

**MÉMOIRE DE MASTER**  
Savoirs des activités de projets instrumentées

**LA PERCEPTION VISUELLE DES ENFANTS  
DE L'ENVIRONNEMENT BATI :**  
L'APPORT DE L'ANALYSE  
D'ISOVISTES ET DE GRAPHES DE VISIBILITE

**ENCADRANTS :** Joaquim Silvestre et Anne Tuscher





## REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer ma gratitude à mes professeurs, Joaquim Silvestre et Anne Tuscher pour leur accompagnement et leurs conseils tout au long de l'élaboration de ce mémoire. Je les remercie d'avoir guidé ma réflexion et encouragé mon esprit critique, tout en me laissant la liberté nécessaire pour développer mes propres idées.

Je souhaite également remercier mes camarades de classe, Adrien et Alice, pour leur soutien, leurs encouragements, ainsi que pour avoir pris le temps de me relire et de m'aider chaque fois que j'en avais besoin.

Enfin, j'adresse mes remerciements les plus chaleureux à ma famille pour son appui constant et inconditionnel, y compris dans les moments de doute.



## **ABSTRACT**

Dans un contexte d'urbanisation croissante, les espaces urbains ont un rôle clé dans le bien-être des populations. Pourtant, les enfants sont souvent négligés dans les processus de conception et leurs besoins spécifiques ne sont pas toujours pris en compte. Or, leur rapport à l'espace urbain (notamment en termes de configuration visuelle) conditionne leur autonomie, leur sécurité et leur bien-être.

La recherche se concentre sur l'analyse de la configuration visuelle modélisée à différentes hauteurs de regard. La recherche s'appuie sur des outils d'analyse spatiale comme les isovistes et les graphes de visibilité. Bien que ces outils aient été largement utilisés pour des études chez les adultes, on examine comment l'ajustement de ces outils permet de modéliser la configuration visuelle à hauteur de regard d'enfant pour identifier ainsi des zones où la visibilité est réduite ou problématique.

Pour analyser cette différence dans leurs configurations visuelles, ce mémoire prendra comme référence un protocole déjà éprouvé chez les adultes et adaptera les paramètres à la hauteur de regard de l'enfant. De cette façon, le but est de réaliser une analyse comparative des résultats pour tester la pertinence (ou pas) des outils d'analyse spatiale lorsqu'on étudie la configuration visuelle de l'espace chez les enfants.

## **MOTS CLÉS**

Enfant, perception visuelle, analyse spatiale, isovistes, graphes de visibilité



## **GLOSSAIRE**

### **CONFIGURATION VISUELLE**

La configuration visuelle désigne la manière dont la visibilité est structurée dans un espace. Elle évalue ce qu'on peut y voir et comment les zones visibles se relient entre elles. Dans ce mémoire, la configuration visuelle est comparée entre adultes et enfants pour identifier des zones critiques de rupture de visibilité. Elle dépend de la hauteur du regard, de la position de l'observateur et de la présence d'obstacles dans l'espace.

### **ANALYSE SPATIALE (TERME EN ANGLAIS, SPACE SYNTAX)**

Ensemble de méthodes qui modélisent la configuration visuelle d'un espace.

### **CENTRALITÉ (INDICATEUR GLOBAL)**

Cet indicateur désigne le degré selon lequel un espace est structurellement proche de l'ensemble des autres espaces dans un système spatial. En d'autres mots, la centralité exprime la capacité d'un lieu à fonctionner comme nœud spatial majeur. Par exemple, un espace fortement central tend à être plus visible, plus fréquenté et plus signifiant dans l'expérience cognitive de la ville (Lynch, 1960 ; Conroy Dalton & Bafna, 2003).

### **CONNECTIVITÉ (I.G.)**

Cet indicateur fait référence au nombre de relations spatiales directes qu'un espace maintient avec ses espaces adjacents et elle permet d'évaluer le potentiel de circulation et de lisibilité d'un lieu. Une forte connectivité favorise l'exploration et l'autonomie des déplacements, notamment chez les enfants, en réduisant les contraintes cognitives liées à l'orientation et à la navigation (Turner & Penn, 1999 ; Figueiredo & Amorim, 2023).

### **CHAMP VISUEL**

Le champ visuel désigne l'ensemble des points de l'espace visibles depuis une position donnée et en tenant compte des obstacles visuels.

### **GRAPHES DE VISIBILITE**

Représentations des possibles relations visuelles dans un espace (Turner et al., 2001). Chaque nœud de la grille correspond à une position d'observation, et chaque arête indique une visibilité directe entre deux points. Dans ce mémoire, ils sont utilisés pour générer des cartes et comparer ainsi la configuration visuelle à hauteur d'adulte et d'enfant.

### **HAUTEUR DE REGARD**

Distance à la verticale entre le sol et le niveau moyen des yeux d'un individu debout. Lors de ce mémoire, cette variable est le principal paramètre comparatif entre configurations visuelles.

### **INTÉGRATION**

L'intégration permet de mesurer le degré d'accessibilité d'un espace depuis tous les autres points du système. Par exemple, un espace fortement intégré est susceptible de concentrer des flux, des rencontres et des usages variés. Au contraire, un espace faiblement intégré tend à être plus isolé.

### **ISOVISTES**

Ensemble des points visibles depuis une position donnée dans l'espace (Benedikt, 1979). L'isoviste est représenté sous forme d'un polygone décrivant l'extension du champ visuel.

### **OBSTACLES VISUELS**

Éléments physiques qui interrompent la visibilité globale de l'espace (mobilier urbain, végétation, voitures...). Ils modifient le champ visuel selon la hauteur du regard. À hauteur d'enfant, certains obstacles bas deviennent opaques en fragmentant la visibilité (voir annexes, *Étude en élévation du mobilier urbain selon différentes hauteurs de regard*).

### **THÉORIE DE GRAPHES**

Cadre permettant de modéliser et d'analyser la structure d'un réseau à partir de nœuds et d'arêtes. Dans l'analyse de l'espace bâti, cette théorie sert à représenter la configuration spatiale sous forme de graphes pour pouvoir mesurer divers paramètres de l'espace (par exemple, l'accessibilité, l'intégration ou la centralité) et comprendre ainsi l'expérience des usagers (Turner et al., 2001).

### **VISIBILITÉ**

Capacité à percevoir visuellement les éléments d'un espace depuis une position donnée. Elle dépend de la hauteur du regard, de la distance, de la présence d'obstacles et de la géométrie de l'espace.

<b>INTRODUCTION</b>	<b>11</b>
<b>AVANT-PROPOS</b>	<b>11</b>
<b>CONTEXTE ET ENJEUX</b>	<b>12</b>
<b>PROBLEMATIQUE</b>	<b>13</b>
<b>HYPOTHESES</b>	<b>13</b>
<b>OBJECTIFS</b>	<b>14</b>
<b>ÉTAT DE L'ART</b>	<b>15</b>
<b>ÉTAT DE L'ART DES CONNAISSANCES</b>	<b>16</b>
LA PLACE DE L'ENFANT DANS LA PENSÉE ARCHITECTURALE.	16
L'IMPACT DE L'ENVIRONNEMENT BÂTI SUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'ENFANT : PERSPECTIVES EN PSYCHOLOGIE ET SCIENCES SOCIALES.	20
L'ÉCHELLE DE L'ENFANT DANS L'ESPACE ET LA COMPRÉHENSION DE LEUR POINT DE VUE.	24
<b>ÉTAT DE L'ART MÉTHODOLOGIQUE</b>	<b>25</b>
DÉFINITION DE L'ANALYSE SPATIALE ET DE SES OUTILS	25
APPLICATIONS DES ISOVISTES ET DES GRAPHES DE VISIBILITÉ DANS LES ÉTUDES SUR LES ENFANTS	27
BÉNÉFICES ET LIMITES DE L'ANALYSE DES ISOVISTES ET DES GRAPHES DE VISIBILITÉ POUR COMPRÉHENDRE LES INTERACTIONS DES ENFANTS AVEC L'ENVIRONNEMENT BÂTI.	30
<b>MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE</b>	<b>31</b>
<b>PROTOCOLE DE RÉFÉRENCE</b>	<b>31</b>
<b>ADAPTATION DES PARAMÈTRES : HAUTEUR DE REGARD ET OBSTACLES VISUELS</b>	<b>32</b>
<b>ÉLABORATION DES CARTES</b>	<b>34</b>
<b>MODELISATION À HAUTEUR DE REGARD D'ENFANT</b>	<b>37</b>
<b>RÉSULTATS DE LA RECHERCHE</b>	<b>39</b>
<b>DISCUSSION : LIMITES ET APPORTS AU REGARD DE LA THÉORIE ÉCOLOGIQUE DE LA PERCEPTION</b>	<b>42</b>
<b>CONCLUSION</b>	<b>45</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>49</b>
<b>ANNEXES</b>	<b>53</b>
<b>ÉTUDE EN ÉLEVATION DU MOBILIER URBAIN SELON DIFFÉRENTES HAUTEURS DE REGARD</b>	<b>54</b>
<b>CAS D'ÉTUDE 1</b>	<b>58</b>
<b>CAS D'ÉTUDE 2</b>	<b>66</b>
<b>CAS D'ÉTUDE 3</b>	<b>74</b>
<b>CAS D'ÉTUDE 4</b>	<b>78</b>
<b>CAS D'ÉTUDE 5</b>	<b>82</b>



## INTRODUCTION

### Avant-propos

Lors de mon échange Erasmus à Madrid, la lecture de l'ouvrage *La ciudad de los cuidados*<sup>1</sup> m'a amenée à réfléchir sur les modèles architecturaux et urbains existants. Ce livre interroge la manière dont les espaces urbains ont été historiquement conçus sans tenir compte des « besoins spécifiques »<sup>2</sup> des populations les plus vulnérables, comme les enfants. Cette lecture m'a invitée à repenser la manière dont, nous architectes, pourrions mieux intégrer leurs besoins dans les processus de conception.

Dans le cadre du séminaire thématique, j'ai été parallèlement introduit aux outils d'analyse spatiale qui permettent d'étudier la configuration visuelle<sup>3</sup> et la structure géométrique d'un espace. Ces outils, tels que les isovistes et les graphes de visibilité, sont généralement appliqués à hauteur de regard d'adulte ( $\approx 1,60$  m). Leur potentiel m'a amenée à réfléchir à leur adaptation à la hauteur de regard d'un enfant.

**Ce mémoire est ainsi à l'intersection entre deux questionnements : la place de l'enfant dans l'espace urbain et l'adaptation des outils d'analyse spatiale à son échelle de regard.**

L'objectif de la recherche est d'examiner comment l'ajustement de ces outils permet de modéliser la configuration visuelle à hauteur de regard d'enfant pour identifier ainsi des zones où la visibilité est réduite ou problématique. Cette recherche cherche à interroger la conception d'espaces urbains, souvent peu sensibles à la diversité des échelles de regard, et à mettre en évidence des zones critiques (ou potentiellement dangereuses) lorsqu'elles sont analysées à hauteur de regard d'enfant.

---

<sup>1</sup> Livre écrit par l'architecte espagnole Izaskun Chinchilla. En français, *La ville des soins*.

<sup>2</sup> Dans le cadre de ce mémoire, l'expression « **besoins spécifiques** » désigne l'ensemble de caractéristiques spatiales et perceptuelles qui conditionnent l'expérience des usagers dans leur environnement urbain. Ils concernent plus précisément : (i) **les aspects d'échelle et de proportions** (hauteur du mobilier et des équipements, lisibilité de la signalétique...), (ii) **les besoins sensorielles** (éviter les obstacles visuels, garantir des parcours continus et lisibles, proposer des repères clairs, adapter les contrastes et l'éclairage...), et (iii) **les besoins cognitifs et d'orientation** (simplicité des espaces, continuité visuelle, points facilement identifiables pour favoriser le repérage...).

<sup>3</sup> Lors de ce mémoire, le terme **configuration visuelle** désigne la manière dont la visibilité est structurée dans un espace. Elle évalue ce qu'on peut y voir et comment les zones visibles se relient entre elles.

## Contexte et enjeux

Dans un contexte d'urbanisation croissante, plus de la moitié de la population mondiale vit aujourd'hui dans un milieu urbain (ONU-Habitat, 2022). Ce fait a un impact majeur sur les conditions de vie, en particulier pour les groupes les plus vulnérables. Bien que fortement présents dans l'espace urbain, les enfants restent rarement pris en compte dans les processus de conception (Weber, 2015).

