Cahiers du PoCa
architecture post-carbone
2021 – 2022

Logements collectifs en terre crue : le matériau à l'épreuve de la densité

Alex Arnou, Elsa Frangeard,
Léo Pommereul

École d'architecture
de la ville & des territoires
Paris-Est

Logements collectifs en terre crue : le matériau à l'épreuve de la densité

Commanditaire de l'étude
Erwan Harmard, GPEM, UGE

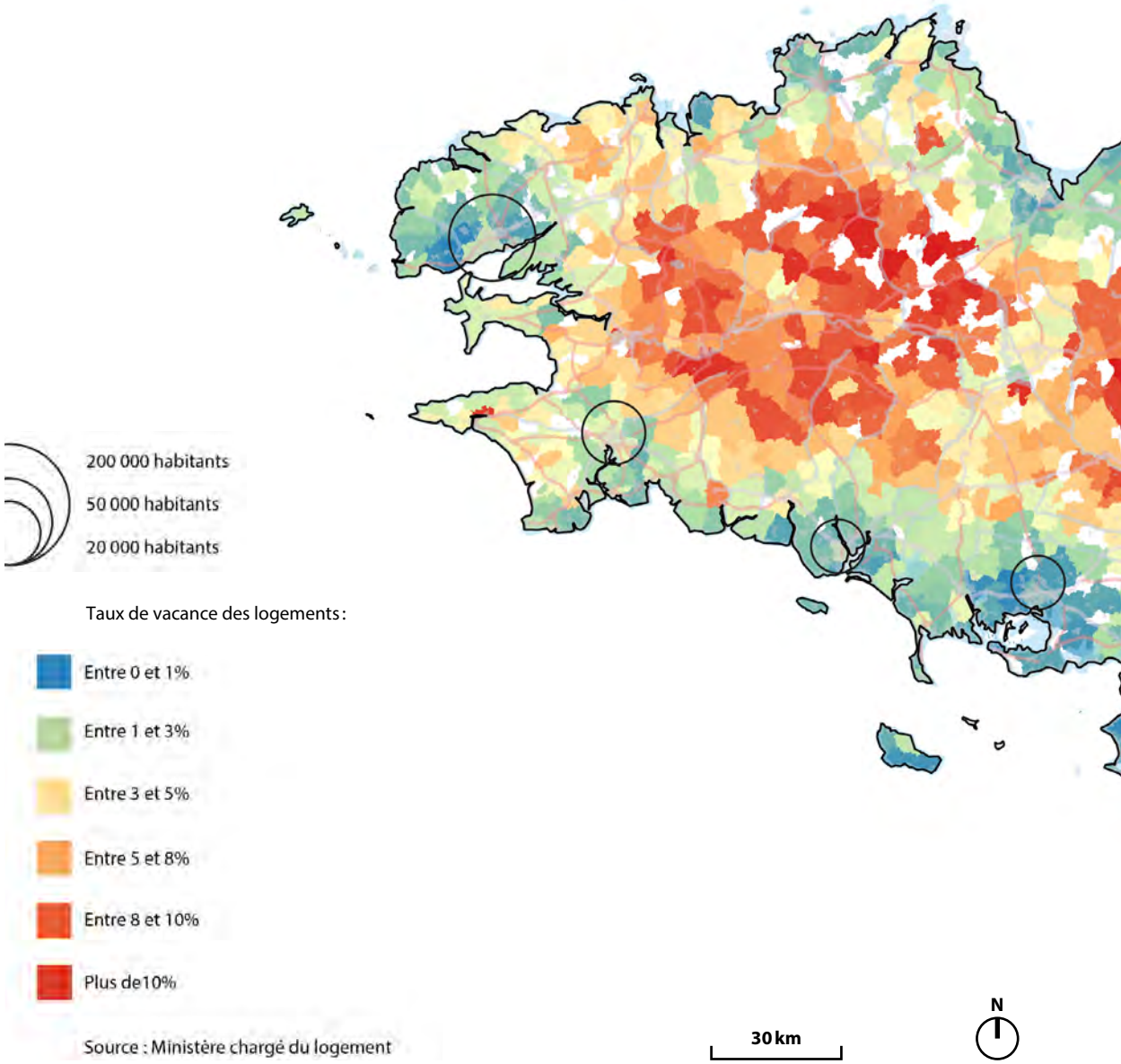
Étudiants
Alex Arnou
Elsa Frangeard
Léo Pommereul

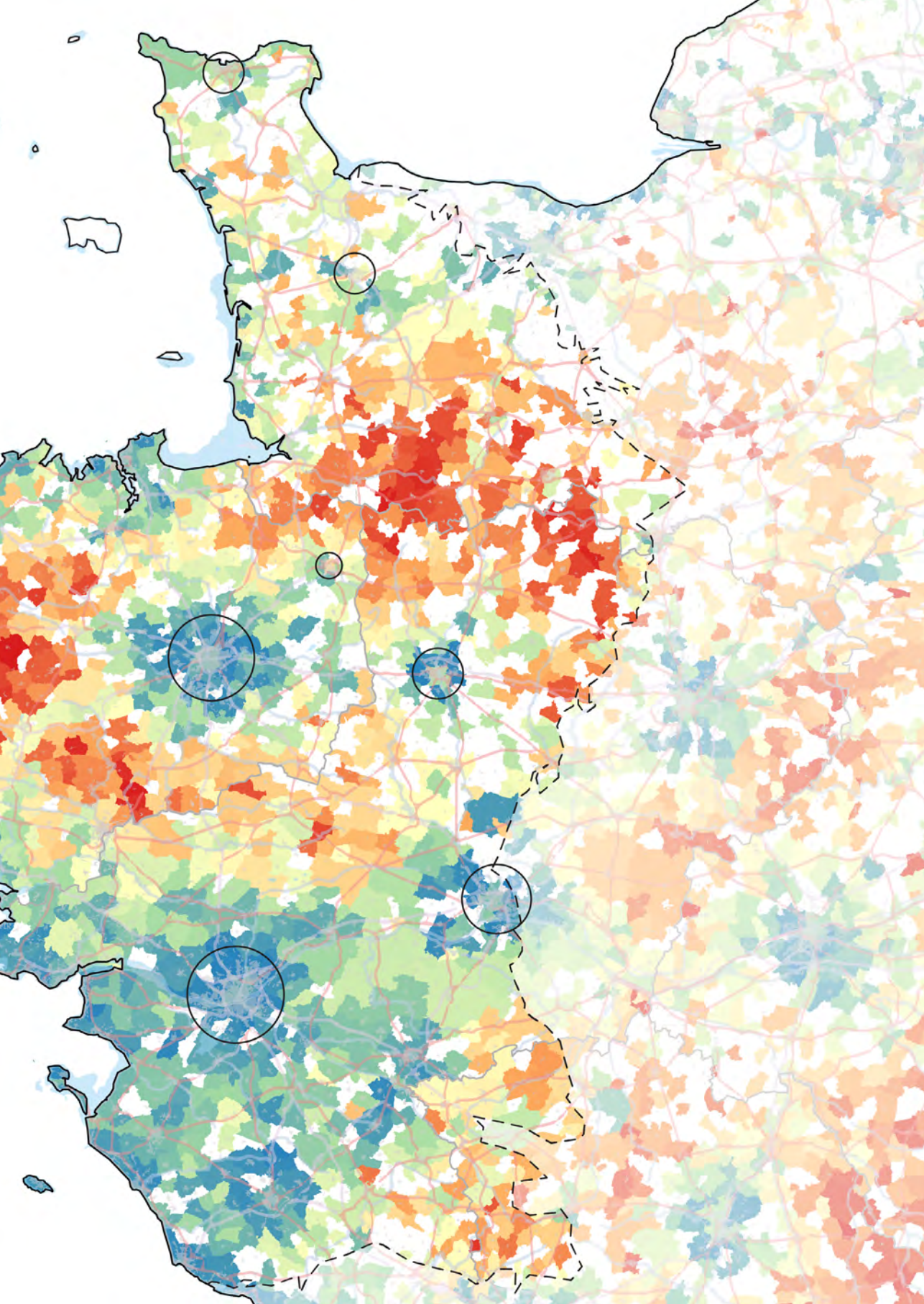
Cahiers du PoCa
architecture post-carbone
2021 – 2022

École d'architecture
de la ville & des territoires
Paris-Est

B. La parcelle

Offre et demande de logements
Aujourd'hui, la Bretagne connaît une augmentation démographique supérieure à la moyenne nationale : plus de 400 000 nouveaux habitants sont attendus sur ce territoire d'ici 2040, avec une densification principalement dans les métropoles et sur le littoral. Si l'on regarde le parc immobilier actuel sur l'ensemble de la région, le nombre de logements vacants recensés suffirait à loger la population arrivante. Néanmoins, si l'on se concentre uniquement sur la métropole rennaise, le parc immobilier actuel est insuffisant, logements vacants inclus, pour accueillir les futurs habitants. Il y a donc un réel besoin de logements neufs sur ce territoire.





