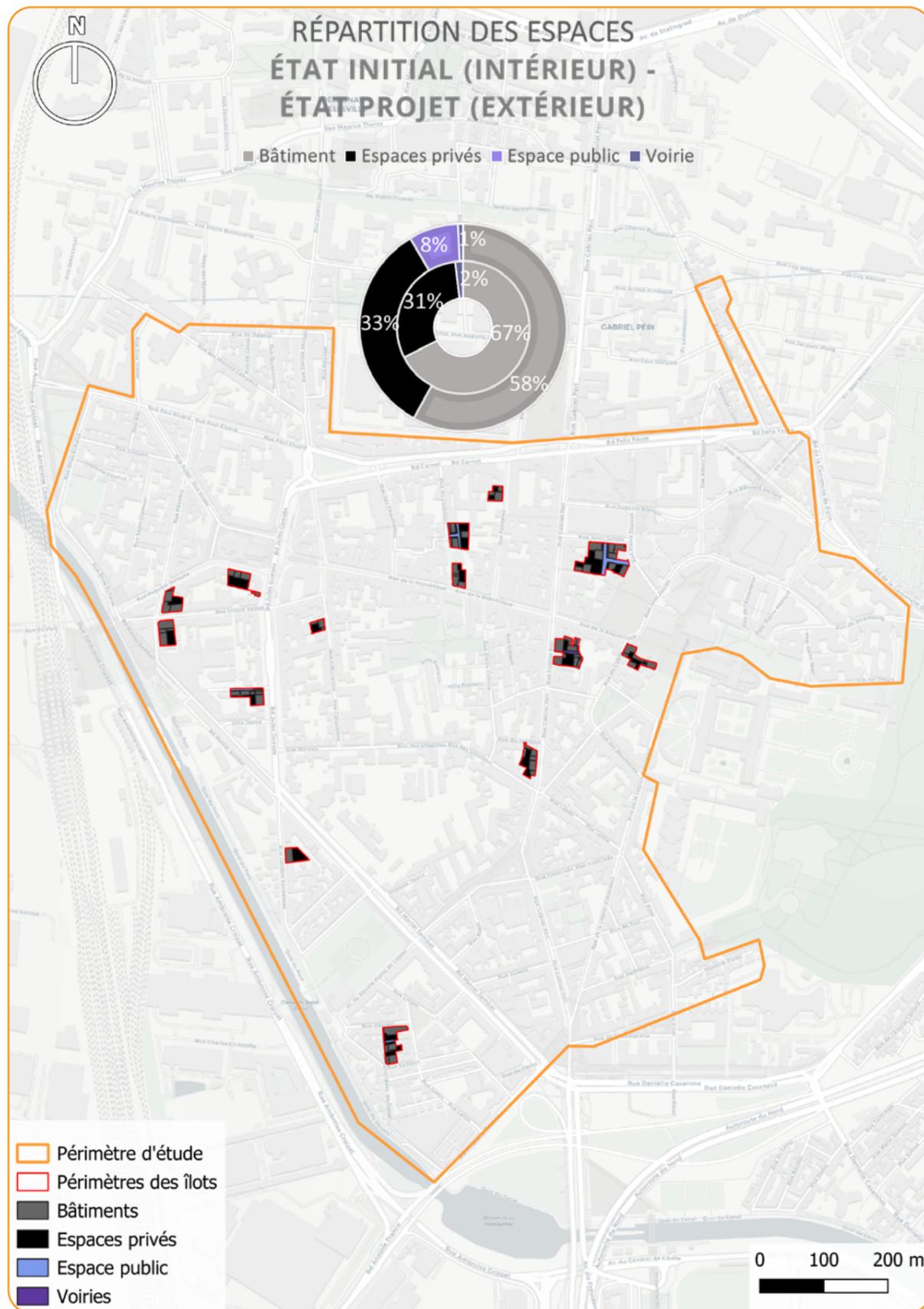
On note une densification importante sur l'îlot Haguette (A) qui explique des hauteurs plus importantes qu'à l'état initial et qui permet de libérer de l'espace de pleine terre en cœur d'îlot et de constituer un espace public de qualité.

La différence notable sur les îlots Renan-Gambon et Renan-Delaune (F et G) ou l'épannelage des nouveaux bâtiments viens s'accrocher au tissu bâti existant et permet de densifier l'îlot qui se trouve à proximité de la gare RER.

HAUTEURS MOYENNES PAR LOT

(EN MÈTRES)





Espaces privés et public à l'état projet (source TRANS-FAIRE, 2023)

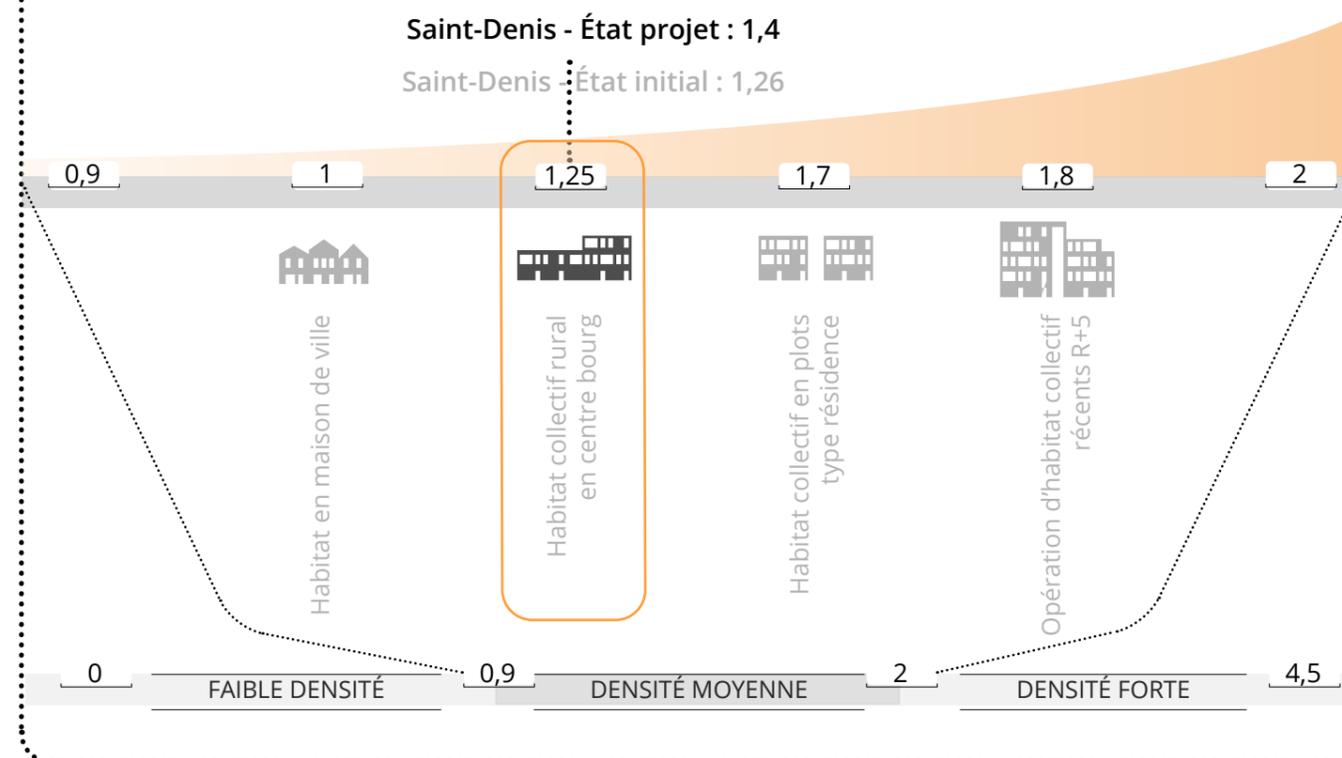
Espaces public et privé

Les espaces privés représentent 92% de la superficie du périmètre. Les espaces privés sont d'avantage ouvert et désenclavés dans certains îlots qu'à l'état initial et permettent des ouvertures et traversées grâce à l'introduction d'espace public au sein des îlots. Les espaces publics à l'état projet (hors voirie) comprennent environ 1 142 m² soit 8% de la surface du périmètre.

Le graphique présente la répartition à l'état initial sur le cercle extérieur et la répartition à l'état projet sur le cercle intérieur. La diminution de l'emprise des bâtiments (67% à l'état initial contre 58% à l'état projet) a permis l'augmentation de la surface des espaces publics (0% à l'état initial contre 8% à l'état projet).

Coefficient d'emprise au sol (CES)

Le coefficient d'emprise au sol à l'état projet est d'environ 1,4 correspondant à un intermédiaire entre de l'habitat collectif rural en centre bourg et de l'habitat collectif en plots type résidence, soit à de la densité moyenne. L'état projet peut néanmoins être considéré comme de l'habitat en centre bourg à la densité de 1,25. Il augmente légèrement par rapport à l'état initial.



Coefficient d'emprise au sol pour le projet selon le référentiel de densité (source TRANS-FAIRE, 2023)

Etat projet

- Densité actuelle
- Cadre de vie
- Nature en ville
- Synthèse des incidences

EN BREF

- Plus de 100 équipements à proximité du site du projet (à moins de 10 min à pied).
- Diminution du nombre brut de commerces mais augmentation de leur superficie moyenne.
- Le projet n'affecte globalement pas l'ensoleillement par rapport à l'état initial et l'améliore même sur certains îlot.

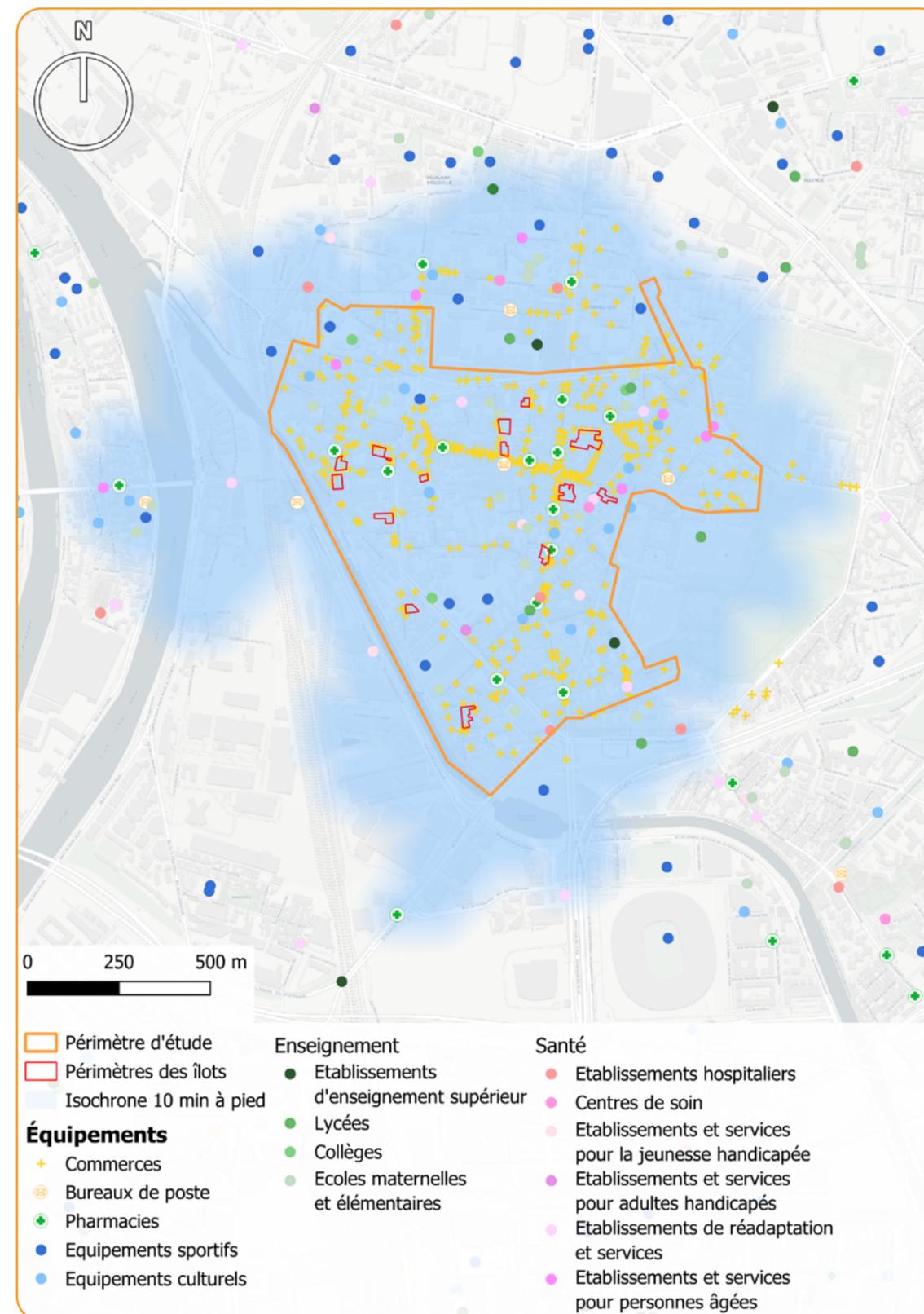
ETAT PROJET

Équipements présents à 10 min à pied

À l'état projet, une diminution d'une trentaine de commerces est entraînée par la restructuration des RDC des bâtiments. L'important nombre de commerces (plus de 1 000) du centre-ville compense cette diminution d'autant plus que la surface de commerce tend même à augmenter. Cela est dû à de nombreuses cellules commerciale de très petite surface qui sont à l'état projet regroupé pour faciliter la revente des coques commerciales avec des surfaces de commerces plus importante qu'à l'état initial. Le nombre important d'équipements qui se trouvent dans l'isochrone des 10 minutes à pied du périmètre n'évolue pas. Le projet n'a pas d'incidence à ce sujet.

Qualité de vie

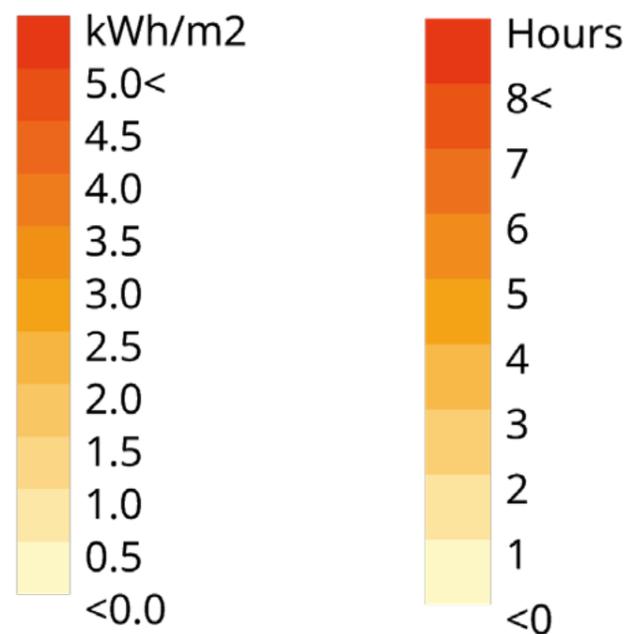
La cartographie suivante repère les équipements à moins de 10 minutes à pied de chaque bâtiment. Tous les bâtiments du périmètre restent correctement desservis par les équipements et services de proximité.



Équipements à 10 minutes à l'état projet (source TRANS-FAIRE, 2023)

Analyses solaires

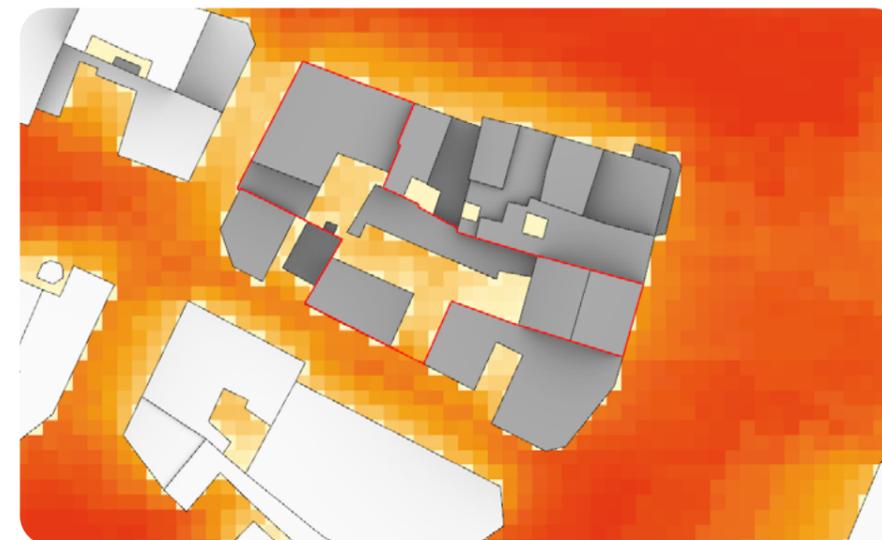
L'analyse d'ensoleillement permet de comparer les modifications de l'environnement avant et après projet. Globalement, la végétation en cœur d'îlot limitera drastiquement les effets d'ICU. Les façades sont globalement mieux ensoleillées et perturbent moins l'ensoleillement du contexte.