L'espace public est conçu depuis le point de vue de l'adulte, ce qui conduit à des aménagements peu adaptés à l'échelle de regard et aux besoins<sup>2</sup> des enfants (Wagnon, 2024 ; Pells, 2015). Cette invisibilisation se manifeste concrètement par des discontinuités visuelles, des aires de jeux isolées ou standardisées, manque d'espaces ouverts et accessibles aux enfants... (Wagnon, 2024). Ces aménagements réduisent non seulement leur liberté de mouvement, mais limitent aussi leur capacité à explorer, interagir et s'approprier des lieux du quotidien (Hart, 1979).

Plus largement, ces constats s'inscrivent dans les questionnements actuels des modèles urbains traditionnels et le droit à la ville (Chinchilla, 2018 ; Weber, 2015). Les politiques d'aménagement sont orientées vers des logiques automobiles et sécuritaires qui réduisent progressivement la place et l'autonomie des enfants dans l'espace public (Wagnon, 2024). Cette tendance renforce la dépendance des enfants aux adultes et limite leurs possibilités d'exploration libre (Hart, 1979 ; Pells, 2015). En conséquence, les enfants deviennent des usagers invisibles des villes, alors qu'ils en constituent une part essentielle et active.

Dans ce contexte, la question de la configuration visuelle de l'espace urbain représente un enjeu central. La manière dont un enfant perçoit visuellement son environnement, influence directement sa capacité à se déplacer en sécurité. Certaines zones peuvent ainsi devenir dangereuses, lorsque la visibilité est restreinte à la hauteur de regard d'enfant.

Les isovistes et les graphes de visibilité, largement utilisés pour l'étude de la lisibilité spatiale chez les adultes (Benedikt, 1979 ; Turner et al., 2001), offrent un cadre méthodologique pour analyser la relation entre formes urbaines et configuration visuelle. Adapter ces outils à différentes hauteurs de regard permet de rendre compte des différences dans la configuration visuelle selon l'échelle du regard et d'identifier des zones visuellement critiques<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Lors de la recherche, les zones critiques sont définies comme les moments de rupture ou de faible connectivité identifiées par les graphes de visibilité.

## Problématique

Les outils d'analyse spatiale constituent des outils reconnus pour analyser les relations visuelles d'un espace. (Benedikt, 1979 ; Turner et al., 2001). Néanmoins ces outils ont été testé presque exclusivement à  $\approx 1,60$  m, correspondant au regard d'un adulte. Or, la perception d'un enfant diffère de celle d'un adulte en raison de sa taille, de ses capacités cognitives et de ses besoins sensoriels spécifiques (Piaget, 1952 ; Hart, 1979).

Dans ce contexte, la problématique de ce mémoire est la suivante :

**Dans quelle mesure les données issues de l'analyse spatiale, appliquées à différentes hauteurs de regard, permettent-elles d'identifier des zones visuellement critiques révélant des écarts significatifs entre la configuration visuelle d'un adulte et celle d'un enfant ?**

En raison de la difficulté à articuler de manière rigoureuse des paramètres architecturaux et psychologiques, cette recherche adopte une approche exclusivement modélisée. C'est-à-dire, elle s'appuie sur des données spatiales et géométriques. Je considère la hauteur du regard comme principal facteur différenciant. Compte tenu de la complexité du phénomène perceptif, la recherche n'a pour objectif de restituer la perception réelle de l'enfant. Le but est de tester la capacité de ces outils à révéler des zones critiques liées aux variations de la configuration visuelle selon l'échelle du regard.

## Hypothèses

Le présent mémoire se concentre sur l'analyse de la configuration visuelle modélisée à différentes hauteurs. La recherche vise à tester les outils d'analyse spatiale, traditionnellement appliqués au regard adulte ( $\approx 1,60$  m), à l'échelle de l'enfant. À partir de cette approche, deux hypothèses principales sont formulées :

### Hypothèse 1 – Différence de configuration spatiale perçue

L'application de l'analyse spatiale à différentes hauteurs de regard modifie significativement la configuration visuelle modélisée d'un espace. C'est-à-dire, à hauteur de regard d'enfant les indicateurs de configuration visuelle présentent des valeurs significativement plus faibles qu'à hauteur d'adulte (1,60 m). Certains obstacles peu ou pas perceptibles à hauteur de regard d'adulte deviennent des limites visuelles opaques pour les enfants en générant des discontinuités dans la configuration visuelle.

### Hypothèse 2 – Capacité des outils à identifier des zones visuellement critiques

L'adaptation des outils d'analyse spatiale (les isovistes et les graphes de visibilité) à différentes hauteurs de regard permet d'identifier des zones critiques pour l'enfant et met en évidence des différences entre la configuration visuelle à différentes hauteurs de regard.

## Objectifs

L'objectif de la recherche est d'adapter les outils d'analyse spatiale à la hauteur de regard d'enfant afin d'identifier des zones critiques dans l'espace urbain<sup>5</sup>.

Pour atteindre cet objectif, je vais d'abord adapter les paramètres géométriques des outils d'analyse spatiale afin de simuler différentes hauteurs de regard. Ensuite, je comparerai les configurations visuelles obtenues à hauteur d'enfant et à hauteur d'adulte, pour mettre en évidence les ruptures de visibilité qui émergent selon l'échelle du regard. Enfin, j'identifierai les zones où la visibilité est réduite à hauteur d'enfant et analyserai leur impact potentiel sur la sécurité de l'enfant dans l'espace urbain.

### Portée et limites de la recherche

Cette recherche repose sur une approche modélisée. Elle s'appuie sur des données spatiales et géométriques. La recherche n'intègre pas les dimensions cognitives ou sociales de la perception réelle des enfants. L'objectif n'est pas de restituer l'expérience de la perception de l'enfant, mais de tester la capacité de ces outils à révéler des variations de visibilité et notamment des zones critiques liées aux différences de configuration visuelle.

Le présent mémoire s'organise en plusieurs parties. Il présente d'abord un cadre théorique composé d'un état de l'art des connaissances ainsi que d'un état de l'art méthodologique portant sur les outils d'analyse spatiale. Ensuite, on y introduit la méthodologie de recherche où le protocole de référence, les paramètres retenus et leur adaptation lors de la construction des plans étudiés seront détaillés. Par la suite, on présentera la modélisation à hauteur de regard d'enfant et les résultats obtenus. Finalement, on conclura le mémoire par une discussion des résultats et la conclusion.

---

<sup>5</sup> Comme nous le verrons dans l'état de l'art, la place de l'enfant dans l'espace urbain s'est traditionnellement inscrite dans des dispositifs spécifiques comme les cours d'école ou les aires de jeux. Ces dispositifs urbains perpétuent une forme de séparation fonctionnelle entre les lieux de l'enfance et ceux de la vie urbaine. Dans ce mémoire, l'objectif n'est pas de limiter l'analyse aux espaces explicitement dédiés à l'enfance, mais au contraire d'identifier des zones critiques au sein de l'espace urbain dans sa globalité.

## ÉTAT DE L'ART

Comme mentionné précédemment, la perception des enfants dépend non seulement de leur configuration visuelle, mais aussi de leurs capacités cognitives et de leurs besoins sensoriels spécifiques (Piaget, 1952 ; Hart, 1979). En effet, étudier leur perception constitue un sujet complexe qui mobilise plusieurs champs de connaissances.

Même si ce mémoire se concentre sur l'adaptation des outils d'analyse spatiale à la hauteur du regard (de manière modélisée et non empirique), il semble néanmoins pertinent de prendre en compte et de présenter différentes perspectives sur la question de l'enfant depuis la pensée architecturale jusqu'aux théories du développement cognitif et perceptif.

Cet état de l'art vise donc à faire l'intersection de trois champs complémentaires traitant la question de l'enfant et de l'analyse spatiale : l'urbanisme et la pensée architecturale, les théories du développement cognitif et perceptif de l'enfant, et les outils d'analyse spatiale.

Afin de comprendre la perception visuelle de l'espace par les enfants il est nécessaire de croiser ces approches. D'abord, les réflexions liées à l'urbanisme et à l'architecture permettent d'interroger la place des enfants dans la conception des espaces publics et bâtis. Ensuite, les apports des sciences cognitives et de la psychologie environnementale offrent des repères pour saisir comment les enfants perçoivent et interprètent leur environnement à partir d'un cadre scientifique. Enfin, les outils d'analyse spatiale, comme les isovistes et les graphes de visibilité, donnent une base méthodologique qui permet de traduire cette configuration visuelle dans un modèle géométrique.

De cette façon, l'articulation de ces trois dimensions est nécessaire pour relier les enjeux théoriques et sociaux à la dimension analytique de la recherche (voir figure 1).



Figure 1. Champs de connaissances modélisés dans le mémoire.  
Illustration propre

## État de l'art des connaissances

### La place de l'enfant dans la pensée architecturale.

Les « besoins spécifiques » des populations plus vulnérables, comme les enfants, ont été souvent négligés lors de la conception des espaces urbains et publics <sup>6</sup> (Chinchilla, 2018 ; Hart, 1979 ; Weber, 2015). De nos jours, l'architecture est souvent marquée par une approche fonctionnelle qui soulève des enjeux particulièrement visibles dans les environnements urbains denses. En effet, un article de l'Université de Montpellier<sup>7</sup> affirme que les enfants ont de moins en moins la possibilité de se déplacer de manière autonome dans l'espace public. L'aménagement urbain est souvent peu adapté à leurs besoins : trottoirs étroits, absence de zones végétalisées autour des écoles, manque de pistes cyclables sécurisées...

Dans un contexte d'urbanisation continue, la réflexion sur la manière dont les différents usagers occupent et s'approprient l'espace ne cesse de croître. La place de l'enfant dans la pensée architecturale y devient ainsi de plus en plus centrale.



Figure 2. « Chestnut Street as a pedestrian way » (à gauche) et « Market Street as dock » (à droite)/ (Kahn, 1953)  
Source : *Perspecta*, 1953, Vol. 2 (1953), pp. 10-27, MIT Press

En 2015, le professeur B. Weber s'est déjà interrogé sur la manière dont les architectes abordent la question des enfants dans la ville. Il a observé que peu d'entre eux accordent une véritable réflexion à cette problématique. En étudiant des projets de l'architecte Louis Kahn, il arrive à identifier des idées clés sur la conception d'espaces adaptés aux enfants.

---

<sup>6</sup> Chez les enfants, les « besoins spécifiques » recouvrent des exigences d'autonomie et de sécurité (circulation protégée, accès direct aux lieux d'activité, limitation des « zones cachées ») ainsi que des besoins d'appropriation et de socialisation (espaces accessibles permettant d'explorer, de rencontrer, de jouer et de développer des compétences motrices et sociales) (Hart, 1979 ; Van Eyck in Bardal & Sevilla, 2018).

<sup>7</sup> *La place des enfants en ville : quels enjeux publics ?* Université de Montpellier (voir bibliographie)

Par exemple, Kahn donne une grande importance à l'espace public. Pour Kahn, l'espace urbain devient un acteur clé dans le processus d'apprentissage des enfants grâce aux stimuli sensoriels, aux opportunités de rencontres et aux interactions sociales. Il leur offre la possibilité de découvrir et d'interagir avec divers individus. Ces espaces contribuent ainsi à leur développement cognitif et social. Afin d'illustrer son propos, Weber cite différents projets de Louis Kahn, tels que les perspectives réalisées pour Market Street et Chestnut Street (voir figure 2).

Les réflexions de Weber ne se limitent qu'à une analyse théorique des intentions architecturales. Dans l'article intitulé *L'enfant : un impensé du travail de conception architecturale ?*, Weber présente également divers aménagements spatiaux destinés aux enfants. Il écrit à propos des cours d'école, des aires de jeux ou encore des exemples de rues transformées en zones de jeu. À travers ces exemples, l'auteur cherche à illustrer la complexité de la conception d'espaces spécifiquement pensés pour l'enfance.

En effet, les enfants ont souvent des comportements ludiques et imprévisibles, ce qui rend complexe la conception d'espaces qui répondent correctement à ces dynamiques (Hart, 1979; Bendicht Weber, 2015). Par ailleurs, les aménagements doivent non seulement encourager l'exploration et le jeu libre mais aussi garantir la sécurité (sans pour autant véhiculer des stéréotypes qui réduisent les enfants à des êtres fragiles ou turbulents) (Chawla, 2002; Pheasant, 2003; Hart, 1979).