Centre ville Rennes

Projet ViaSilva
L'ÉcoCité Viasilva 2040 prend place sur les communes de Cesson-Sévigné, Rennes et Thorigné-Fouillard en Ille-et-Vilaine. Il s'agit d'un projet de développement urbain métropolitain qui vise à accueillir de nouveaux habitants et des activités économiques dans un espace situé dans la continuité des communes. C'est la dernière grande réserve d'urbanisation positionnée en lisière de l'agglomération rennaise. Le projet a reçu le label EcoCité en 2009, à son début. L'opération totale se compose de deux ZAC : celle des Pierrins de 107 hectares (dont 50 constructibles) et la ZAC ViaSilva de 93 hectares (dont 55 constructibles). La maîtrise d'ouvrage est Rennes Métropole et la Société Publique d'Aménagement (SPLA) ViaSilva en est l'aménageur depuis 2013. L'équipe de maîtrise d'œuvre se compose de l'Agence d'urbanisme Devillers & Associés, Artelia, Setur, Aubépine, ETC et ON.

Îlot B11

Masterplan
La ZAC Atalante ViaSilva prévoit la construction de 3 100 logements pour 6 500 habitants (pour une surface de plancher de 215 000 m^2), une surface de plancher de 356 000 m^2 pour les activités et les équipements et de 4 000 m^2 pour les commerces. En janvier 2022, le terminus Cesson-Viasilva de la ligne B de métro, au centre de la ZAC, a été inauguré.

Cesson-Sévigné
Vue aérienne du site de la ZAC ViaSilva dans les années 1950. On reconnaît la structure agricole bocagère qui a longtemps perduré dans le Grand Ouest. La plupart des constructions sont des corps de ferme en bauge.
© IGN

Artificialisation

L'étalement urbain est responsable d'une artificialisation et d'une imperméabilisation massive des sols naturels, agricoles et forestiers du territoire. La diminution des espaces naturels est néfaste au climat et à la vie terrestre en général. En effet, l'artificialisation entraîne une accélération de la perte de biodiversité, contribue au réchauffement climatique, amplifie les risques d'inondations, réduit la capacité des terres agricoles à nourrir la société, accroit des dépenses liées aux réseaux et amplifie la fracture territoriale.
La construction de ZAC sur des terres agricoles participe donc à l'étalement urbain et à l'artificialisation du territoire et cela qu'importe les matériaux de construction utilisés. Dès lors, construire des projets en terre crue sur ce type d'opérations peut donc être critiquable, même si ce matériau reste vertueux. D'autant plus que l'objectif " zéro artificialisation nette " de la loi Climat et Résilience impose des restrictions ambitieuses pour diviser par deux le rythme d'artificialisation d'ici 2030 et tendre vers une artificialisation nulle d'ici à 2050.
Dès lors, il semble pertinent de réfléchir à des alternatives. Par exemple, le principe de ville archipel mis en place par l'agglomération rennaise présente plusieurs avantages du fait de la création de multiples polarités allant à l'encontre d'une centralisation toujours en expansion. Ce schéma territorial est aussi compatible avec les enjeux de renouvellement urbain et de densification de l'existant. La terre crue aurait un rôle à jouer dans la mise en place de cette fabrique de la ville plus résiliente.

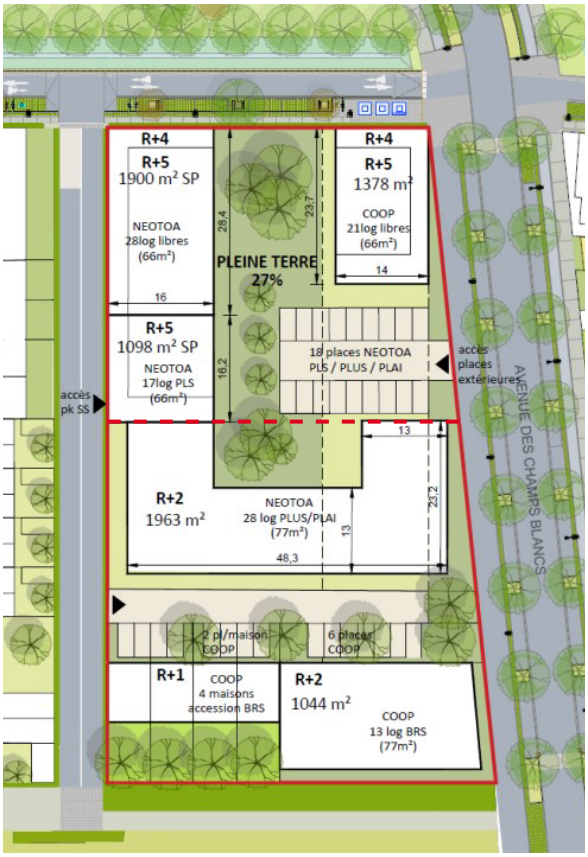
Mobilité

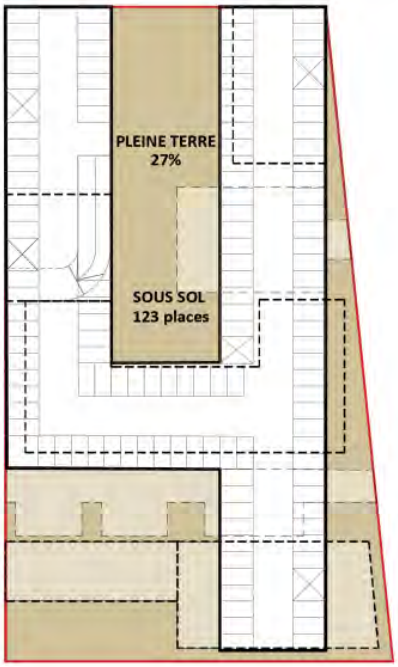
La problématique de la mobilité des usagers est concomitante à celle de l'étalement urbain. Plus on s'éloigne des polarités, plus on est enclin à se déplacer en voiture. De ce fait, la construction de ZAC peut aussi avoir des répercussions sur les systèmes de transports privilégiés par les habitants. Néanmoins, l'utilisation de la voiture individuelle est encouragée à diminuer au profit de mobilités douces ou collectives et plus décarbonées. C'est pourquoi nous avons intégré cette thématique dans nos réflexions.

Le plan de masse de l'îlot B11 présent dans la fiche de lots prévisionnelle prévoit la construction de 155 places de parking soit 1,4 place par logement (32 en surface et 123 en souterrain). Nos études préliminaires sur la parcelle ont mis en évidence que l'intégration de ces places de parking amène systématiquement une artificialisation des sols, une consommation de matériaux carbonés, et une perte de qualité spatiale. Cela dans des proportions qui rendent vains tous les efforts faits dans ce sens sur le projet de logements. D'autre part, la construction de parkings souterrains implique, pour des raisons structurelles, une large épaisseur de bâti au-dessus[17]. Ceci contraint donc drastiquement l'implantation des bâtiments sur la parcelle.