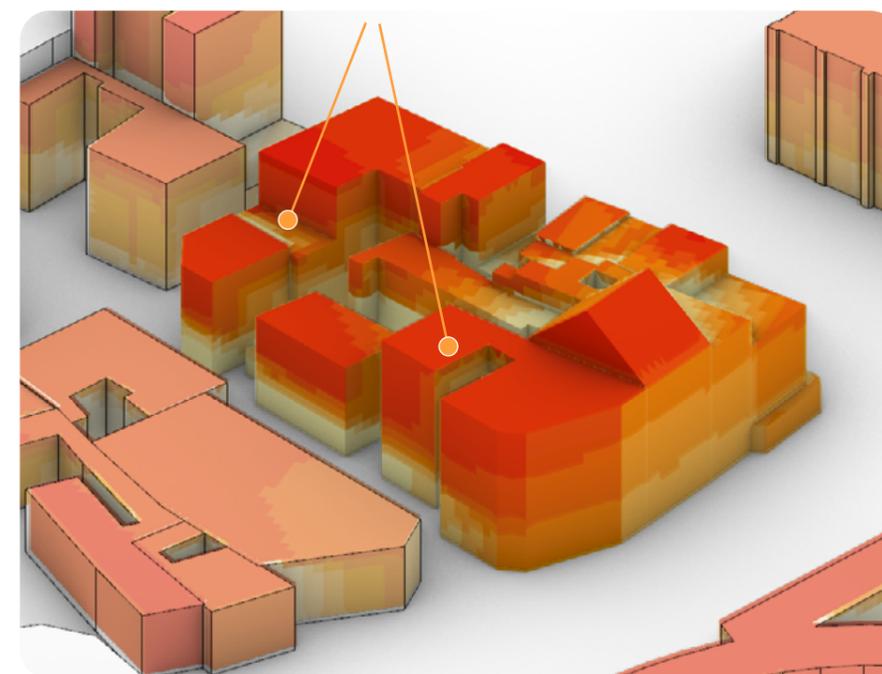
Echelles graphiques utilisées pour l'analyse de radiation à gauche et l'analyse d'ensoleillement à droite (source TRANS-FAIRE, 2022)

VICTOR-HUGO

Les radiations au sol sont maîtrisées et homogènes par rapport à l'état initial. Il n'y a pas de modification significative. La végétation limitera les effets d'ICU en cœur d'îlot.



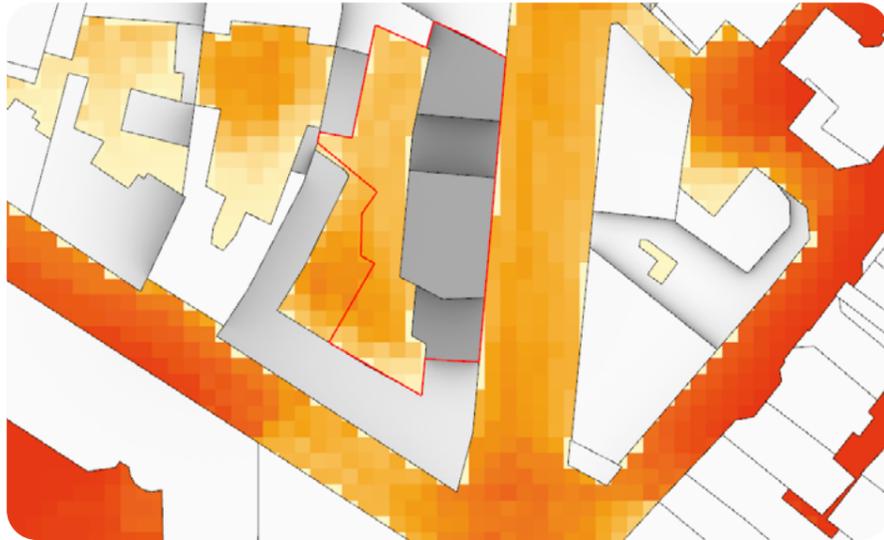
L'ensoleillement des façades est plus homogène grâce à la dé-densification du bâti. Les RDC restent cependant peu ensoleillés l'hiver. La cour de l'immeuble à l'état initial est modifiée par un bâti de même gabarit sans cour pour maximiser l'ensoleillement en façade.



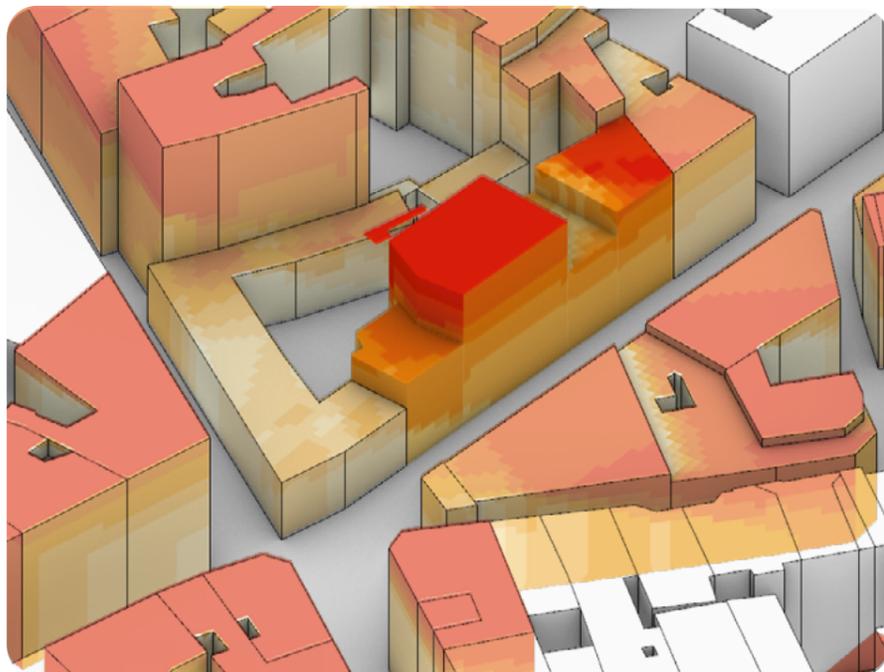
JAMBON

Les radiations au sol sont maîtrisées et homogènes par rapport à l'état initial.

La végétation limite les effets d'ICU en cœur d'îlot.

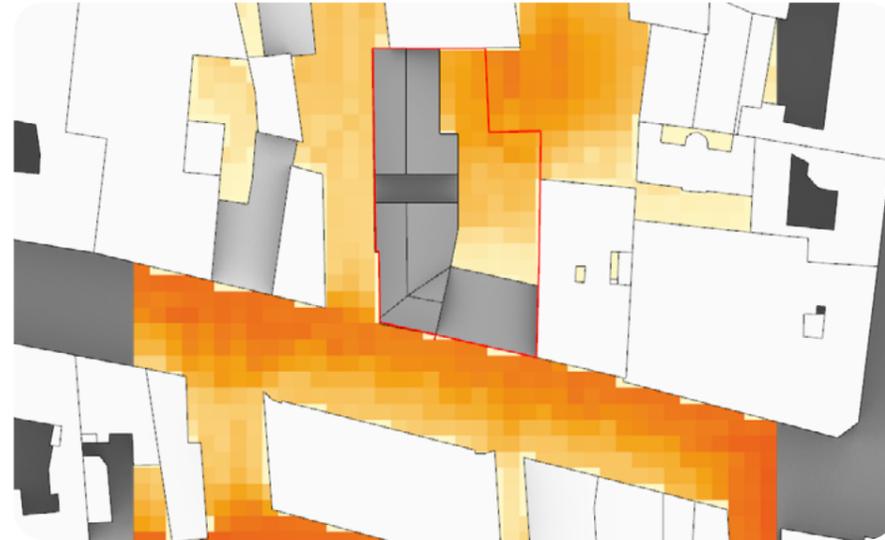


L'ensoleillement des façades est plus homogène avec la nouvelle composition du bâti. Le gabarit et l'épaisseur du bâti, permet d'ensoleiller tous les logements.

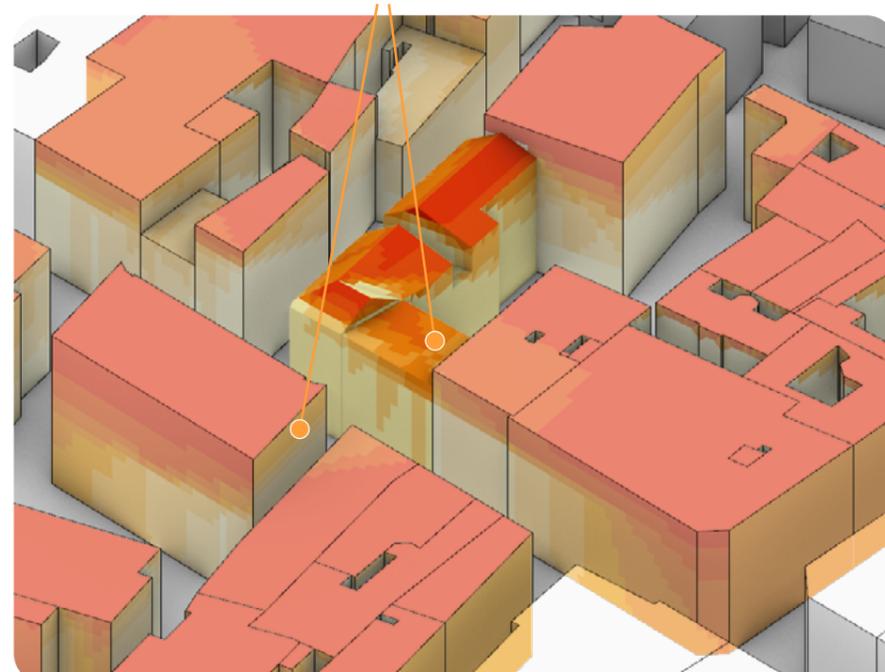


RÉPUBLIQUE

Les radiations au sol ne sont pas significativement modifiées

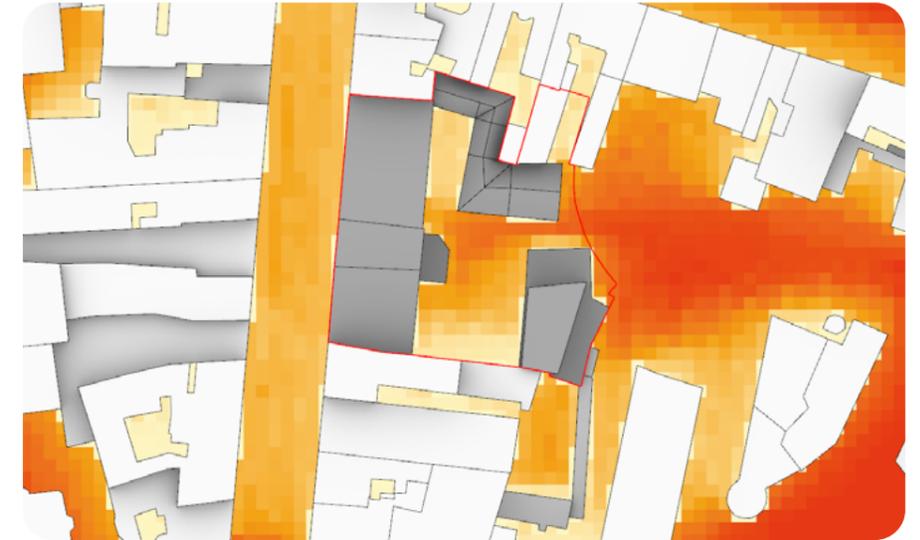


L'ensoleillement des façades n'est globalement pas modifié. Le bâtiment en cœur de parcelle est retiré.

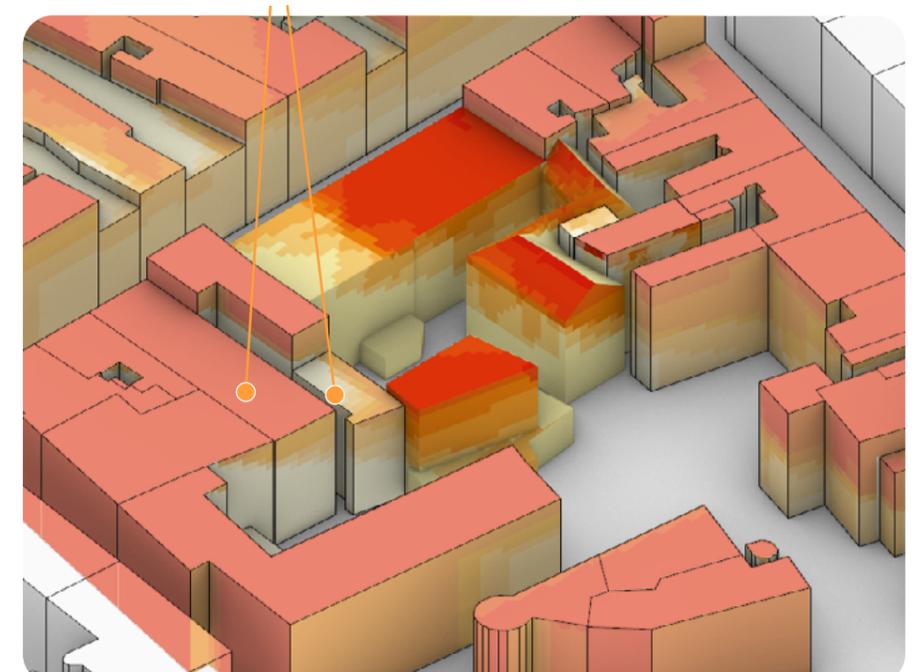


CYGNE

Les radiations au sol sont plus importante qu'à l'état initial du fait de la densification, mais le cœur d'îlot sera largement végétalisé, ce qui limitera les effets d'ICU.



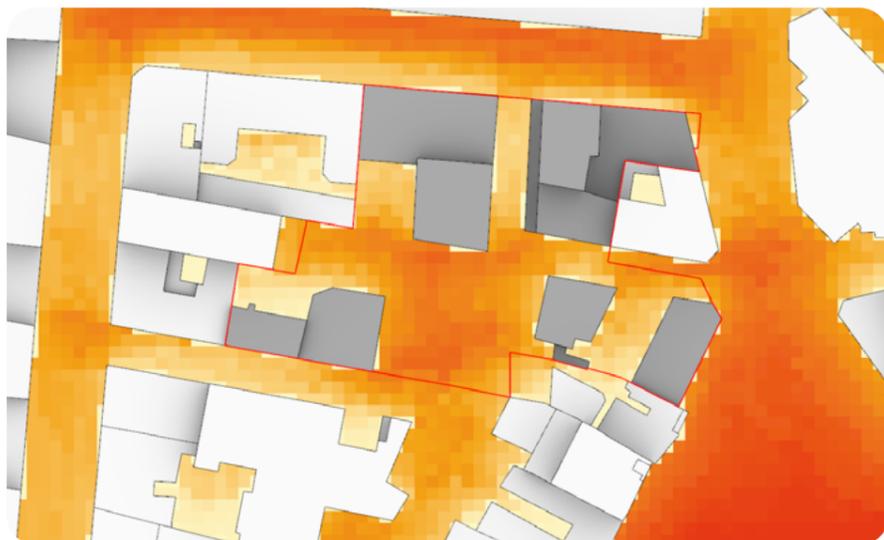
L'ensoleillement des façades n'est globalement pas modifié.