Bien qu'on puisse penser que la réflexion sur la place de l'enfant dans la pensée architecturale n'est qu'un sujet d'actualité, les premières recherches à ce propos existent dans l'architecture depuis des décennies. Dès les années 1940, des exemples d'intégration de l'enfant dans la réflexion architecturale apparaissent. Aldo Van Eyck est un des premiers architectes à adopter le point de vue de l'enfant dans sa conception.

Cette préoccupation se manifeste dans des réalisations comme l'orphelinat municipal d'Amsterdam ou les écoles de Nagele. Les contre-cultures ultérieures des années 1970 illustrent aussi cette influence. Pendant cette époque les architectes cherchent à déconstruire les modèles architecturaux traditionnels et à réintroduire une réflexion plus inclusive dans les processus de conception (Bendicht Weber, 2015). Ces initiatives ont ainsi posé les bases d'une architecture plus attentive à la diversité des expériences humaines. Cette préoccupation se manifeste clairement dans la création des aires de jeux ou playgrounds par Aldo Van Eyck, par exemple.

Aldo van Eyck commence à travailler sur les playgrounds à la fin des années 1940 et dans le cadre de régénérer les villes après la Seconde Guerre mondiale. Toutefois, sa réflexion s'est développée sur une période de plus de trente ans, créant de plus de 700 terrains de jeux. Parmi lesquels se trouve l'intervention à Buskenblaserstraat montrée dans l'image ci-dessous (figure 3).



Figure 3. Intervention Buskenblaserstraat. Van Eyck  
Images de l'avant et du après (1956).

Source : Bardal, M. S. F., & Sevilla, L. L. (2018). *Playgrounds de Aldo van Eyck*. Universitat Politècnica de València.

Aldo van Eyck met l'accent sur l'importance du jeu libre et de la créativité des enfants dans ces espaces. Son approche se caractérise par l'utilisation de formes organiques, de matériaux variés et un dispositif qui permettait aux enfants de s'engager activement dans leurs jeux tout en restant connectés à la nature. Contrairement aux terrains de jeux traditionnels, souvent composés d'éléments mécaniques et rigides, ce terrain de jeux se caractérise par ses formes organiques et ses structures ludiques ouvertes (Bardal & Sevilla, 2018). Ces structures sont conçues de manière modulaire et accessibles à différents groupes d'âge, encourageant ainsi l'exploration et l'inventivité des enfants (figure 4).



Figure 4. Intervention Buskenblaserstraat. Van Eyck  
Playground Boeroestraat (1956).

Source : Bardal, M. S. F., & Sevilla, L. L. (2018). *Playgrounds de Aldo van Eyck*. Universitat Politècnica de València.

Cependant, bien que le travail de Kahn ou d'Aldo Van Eyck constitue une avancée dans la reconnaissance de l'enfant comme usager légitime de l'architecture, il reste inscrit dans une logique d'espaces spécifiquement dédiés à l'enfance (cours d'école, aires de jeux...). Ces dispositifs maintiennent encore une forme de séparation fonctionnelle entre les lieux de l'enfant et ceux de la vie urbaine. L'inclusion de l'enfant ne devrait pas se limiter à la création d'espaces exclusifs pensés pour lui mais chercher une intégration à l'échelle de la ville dans son ensemble, où chaque espace public pourrait être approprié par l'enfant.

De nos jours, la conception des espaces dédiés à l'enfance est en pleine mutation. En effet, les modèles urbains tendent à devenir obsolètes (Wagnon, 2024). Ce phénomène s'inscrit dans un contexte marqué par l'urbanisation croissante et l'aggravation des conditions d'insécurité dans les environnements urbains en rendant les villes de moins en moins adaptées aux besoins des enfants (ONU-Habitat, 2022).

La croissance rapide des zones urbaines a également contribué à une réduction de l'autonomie de l'enfant dans de nombreuses grandes villes, restreignant leur capacité à s'épanouir dans des environnements naturels et ouverts (Weber, 2015). Selon l'article de Weber (citée précédemment), bien que les aires de jeux modernes soient sécurisées, elles tendent à enfermer les enfants dans des espaces délimités, ce qui limite leur présence autonome dans les rues. Si cette spécialisation fonctionnelle reflète une préoccupation croissante pour la sécurité, elle réduit encore les opportunités d'exploration et d'autonomie des enfants dans l'espace public.

D'après les enquêtes d'UN-Habitat sur l'évolution des politiques urbaines, la gestion des espaces urbains privilégie souvent les usages automobiles, au détriment des aires de jeux pour enfants. Actuellement, les stratégies de planification urbaine ne répondent pas efficacement aux besoins des enfants en matière de jeux et de découvertes, exacerbant ainsi les difficultés pour l'avenir du lien entre enfance et espace public (Pells, 2015; Wagnon, 2024).

## L'impact de l'environnement bâti sur le développement de l'enfant : perspectives en psychologie et sciences sociales.

Les interactions de l'enfant avec son environnement bâti constituent un sujet d'actualité dans le domaine de l'architecture mais aussi dans celui de la psychologie et les sciences sociales. L'impact des espaces sur le développement cognitif, social et émotionnel des enfants a été exploré par plusieurs théoriciens, dont Jean Piaget ou Urie Bronfenbrenner.

### **Théories de Piaget et Bronfenbrenner**

Jean Piaget (1896-1980), psychologue suisse, a élaboré une théorie centrée sur le développement des enfants à partir de leur compréhension et leur interaction avec l'environnement qui les entoure. Piaget soutient que leur développement est un processus universel où chaque stade cognitif se caractérise par une organisation spécifique. Ensuite, chaque stade s'intègre de manière hiérarchique dans le stade suivant. Il identifie quatre stades principaux : sensorimoteur (0-2 ans), préopérateur (2-6 ans), opératoire concret (6-10 ans) et formel (10-16 ans). Chacun de ces stades décrit comment les enfants perçoivent et assimilent les informations provenant des espaces qu'ils occupent.

Par exemple, au stade sensorimoteur, les enfants explorent leurs environnements à travers leurs sens et leurs mouvements. Leurs schémas de compréhension sont basés uniquement sur l'expérience directe. Au stade préopérateur, les enfants utilisent des nouvelles formes de communication, comme les mots ou les images, pour représenter et comprendre les objets. Cependant, leur compréhension se base encore sur des perspectives simples. Plus tard, au stade opératoire concret, les enfants commencent à acquérir la capacité de penser de manière logique et cohérente. Enfin, au stade formel, les adolescents peuvent raisonner de façon abstraite. Ils arrivent à envisager des hypothèses et des concepts complexes. Pendant ce stade, ils sont capables d'analyser des situations au-delà de leur expérience immédiate.



Figure 5. Stades du développement infantile.

Source : <https://themindsjournal.com/piagets-theory-of-cognitive-development/>

D'autre part, le chercheur américain Urie Bronfenbrenner (1917-2005) base sa théorie à partir des interactions des différents systèmes environnementaux. Les interactions entre divers systèmes façonnent l'enfant à partir de différents niveaux d'influence (voir figure 6). Ces systèmes sont classés en :

- Microsystème. Il correspond aux environnements immédiats où l'individu interagit directement comme la maison familiale ou l'école.
- Mésosystème. Il s'agit des interactions entre les différents microsystèmes. Par exemple, l'interaction entre la maison (microsystème familial) et l'école (microsystème éducatif) est influencée par des choix architecturaux, comme la proximité de l'école par rapport à la maison.
- Exosystème. Il englobe des environnements qui n'ont pas d'impact direct sur l'individu, mais qui influencent indirectement. Par exemple, la planification urbaine.
- Macrosystème. Il désigne les grands systèmes sociaux, culturels et idéologiques qui influencent tous les autres niveaux de l'écosystème. Dans ce niveau, les environnements construits ont une échelle plus large : politiques urbaines, normes et réglementation...

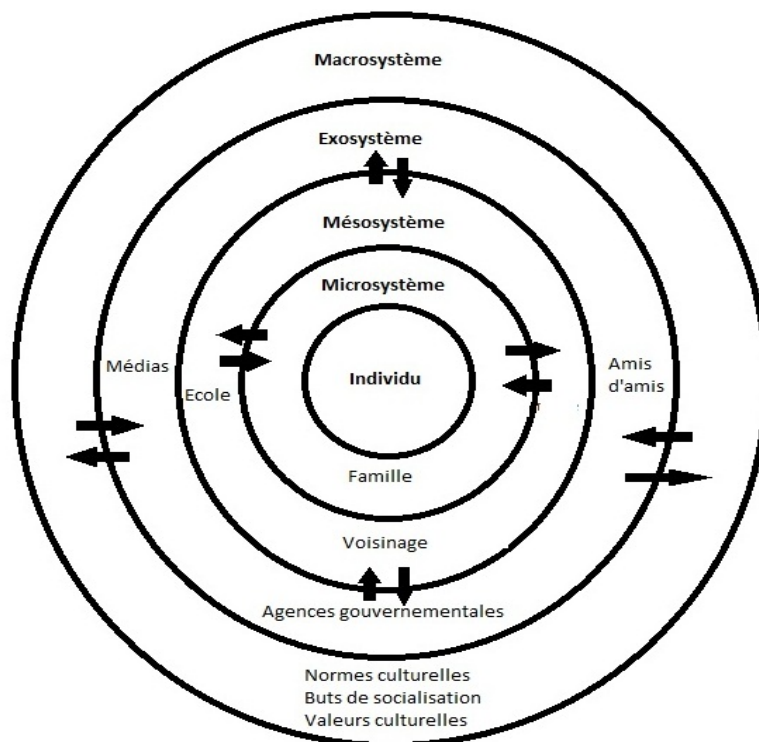


Figure 6. Le modèle du développement de l'enfant.  
Source : <https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Fichier:Bronfenbrenner2.jpg>

Piaget et Bronfenbrenner ont des approches théoriques distinctes. Pour Piaget, l'environnement influence le développement cognitif de l'enfant à travers des interactions avec son milieu et des expériences de plus en plus complexes. Bronfenbrenner élargit cette perspective en concevant l'environnement comme un ensemble de systèmes imbriqués (familiaux, scolaires, sociaux et culturels) dont les interactions façonnent le développement de l'enfant.

Bien que Piaget se concentre davantage sur les processus liés aux stades de développement cognitifs, et que Bronfenbrenner insiste sur les interactions extérieures qui façonnent ces processus ; leurs théories se rejoignent sur un point clé : le développement de l'enfant est profondément marqué par ses interactions avec son environnement.

Les théories de Piaget et Bronfenbrenner permettent de comprendre comment l'environnement bâti a un impact sur le développement des enfants. Ces théories peuvent aider dans la création d'espaces publics qui favorisent non seulement l'interaction avec le milieu physique mais aussi avec les interactions sociales. Par exemple, des aires de jeux adaptées aux besoins sensoriels des plus petits enfants, comme celles proposées par Piaget, peuvent être intégrées dans les trajets entre la maison et l'école. En effet, ces espaces peuvent être interconnectés, conformément aux principes du mésosystème de Bronfenbrenner, pour faciliter les transitions entre lieux de vie (la maison) et d'apprentissage (école, parcs...).

### **L'importance de l'expérience directe selon Roger Hart**

D'autres études se sont concentrées sur l'expérience directe de l'enfant dans son environnement. En combinant la psychologie environnementale et la cartographie cognitive, Roger Hart analyse les espaces significatifs pour les enfants. Par exemple, les terrains de jeux ou les espaces naturels.

Bien que les travaux de Roger Hart datent de 1979, sa réflexion demeure une référence centrale pour comprendre la relation entre l'enfant et son environnement. En effet, son approche a posé les bases de nombreuses recherches ultérieures qui se concentrent sur l'expérience directe de l'espace et sur le lien affectif à ces lieux. Plusieurs auteurs ont actualisé ses concepts, notamment dans le champ de la psychologie environnementale (Heft, 2013) ou en menant des études sur la participation des enfants à la conception urbaine (Chawla, 2002). Ces travaux manifestent encore aujourd'hui la pertinence de la théorie de Hart. Ses travaux continuent à mener des réflexions sur la manière dont les enfants perçoivent, explorent et s'approprient l'espace.

Dans ce cadre, Hart cherche donc à comprendre quel est l'impact de ces espaces sur leur développement émotionnel et cognitif. Dans son étude *Children's Experience of Place* (1979), Hart souligne que les enfants développent une relation particulière avec les espaces qu'ils fréquentent, comme les terrains de jeux, de parcs, de rues ou de maisons. Ces lieux, ont non seulement une fonction utilitaire mais ils deviennent aussi des éléments centraux dans la construction de l'identité de l'enfant et influencent sa perception de liberté et de sécurité.