17 Les dimensions minimales d'un parking sont égales à deux fois la longueur d'une place, soit cinq mètres, plus une épaisseur de circulation de six mètres. Cela génère donc des bâtiments de minimum seize mètres d'épaisseur. Ceci implique intrinsèquement la conception de logements mono-orientés avec des couloirs de circulation au centre du bâtiment.

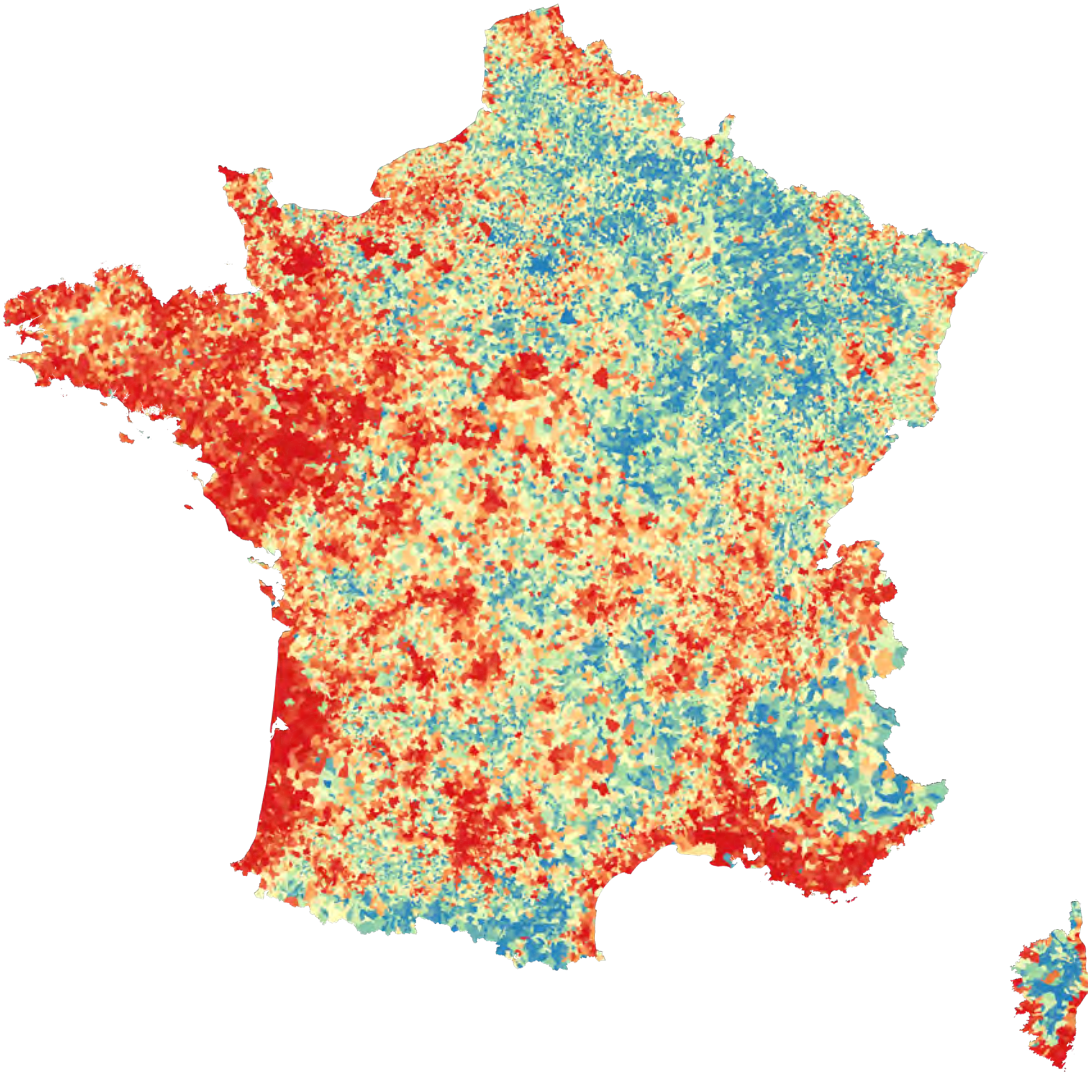
Parkings silos
Le plan du quartier prévoit un nombre important de parkings silos, accueillant également en rez-de-chaussée des commerces afin que chaque parcelle se situe à proximité des services de base. En étant bien conçus, ces édifices pourraient, selon l'évolution de l'utilisation de la voiture individuelle, être convertis afin d'accueillir d'autres fonctions ou démontés pour libérer le foncier.





Îlot B11
La fiche de lot prévoit un stationnement souterrain qui laisse seulement 27 % de pleine terre, ainsi qu'un stationnement de surface qui occupe la moitié des espaces extérieurs subsistants. Ce choix est peu résilient (espaces souterrains inconvertibles) et très carboné (terrassements très importants et utilisation massive de béton armé).

Ces deux stratégies étant contradictoires, notre étude se base sur l'hypothèse de parking silos répartis dans le quartier et prend comme site la partie sud de l'îlot (sous le pointillé rouge).



Surfaces d'espaces naturels, agricoles et forestiers artificialisés par commune entre 2009 et 2020
Source : Cerema

- Entre 0 et 1 ha
- Entre 1 et 2 ha
- Entre 2 et 5 ha
- Entre 5 et 10 ha
- Entre 10 et 20 ha
- Supérieur à 20 ha

Il s'agit donc d'une donnée du programme que nous choisirons d'extraire de la parcelle, pour nous permettre d'approfondir le sujet du logement collectif en terre crue, cadre de cette étude. Pour répondre à la problématique, nous faisons l'hypothèse de la construction d'un parking silo à proximité du projet sur une autre parcelle à proximité, comme cela a été proposé par les urbanistes de la ZAC. Ce bâtiment pourra être dessiné pour être démonté ou se transformer facilement afin d'accueillir d'autres usages lorsque le besoin automobile et le trafic routier diminueront au profit de mobilités douces.
Sur la parcelle, nous intégrons un minimum de places de parking, accessibles pour les personnes à mobilité réduite. Ces places sont positionnées en surface pour limiter les infrastructures. En revanche, nous intégrons des parkings à vélos, dimensionnés à raison d'une place par chambre.

Définition de la parcelle

La fiche de lot prévoit sur l'îlot B11 un total de 111 logements, répartis entre des logements sociaux et en accession. En cohérence avec la répartition du nombre de logements sur ce projet initial, nous délimitons la moitié sud de l'îlot comme terrain d'expérimentation pour le dessin de 40 logements en terre crue, sans distinction entre les maîtrises d'ouvrage. On obtient alors une parcelle de 3 030 m^2 située entre l'avenue des Champs Blancs à l'est et la rue B11.2 à l'ouest. Elle est bordée par une limite mitoyenne au nord et par un cheminement piéton et cyclable au sud.
Une parcelle rectangulaire bordée par quatre différents types de voies : il s'agit d'une situation de projet presque théorique, avec peu de contraintes existantes. En effet, nous ne prenons pas en compte les gabarits de bâtiments prévus dans la fiche de lot. Ce qui nous intéresse dans la définition de cette parcelle, c'est de pouvoir développer des réflexions de projets qui seront aisément transposables à d'autres situations.

Gabarits et implantations

Les projets développés dans cette étude remettent en question le plan masse dessiné pour l'îlot B11 de la ZAC et explorent différents gabarits et implantations sur la parcelle, afin de déterminer si certaines formes s'avèrent plus ou moins propices à la construction en terre crue.
La fabrique contemporaine de la ville utilise majoritairement le béton comme matériau structurel. La fabrication et l'emploi de ce dernier sont souvent les plus économiques, ce qui en fait le matériau conventionnel par excellence. Ses épaisseurs et sa mise en œuvre sont en tout point normées, ce qui amène à une standardisation et à une optimisation globales des constructions. De ce fait, on peut dire que l'urbanisme actuel a été façonné en réponse à cette optimisation et à la densification toujours plus importante des bâtiments.
Or, la construction en terre crue implique l'utilisation de grandes quantités et de larges épaisseurs de matière et est, dès lors, moins compatible avec ces façons actuelles de faire la ville, basées sur l'optimisation et la rentabilité des surfaces construites. Ainsi, il semble nécessaire que dès l'échelle urbaine, les différences et spécificités des matérialités des projets soient prises en compte par tous les concepteurs du territoire. Cela pourrait notamment figurer dans les réglementations d'urbanisme[18] et planifications territoriales. La prise en compte des matériaux de construction doit également apparaître dans la rédaction des fiches de lots. En effet, l'utilisation de la terre crue, à la place du béton, peut avoir des conséquences économiques pour la maîtrise d'ouvrage, le rapport entre surfaces nette et brute étant plus défavorable avec de la terre porteuse.