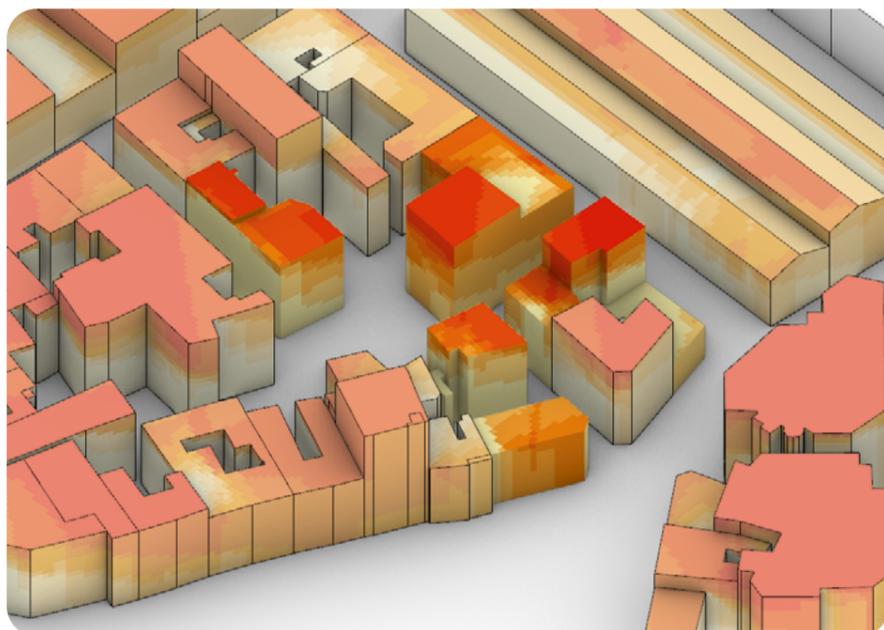
HAGUETTE

Les radiations au sol sont maîtrisées et homogènes par rapport à l'état initial.

Le bâti avec une hauteur plus importante qu'à l'état initial permet de limiter les rayonnements sur les ruelles générées. La végétation en plein cœur d'îlot limitera les effets d'ICU.

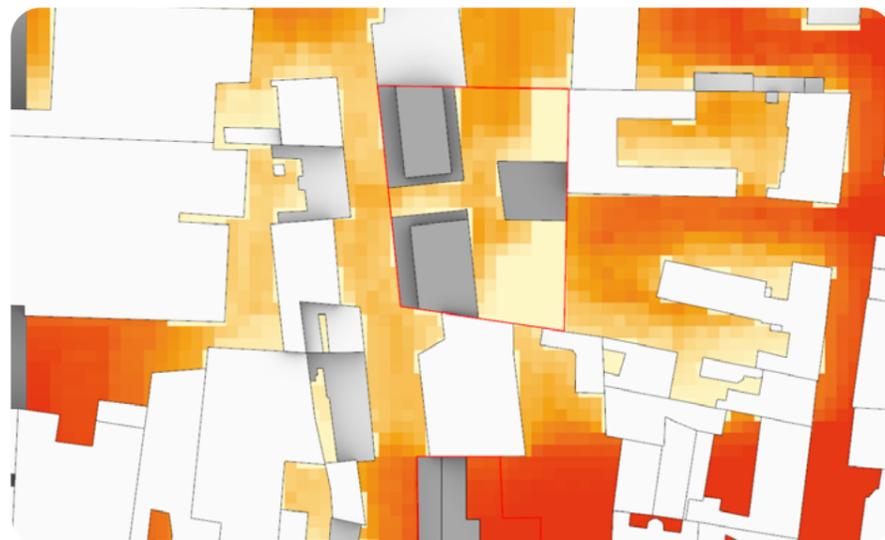


L'ensoleillement des façades est plus homogène et permet d'éclairer naturellement la plupart des logements en hiver. Le projet ne génère pas de masque significatif sur son contexte.

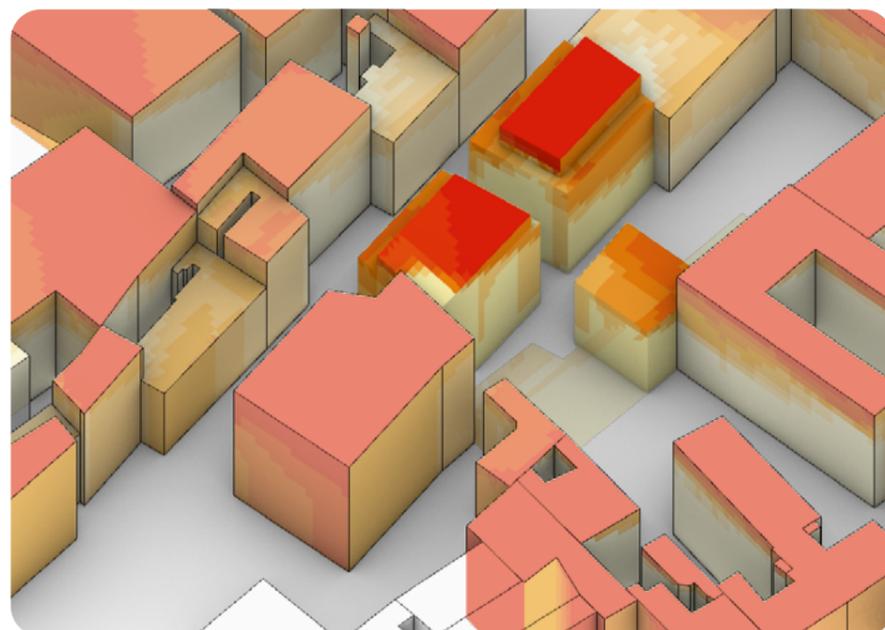


CORBILLON

Les radiations au sol ne sont pas significativement modifiées mais la faille nouvellement créée permettra de ventiler dans une moindre mesure le cœur d'îlot.



L'ensoleillement des façades est amélioré. Les nouveaux bâtiments sur rue reçoivent plus de lumière naturelle en hiver.

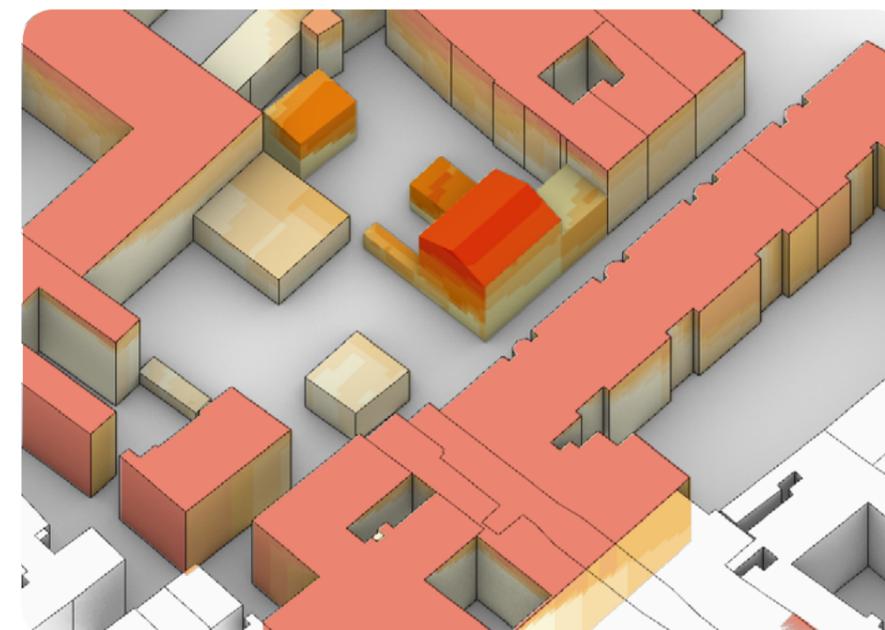


FONTAINE

Les radiations au sol seront plus importantes par rapport à l'état initial. La végétation limitera les effets d'ICU en cœur d'îlot.

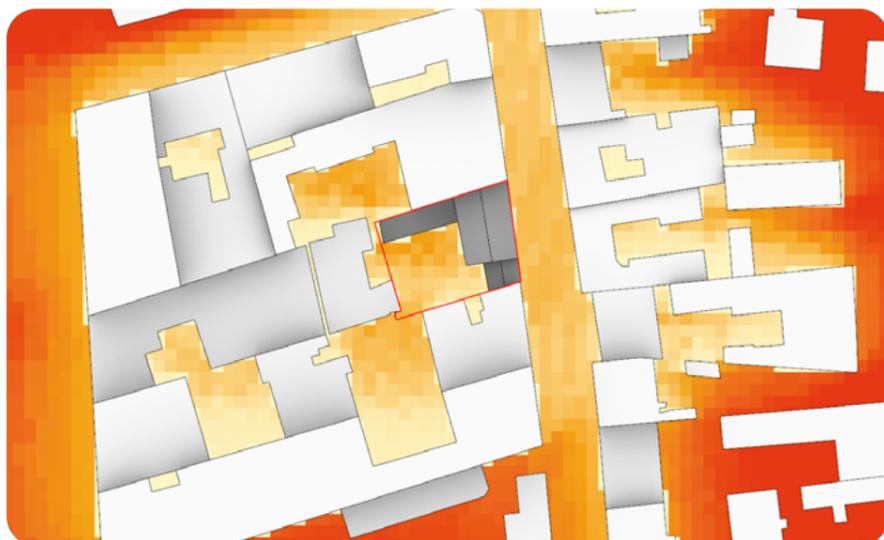


L'ensoleillement des façades est plus homogène et l'aile au nord dispose de plus d'éclairage naturel. Les nouvelles constructions font moins de masque au contexte situé au nord de la parcelle.

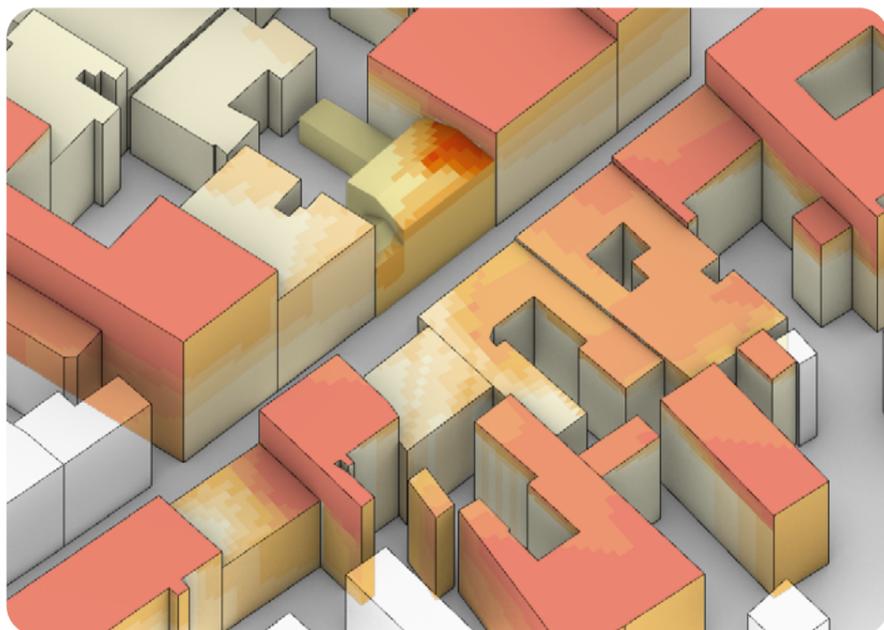


CATULIENNE

Les radiations au sol ne sont globalement pas modifiées. Le cœur d'îlot sera végétalisé, ce qui limitera les effets d'ICU.

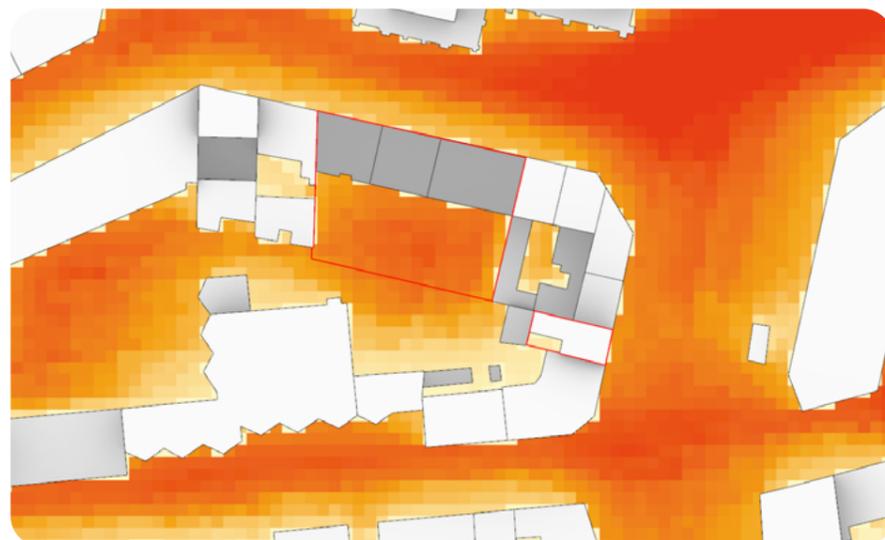


L'ensoleillement des façades n'est globalement pas modifié. La surélévation bénéficie de plus d'ensoleillement qu'aux étages inférieurs

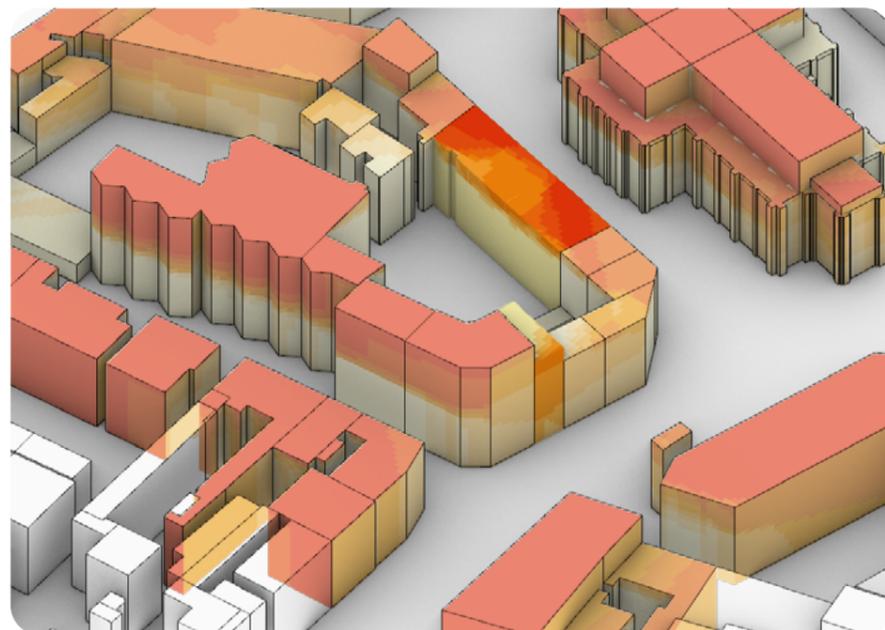


DELAUNE

Les radiations au sol sont plus importantes qu'à l'état initial mais la végétation au cœur d'îlot limitera les effets d'ICU.



L'ensoleillement direct du soleil sur les façades en hiver n'est pas modifié du fait de la hauteur importante du bâti au sud. Le nouvel aménagement intérieur des logements traversant permettra cependant d'augmenter la lumière naturelle indirecte et diffuse et le confort des habitants.