Hart distingue ainsi la différence entre la perception des adultes et des enfants. Au contraire des adultes, les enfants s'investissent de manière plus personnelle et émotionnelle avec les espaces qu'ils occupent. Par exemple, un terrain de jeu ne se limite pas à un simple lieu de loisirs. Pour un enfant, ce lieu peut devenir une opportunité d'exploration et d'apprentissage social. La façon dont un enfant interagit avec ces espaces est profondément liée à son développement cognitif et émotionnel. Hart propose ainsi le concept de *place attachment*<sup>8</sup>. Terme selon lequel les enfants établissent un lien affectif avec les lieux à travers de leurs interactions quotidiennes avec leur environnement. Cela renforce leur sens d'appartenance et influence leur comportement social.

---

<sup>8</sup> Chez Roger Hart (*Children's Experience of Place*, 1979), le concept de *place attachment* (en français, attachement au lieu) fait référence à un processus par lequel l'enfant développe un lien affectif et cognitif avec un lieu particulier. Cet attachement se construit à travers l'exploration, le jeu, les routines quotidiennes et les relations sociales. Hart montre que plus un espace est accessible, sûr et appropriable, plus il favorise l'autonomie et la formation de repères affectifs, et donc un « plus fort *place attachment* ».

### L'échelle de l'enfant dans l'espace et la compréhension de leur point de vue.

L'échelle de l'enfant et sa configuration de l'espace ne peuvent pas être dissociées des stades de développement cognitif et sensoriel auxquels ils appartiennent. Dans cette section, j'explore l'importance de leur échelle dans la conception des espaces publics ainsi que la manière dont les enfants vivent et s'approprient l'espace.

#### **L'Échelle de l'Enfant dans l'Environnement Bâti**

L'un des premiers éléments à considérer sur l'échelle de l'enfant dans l'espace construit est la différence physique entre la taille d'un enfant et celle d'un adulte. Cette différence influencera la manière dont un enfant se déplace et perçoit les objets, les bâtiments, et les espaces ouverts autour de lui. Les enfants voient les environnements depuis un point de vue plus bas, ce qui modifie non seulement leur champ visuel mais aussi leur relation avec les objets et les structures qui les entourent. Les éléments du mobilier ou les bâtiments sont perçus différemment selon la hauteur du regard, comme il sera montré dans la suite du mémoire.

Cette configuration visuelle différente peut ainsi influencer leur sens de sécurité, d'orientation et d'autonomie. Des recherches, comme celles de Hart (1979) ou plus récemment, celles de Weber (2015), ont montré que des éléments comme les trottoirs, les escaliers ou les barrières sont souvent conçus pour des adultes, sans tenir compte de l'échelle des enfants. Cela rend l'accessibilité et l'appropriation des espaces publics plus difficile pour eux.

Dans ce cadre, les outils d'analyse spatiale, tels que les isovistes ou les graphes de visibilité, peuvent être intégrés dans les études de l'espace afin d'objectiver l'expérience visuelle de l'enfant dans le milieu urbain. Ces outils sont transposables lorsqu'il s'agit de comprendre comment un enfant, dont la hauteur et les capacités perceptuelles diffèrent de celles des adultes, explore et interagit avec son environnement. En analysant les vues depuis différents points d'un espace, ces outils permettent de tenir compte des obstacles physiques et des lignes de vue qui affectent spécifiquement les enfants.

Par la suite, l'état de l'art méthodologique sera présenté afin de mieux comprendre la pertinence des outils d'analyse spatiale pour l'étude de la lisibilité spatiale chez les adultes. Ensuite, il sera examiné comment ces outils peuvent être transposés à l'étude de l'expérience visuelle des enfants.

## État de l'art méthodologique

Afin de mieux appréhender la manière dont les enfants perçoivent visuellement l'environnement bâti, il est indispensable d'utiliser des outils permettant de représenter leurs expériences visuelles au sein de l'espace construit. De nombreuses études ont montré la pertinence des méthodes d'analyse spatiale, telles que les isovistes et les graphes de visibilité, pour étudier les dynamiques spatiales des usagers (Benedikt, 1979 ; Turner & Penn, 1999 ; Dzebic, 2013). Ces outils sont souvent documentés pour un « regard adulte » (c'est-à-dire à  $\approx 1,60$  m). Des études sur la lisibilité de la ville chez les adultes ont montré l'efficacité de leur application (Conroy Dalton & Bafna, 2003).

### Définition de l'analyse spatiale et de ses outils

L'analyse spatiale regroupe un ensemble de méthodes qui visent à décrire et à quantifier la configuration d'un espace et les relations entre ses différentes composantes (Turner et al., 2001). Parmi les outils issus d'analyse spatiale, on retrouve les isovistes et les graphes de visibilité.

Tout d'abord, les isovistes désignent l'ensemble des points visibles depuis un emplacement donné dans un espace (Benedikt, 1979). Elles traduisent la forme et l'étendue du champ visuel (angle, profondeur, aire) à partir de la représentation des polygones (figure 7). Elles permettent ainsi d'évaluer des caractéristiques comme l'ouverture, l'enfermement ou la continuité visuelle (Wiener & Franz, 2005).

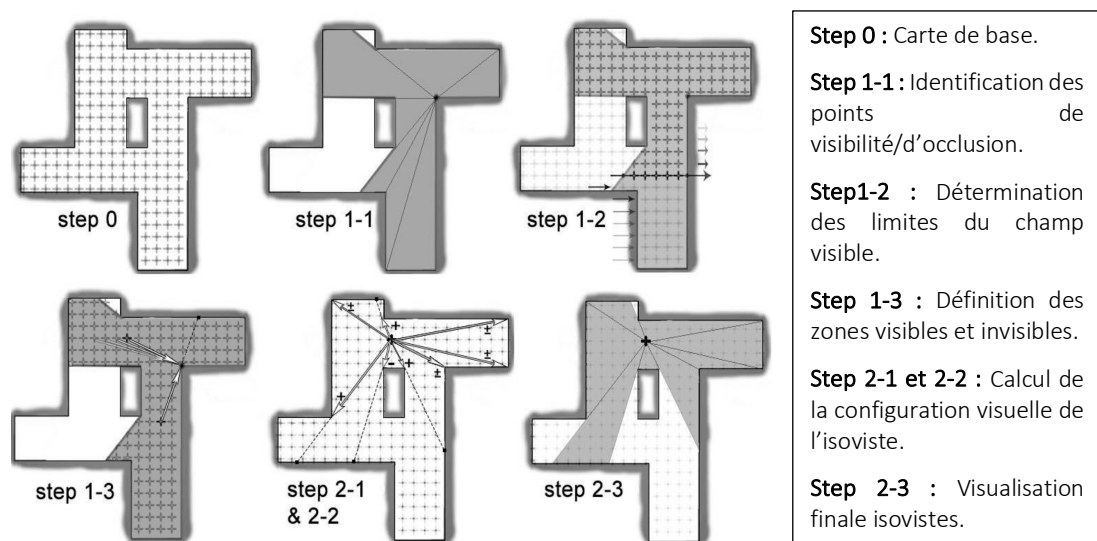


Figure 7. Construction des isovistes. Schéma de fonctionnement.

Source : [https://www.researchgate.net/figure/The-steps-of-the-proposed-main-algorithm-for-generating-isovist-fields\\_fig1\\_367537404](https://www.researchgate.net/figure/The-steps-of-the-proposed-main-algorithm-for-generating-isovist-fields_fig1_367537404)

Ensuite, les graphes de visibilité visent à dépasser cette analyse ponctuelle (Turner et al., 2001). En effet, ils modélisent les connexions visuelles entre plusieurs positions dans un même espace. Chaque nœud représente un point du maillage spatial et chaque arête indique une visibilité directe entre deux nœuds (figure 8). Cette représentation en réseau permet de calculer des indicateurs globaux comme : la centralité, la connectivité ou l'intégration<sup>9</sup>.

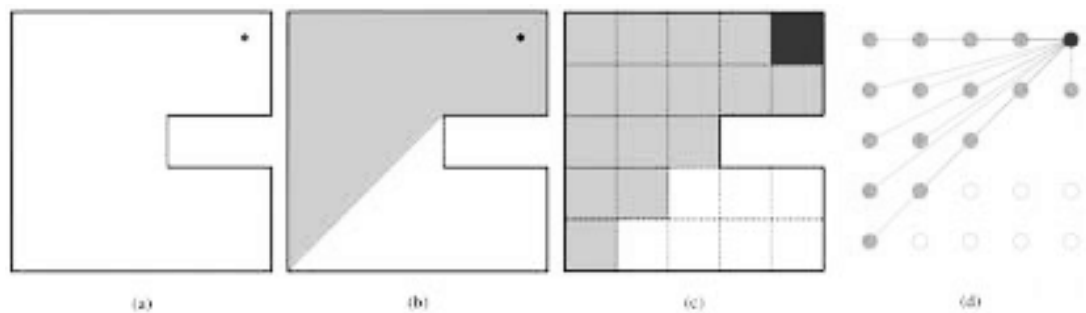


Figure 8. Construction des graphes de visibilité. Schéma de fonctionnement.  
Dans un plan d'exemple (a), la création d'isovistes donne lieu à un polygone (b). L'application de ce polygone à une grille afin d'identifier quelles cellules sont inter-visibles (c) nous permet de traiter l'ensemble comme un graphe (d).  
Source : *Dissecting Visibility Graph Analysis* (voir bibliographie).

Combinés, les isovistes et les graphes de visibilité fournissent donc une méthode valable pour analyser tant la vision locale comme la vision globale dans un espace donné. Ils sont aujourd'hui largement utilisés pour étudier la lisibilité, la navigabilité et les comportements spatiaux chez l'adulte (Benedikt, 1979 ; Turner et al., 2001 ; Dzebic, 2013), mais restent rarement appliqués à la hauteur du regard des enfants. Ces outils se révèlent alors pertinents pour analyser la manière dont les enfants perçoivent et parcourent l'ensemble du milieu urbain, au-delà des seuls espaces qui leur sont traditionnellement dédiés.

<sup>9</sup> Ces indicateurs sont issus de la théorie des graphes (voir glossaire) et ils permettent d'évaluer la structure visuelle d'un environnement dans son ensemble. Ces indicateurs rendent compte de la manière dont les espaces sont articulés les uns aux autres. Ils permettent d'identifier des zones visuellement critiques à partir des analyses de visibilité et de la configuration visuelle d'un espace.

### Applications des isovistes et des graphes de visibilité dans les études sur les enfants

#### **Fondements théoriques et méthodologiques des isovistes et des graphes de visibilité**

Bien que l'expérience des environnements construits mobilise plusieurs sens, elle repose principalement sur la vision (Henderson & Hollingworth, 1999). Lorsqu'on reçoit des informations visuelles, le système nerveux central analyse la scène ou l'objet en identifiant des caractéristiques visuelles élémentaires telles que les contours, les couleurs ou les gradients de lumière (Henderson & Hollingworth, 1999).

Chez l'enfant, ces processus sont modulés par la taille, le stade de développement cognitif et les besoins sensoriels spécifiques (Piaget, 1952 ; Hart, 1979). Ainsi, les caractéristiques physiques des espaces fréquentés influencent fortement leurs comportements et leur sentiment de sécurité.

Dans ce contexte, l'usage d'outils d'analyse spatiale tels que les isovistes et les graphes de visibilité semble pertinent pour étudier la lisibilité spatiale des enfants. Appliqués à la hauteur de regard d'enfant, ces outils permettent de simuler le champ visuel correspondant à différentes tranches d'âge. Il est aussi possible d'identifier les obstacles visuels et d'évaluer la continuité des repères à partir de leur point de vue.

Les outils d'analyse spatiale offrent donc un cadre méthodologique propice pour quantifier et comparer le champ visuel des enfants et des adultes.

## Méthodes de calcul

L'utilisation des logiciels spécialisés permet de calculer les zones visibles dans un espace. Certains outils permettent de modéliser la façon dont ces zones influencent les interactions sociales et les déplacements dans des contextes urbains contemporains.