Les orientations et les épaisseurs

L'implantation des bâtiments sur la parcelle et leur hauteur sont corrélées à l'orientation et à l'épaisseur de ces derniers. Les orientations du bâti déterminent les apports solaires, l'exposition des bâtiments au vent et aux nuisances sonores, mais également l'ouverture de vues depuis les logements. Le confort thermique et les qualités spatiales des appartements découlent de ces facteurs grâce à la mise en place de stratégies bioclimatiques.
Plus un bâtiment est haut, plus l'écart avec un autre bâtiment doit être important afin de garantir l'éclairement naturel des façades. Plus les édifices sont bas, plus leur proximité est tolérable tout en veillant aux vis-à-vis. De ce fait, l'implantation des bâtiments produit des formes d'espaces extérieurs différents sur la parcelle. Certaines implantations (l'îlot et les barres) engendrent des espaces extérieurs plus vastes et aérés, d'autres (les plots et la nappe) morcelés ou réduits. Certains gabarits génèrent plus de privacité tandis que d'autres invitent à être traversés et participent à la morphologie de l'espace public. L'orientation et l'accès à l'ensoleillement des espaces extérieurs est également à considérer. Par exemple, un espace souvent à l'ombre est peu propice à l'aménagement de jardins potagers.

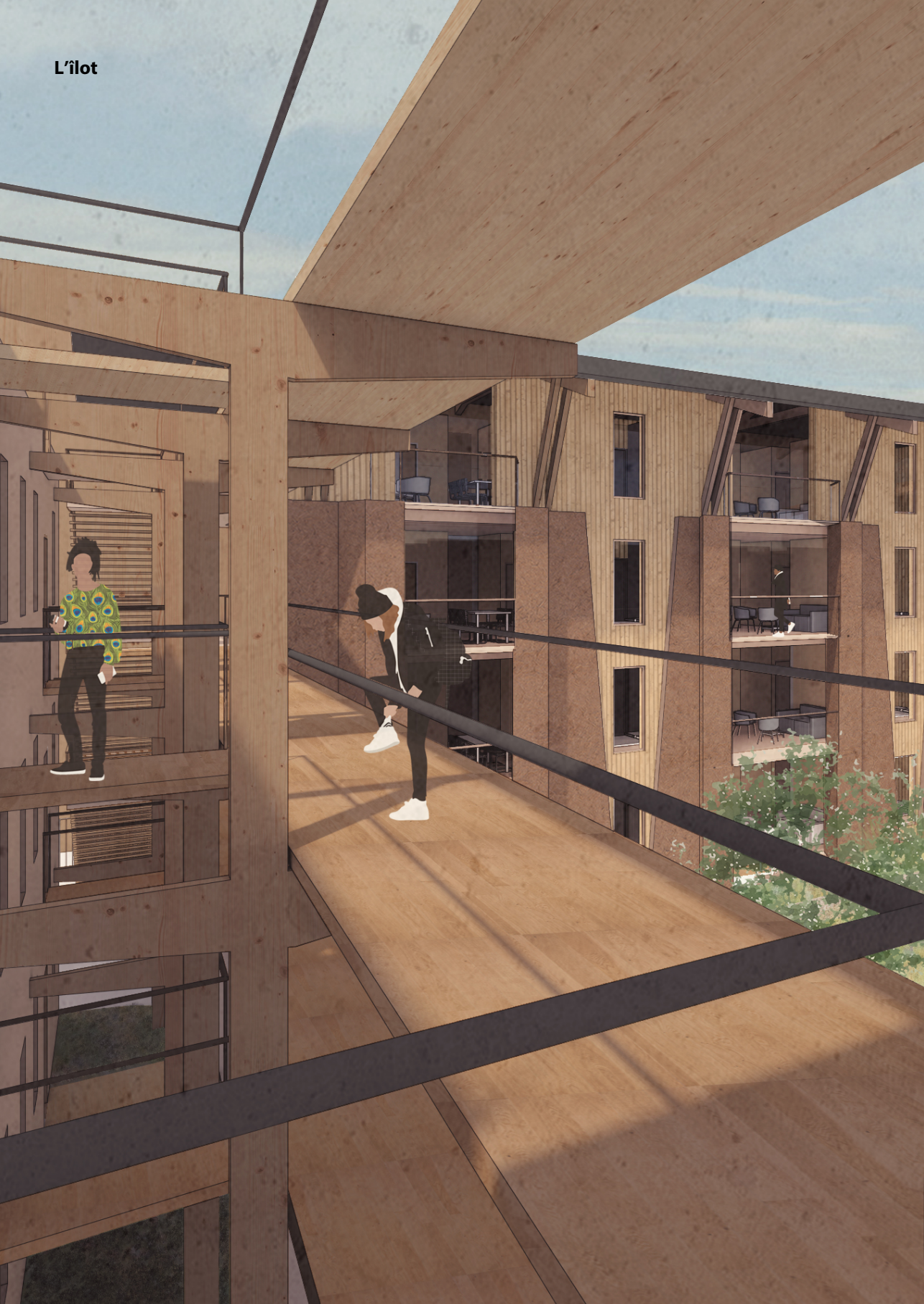
18 Notamment dans les documents suivants : Plan local d'urbanisme (intercommunal) (PLU ou PLUi), Règlement national d'urbanisme (RNU), Schéma de cohérence territoriale (SCOT).

Rapports au sol et à la ville

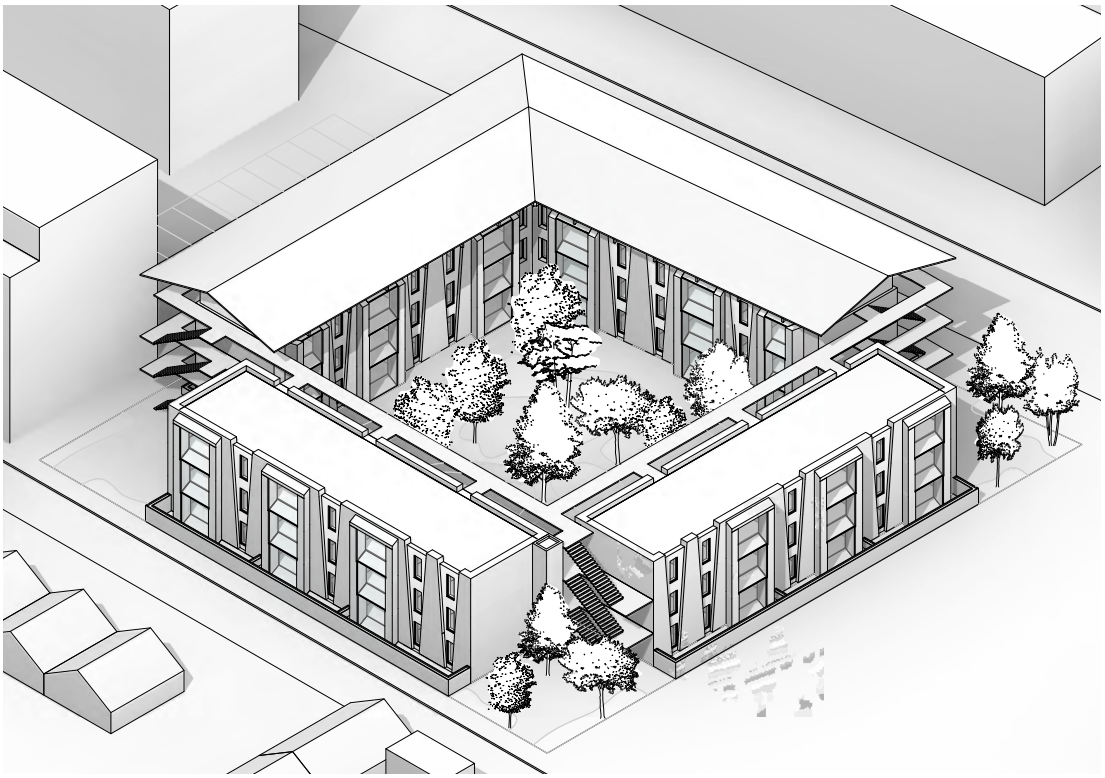
La disposition des masses bâties entre elles et par rapport au reste de l'espace public participent à la qualité du rez-de-ville. Pour ce faire, la distance d'implantation par rapport à la limite parcellaire, la composition des fronts bâtis et de leurs ouvertures, la hauteur des bâtiments sont, entre autres, à considérer pour l'implantation d'un projet sur un site. L'accès à la parcelle est également une problématique à traiter. Les habitants sont-ils les seuls à pouvoir accéder à la parcelle ? Où s'arrête l'espace public ? Quels sont les seuils entre rue et logements à mettre en place ?
D'autre part, certains schémas d'implantation sont plus adaptés à ce que des programmes autres que de l'habitat soient installés en rez-de-chaussée. Ainsi, il existe une corrélation entre forme urbaine, espaces extérieurs, accès et mixité programmatique.