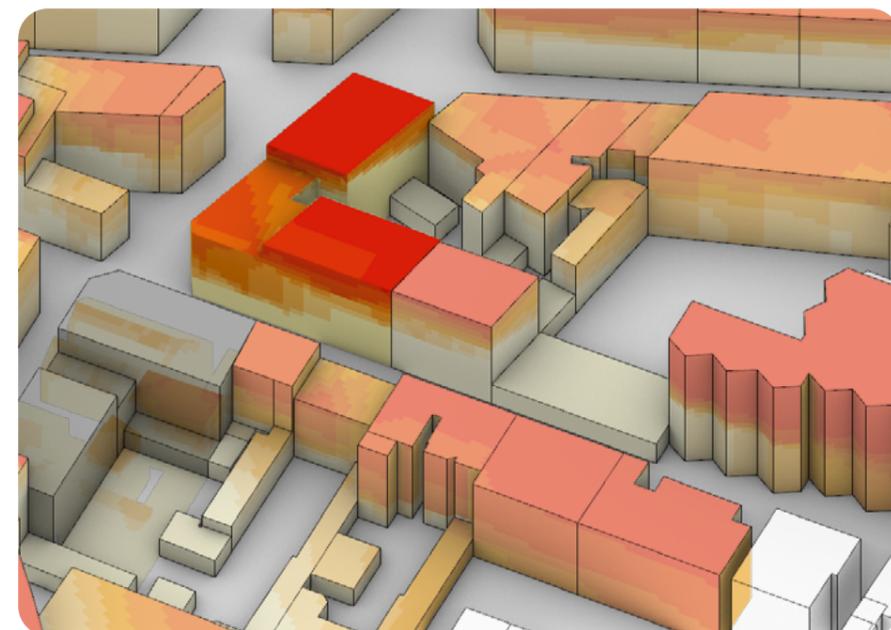


RENAN-DELAUNE

Les radiations au sol sont diminuées de part la hauteur plus importante, à l'état projet, des nouvelles constructions.

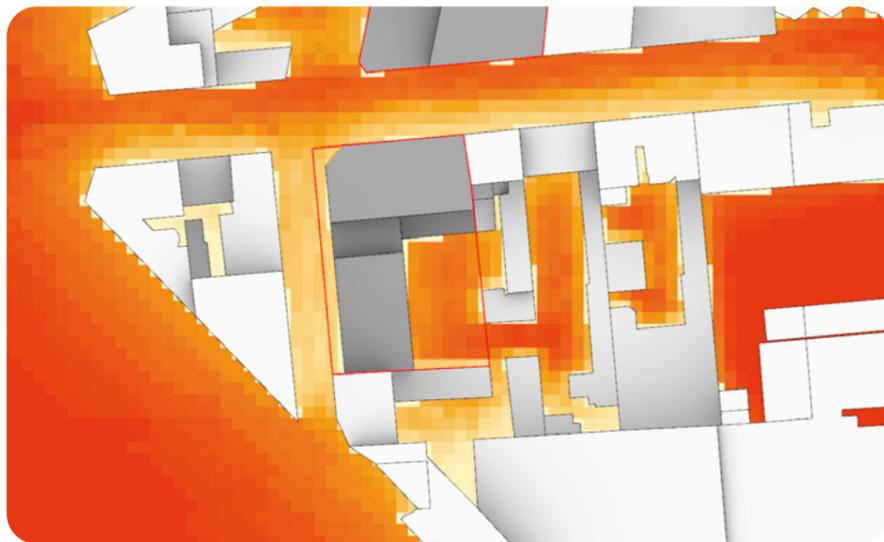


L'ensoleillement des façades n'est pas significativement modifié. Les étages supérieurs reçoivent une quantité importante de lumière naturelle en hiver. Les bâtiments du contexte au nord ouest de l'opération sont un peu moins ensoleillés en façade.

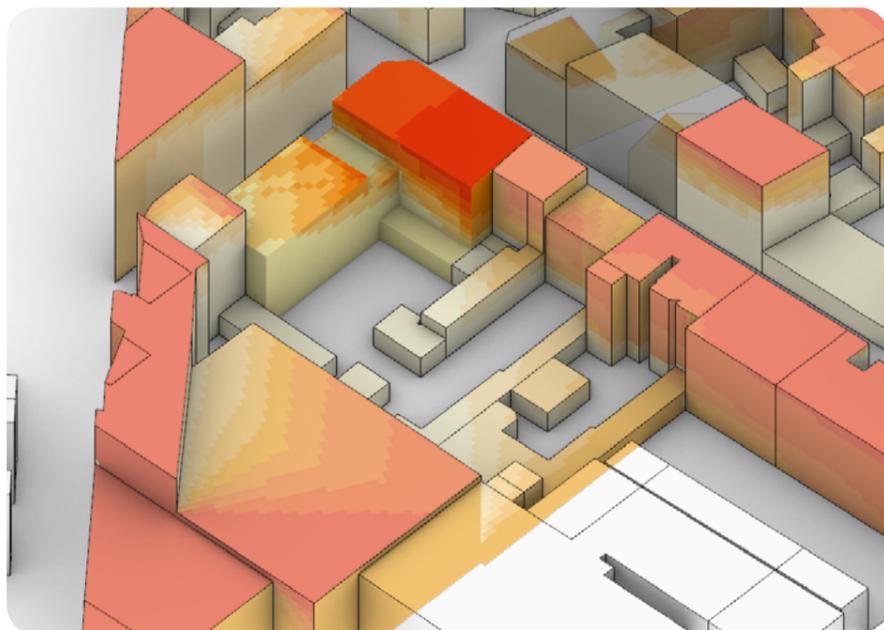


RENAN-GAMBON

Les radiations au sol seront plus importantes par rapport à l'état initial du fait de l'aération du cœur d'îlot. La végétation limitera les effets d'ICU.

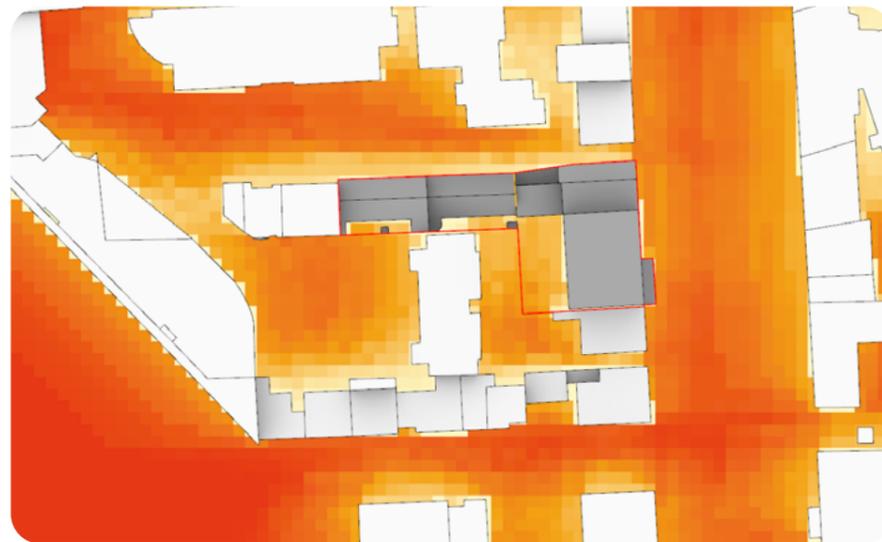


L'ensoleillement des façades est plus homogène au nord de l'opération. Les nouvelles constructions à l'est ne profitent pas de l'ensoleillement direct en hiver du fait du contexte bâti haut, identique qu'à l'état initial. L'aération de l'îlot permettra néanmoins un confort lumineux correct avec plus de lumière indirecte et diffuse dans les logements.

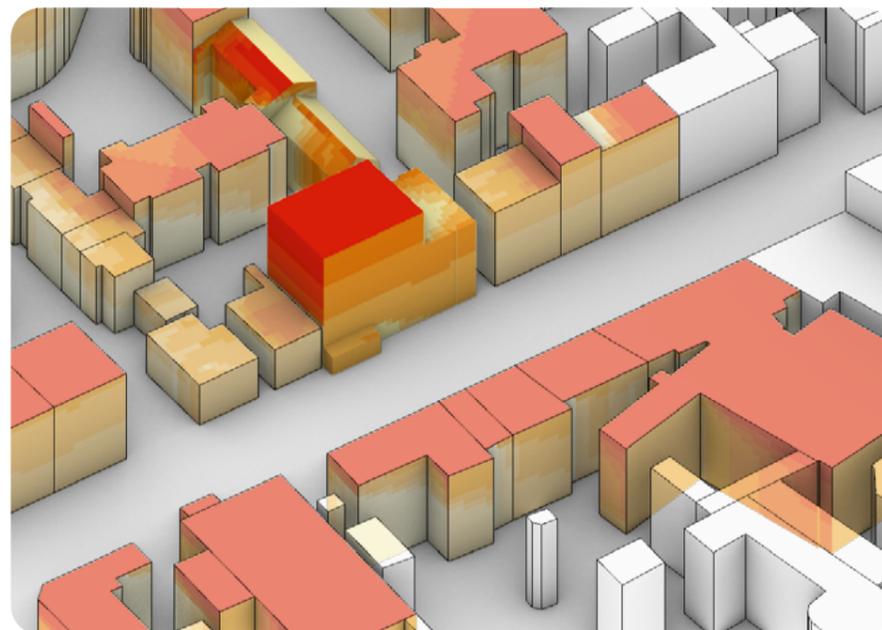


CHÂTEAUDUN

Les radiations au sol ne sont globalement pas modifiées. L'aération du cœur d'îlot augmente la surface au sol concerné par les radiations. Le cœur d'îlot sera végétalisé, ce qui limitera les effets d'ICU.

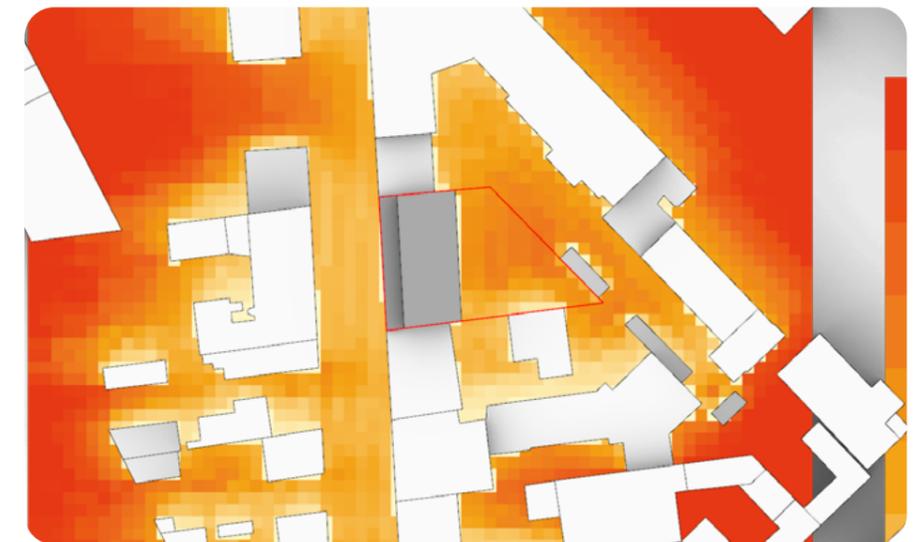


L'ensoleillement des façades n'est globalement pas modifié.

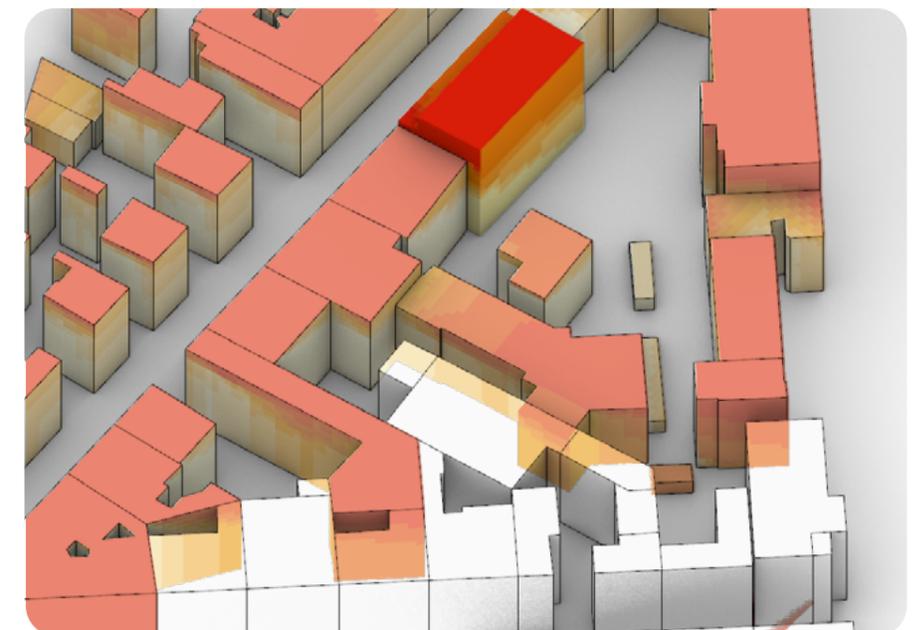


DENFERT-ROCHEREAU

Les radiations au sol sont plus importantes qu'à l'état initial mais la végétation au cœur d'îlot limitera les effets d'ICU.

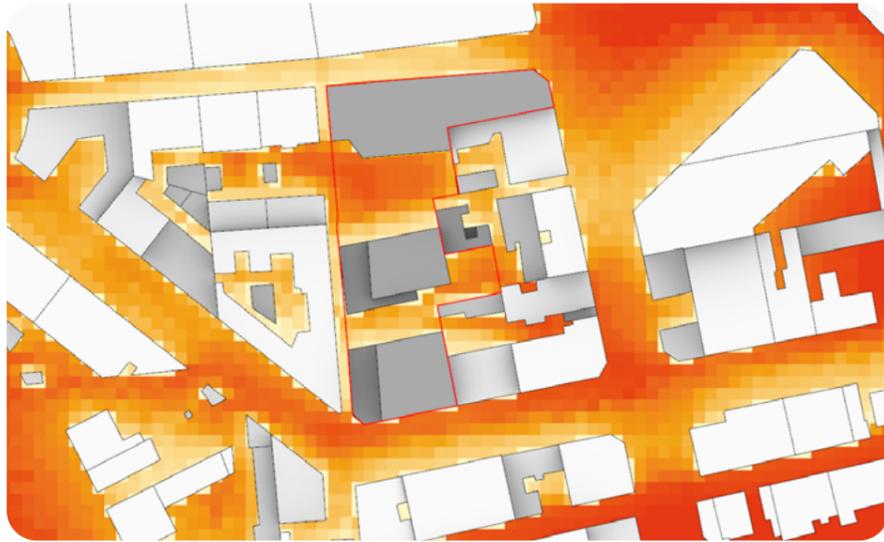


L'ensoleillement des façades en hiver est amélioré par la suppression du bâti en cœur d'îlot qui génère des masques important sur la façade est. Le nouvel aménagement intérieur des logements traversant permettra d'augmenter la lumière naturelle et le confort des habitants.

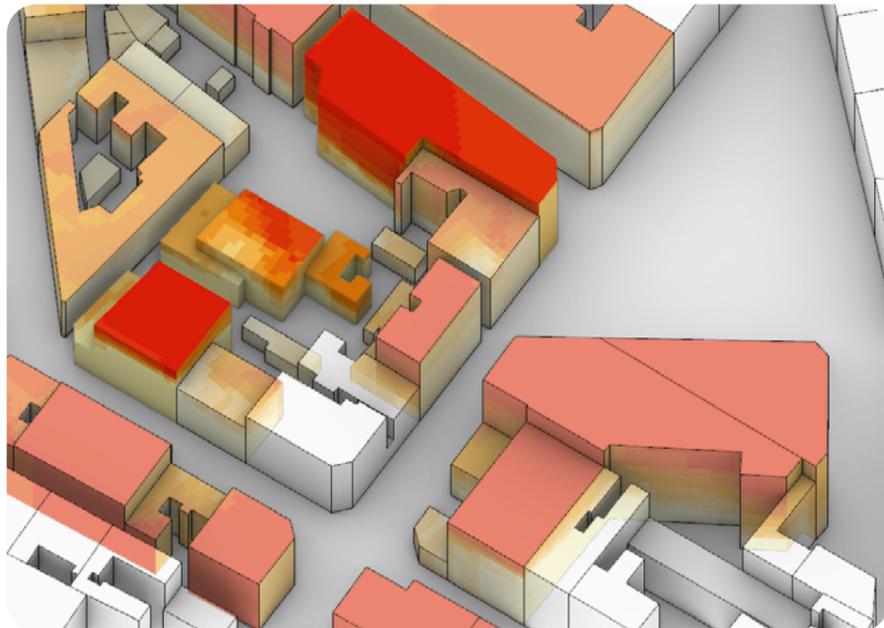


RASPAIL-SAMSON

Les radiations au sol sont plus importantes du fait de l'aération du cœur d'îlot. La végétation limitera les effets d'ICU.



L'ensoleillement des façades est plus important pour le bâtiment au nord mais n'est pas significativement modifié pour les bâti au sud qui sont sujets aux masques des bâti du contexte alentours.