Certains exemples de logiciels de calcul sont :

- DepthmapX est un logiciel qui permet une analyse approfondie des graphes de visibilité. En générant des cartes de visibilité, ce logiciel montre les relations entre les différents points d'un espace. Il permet de mesurer certains paramètres tels que la centralité visuelle et l'accessibilité des espaces pour ainsi évaluer leur influence sur les comportements des usagers.
- Rhinoceros et Grasshopper permettent de modéliser des environnements tridimensionnels. On peut appliquer des scripts paramétriques pour analyser les isovistes et la visibilité à une échelle complexe. Grasshopper, en particulier, permet de réaliser des analyses visuelles paramétriques, prenant en compte l'orientation des points et des obstacles dans des modèles architecturaux.
- ArcGIS est un logiciel souvent utilisé pour les analyses géospatiales à grande échelle. En effet, il modélise les relations de visibilité dans des contextes urbains complexes. Par exemple, des quartiers, des villes ou des parcs. Il permet ainsi de cartographier et d'étudier les flux de visibilité dans des environnements urbains.

Dans le cadre de ce mémoire, les graphes de visibilité sont réalisés à partir du logiciel DepthmapX. Il s'agit d'un outil de libre accès et largement utilisé dans le domaine de l'analyse spatiale. Le logiciel permet de générer des graphes à partir de plans bidimensionnels et pouvoir ensuite examiner comment la variation de la hauteur du regard influence la configuration visuelle de l'espace (voir figure 9).

Ce choix se justifie par le fait que DepthmapX est le logiciel employé dans les protocoles de référence retenus pour ce mémoire (voir la section Méthodologie de recherche). L'utilisation de DepthmapX garantit ainsi la fiabilité des résultats ainsi que la reproductibilité des analyses.

## Lecture et interprétation des cartes de visibilité

Les résultats des différents graphes de visibilité réalisés à l'aide du logiciel DepthmapX sont représentés sous forme de cartes colorées. Dans l'analyse de visibilité (dans le logiciel, Visibility Graph Analysis), chaque cellule correspond à un point donné de l'espace. Chaque cellule est définie à partir d'une grille donnée par l'utilisateur du logiciel et traduit sa configuration visuelle de l'espace.

Les valeurs de visibilité sont ainsi exprimées à partir d'une échelle chromatique (voir figure 9). Les valeurs élevées (indiquant des espaces largement visibles et ouverts) sont généralement représentées par des couleurs chaudes (du rouge à l'orange). Au contraire, les valeurs plus faibles (traduisant des espaces visuellement critiques) apparaissent en couleurs froides (vert, bleu). Cette représentation permet d'identifier les zones les plus visibles d'un espace donné qui sont souvent associées à une meilleure lisibilité et un sentiment de sécurité plus élevé (Turner, 2001).

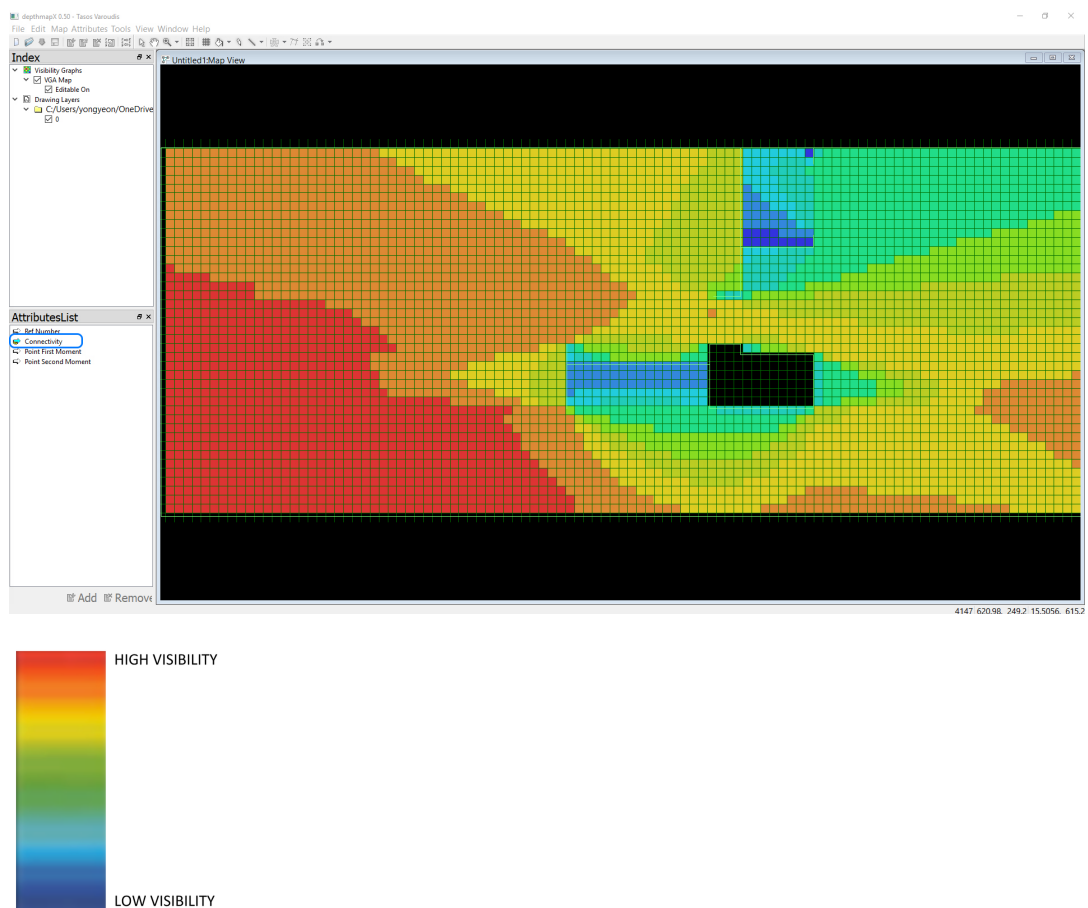


Figure 9. Logiciel DepthmapX. Fonctionnement et interface.

Source : <https://iastate.pressbooks.pub/visualgraphiccomm2/chapter/chapter-5-data-visualization-depthmap/>

Bénéfices et limites de l'analyse des isovistes et des graphes de visibilité pour comprendre les interactions des enfants avec l'environnement bâti.

Les outils d'analyse spatiale permettent d'analyser des indicateurs globaux comme: la centralité, la connectivité ou l'intégration. En plus, ces outils ont une bonne précision analytique car les modèles permettent de capturer la complexité spatiale des environnements et d'identifier ainsi les zones visuellement critiques pour les enfants.

Néanmoins, ces outils présentent des limites. D'un côté, les réponses environnementales des enfants ne sont pas uniquement influencées par les propriétés visuelles mais aussi par leurs expériences passées, leurs interactions sociales et leur développement cognitif. En effet, leur interaction avec l'espace peut aussi dépendre d'autres facteurs psychologiques (Piaget, 1952 ; Hart, 1979). D'un autre côté, les analyses actuelles reposent souvent sur des hypothèses simplifiées, telles que la visibilité parfaite sans obstruction. Alors que l'interaction des enfants avec l'espace est dynamique et non statique (Gibson, 1979)<sup>10</sup>.

Cependant, l'intégration des outils d'analyse spatiale dans l'étude des interactions des enfants avec leur environnement pourrait fournir des données préliminaires utiles pour comprendre leur expérience spatiale. Il faut souligner que ce mémoire ne traite pas directement des aspects comportementaux ou perceptifs au sens psychologique, mais qu'il se limite à l'analyse géométrique de la visibilité. Malgré les limites de cette recherche, les résultats obtenus peuvent constituer une base de données pour enrichir l'analyse de l'expérience perceptif des enfants dans l'espace urbain

En résumé, la méthodologie adoptée dans ce mémoire a pour objectif de recueillir des données préliminaires sur la perception visuelle de l'enfant, de façon simplifiée, sans prendre en considération les réponses environnementales influencées par leurs interactions sociales et leur développement cognitif.

Pour ce faire, on utilisera un protocole déjà éprouvé chez des adultes et on l'adaptera aux enfants. Dans la suite, on présentera le protocole de référence retenu ainsi que les ajustements nécessaires de certains paramètres afin de permettre la comparaison entre adultes et enfants.

---

<sup>10</sup> Pour une analyse détaillée des limites de l'utilisation des outils d'analyse spatiale, voir la section Discussion : limites et apports au regard de la théorie écologique de la perception.

## MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE

Les outils d'analyse spatiale reposent sur des modèles géométriques bidimensionnels. Leur transposition à une hauteur de regard d'enfant soulève donc des questionnements à propos de : comment représenter la différence de champs visuels dans un logiciel qui ne prend pas en compte la dimension verticale et dans quelle mesure ces différences modifient-elles la configuration de visibilité d'un espace.

À partir de ce constat, cette recherche cherche à simuler la variation de configuration visuelle liée à la différence de regard. Afin de dépasser les limitations initiales des logiciels d'analyse spatiale (qui fonctionnent qu'en 2D) la question de la hauteur du regard est résolue par la modification du plan de référence. De cette façon, des différents obstacles sont pris en compte à chaque hauteur de regard. La hauteur n'est donc un paramètre direct du calcul mais une condition spatiale liée à la taille de l'observateur.

### Protocole de référence

Les études de Benedikt (1979) et de Turner et al. (2001) sont des recherches fondatrices qui ont formalisé les outils d'analyse spatiale. Lors de cette recherche, l'adaptation de ces outils d'analyse repose sur la modélisation des espaces et des relations de visibilité à partir d'un plan en deux dimensions. Il est donc nécessaire de tracer des lignes de visibilité depuis un point d'observation et jusqu'aux limites visuelles de l'espace. Cette analyse sera réalisée à l'aide du logiciel DepthMapX.

Néanmoins, les conditions des espaces urbains imposent certaines adaptations. En effet, sur des travaux développés pour des espaces architecturaux clos, les limites spatiales sont clairement définies car les obstacles à la visibilité sont essentiellement constitués de parois verticales. Dans l'espace urbain, les obstacles à la visibilité spatiale ne sont pas uniquement les murs ou clôtures mais aussi les éléments du mobilier urbain, les véhicules stationnés ou même la végétation. En effet, ces éléments influencent la configuration visuelle de l'espace chez les enfants. Ces éléments doivent donc être intégrés au modèle sous forme de limites visuelles (voir figure 10).

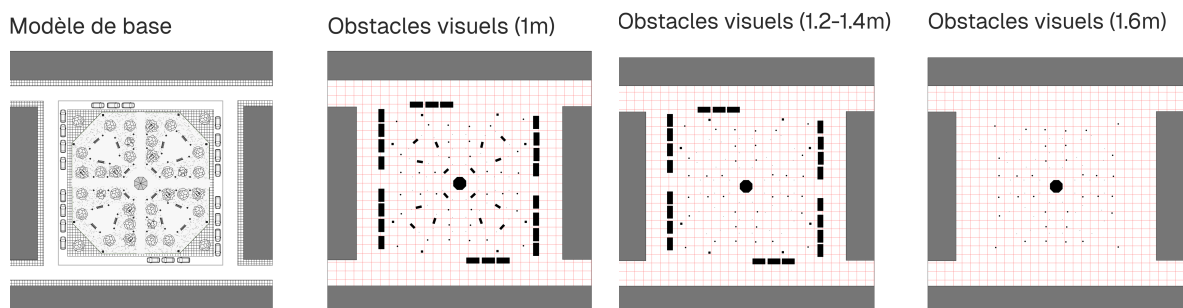


Figure 10. Plan d'un espace urbain fictif et simplification des obstacles visuelles à différentes hauteurs de regard.  
Illustration personnelle.

## Adaptation des paramètres : hauteur de regard et obstacles visuels

Lors de l'analyse spatiale, il est nécessaire d'adapter certains paramètres pour pouvoir traduire la différence d'échelle entre le regard de l'adulte et celui de l'enfant. Deux paramètres principaux doivent être tenus en compte : la hauteur de l'observateur et la configuration des obstacles dans l'espace.

### Configuration spatiale selon différentes hauteurs de regard

La première adaptation concerne la hauteur du regard, qui constitue lors de ce mémoire le principal facteur de différence entre la configuration visuelle d'un adulte et celle d'un enfant. La hauteur du regard correspond à la distance verticale entre le sol et la position moyenne des yeux d'un individu en position debout (figure 11). Cette valeur peut varier selon l'âge, le sexe et la posture. Néanmoins, elle peut être estimée à partir de données statistiques (Pheasant, 2003). Lors de ce mémoire, les valeurs retenues s'appuient sur les tables anthropométriques de Pheasant<sup>11</sup> (2003).