Programmation

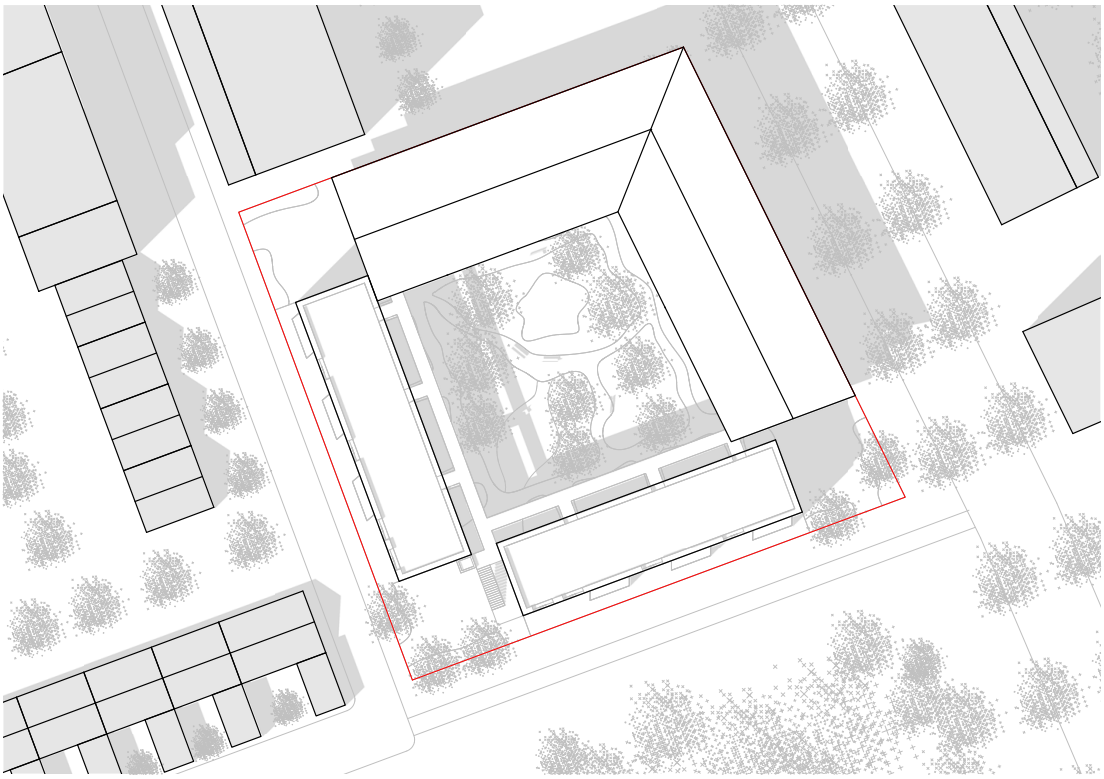
Les logements en rez-de-chaussée constituent un réel enjeu lors de la projection de logements collectifs. Le rapport à la rue doit être traité par des dispositifs de mise à distance pour répondre au besoin de privacité des habitants. Cela peut se faire notamment par l'aménagement de jardins privatifs en bords de parcelle ou de bandes plantées, par un rehaussement du bâtiment par rapport au niveau de la rue, ou par l'intégration d'autres programmes, tels que des commerces, des services ou des locaux associatifs. Par ailleurs, cette dernière proposition participe à l'activation du rez-de-ville. En effet, des quartiers entiers de logements collectifs en ZAC ne devraient pas être mono-fonctionnels au risque de s'apparenter à des cités dortoirs où la vie de quartier est rythmée par l'emploi du temps des travailleurs pendulaires. De plus, dans l'usage, la mixité programmatique permet de réduire les déplacements des futurs habitants et peut aussi être un vecteur d'économie de projet pour la maîtrise d'ouvrage.



L'îlot



Ce projet suit l'hypothèse d'un bâtiment en R+3 terre crue porteuse, où la terre est utilisée en enveloppe et exposée. Le projet s'implante sur la parcelle selon une typologie d'îlot. Cette forme urbaine n'est pas orientée, elle tend à impliquer un rapport similaire sur les quatre faces du quadrilatère. Nous cherchons donc à développer un tropisme de la figure en dissociant les deux côtés de l'îlot qui s'ouvrent au nord des deux côtés qui s'ouvrent au sud. Ces derniers sont plus bas (R+2), ce qui augmente les apports lumineux de la partie nord de l'îlot, et permet au rayonnement solaire de pénétrer dans son cœur.



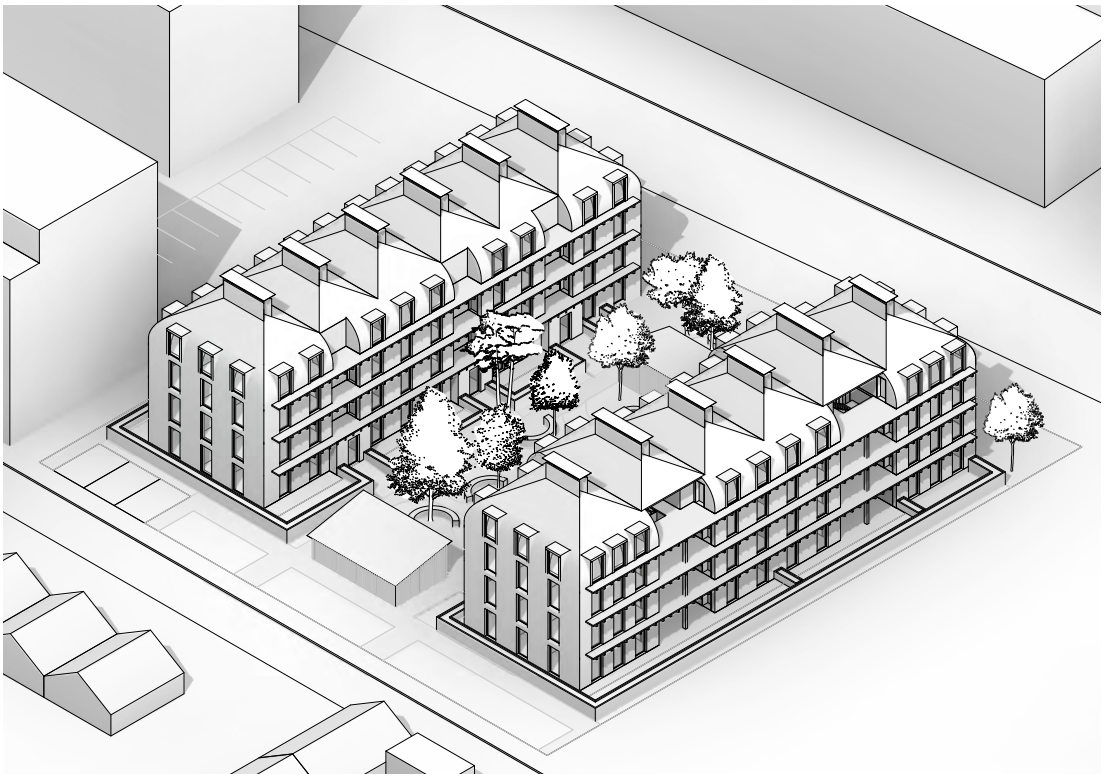
Un jardin prend place au cœur de la parcelle. Isolé de la ville par le bâti, cet espace planté gagne en intimité. Le bâti disposé sur le pourtour de la parcelle fait front sur l'espace public mais s'implante en retrait, ce qui dégage des jardins sur rue pour préserver les logements qui occupent la quasi-totalité du rez-de-chaussée.
Traditionnellement, on trouve des mares à proximité des fermes en bauge qui témoignent des terres excavées pour la construction. Ce dispositif est repris et participe à la qualité du jardin commun.