Etat projet

- Densité actuelle
- Cadre de vie
- **Nature en ville**
- Synthèse des incidences

EN BREF

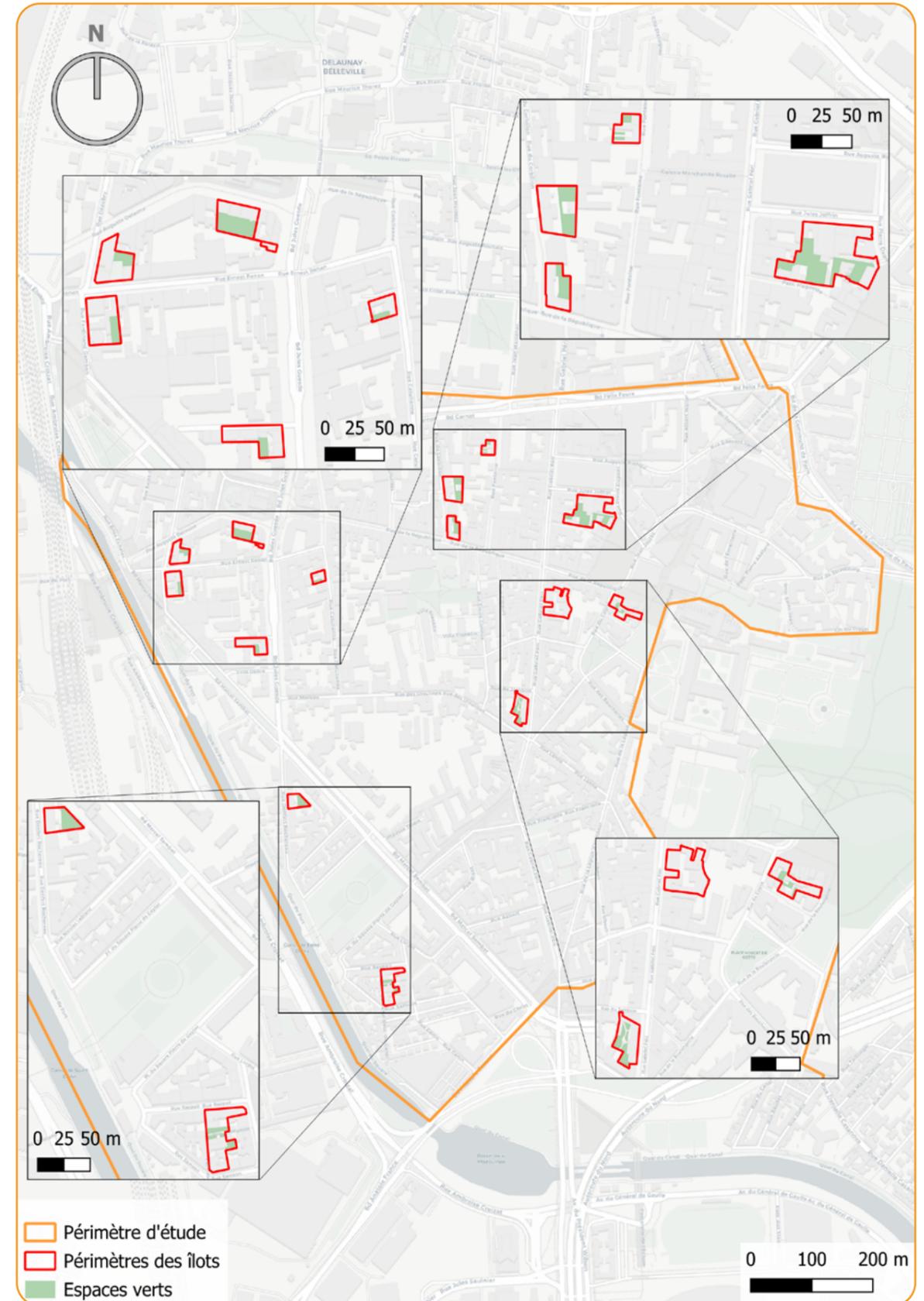
- Le périmètre de projet dispose d'environ 25,9 % d'espaces verts soit 3 861 m².
- A l'état projet, le périmètre met à disposition environ 226 m² d'espaces verts par habitant et respecte donc la recommandation de l'OMS.
- Le coefficient d'imperméabilisation à l'échelle du périmètre est d'environ 76,7 % en moyenne sur l'ensemble des îlots.

ETAT PROJET

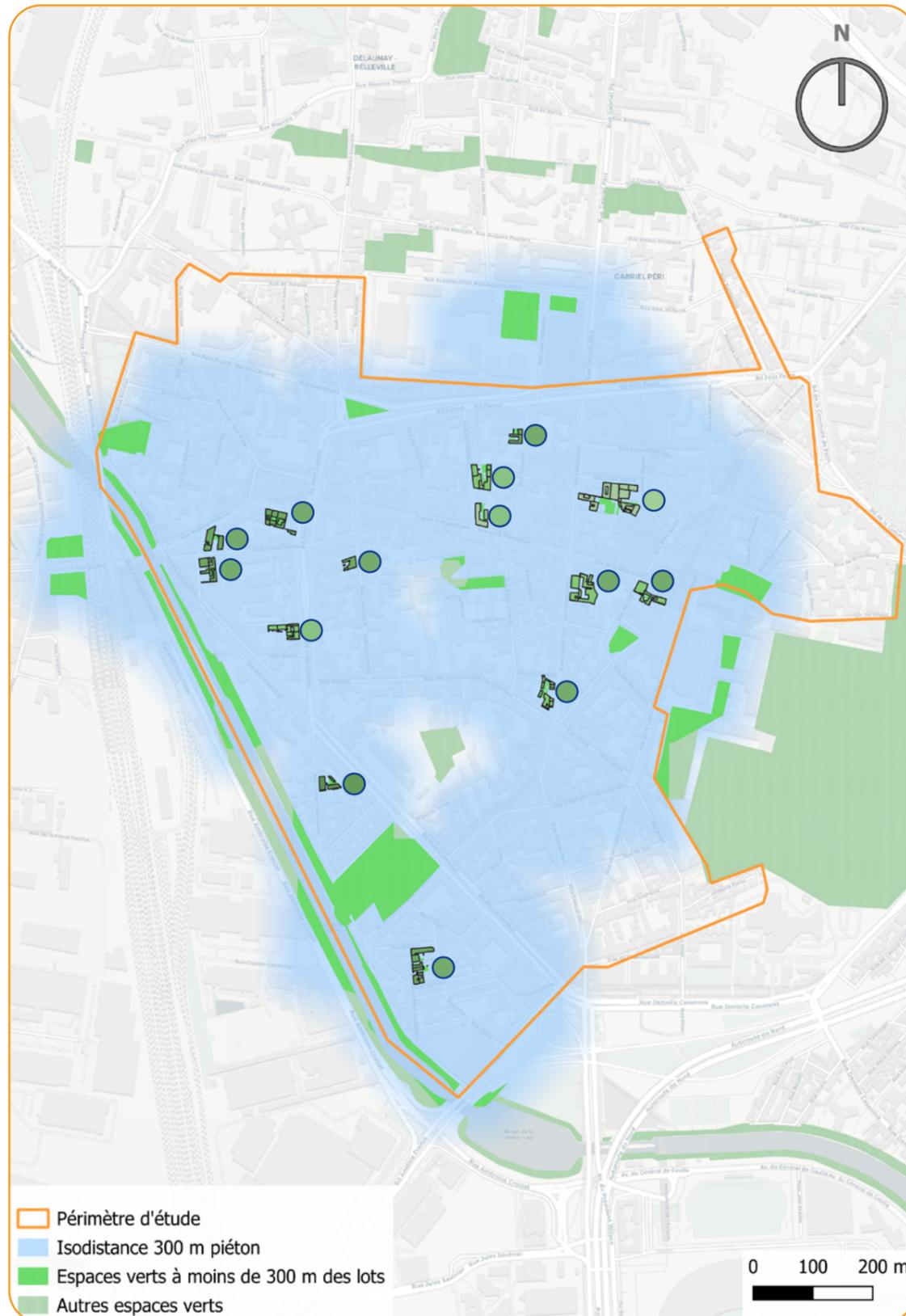
Espaces verts à proximité du site

Les espaces verts sont sources de rafraîchissement pour les habitants dans un quartier dense. De ce fait, un projet qui inclut des espaces verts est un projet qui sera vécu de manière plus positive par les usagers. Le projet prévoit d'aménager des espaces verts dans tous les lots (Un équilibre est à trouver pour l'îlot Cygne entre la préservation du patrimoine et la végétalisation du cœur d'îlot). En moyenne, les lots disposent de 150 m² d'espace vert permettant de réduire la proportion d'espace artificialisé imperméable.

A l'échelle du site, 23 % de la superficie totale du projet est occupée par des espaces verts soit 3 818 m². Il y a donc une augmentation de la part d'espaces verts par rapport à l'état initial, le projet peut être vécu comme offrant plus d'espaces de rafraîchissement (en lien avec l'effet îlot de chaleur urbain).



Les espaces verts des sites à l'état projet (source TRANS-FAIRE, 2023)



Espaces verts par habitant et par bâtiment à l'état projet (source TRANS-FAIRE, 2023)

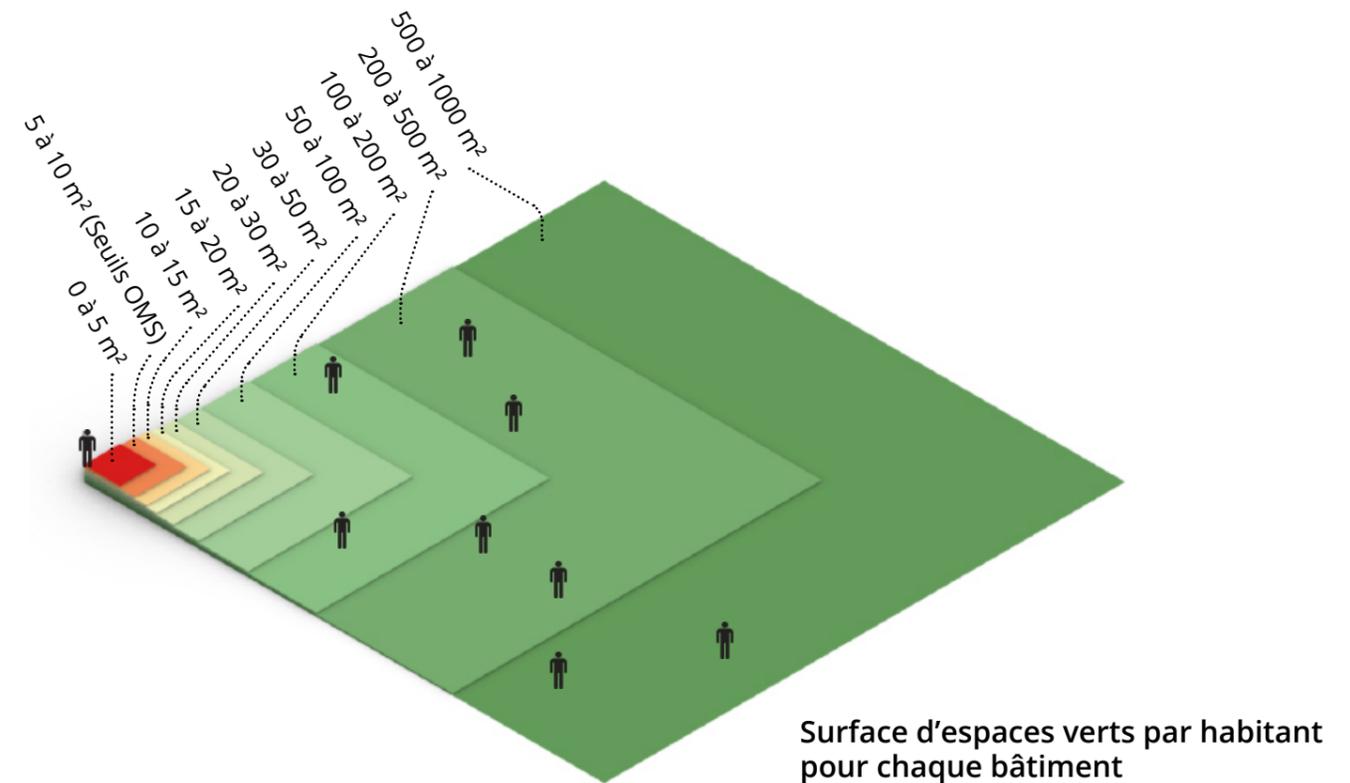
Espaces verts à proximité du site

La surface d'espaces verts cumulés à l'échelle du périmètre est d'environ 148 200 m². Cela représente environ 17,5 % d'espaces verts sur la surface accessible par les usagers à moins de 300 m de leur logement, bien inférieur à la moyenne à l'échelle de Paris où les espaces verts représentent environ 31% du territoire¹. On observe une très légère augmentation de son taux par rapport à l'état initial à la suite des différents aménagements à l'intérieur des lots.

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) demande que chaque habitant dispose d'au moins 12 m² d'espaces verts à moins de 300 m de chez lui. A l'échelle du périmètre, la surface d'espaces verts disponible par habitant, représente environ 226 m². Cette surface prend en compte les espaces verts attenants au site de projet comme par exemple une partie du parc de la Légion d'Honneur. La légère augmentation de ce taux par rapport à l'état initial est probablement sous-évaluée au vu du calcul théorique du nombre d'habitant à l'état initial.

La cartographie ci-contre représente avec une échelle de couleur, la surface d'espaces verts disponible à 300 m pour chaque habitant.