En effet, ces valeurs sont reconnues dans le domaine de l'ergonomie et du design spatial. Afin de représenter de manière synthétique les principales étapes du développement de l'enfant<sup>12</sup>, quatre hauteurs de regard ont été définies :

- Enfant 4 ans : hauteur d'yeux  $\approx 1,00$  m
- Enfant 8 ans : hauteur d'yeux  $\approx 1,20$  m
- Enfant 12 ans : hauteur d'yeux  $\approx 1,40$  m
- Adulte de référence : hauteur d'yeux  $\approx 1,60$  m

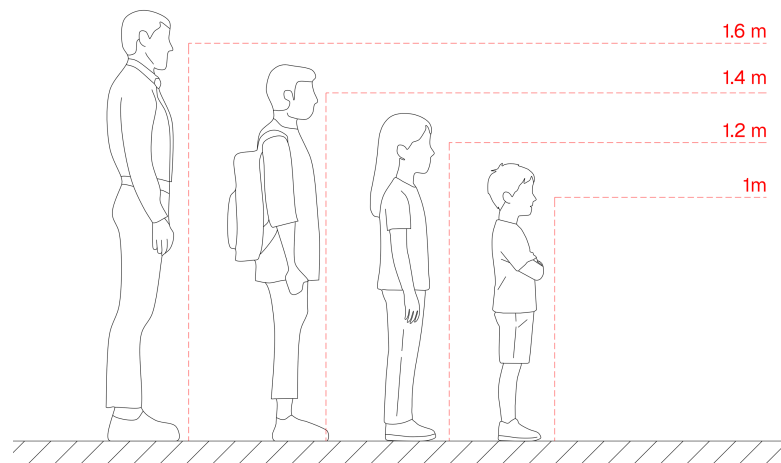


Figure 11. Hauteur du regard. Distance verticale entre le sol et la position moyenne des yeux.  
Illustration personnelle.

<sup>11</sup> Pheasant (1949–2008), chercheur britannique à l'University College London (UCL), travaillait sur les dimensions du corps humain et leur application à la conception des espaces. Il a notamment travaillé sur l'adaptation des environnements construits aux capacités physiques des usagers. Dans ce mémoire, ses travaux servent à définir les hauteurs de regard types pour les différentes tranches d'âge des enfants.

<sup>12</sup> Les hauteurs de regard retenues dans ce mémoire sont établies à partir des principales étapes du développement de l'enfant décrites par Piaget (1952) et Hart (1979). (Voir état de l'art des connaissances).

Dans ce cadre, les valeurs utilisées dans ce mémoire ne prétendent pas représenter toute la diversité morphologique des enfants, mais cherchent plutôt à analyser des hauteurs de regard significatives qui permettent d'observer des variations de visibilité. Ainsi, la variation d'hauteur de regard entre l'adulte et l'enfant se traduit non seulement comme une différence de taille, mais aussi comme une transformation qualitative de la configuration visuelle. Tandis qu'à hauteur de regard d'enfant, les obstacles bas (comme les voitures, la végétation...) deviennent opaques, ils ne limitent pas la vue à hauteur de regard d'adulte (en annexes, *Étude en élévation du mobilier urbain selon différentes hauteurs de regard*).

### Configuration des obstacles visuelles dans l'espace

Le deuxième paramètre à ajuster lors de la configuration du modèle sont les obstacles visuels. En effet, j'ai évoqué précédemment que certains obstacles bas peuvent devenir opaques à hauteur de regard d'enfant. Comme les logiciels d'analyse spatiale ne travaillent que sur des plans bidimensionnels, il est nécessaire de "modifier" la géométrie du plan en représentant différemment les éléments visibles ou non selon la hauteur de regard étudiée.

Rappelons que la « hauteur du regard » n'est pas un paramètre du logiciel, mais une condition reconstruite lors des études de cas. De cette façon, la plupart des obstacles bas (comme le mobilier urbain, les voitures, les clôtures...) n'interrompent pas la configuration visuelle de l'adulte et peuvent être omis du plan de calcul (voir figure 12). Au contraire, à hauteur de regard d'enfant, ces mêmes éléments deviennent des barrières visuelles qu'on représente comme des limites opaques dans le modèle (figure 13).

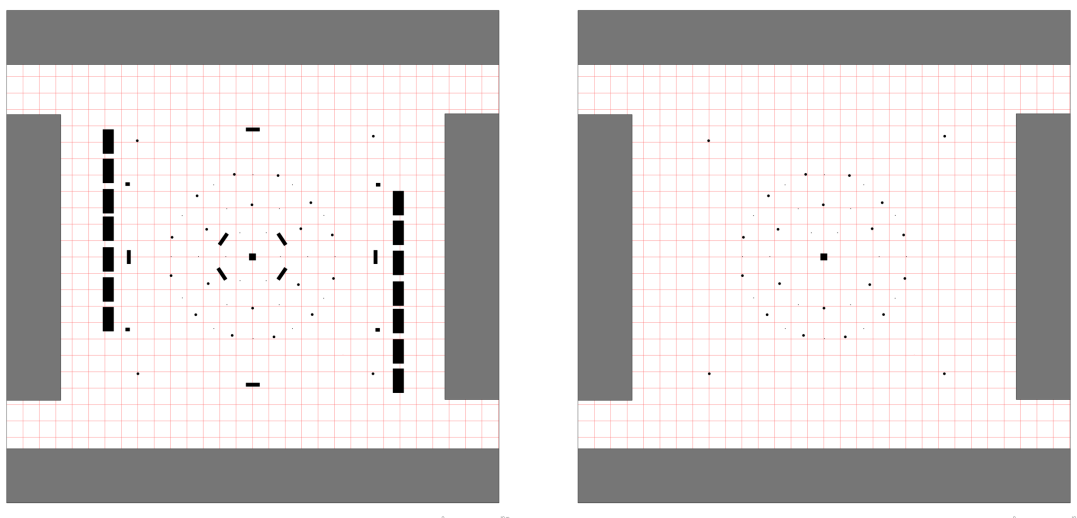


Figure 12. Analyse des obstacles visuels en plan.  
Comparaison des obstacles visuelles repères à une hauteur du regard de 1m et 1,6m, respectivement. Illustration personnelle.

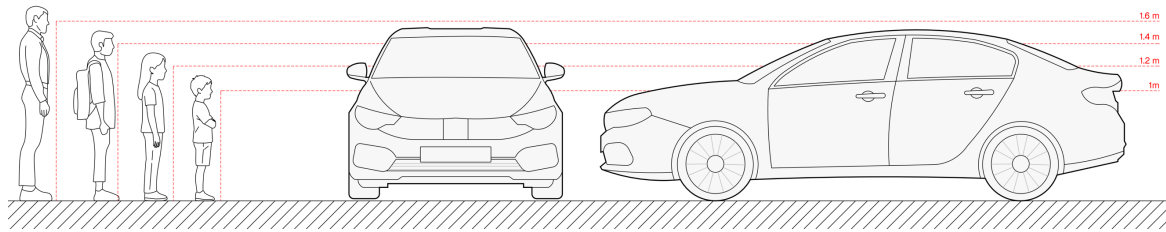


Figure 13. Analyse d'un obstacle visuel en élévation à différentes hauteurs du regard.  
Éléments qui deviennent une barrière visuelle à hauteur de regard d'enfant.  
Illustration personnelle.

Une analyse des obstacles bas souvent présents dans l'espace urbain a été réalisée et intégrée en annexes. Le but est d'étudier différents obstacles en élévation afin de déterminer s'ils ont un impact ou non dans la configuration visuelle de l'enfant. Le but est d'identifier à quel moment ces éléments peuvent être exclus du plan de calcul selon les différentes hauteurs de regard de l'enfant (voir figure 12).

En conclusion, la reconfiguration de ces deux paramètres permet d'établir une comparaison entre différents plans de visibilité et à différentes hauteurs de regard.

## Élaboration des cartes

Dans le cadre de cette recherche, plusieurs cartes ont été réalisées pour étudier la configuration visuelle à différentes hauteurs de regard. Pour ce faire, j'ai d'abord analysé différents éléments du mobilier urbain en élévation (voir annexe). De cette façon je peux estimer quels objets peuvent devenir un obstacle visuel lorsqu'on s'intéresse à la hauteur du regard de l'enfant.

Ensuite, il a été choisi de modéliser des terrains fictifs afin de contrôler la composition spatiale et pouvoir ainsi combiner de diverses manières les différents types d'obstacles visuels étudiés en élévation. Le but est de pouvoir ainsi comparer les résultats entre les différentes hauteurs de regard et les différents aménagements de l'espace.

Les modèles intègrent plusieurs éléments courants du mobilier urbain et ils sont organisés selon différentes configurations spatiales (en annexes, vous trouverez pour chaque cas d'étude un plan répertoriant les différents types de mobilier urbain utilisés dans les cartes). Ces éléments sont inclus ou exclus du calcul selon leur capacité à constituer ou non une barrière visuelle pour chaque tranche d'âge (voir figure 14).

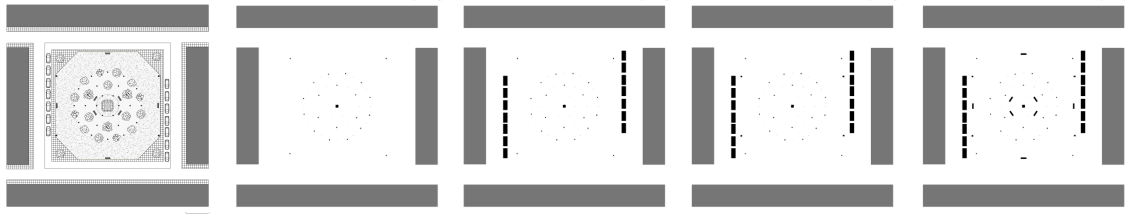


Figure 14. Éléments inclus et exclus du calcul selon les différentes hauteurs du regard.  
De gauche à droite : modèle de base, puis obstacles visuels repérés à 1,6 m, 1,4 m, 1,2 m et 1 m, respectivement.  
Illustration personnelle.

Ainsi, un même espace est représenté à travers plusieurs versions du plan, correspondant chacune à une hauteur du regard donnée. Cette approche permet d'observer comment la variation de la taille de l'observateur modifie la configuration visuelle et les obstacles perçus dans l'espace.

Ces plans sont ensuite simplifiés afin de pouvoir les intégrer dans le logiciel DepthmapX. Dans chaque version du modèle, les éléments considérés comme des obstacles visuels à la hauteur de regard étudiée ont été représentés sous forme de polygones fermés bloquant les lignes de visibilité.

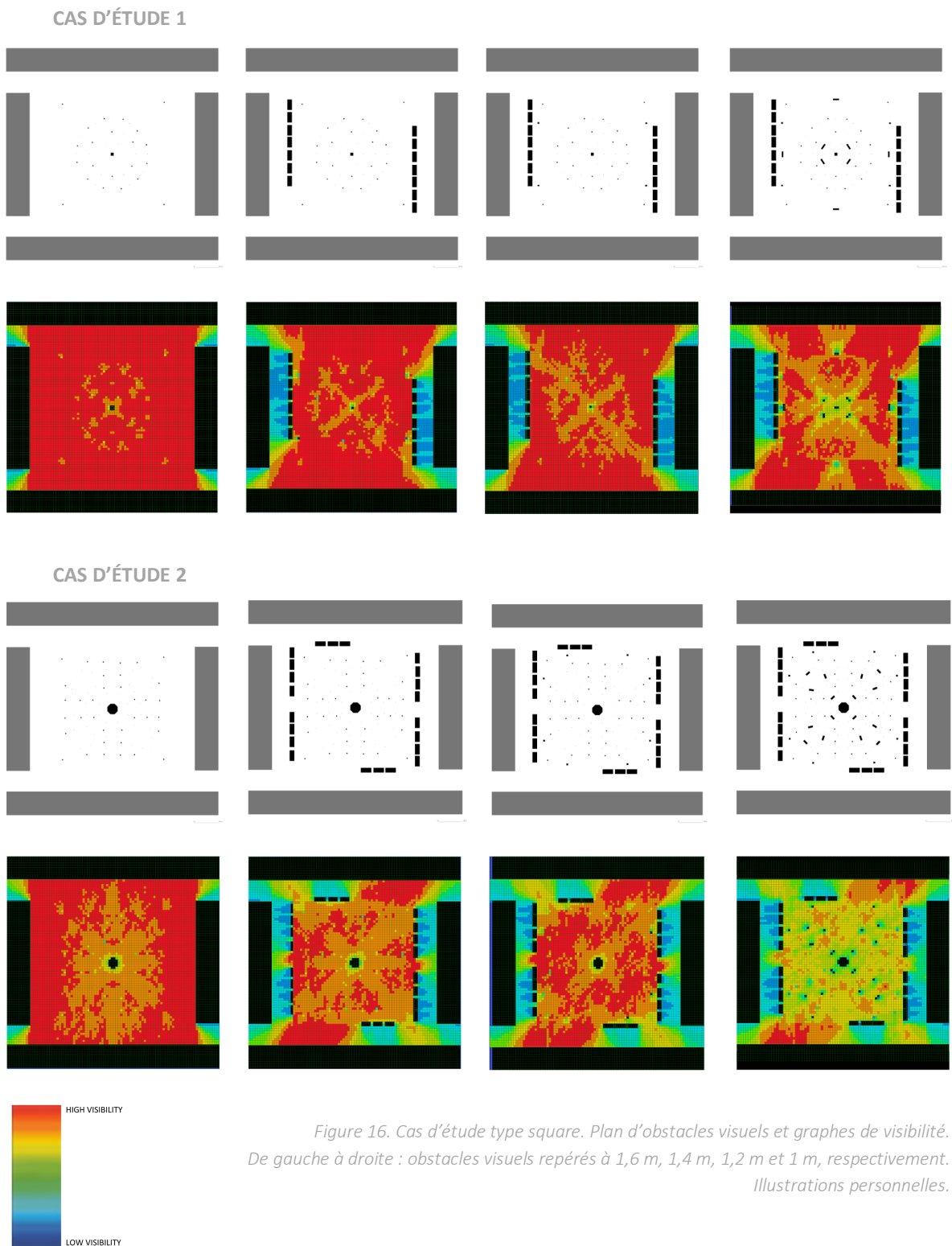
Les plans simplifiés sont ensuite exportés au format DXF, puis importés dans le logiciel DepthmapX. Une fois la carte chargée dans le logiciel, il est nécessaire de définir une grille d'analyse afin de pouvoir construire les graphes de visibilité. Dans cette étude, une maille de 1 mètre a été retenue. Ce choix s'inscrit dans la continuité des travaux fondateurs de Turner et al., qui emploient des mailles de l'ordre du demi-mètre à un mètre selon les cas d'étude. L'utilisation d'une maille de 1m assure la précision et la performance du calcul dans un espace urbain large. Elle correspond à l'échelle du déplacement humain et permet également de s'aligner sur les pratiques courantes dans les études de syntaxe spatiale (Turner et al., 2001).