20 m

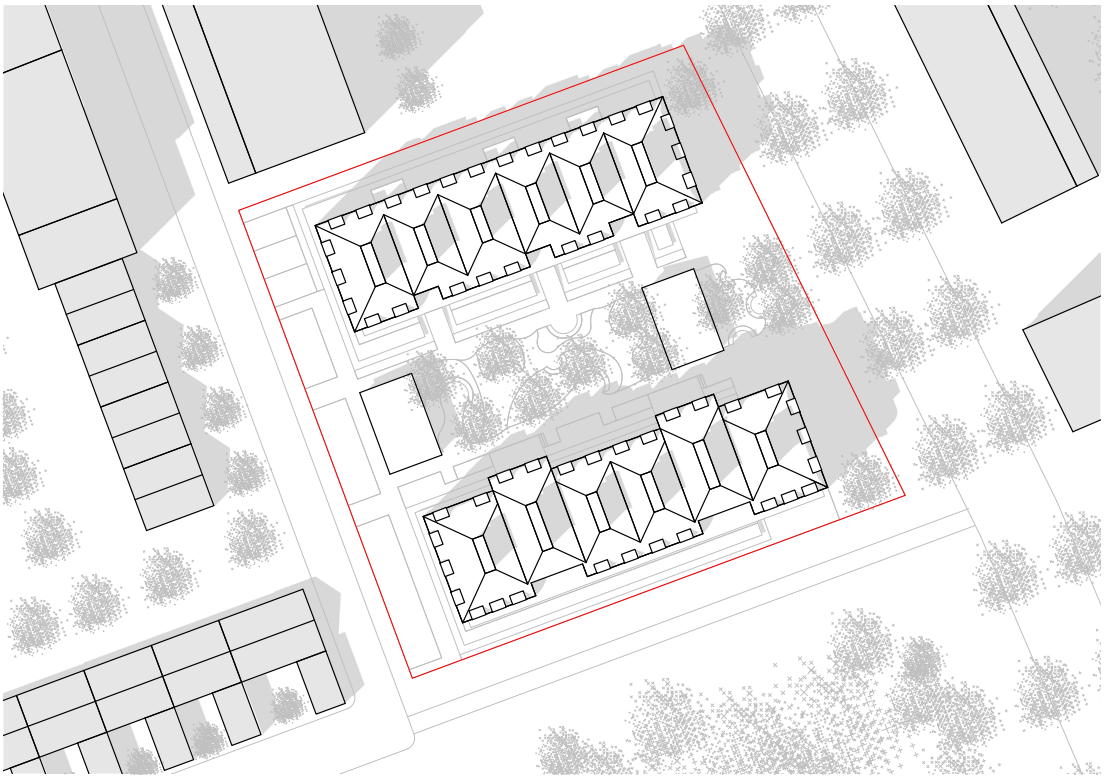
N

Les barres

Les barres



Ce projet suit également l'hypothèse d'un gabarit R+3 en terre porteuse, où cette fois la terre est utilisée en refends et donc protégée de l'extérieur. Une enveloppe en ossature bois et en bardeaux vient habiller l'ensemble des bâtiments et leur toiture. Les bâtiments sont légèrement surélevés afin d'améliorer l'intimité des logements situés en rez-de-chaussée.



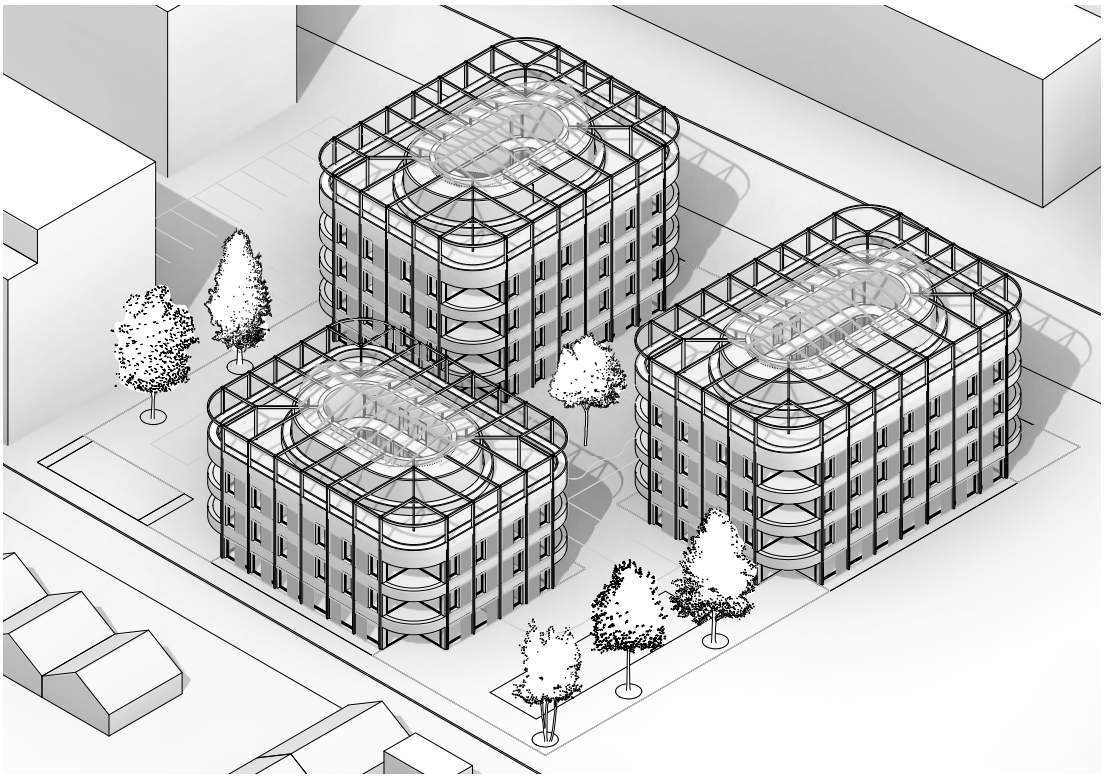
Deux barres sont alignées sur les limites nord et sud de la parcelle. Cette disposition génère un mail central accessible aux résidents du projet. Deux petits locaux vélos encadrent le jardin et tiennent les limites est et ouest du terrain.
La subdivision des toitures à quatre pentes accompagne parfois un décroché lié à une variation typologique, rompt la continuité de la barre et génère à l'occasion, une terrasse plus ouverte.