¹ APUR, 2021

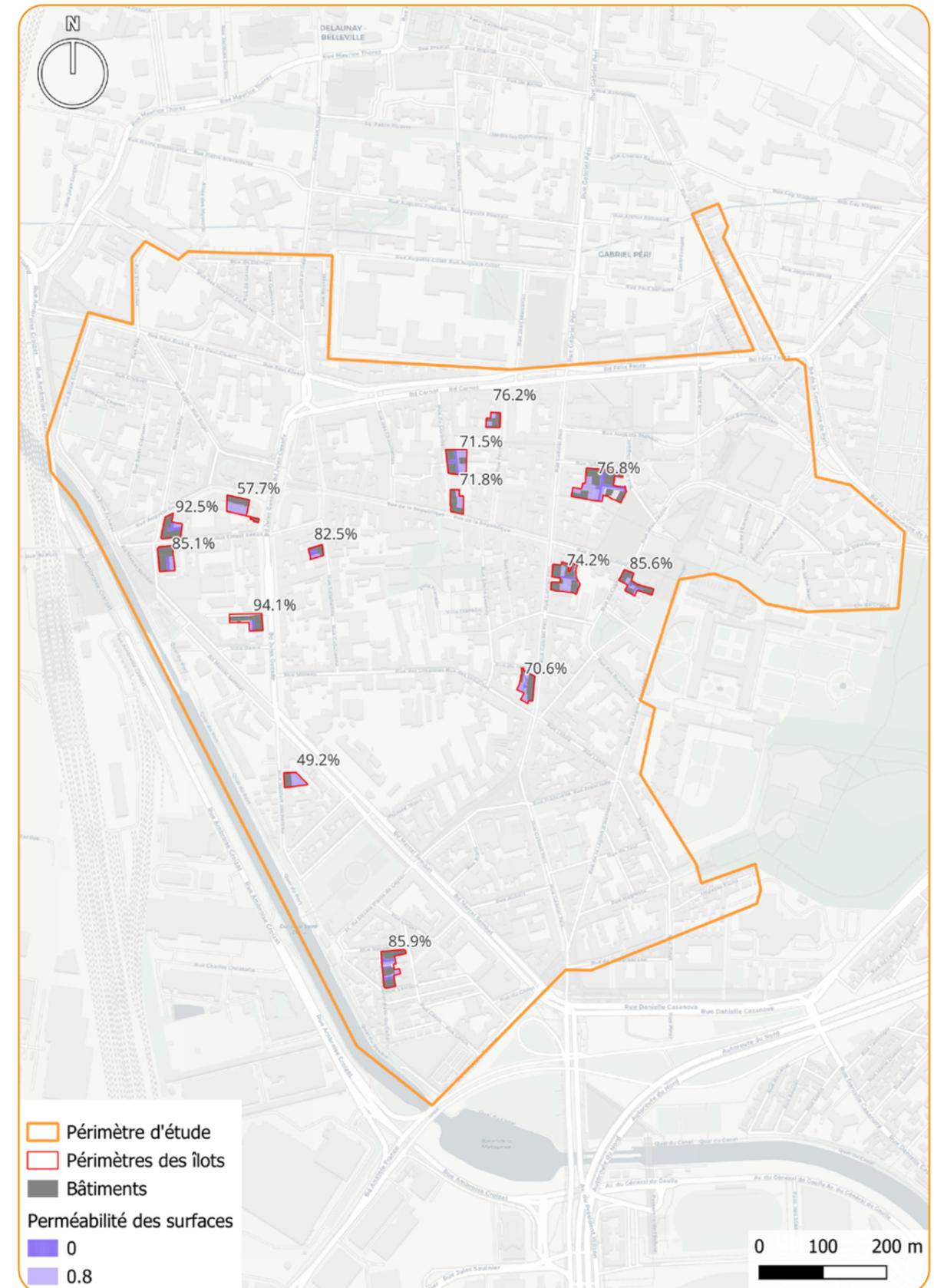
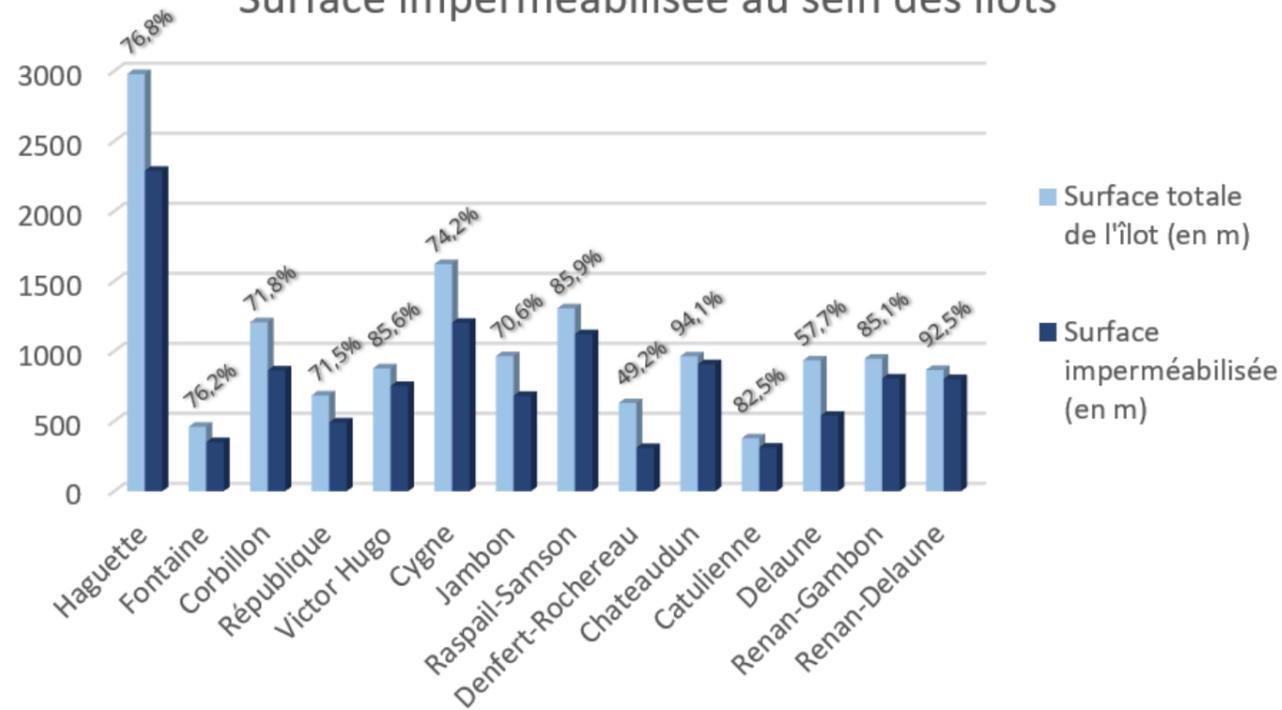


Coefficient d'imperméabilisation

L'imperméabilisation des sols est souvent due à des sols très artificialisés ayant des incidences directes sur le cycle de l'eau. Plus un projet est dense et s'étale sur les parcelles, plus il est considéré comme facteur d'imperméabilisation. La densification doit être réfléchie de manière cohérente avec les multiples enjeux tels que la nature en ville pour limiter l'imperméabilisation des sols.

Le coefficient d'imperméabilisation a été calculé en considérant que les espaces verts sont composés de gazon vert, que les espaces privés sont composés de bitume beige et que la voirie mise en place dans l'îlot Cygne est composée de bitume noir. A l'état projet le coefficient d'imperméabilisation est estimé à 76,7 % en moyenne sur l'ensemble des sites, moins qu'à l'état initial qui était d'environ 92 %. L'imperméabilisation minimum est atteinte sur le site Denfert-Rochereau, comme à l'état initial, avec 49,2% calculé à l'état projet. Sur le site de Châteaudun, l'imperméabilisation maximale est atteinte, comme à l'état initial, avec 94,1%. Le taux d'imperméabilisation reste important malgré sa diminution.

Surface imperméabilisée au sein des îlots



Perméabilité et coefficient d'imperméabilité à l'état projet (source TRANS-FAIRE, 2023)

Etat projet

- Densité actuelle
- Cadre de vie
- Nature en ville
- Synthèse des incidences

Synthèse des incidences et besoins du site

+

- Hauteurs légèrement plus élevées qu'à l'état initial mais restent en cohérence avec le contexte de centre urbain alentours.
- La proportion d'espaces privés reste cohérente avec le tissu urbain (92%), les îlots restent majoritairement privés (à l'exception de l'îlot Haguette) sans grande modification du tissu urbain

DENSITÉ PROJETEE

- Diminution du nombre de commerces mais augmentation de leur superficie.
- Un nombre d'équipements qui reste important.

CADRE DE VIE

- L'ensemble des sites présente 25,9% d'espaces verts.
- Le quartier offre en moyenne 226 m² d'espaces verts à moins de 300 m des sites du projet. Le projet respecte donc la recommandation de l'OMS.

- Coefficient d'imperméabilité moyen (76,7% contre 92% à l'état initial) malgré une nette diminution en contexte urbain.

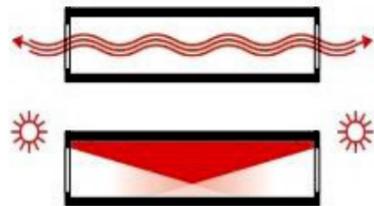
NATURE EN VILLE

Optimisation

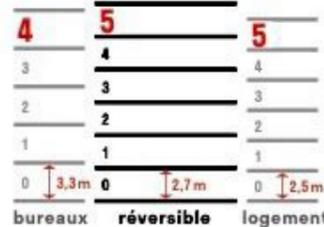
VALORISER LE PATRIMOINE BÂTI

Le projet devra favoriser la réhabilitation à la déconstruction, reconstruction étant donné que la densité perçue est adaptée au quartier. Les bâtiments conservés pourront faire l'objet de réhabilitation, rénovation, reconversion ou restructuration selon l'état de leur structure, de leur enveloppe ou de la qualité des espaces intérieurs.

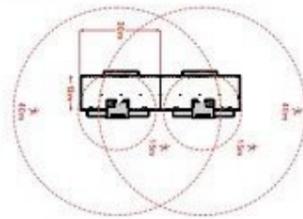
1 ÉPAISSEUR DU BÂTIMENT 13 m TRAVERSANT



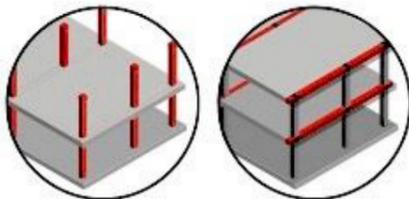
2 HAUTEUR D'ÉTAGE 2,70 m STANDARD



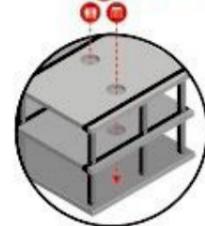
3 CIRCULATION PLACETTES ET PONTONS EXTÉRIEURS



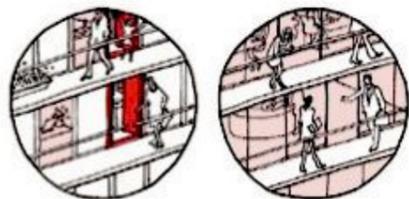
4 PROCÉDÉ CONSTRUCTIF POTEAUX-DALLES



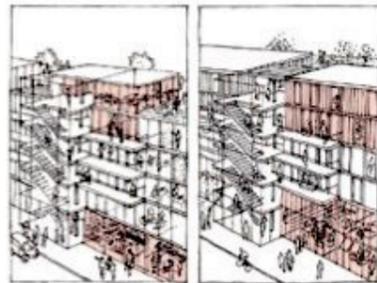
5 DISTRIBUTION DES RÉSEAUX SANS REPRISE STRUCTURELLE



6 ENVELOPPE MOINS DE 30 % DES COMPOSANTS À MODIFIER



7 DOUBLES NIVEAUX REZ-DE-CHAUSSÉE ACTIF ET TOIT HABITÉ



Les 7 principes de la réversibilité
(source Canal Architecture construire réversible, 2017)

OPTIMISER LA FORME BÂTIE

La forme du bâti doit être optimisée de manière à ce que les formes urbaines soient diversifiées tout en maintenant une cohérence avec le contexte du quartier.

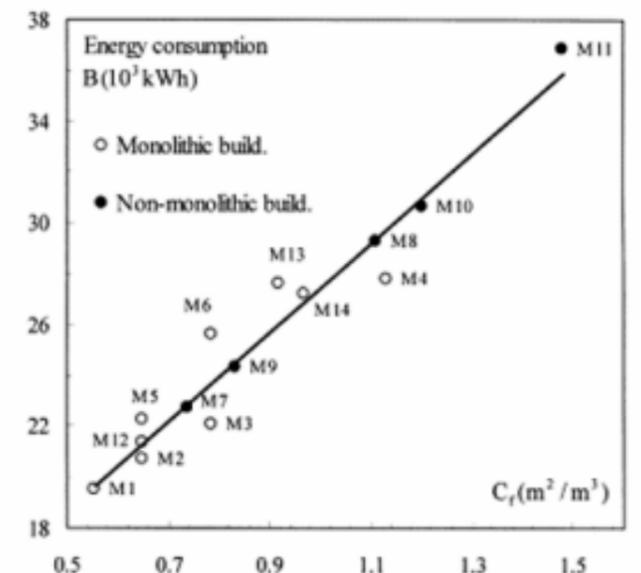
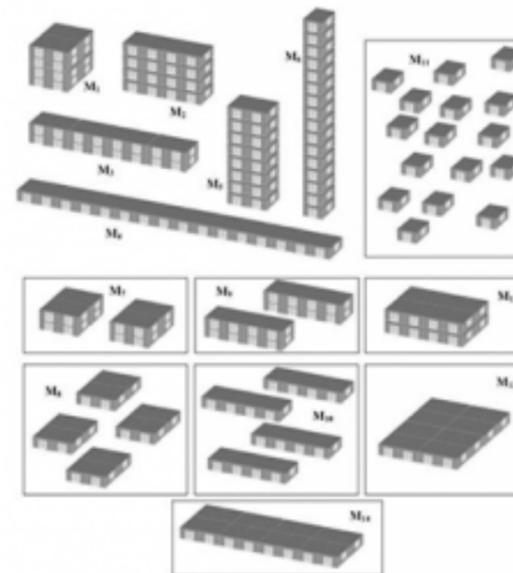
Il est possible dans les formes urbaines de laisser pénétrer la brise rafraîchissante en cœur d'îlot (contre l'ICU) ou encore de développer des espaces verts comportant les trois strates herbacée arbustive et arborée en cœur d'îlot pour offrir un espace vert aux habitants et rafraîchir par évapo-transpiration. La forme urbaine choisie devra être en cohérence et en harmonie avec les quartiers alentours.

Le projet devra également développer des bâtiments optimisant l'ensoleillement par la création de failles dans le bâti, la variations de hauteurs, gradations, etc...

Autant que possible, les bâtiments devront être prévus réversibles pour permettre l'évolution programmatique à l'échelle du quartier pour une vision à plus long terme du quartier. La compacité des bâtiment devra également être recherchée pour permettre une efficacité énergétique et limiter l'étalement urbain, facteur d'artificialisation des sols.

Modalités de suivi et indicateurs :

- Étude de compacité - Facteur de compacité
- Étude d'ensoleillement - nombre d'heures d'ensoleillement
- Étude ICU - Températures au sol



Compacité des bâtiments et efficacité énergétique
(source Efficacité énergétique et formes urbaines Laetia Arantes, 2016)

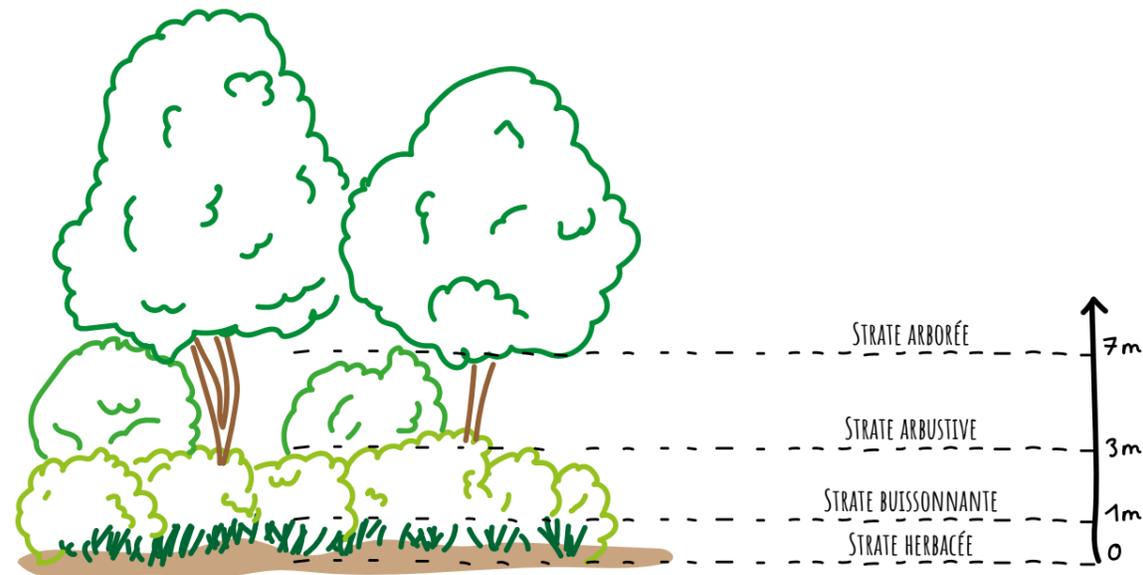
RÉPARTITION DES ESPACES VERTS

Les espaces verts sont essentiels au bien-être et à la santé des habitants du projet. Ils sont aussi très importants pour préserver la biodiversité et pour que la densité soit mieux vécue.

Les trois strates herbacée, arbustive et arborée devront être représentées uniformément. Différents types d'espaces verts selon l'usage attribués à chaque espace doivent être présents (bassins de rétention, noues, alignement d'arbre, prairie basse, prairie haute, ...)

Modalités de suivi et indicateurs :

- Coefficient de biotope surfacique - surface d'espace verts par typologie
- Palette végétale - Liste des espèces prévues



Schémas des trois types de strates à mettre en œuvre (source TRANS-FAIRE, 2022)



Pavés enherbés

RÉDUIRE L'IMPERMÉABILISATION

Le secteur étant fortement imperméabilisé doit trouver une stratégie pour réduire cette imperméabilisation. Ces forts coefficients sont dépendants des choix de revêtements opérés pour les cheminements et la typologie des espaces verts.

Les eaux pluviales peuvent être gérées à ciel ouvert par des techniques alternatives. Des espaces non imperméabilisés dédiés à la collecte, à la rétention et à l'infiltration si la nature du sol le permet. Le rôle de ces espaces dans le système d'assainissement (espaces verts creux, noues, bassins paysagers) garantit leur pérennité.

Le calcul du coefficient d'imperméabilisation des sols ne prend pas en compte d'éventuelles toitures végétalisées qui pourraient réduire ce dernier.