Finalement, une fois la grille est appliquée au plan, l'espace d'analyse est indiqué à l'aide de l'outil de remplissage (« fill ») du logiciel. Cette étape permet de définir l'ensemble des cellules accessibles sur lesquelles sera calculée la visibilité. Le logiciel peut ensuite générer le graphe de visibilité à partir de cette zone analysable.



## MODELISATION À HAUTEUR DE REGARD D'ENFANT

Dans les premiers cas d'étude, j'ai choisi de modéliser des squares (voir figure 16) parce que ces espaces urbains rassemblent une grande variété de mobilier urbain dans un environnement relativement contenu. L'objectif était d'observer comment différents obstacles bas influencent la configuration visuelle selon les hauteurs de regard étudiées.



L'analyse des cartes du type square met en évidence plusieurs tendances. D'abord, on constate qu'à hauteur de regard d'adulte ( $\approx 1,60$  m), la visibilité reste majoritairement dégagée. En effet, le mobilier urbain n'affecte que ponctuellement la configuration visuelle de l'adulte. En revanche, les variations les plus marquées apparaissent pour les hauteurs de regard correspondant aux enfants. À ces échelles de regard, les enfants plus petits (hauteurs de regard, 1,2m et 1m) perçoivent un plus grand nombre d'obstacles. Ce fait génère ainsi une fragmentation plus importante de la configuration visuelle.

Ensuite, on constate que même si certains éléments du mobilier urbain peuvent interrompre localement la visibilité leur impact reste limité par rapport à l'échelle globale de l'espace. En revanche, l'élément qui modifie le plus la configuration visuelle à hauteur de regard d'enfant est la voiture stationnée. Contrairement au mobilier bas, la voiture constitue un obstacle opaque qui crée des ruptures de visibilité importantes. C'est ainsi l'obstacle qui fragmente de manière plus importante la configuration visuelle de l'espace.

Ces premiers constats ont conduit ensuite à un second test portant sur différentes typologies de rues (voir figure 17). L'objectif était d'observer si les variations de configuration visuelle entre adultes et enfants étaient similaires dans des contextes urbains plus linéaires, et si la position des voitures influençait systématiquement la visibilité (voir figure 18). J'ai mené ainsi différents tests en variant des aspects comme la largeur de rue ou le positionnement des stationnements.

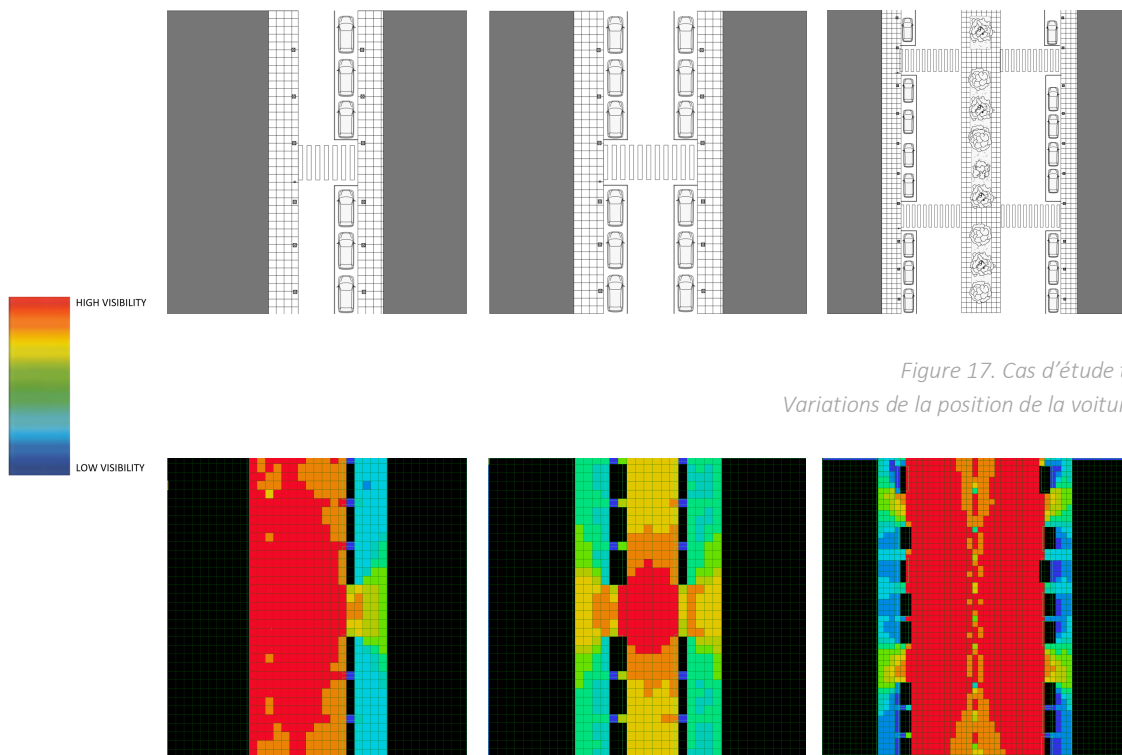


Figure 17. Cas d'étude type rue.  
Variations de la position de la voiture garée.

Figure 18. Cas d'étude type rue.  
Variations de la position de la voiture garée et variations dans la configuration visuelle à hauteur d'enfant.

## Résultats de la recherche

À partir des différentes cartes, on peut en déduire des tendances dans les différentes typologies des espaces urbains.

### Impacts des différents obstacles visuels

#### LES VÉHICULES STATIONNÉS, DES OBSTACLES DÉTERMINANTS.

Les voitures stationnées constituent l'obstacle ayant le plus d'impact dans les différentes typologies d'espaces urbains étudiés. À hauteur de regard d'enfant, elles génèrent des zones critiques pour la visibilité pouvant bloquer la configuration visuelle sur plusieurs mètres. Leur position dans la rue produit une rupture dans les graphes de visibilité. En effet, la connectivité diminue drastiquement derrière le véhicule (représenté en bleu dans les cartes, voir annexes). Ce fait produit des zones critiques où l'enfant est isolé visuellement du reste de l'espace urbain.

Ce constat est si présent dans les squares que dans les rues. Néanmoins, il devient particulièrement critique en milieu linéaire (typologie rue) où la voiture crée une barrière entre le trottoir et la chaussée. Dans ces conditions, l'enfant perd la visibilité et devient simultanément invisible pour les conducteurs. Ce fait compromet la sécurité de l'enfant dans l'espace urbain.

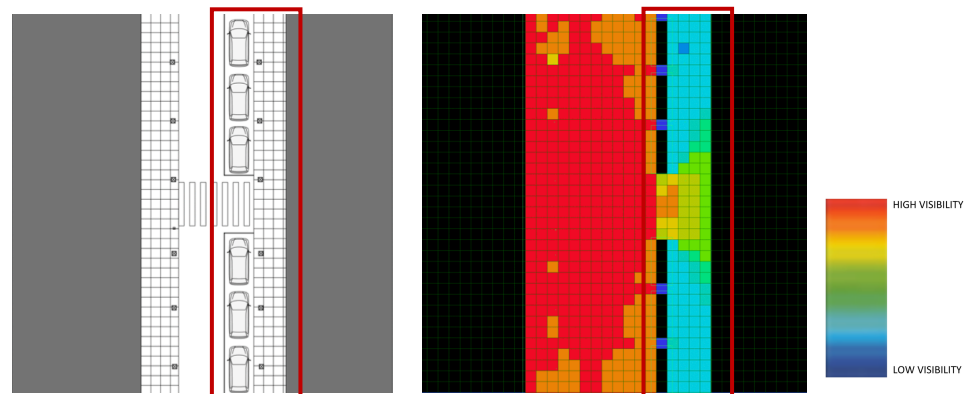


Figure 19. Impact de la voiture stationnée dans la configuration visuelle de l'enfant.

*Illustration propre*

#### LE MOBILIER URBAIN BAS, DES OBSTACLES À IMPACT LOCAL.

Les bancs, poubelles et d'autres petits obstacles ont un impact de manière plus ponctuelle dans la configuration spatiale. Ils génèrent essentiellement des discontinuités locales, perceptibles surtout chez les enfants à une hauteur de regard de 1,00 m / 1,20 m. Leur impact reste néanmoins limité à leur proximité immédiate et n'influence pas de manière si critique la lecture globale de l'espace.

#### LA VÉGÉTATION, UN OBSTACLE SECONDAIRE.

La végétation de faible hauteur n'a un grand d'impact sur la lecture de l'espace. L'impact de la végétation dépend plus de sa densité et de sa hauteur. Son influence reste secondaire par rapport à celle des véhicules.

### Identification des zones critiques pour l'enfant

Dans l'ensemble des cas d'étude, j'ai constaté plusieurs types de zones critiques pour l'enfant. En effet, elles correspondent aux espaces où la visibilité est réduite au point de créer un risque potentiel pour la sécurité de l'enfant.

#### ZONES CACHEES DERRIERE UN OBSTACLE OPAQUE

Ces zones (souvent très présentes derrière les voitures stationnées) présentent une faible connectivité visuelle. Elles correspondent aux espaces où l'enfant ne peut ni voir ce qui se trouve devant lui, ni être vu par les conducteurs. Les graphes signalent ces zones par des couleurs froides. Elles traduisent une grande réduction de la visibilité et identifient des zones critiques pour la sécurité de l'enfant.

#### ZONES DE TRANSITION ENTRE TROTTOIR ET CHAUSSEE

Ces zones constituent des secteurs critiques. Lorsque la voiture est stationnée devant le trottoir, l'enfant se trouve dans un angle mort. Cette situation crée un risque potentiel pour la sécurité de l'enfant. Le manque de visibilité bidirectionnelle (enfant et conducteur) rend ces situations particulièrement dangereuses. Ces zones apparaissent systématiquement comme les régions les moins intégrées dans les graphes.