20 m

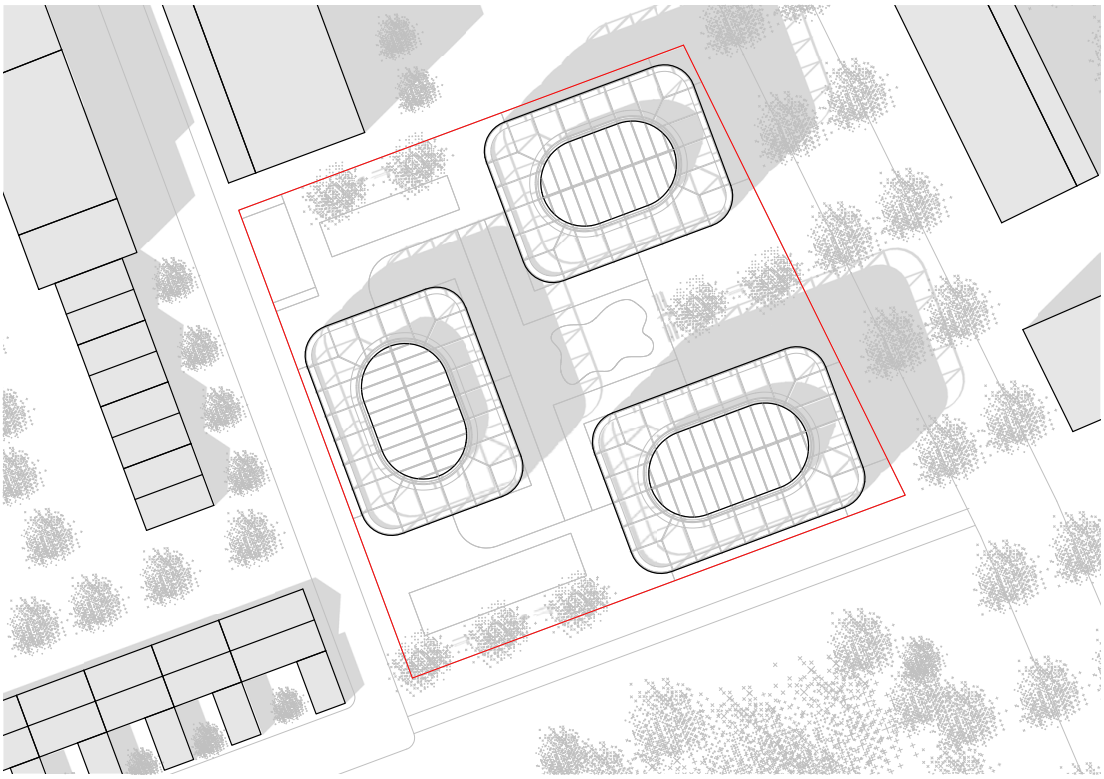
N

Les plots

Les plots



Ce projet explore les possibilités de bâtiments en R+2 et R+3 où la terre crue n'est pas porteuse mais utilisée dans toutes ses autres fonctions : remplissage de murs et planchers, cloisonnement légers ou autoporteurs. Trois plots basés sur des plans rectangles de longueurs différentes et aux angles arrondis sont disposés sur la parcelle.



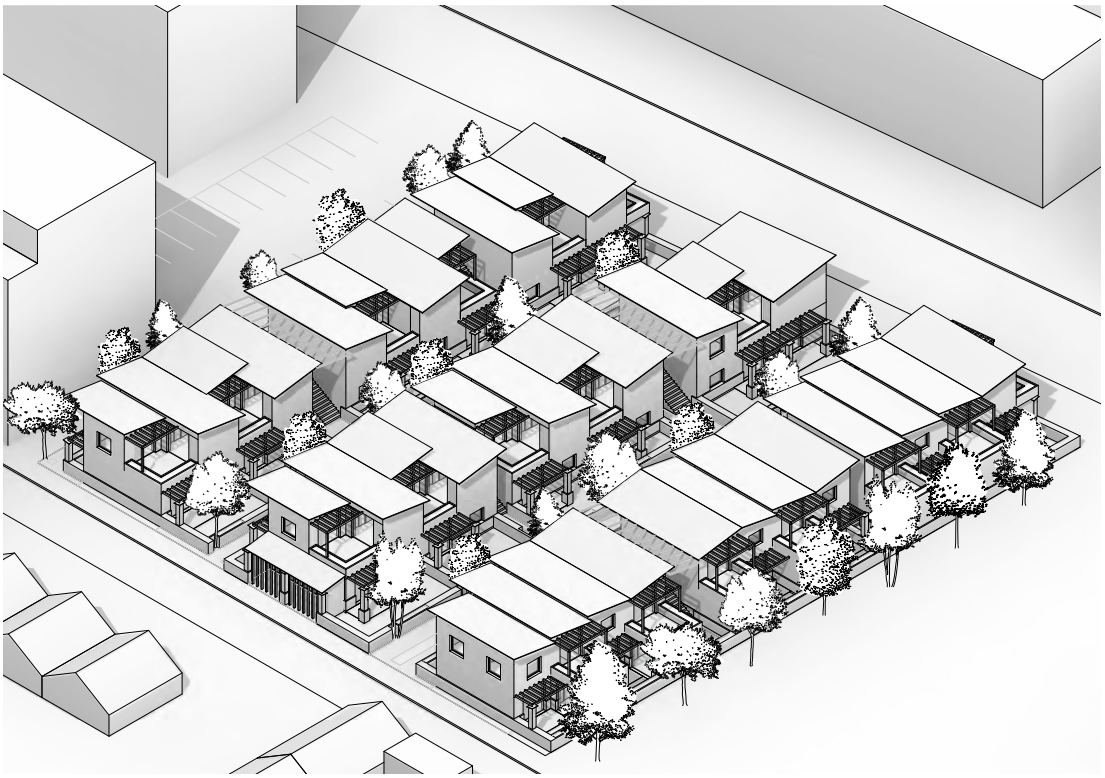
Cette disposition génère des espaces au sol plus ouverts, c'est pourquoi seul le cœur de l'îlot est rendu privé, les interstices aux angles ouest de la parcelle et sur l'avenue à l'est sont eux attenants à des locaux publics de commerces ou de services.
La réduction de l'espace proposé aux habitants en rez-de-chaussée est équilibrée par les toitures terrasses, jardins suspendus rendus accessibles aux résidents.

20 m

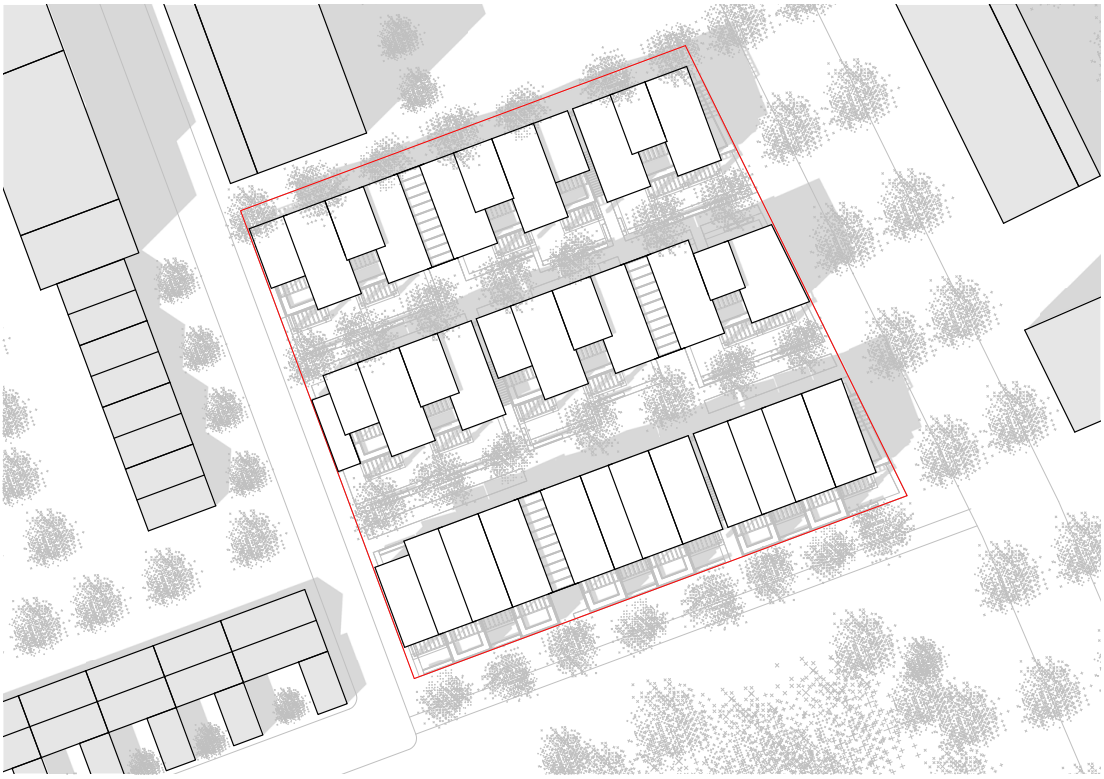
N

La nappe

La nappe



Ce projet prend le parti d'utiliser la terre comme élément porteur mais seulement sur deux niveaux (R+1). Cela génère un urbanisme plus étalé qui s'apparente à des maisons en bandes, formant des venelles qui traversent la parcelle d'est en ouest.