Une stratégie de végétalisation est pensée de façon à répondre de façon cohérente à la forte imperméabilisation des sols en incluant la création d'espaces végétalisés qualitatifs en remplacement des sols imperméabilisés.

Modalités de suivi et indicateurs :

- CPAUPE et fiches de lot - Coefficient d'imperméabilisation



Noues paysagères et alignement d'arbres de Clichy-Batignolles (source, Val'Hor)

Définitions

La densité c'est quoi ?

La densité est un outil indispensable pour répondre aux enjeux de l'aménagement des territoires. Elle permet de regrouper les habitants, équipements et services dans un périmètre restreint. Avec l'enjeu de l'objectif du Zéro Artificialisation Nette (ZAN), la densité est une clé essentielle pour y répondre. La densité est un préalable pour construire une « ville de la proximité » fonctionnelle, chaleureuse et fondée sur les circuits courts¹.

¹ Intenses-cités - Un mal nécessaire ?, City Linked

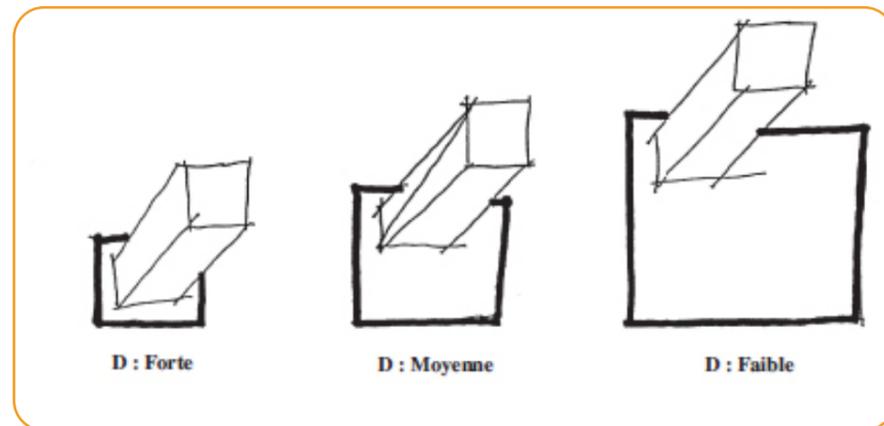
Densité(s)

Densité

La densité¹ désigne une intensité aussi bien qualitative que quantitative. Elle exprime le rapport² entre un indicateur quantitatif (démographie, nombre de logements, nombre d'emplois...) et une surface d'étude donnée. Pour comparer ce qui est comparable, la densité doit toujours s'exprimer en lien avec une échelle : parcelle, quartier, bassin de vie, et à un sujet défini : personnes, services, équipements, logements. Elle peut être faible, forte, moyenne selon un équilibre entre différents indicateurs : la concentration de population, l'intensité de l'activité, la densité du bâti, la proportion d'espaces verts publics, etc.

La densité à l'échelle d'une ville ou d'une agglomération est rapportée à l'hectare³. Cette dernière s'exprime en « habitants/ha », en « logements/ha », « en emploi/ha » ou en cumulant « habitants et emplois » à l'ha pour que la population présente soit mieux prise en compte.

La densité à l'échelle d'un quartier ou d'un îlot s'exprime rarement à l'hectare mais par un rapport entre la surface bâtie et un support foncier⁴. Les indicateurs sont variables et peuvent se combiner de manières diverses pour donner des résultats différents.



La densité selon 3 contextes différents (source IAU de la région d'Île-de-France)

¹ Intenses-cités - Un mal nécessaire ?, City Linked

² Faire la ville dense durable et désirable, ADEME

³ Référentiel de densités et de formes urbaines, IAU de la région d'Île-de-France

⁴ Référentiel de densités et de formes urbaines, IAU de la région d'Île-de-France

Densité urbaine¹

Elle introduit le rapport entre le nombre d'habitants et l'unité de surface. On peut aussi parler de densité de logements, de densité résidentielle ou encore mesurer une densité d'équipements, d'espaces verts par habitant.

Formes urbaines²

Elles sont considérablement liées à l'histoire d'une ville : extension dans la continuité du tissu urbain ancien, remplissage d'espaces vacants ou la création de nouvelles zones bâties. Ces différentes formes urbaines portent une lecture divergente de la densité.

La densité ne détermine pas la forme urbaine. En effet, sur une même surface, plusieurs formes urbaines peuvent rendre compte d'une même densité.

Coefficient d'emprise au sol (CES)

C'est le rapport entre l'emprise au sol totale des bâtiments et la surface de l'îlot sur lequel ils sont implantés multiplié par la hauteur moyenne des constructions et la surface totale du périmètre de l'opération.

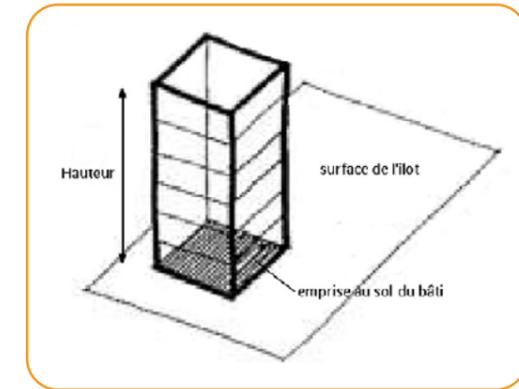
Le CES s'exprime en nombre de mètres carrés de surface construite par hectare. Le résultat du CES permet d'évaluer si l'espace considéré a une faible, forte ou moyenne densité.

Formule : $DB = \text{emprise au sol du bâti} \times \text{hauteur moyenne} / \text{surface de l'îlot}$.

NB : On peut la classer par rapport à différents seuils de densité (faible, moyen ou fort). Il ne faut pas confondre le CES avec le Coefficient d'Occupation du sol (COS).

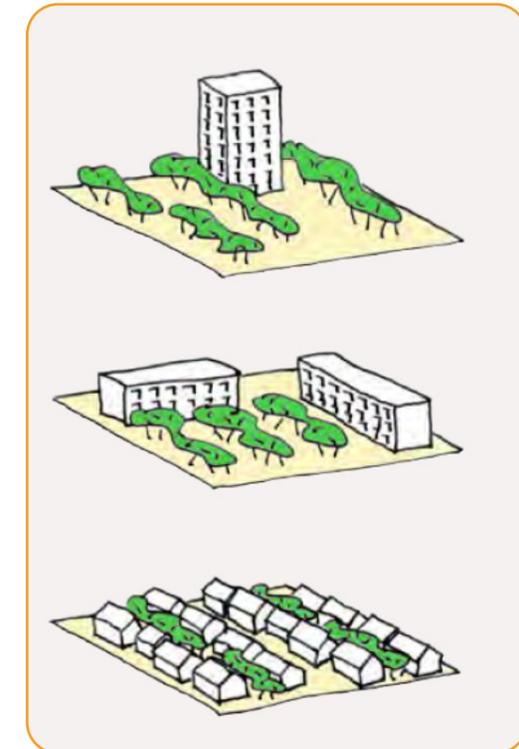
¹ Intenses-cités - Un mal nécessaire ?, City Linked

² Intenses-cités - Un mal nécessaire ?, City Linked



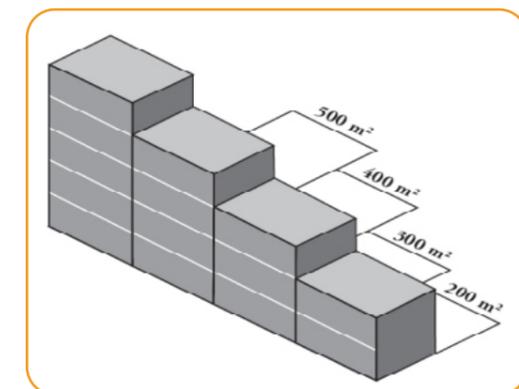
Représentation de la densité bâtie

(source Certu Département Urbanisme Habitat, 2010)



Différentes formes urbaines pour une même densité

(source Certu Département Urbanisme Habitat, 2010)



Formes urbaines diverses du COS

(source IAU Île-de-France)

La distinction entre la densité nette et la densité brute provient du choix de la surface de référence choisie. Les densités nettes et brutes sont utilisées à diverses étapes de l'aménagement selon l'échelle d'intervention.¹

Densité nette

L'échelle de base est celle des plans locaux d'urbanisme (PLU). Elle s'exprime par le rapport² entre une superficie bâtie et un terrain d'assiette.

La densité nette est spécifique et se mesure³ à l'échelle de la parcelle ou de l'îlot. Cette dernière ne prend en compte que les surfaces de parcelles réellement occupées par une affectation donnée (emprise du bâti, espaces libres à l'intérieur de la parcelle ou de l'îlot, voies de desserte interne, logement, activité, commerces, équipement ou autre). Les espaces publics sont écartés du calcul.

Densité brute⁴

La densité brute est le rapport entre l'espace public et l'espace privé de l'îlot. Cette dernière prend en compte la surface utilisée par les équipements publics (écoles, mairies,...), équipements collectifs (bâti ou non), la voirie et les espaces verts, aménagés pour les besoins de la population habitant les logements construits dans l'espace d'étude considéré. Selon le type de tissu urbain (largeur des voies, importance des espaces libres), la densité varie sensiblement.

NB: La densité brute est très dépendante de l'échelle de référence ce qui rend les comparaisons difficiles.



Représentation de la densité nette
(source ADEME)



Représentation de la densité brute
(source ADEME)

Densité résidentielle ou densité de logements (logements/ha)

C'est le rapport entre le nombre de logements et la surface d'étude (ou d'assiette) hors voies publiques ramenée à l'hectare¹. La densité résidentielle permet de donner une mesure de l'occupation des sols par le logement.

Elle peut-être classée selon des seuils de densité. Ces seuils (faible, moyen, fort) sont différents selon le type d'habitat. La densité résidentielle permet également de définir des seuils pour les besoins en équipements² (équipements scolaires notamment).

Formule : $DR = \text{nombre de logements/surface (hectares)}$.

NB: Les quartiers des grands ensembles sont les moins denses des quartiers d'habitat collectif du fait des vastes espaces publics qui les entourent.

Densité de population (habitants/ha)

Selon le type de représentation utilisée et l'échelle choisie³, la densité de population permet de donner des analyses plus ou moins approfondies. On calcule le nombre d'habitants à l'hectare pour déterminer la concentration sur un secteur d'étude donné.

La densité de population est le rapport entre le nombre d'habitants et la surface d'assiette ramenée à l'hectare. Elle permet de déterminer la concentration de la population sur un secteur d'étude donné.

Formule : $\text{densité de population} = \text{nombre d'habitants/surface de la parcelle (km}^2 \text{ ou hectares)}$.

NB: Les densités de logements et de population, rapportées à l'hectare permettent d'apprécier la capacité d'accueil des formes urbaines produites.

Densité d'emploi (emplois/ha)

Elle renseigne sur le nombre d'emplois de la surface d'étude concernée⁴. Cet indicateur permet de donner une idée du niveau d'activité sans que sa nature ou sa diversité ne soit présagée.

La densité d'emplois permet d'identifier les espaces concentrant le plus d'emplois. Si le calcul est rapporté au type d'activité présente, la densité d'emplois permet de mesurer l'intensité d'un secteur d'activité en particulier.

Formule : $\text{densité d'emplois} = \text{nombre d'emplois/surface (hectares)}$.

1 Référentiel de densités et de formes urbaines, IAU de la région d'Île-de-France
2 Référentiel de densités et de formes urbaines, IAU de la région d'Île-de-France
3 Référentiel de densités et de formes urbaines, IAU de la région d'Île-de-France
4 Référentiel de densités et de formes urbaines, IAU de la région d'Île-de-France

1 Référentiel de densités et de formes urbaines, IAU de la région d'Île-de-France
2 Référentiel de densités et de formes urbaines, IAU de la région d'Île-de-France
3 Référentiel de densités et de formes urbaines, IAU de la région d'Île-de-France
4 Référentiel de densités et de formes urbaines, IAU de la région d'Île-de-France

Densité d'activité humaine (habitants + emplois/ha)

Elle permet de mesurer en partie la densité d'usage d'un espace et prend en compte le nombre de potentiel de personnes fréquentant le site¹.

Ce ratio est un moyen de repérer les effets de centralité et de comparer les tissus urbains différents. Ce dernier peut s'utiliser pour déterminer l'impact de l'implantation de nouveaux équipements d'infrastructure ou superstructure.

La densité d'activité humaine c'est la somme des habitants et des emplois par rapport à l'unité de surface donnée.

Formule : densité d'activité humaine = nombre d'habitants + nombre d'emplois / surface (km² ou ha).

NB : Outil qui permet la comparaison facilitée entre les densités de différents tissus urbains et rend mieux compte de la réalité des densités.

Densité de contenant ou de contenu²

Opère une distinction entre les densités qui concernent le bâti et celles qui concernent les usagers. Ainsi, le contenant concerne le bâti (SDP, emprise, etc...) et le contenu concerne les usagers (habitants, employés, clients). La relation entre densité de contenant et densité de contenu n'est pas directe.

NB : Pour une forme bâtie similaire, divers usages peuvent être affectés.

Surface bâtie (SP ou SHOB)

Elle peut s'exprimer en surface hors œuvre nette (SHON) ou en surface hors œuvre brute (SHOB)³ tel que défini par le code de l'urbanisme. Pour calculer la densité visuelle ou perçue les volumes bâtis visibles peuvent être pris en compte. Les volumes bâtis affectés au stationnement sont pris en compte par la SHOB mais ignorés par la SP, que ce soit en élévation ou en sous-sol, c'est-à-dire visibles ou non visibles.

NB : Aucune définition réglementaire ne permet de rendre compte du volume bâti perceptible qui intègre tous les volumes y compris les surfaces affectées au stationnement lorsqu'elles sont bâties en élévation (parking en silos, opérations sur dalles, etc...).

Assiette foncière¹

Le support foncier auquel se réfère la surface bâtie peut varier en fonction des objectifs et de l'échelle considérée. Il peut intégrer les équipements, voiries, espaces non bâtis ou se limiter à la parcelle à l'image des COS figurant dans les PLU.

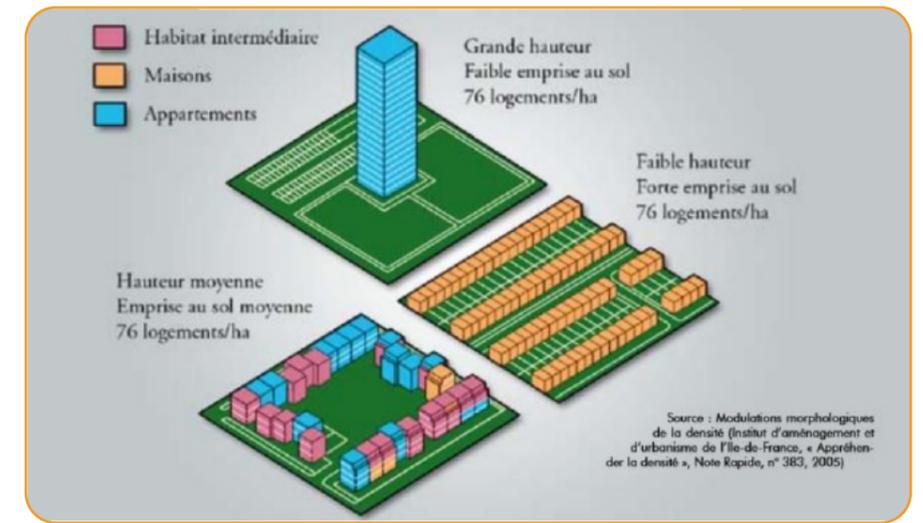
NB : Un même volume bâti peut être exprimé par une densité différente selon l'importance de l'assiette foncière prise en compte. Une même densité peut recouvrir des réalités différentes suivant le calcul de la surface bâtie ou la définition de l'assiette foncière.

Densité perçue²

Elle correspond à l'appréciation subjective des usagers concernant le nombre de personnes présentes dans un espace donné, au regard des caractéristiques physiques. Les habitants voient des immeubles qui se construisent, alors que le nombre d'habitants n'augmente pas. Les tours peuvent donner l'impression d'une densité plus forte que les bâtiments traditionnels alors que ce n'est pas le cas. Les maisons serrées produisent une densité réelle plus forte que les grands immeubles séparés. La perception de la densité passe au travers de différents facteurs qui interagissent et contribuent à cette perception.