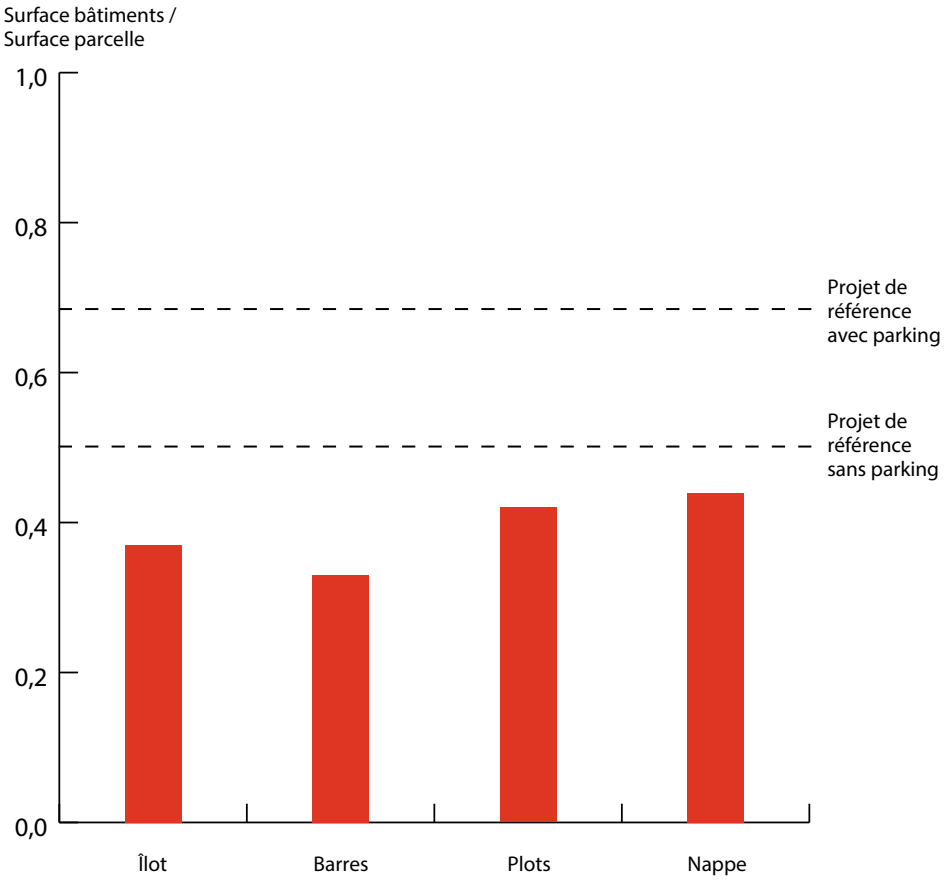


La proximité plus importante entre les logements a provoqué un morcellement de la forme urbaine à la fois en plan et en coupe afin de garantir une privacité entre les différentes unités, et d'offrir à chacune un jardin de plain-pied ou une terrasse généreuse.

20 m

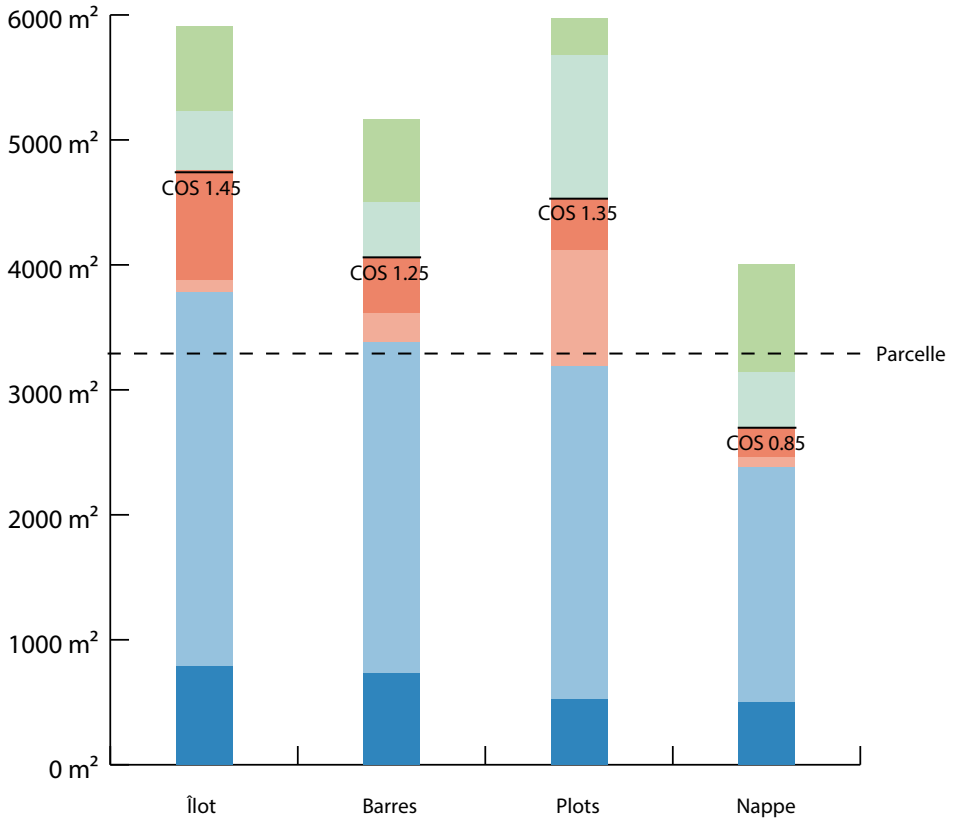
N

Imperméabilisation



Il est nécessaire de limiter au maximum l'artificialisation des sols. Les projets présentés imperméabilisent plus ou moins de parcelle mais les résultats restent relativement proches malgré les différences marquées de gabarits. On note que les quatre projets sont moins étalés que le projet de référence, qui compte quatre maisons supplémentaires. Si l'on inclut la surface imperméabilisée par le parking souterrain prévu sur la fiche de lot du projet de référence, alors le projet de la barre, le plus performant sur ce critère, imperméabilise tout de même deux fois moins de terrain.

Surfaces de plancher et densité



Malgré son étalement plus important, le projet de la nappe est celui qui propose le moins de surface de plancher : son Coefficient d'Occupation du Sol (surface de plancher intérieure / surface parcelle) est le seul inférieur à 1. En revanche, ce projet propose plus d'espaces extérieurs privatifs. Les COS des autres projets gravitent autour de 1.3, soit une densité similaire au projet de référence. A titre comparatif, l'urbanisme haussmannien du centre-ville de Paris est un des plus denses avec un COS d'environ 3.
Il y a un rapport direct entre coût et surface de plancher : le projet Nappe est-il moins cher parce qu'il construit moins, ou moins rentable parce qu'il densifie moins ?

- jardins privés
- terrasses
- circulation
- autres programmes
- logements
- emprise des murs