Densité vécue²³

Les quartiers vécus comme denses sont souvent moins denses que les quartiers centraux des grandes villes dont le cadre de vie est apprécié. La densité « vécue » ou densité « subjective » correspond à la perception des citoyens, à leur ressenti vis-à-vis d'une forme urbaine et de leur appréciation positive ou négative. La notion de « densité vécue » rappelle qu'un facteur subjectif existe, qu'il est non mesurable et peut être parfois trompeur. En effet, la hauteur des bâtiments selon une enquête de l'Atelier Parisien d'Urbanisme, constitue un critère déterminant de la perception de la densité. Le tissu continu et resserré des quartiers anciens, la hauteur quasi identique des constructions peut procurer un sentiment d'intimité et de bien-être plus que d'oppression. Les fortes densités sont bien vécues quand elles s'accompagnent d'une diversité des populations et activités susceptibles de créer de l'animation. La densité vécue résulte d'une construction complexe propre à chaque individu et élaborée à partir de ses représentations mentales et des différentes sources d'informations sensorielles (vue, odorat, toucher et ouïe) ainsi que culturelles qui nous informent sur notre environnement.



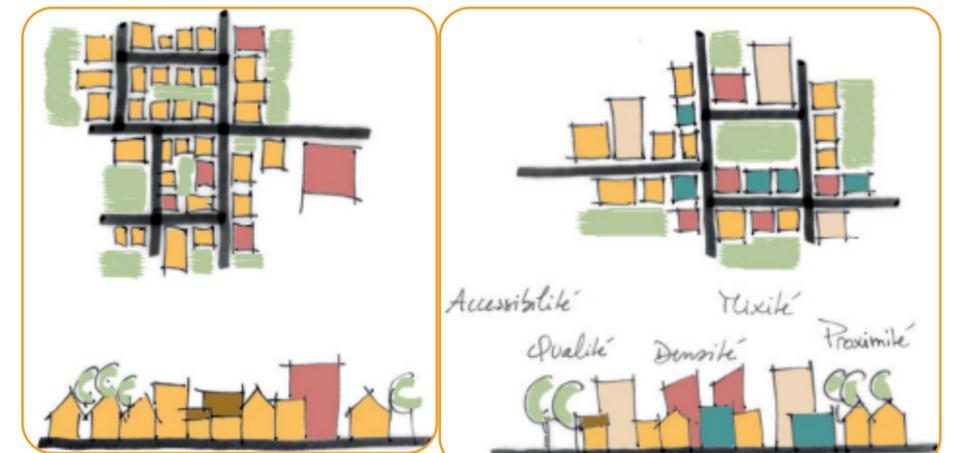
Perception des densités perçues et vécues (source Mémoire LEFBVRE Mégane, 2013)

Compacité¹

Exprime l'idée de la proximité urbaine, augmente le contact et la possibilité d'interconnexion entre les citoyens. La ville compacte est une ville « à courtes distances », une alternative à la ville diffuse. Elle se réfère au rapport entre les surfaces bâties et non bâties. Il s'agit d'une manière d'occuper le territoire, de façon de créer des liens (physiques et sociaux) en limitant les vides et discontinuités.

Intensité²

Exprime l'idée de concentration des principales fonctionnalités de la ville, une armature de « ville à haut niveau de services ».



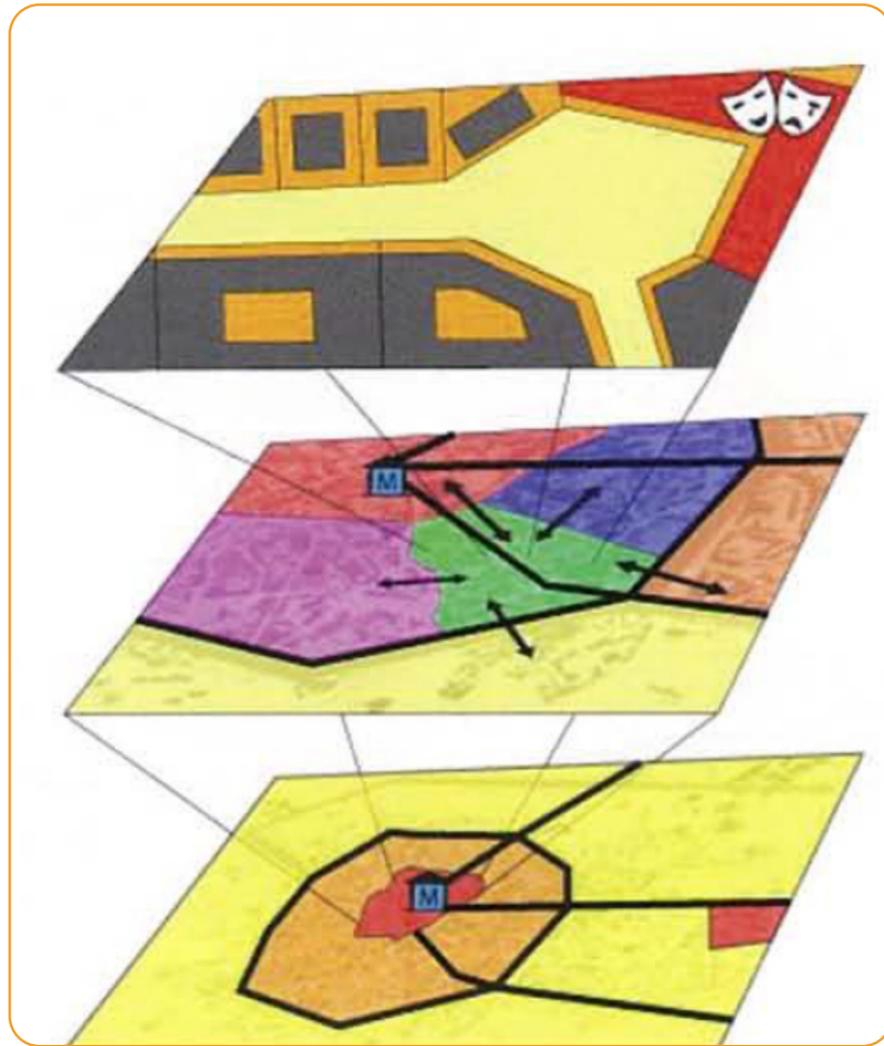
Représentation de la compacité à gauche et de l'intensité à droite (source CEREMA)

1 Appréhender la densité, IAU de la région d'Île-de-France
2 Mémoire LEFBVRE Mégane, 2013
3 Référentiel de densités et de formes urbaines, IAU de la région d'Île-de-France

1 Référentiel de densités et de formes urbaines, IAU de la région d'Île-de-France
2 Mémoire LEFBVRE Mégane, 2013
3 Faire la ville dense durable et désirable, ADEME

1 Vivre la densité, CEREMA
2 Vivre la densité, CEREMA

Les échelles d'étude



Les échelles d'étude (source Etude densité, Ville de Tours, 2022)

Parcelle¹

Échelle fine correspondant aux limites définies par le document local d'urbanisme en vigueur. C'est l'échelle de base qui est celle des plans locaux d'urbanisme. Elle permet d'exprimer le rapport d'une superficie bâtie et d'un terrain d'assiette à son environnement proche. Les parcelles n'ont pas de taille maximale, et il peut s'agir d'un lot opérationnel ou d'un ensemble de lots sur un même terrain. Dans certains cas, le regroupement de parcelles peut s'avérer judicieux dans une logique de comparaison au global.

NB: L'échelle utilisée pour évaluer la densité nette.

Quartier²

Elle permet de prendre en compte le rapport entre l'espace public et l'espace privé des îlots (ensemble de parcelles délimitées par la voirie et l'espace public) composant le quartier. La taille et la structure des îlots sont le produit d'une composition urbaine et d'une organisation de l'espace public dont la cohérence commence à apparaître à cette échelle.

NB: L'échelle utilisée pour évaluer la densité brute.

Ville³

Les calculs de densité urbaine seraient incomplets s'ils se limitaient aux quartiers. Certains grands équipements comme les écoles et universités, le cimetière, l'hôpital, les équipements sportifs ou espaces de santé ne sont pris en compte qu'à l'échelle de la ville ou de l'agglomération. La voirie primaire ou les grands espaces verts font partie de l'image de la ville et ne sont comptabilisables qu'à cette échelle.

NB: L'échelle utilisée pour la comparaison de densité et d'espace verts disponible par habitant.

1 Etude densité, Ville de Tours, 2022
2 Etude densité, Ville de Tours, 2022
3 Etude densité, Ville de Tours, 2022

Méthodes utilisées

Hauteurs bâties et emprise au sol

L'utilisation des données concernant les hauteurs bâties et l'emprise au sol des bâtiments provient de la source de données en opendata de l'APUR. Elle est régulièrement actualisée, la dernière mise à jour date d'août 2022.

La base de donnée est consultable au lien ci-dessous :
<https://opendata.apur.org/datasets/Apur::emprise-batie-metropole-du-grand-paris-12/explore>

Les nouveaux bâtiments du projet sont intégrés sur la base des derniers documents fournis par la maîtrise d'ouvrage.

Équipements publics et services

Le recensements des équipements et des services ainsi que l'élaboration des cartographies respectives se font sur la base des données opendata de l'INSEE qui géolocalise annuellement la base de données concernant :

- Les équipements sportifs et de loisirs.
- Les équipements liés à l'enseignement.
- Les services autres (comprenant commerce, équipement de soin, service public, etc..).

Les dernières données disponibles à ce jour sont celle de 2021 et disponibles au lien :
<https://www.insee.fr/fr/statistiques/3568638?sommaire=3568656>

Les nouveaux équipements créés sont répertoriés sur la base des derniers documents fournis par la maîtrise d'ouvrage.

Isochrones et Isodistances

La modélisation des isochrones et isodistances est réalisée sur Qgis grâce au plugin IGN.

Espace public

Les surfaces d'espace public sont issues des données transmises par la maîtrise d'ouvrage.

Espaces verts

Les surfaces d'espaces verts sont issues des vues satellites à l'état initial et par les données transmises par la maîtrise d'ouvrage pour l'état projeté.

Ensoleillement et masques solaires

Les données présentées relatives à l'ensoleillement et aux masques solaires sont issues de l'étude d'ensoleillement réalisée par TRANS-FAIRE. L'étude complète est disponible en annexe de l'étude d'impact.

Données revêtement de sol

La modélisation des revêtements de sol et le calcul du coefficient d'imperméabilisation a été réalisé sur la base des données transmises par la maîtrise d'ouvrage.

Calcul habitants à l'état projet

Cette donnée a permis de voir le nombre d'habitants à l'état projet pour voir une évolution avec le nombre d'habitants à l'état initial.

Pour l'état initial, le nombre de logements par îlot étant inconnu pour les logements NPNRU, la surface de plancher totale a été divisée par le nombre de logements total pour ainsi trouver la superficie moyenne des logements NPNRU (calculée à 30 m²). En sachant qu'un logement de 30 m² permet d'accueillir 3,6 habitants, l'emprise de bâti a été multipliée par la hauteur moyenne de l'îlot afin d'obtenir la surface de plancher de l'îlot. Cette surface a été multipliée par 3,6/30.

Formules : (emprise bâtie x hauteur moyenne) * 3,6 / 30. (logements NPNRU)

nombre de logements x 3,6. (logements PNRQAD)

Pour l'état projet, il a été utilisé le nombre d'habitants par ménage d'après l'INSEE en 2018 qui est de 2,67 afin de multiplier par le nombre de logements et ainsi trouver le nombre d'habitants.

Formule : $5\,541 \times 2,67 = 14\,794$.

Calcul du coefficient d'emprise au sol

Le coefficient d'emprise au sol permet de savoir si la densité est forte ou non. La donnée est donc essentielle à l'étude aussi bien à l'état initial qu'à l'état projet pour pouvoir comparer.

Il a été utilisé la superficie, l'emprise bâtie et la hauteur moyenne à l'état initial. La formule est la même pour l'état projet.

Formule : $\text{emprise au sol} * \text{hauteur moyenne} / \text{superficie}$ (à l'état initial ou état projet).

Calcul de la densité de population à l'état initial et état projet

Cette donnée a permis de voir à l'état initial et à l'état projet la densité de population et de pouvoir comparer les deux phases.

Il a été utilisé la superficie, le nombre d'habitants (état initial ou état projet), tout cela divisé par 10 000.

Formule : $\text{habitant (état initial ou état projet)} / (\text{superficie} / 10\,000)$.

Calcul de la densité résidentielle (de logements) à l'état initial et état projet

Cette donnée a permis de voir à l'état initial et à l'état projet la densité résidentielle (de logements) et de pouvoir comparer les deux phases.

Il a été utilisé la superficie, le nombre de logements (état initial ou état projet) tout cela divisé par 10 000.

Formule : $\text{nombre de logements (état initial ou état projet)} / (\text{superficie} / 10\,000)$.

Calcul de la surface d'espaces verts par habitants à l'état initial et à l'état projet

Cette donnée a permis de voir à l'état initial et à l'état projet la surface d'espaces verts par habitants et de pouvoir comparer les deux phases.

Il a été utilisé le nombre d'habitants (état initial ou état projet) et la surface d'espaces verts (état initial ou état projet).

Formule : $\text{nombre d'habitants (état initial ou état projet)} / \text{surface d'espaces verts (état initial ou état projet)}$.

Références bibliographiques

ADEME. « Faire la ville dense, durable et désirable », octobre 2022. Disponible sur : <https://librairie.ademe.fr/urbanisme-et-batiment/5989-faire-la-ville-dense-durable-et-desirable-9791029720192.html> (consulté le 23 mars 2023).

APUR. « Densités vécues et formes urbaines - étude de quatre quartiers parisiens », juin 2023. Disponible sur : <https://www.apur.org/sites/default/files/documents/165.pdf> (consulté le 23 mars 2023).

CEREMA. « Vivre la densité : quelle qualité d'usage des espaces urbains denses ? », août 2018. Disponible sur : https://www.gironde.gouv.fr/content/telechargement/40552/279965/file/brochure_synth%c3%a8se_densit%c3%a9_septembre2018.pdf (consulté le 7 juin 2023).

CERTU Département Urbanisme Habitat. « L'essentiel - La densité urbaine », mai 2010. Disponible sur : https://www.tarn-et-garonne.gouv.fr/content/download/14429/92919/file/doc-8_certu-l-essentiel-densite-urbaine.pdf (consulté le 27 mars 2023).

CITY LINKED. « La densité, un mal nécessaire ? », 14 avril 2023. Disponible sur : <https://www.detourbycitylinked.fr/la-densite-un-mal-necessaire/> (consulté le 22 avril 2023).

Institut Paris Région. « Référentiel de densités et de formes urbaines », août 1995. Disponible sur : https://www.institutparisregion.fr/fileadmin/NewEtudes/Etude_762/Densites_Referentiel.pdf (consulté le 14 mars 2023).

Institut Paris Région. « Appréhender la densité 1 », n°382, 1 juin 2005. Disponible sur : <https://www.institutparisregion.fr/nos-travaux/publications/apprehender-la-densite-1/> (consulté le 23 mars 2023).

Institut Paris Région. « Appréhender la densité 2 », n°383, 5 juin 2005. Disponible sur : <https://www.institutparisregion.fr/nos-travaux/publications/apprehender-la-densite-2/> (consulté le 23 mars 2023).

Institut Paris Région. « Appréhender la densité 3 », n°384, 9 juin 2005. Disponible sur : <https://www.institutparisregion.fr/nos-travaux/publications/apprehender-la-densite-3/> (consulté le 23 mars 2023).

LEFEBVRE Mégane. « Densité et formes urbaines - vers une meilleure qualité de vie », septembre 2013. Disponible sur : https://www.fondationpalladio.fr/download/SIMI2013_Memoire_Laureat_MeganeLefebvre.pdf (consulté le 23 mars 2023).

SOCOTEC. « Etudes environnementales - étude de densité dans le cadre de l'étude d'impact du Domaine de Suède », 21 février 2022. Disponible sur : [file:///C:/Users/ebiaggi/Downloads/06_ETUDE-DE-DENSITE%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/ebiaggi/Downloads/06_ETUDE-DE-DENSITE%20(2).pdf) (consulté le 15 juin 2023).

**TRANS
FAIRE**