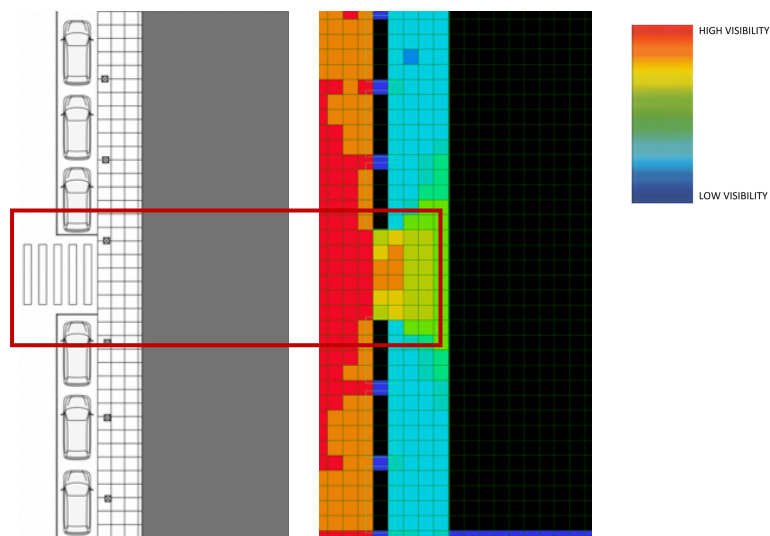


Figure 20. Configuration visuelle dans des zones de transition entre trottoir et chaussée. Extrait de carte.  
Illustration propre

#### AUTRES ZONES

Les divers cas d'études montrent que l'enfant a une diminution plus rapide de la configuration visuelle que l'adulte, notamment lorsqu'un mobilier bas se trouve à proximité. Ces situations se multiplient au fur et à mesure que la hauteur du regard diminue.

### Synthèse interprétations des résultats

Les analyses menées sur les différents cas d'étude permettent de confirmer les hypothèses formulées au début de la recherche.

#### Hypothèse 1 – Différence de configuration spatiale perçue

En effet, les enfants perçoivent un espace plus fragmenté à cause des obstacles peu visibles à hauteur de regard d'adulte. Les variations les plus marquées apparaissent à proximité des voitures stationnées en bordure du trottoir. D'autres obstacles bas peuvent influencer la configuration visuelle mais de manière plus locale.

#### Hypothèse 2 – Pertinence des outils d'analyse spatiale

La recherche a montré que les isovistes et les graphes de visibilité, une fois ajustés à la hauteur du regard, permettent d'identifier des zones critiques où la visibilité est réduite et la sécurité de l'enfant est compromise. Ils ont notamment montré l'impact des véhicules stationnés et la multiplication des zones critiques à hauteur de regard d'enfant. Ces outils sont donc transposables pour analyser la configuration visuelle et identifier des zones critiques pour l'enfant.

En conclusion, les cartes analysées montrent que la variation de la hauteur de regard ne se limite pas à la réduction de la configuration visuelle. En effet, elles montrent également que cette modification génère des zones critiques pour l'enfant. Les tests réalisés montrent ainsi que :

- Les obstacles bas ont un impact local mais que la voiture est l'obstacle visuel le plus déterminant dans la configuration visuelle de l'enfant.
- La position du stationnement influence fortement la visibilité globale de l'espace.
- Les zones critiques se situent principalement à l'interface entre trottoir et chaussée lorsque la voiture est stationnée
- La visibilité réduite génère de zones critiques qui peuvent compromettre la sécurité de l'enfant.

## Discussion : limites et apports au regard de la théorie écologique de la perception

Les outils d'analyse spatiale (isovistes et graphes de visibilité) utilisés dans ce mémoire permettent de quantifier des caractéristiques géométriques de la configuration visuelle comme l'étendue du champ de vision, la connectivité ou la continuité des repères spatiaux (Benedikt, 1979 ; Turner et al., 2001). Ces modèles constituent un point de départ pour comparer la configuration visuelle entre adultes et enfants. Cependant, ils reposent sur une représentation statique de la vision. En effet, ils décrivent ce qui est potentiellement visible à partir d'un point fixe mais sans intégrer la dimension temporelle et dynamique propre à l'expérience vécue.

Dans *The Ecological Approach to Visual Perception*, Gibson (1979) montre que la perception visuelle n'est pas seulement une projection géométrique de l'espace sur la rétine. Elle est un processus actif et continu qui apparaît lors de l'interaction entre un organisme et son environnement. Pour Gibson, la perception est inséparable de l'action et du mouvement. En effet, sa théorie défend l'idée que la perception se construit à travers les déplacements, les postures et les variations du regard dans le temps. Il introduit ainsi la notion d'affordance<sup>13</sup>. C'est-à-dire, la capacité d'un environnement à offrir des possibilités d'action à celui qui le perçoit.

Cette approche invite à considérer que pour l'enfant, voir n'est pas une activité passive mais une exploration sensorimotrice du monde. En effet, l'interaction des enfants avec l'espace est dynamique et non statique (Gibson, 1979). Cette pensée se rapproche de la théorie de Hart, dans la mesure où il défend que les enfants appréhendent leur environnement par le jeu, la marche, la manipulation... Ces observations rejoignent la perspective écologique de Gibson : l'espace n'est pas un simple décor observé, mais un champ d'interactions possibles.

Plus récemment, Heft (2013) a actualisé la pensée de Gibson en soulignant que la perception doit être comprise comme une relation fonctionnelle entre un organisme et son milieu. C'est-à-dire, percevoir ne se limite pas à l'enregistrement des informations, mais à avoir une relation active avec l'environnement. Dans cette perspective, les outils d'analyse spatiale peuvent décrire ce qui est visible, mais pas ce qui est perçu et ensuite interprété de manière émotionnelle par l'enfant.

---

<sup>13</sup> Selon Gibson (1979), le concept d'affordance désigne les possibilités d'action qu'un environnement offre à un individu. Ces possibilités dépendent à la fois des caractéristiques du milieu et des capacités du corps. Par exemple, une marche peut être perçue comme un appui pour un adulte. Alors que pour un enfant il peut être perçu comme un obstacle.

L'analyse spatiale, propose alors qu'une approche géométrique de cette expérience. En effet, les isovistes et les graphes de visibilité modélisent les limites visuelles depuis un ou plusieurs points d'observation. Bien que ces outils ne reproduisent pas fidèlement la dynamique perceptive telle que définie par la théorie de Gibson, ils peuvent en proposer une approximation séquentielle.

Par exemple, en générant une série des points d'observation successifs le long d'un parcours simulé, on peut représenter la progression du champ visuel de l'enfant au fil du déplacement. Lors de l'analyse des isovistes, chaque isoviste peut constituer un « instant visuel » et leur enchaînement suggèrera ainsi une trajectoire perceptive.

De même, les graphes de visibilité peuvent être complémentaires à cette analyse. L'analyse de leur centralité ou de leur connectivité peut fournir des indices sur la continuité et la cohérence du champ perceptif. Ce fait permet d'approcher la logique de déplacement et d'orientation propre à la perception en mouvement.

La dimension temporelle, bien qu'absente dans les modèles géométriques, peut alors être évoquée à partir de la variation des champs visuels simulés à différentes hauteurs de regard et positions, offrant une première approche quantifiée de la diversité des expériences perceptives de l'enfant.

Finalement, rappelons que la modélisation proposée dans ce mémoire n'a pas pour ambition de restituer la complexité de la perception réelle, mais de traduire certaines propriétés de la configuration visuelle de l'enfant. Cette expérience pourrait ouvrir la voie à des futurs travaux susceptibles d'intégrer la mobilité, les trajectoires et les interactions sociales dans la représentation des environnements vécus par l'enfant.

En effet, les outils d'analyse spatiale peuvent être considérés comme une représentation de l'ensemble des zones visibles depuis un point donné. Ils ne cherchent pas à reproduire la dynamique perceptive telle que la décrit Gibson, mais plutôt à quantifier la configuration géométrique potentielle de la vision. Ce modèle n'est donc pas incompatible avec l'approche écologique car il en constitue une traduction focalisée sur les aspects mesurables de la visibilité plutôt que sur la perception vécue et en mouvement.



## CONCLUSION

### Réflexion et mobilisation des résultats comme critères de conception

Finalement, la recherche avait comme objectif d'interroger la capacité des outils de l'analyse spatiale, appliquées à différentes hauteurs de regard, à identifier des zones visuellement critiques révélant des écarts significatifs entre la configuration visuelle d'un adulte et celle d'un enfant.

Les résultats obtenus à partir de la lecture des différentes cartes confirment que la variation de la hauteur de regard modifie significativement la configuration visuelle modélisée de l'espace urbain. Alors que l'espace reste plus continu à 1,60 m, il devient plus fragmenté à hauteur de regard d'enfant. En effet, on y constate une multiplication d'obstacles visuels. Ils génèrent des discontinuités parfois localisées ou plus globales. Parmi l'ensemble des obstacles étudiés, les voitures stationnées sont l'élément le plus déterminant. Elles créent des zones critiques qui isolent l'enfant du reste de l'espace. Elles compromettent sa configuration visuelle. D'autres éléments du mobilier urbain ont un impact plus ponctuel, principalement pour les enfants les plus petits ( $\approx 1,00$  m – 1,20 m). Néanmoins, ces obstacles ont moins d'impact que les voitures dans configuration visuelle globale.

Les outils d'analyse spatiale peuvent être alors implémentés pour aider à la conception et à l'analyse de l'espace urbain. En révélant des zones critiques invisibles à hauteur de regard d'adulte, elle permet d'interroger des choix d'aménagement, notamment en matière de stationnement et de mobilier urbain.

Dans la continuité de ces résultats, on constate que certaines politiques publiques commencent à répondre aux enjeux de visibilité et de sécurité identifiés dans ce mémoire. À Paris, le projet *Rues aux écoles* constitue un exemple adapté aux résultats retrouvés (voir figure 20). La Ville de Paris a décidé de transformer plus de 100 rues situées aux abords des établissements scolaires. Ces espaces ont été transformés en espaces piétons végétalisés et débarrassés du stationnement automobile. Ces interventions ont pour objectif d'améliorer la sécurité des enfants mais elles modifient également la configuration visuelle. En effet, la suppression des véhicules stationnés (dans ce mémoire, identifiés comme l'obstacle le plus déterminant pour la visibilité à hauteur de regard d'enfant) réduit de manière significative les discontinuités visuelles pour l'enfant.

Même si ces interventions ne mobilisent explicitement les outils d'analyse spatiale, les résultats de ce mémoire montrent que ces outils pourraient constituer un cadre analytique complémentaire. En effet, leur utilisation lors de la conception urbaine pourrait permettre d'objectiver les effets de ces aménagements et d'identifier plus précisément les zones visuellement critiques. La mobilisation de ces outils pourrait ainsi éclairer, même en phase de conception, des choix urbains plus sensibles à la hauteur du regard de l'enfant.



Figure 20. Rues aux écoles. Ville de Paris.

Source : <https://www.paris.fr/pages/57-nouvelles-rues-aux-ecoles-dans-paris-8197>

À partir de ces constats, plusieurs pistes de conception peuvent être mobilisés pour mieux intégrer la hauteur du regard de l'enfant dans l'aménagement des espaces urbains.

D'abord, il faut réduire les obstacles visuels opaques à proximité immédiate des traversées piétonnes. L'analyse des cartes met en évidence que la suppression ou l'éloignement du stationnement permet de diminuer les ruptures de visibilité à hauteur de regard d'enfant. Ces aménagements contribuent ainsi à améliorer la lisibilité de l'espace et la co-visibilité entre les différents usagers.

Ensuite, les résultats montrent l'importance de privilégier des éléments de mobilier urbain qui n'interrompent pas la configuration visuelle à hauteur de regard d'enfant. Des dispositifs transparents ou de faible hauteur peuvent aider à limiter la fragmentation en particulier à proximité des zones critiques.

Enfin, l'analyse révèle que la co-visibilité entre piétons et automobilistes est un paramètre central de la sécurité de l'enfant dans l'espace urbain. Les zones où la visibilité est interrompue sont systématiquement représentés comme des secteurs de faible intégration visuelle. Intégrer la co-visibilité comme critère de conception permettrait de penser l'espace public également à partir des relations visuelles entre usagers qui ont différentes hauteurs de regard.

En conclusion, l'adaptation des outils d'analyse spatiale à la hauteur de regard d'enfant aide à mettre en évidence des zones critiques invisibles à hauteur de regard d'adulte. L'implémentation de ces outils peut éclairer des enjeux de sécurité dans l'espace urbain. Les résultats obtenus montrent ainsi que l'échelle du regard constitue un paramètre essentiel pour l'appropriation de l'espace.

Ce mémoire ouvre ainsi des perspectives de recherche complémentaires. L'intégration de la dimension temporelle ou encore d'observations empiriques pourrait permettre d'enrichir l'analyse de l'expérience perceptif des enfants dans l'espace urbain. Repenser la conception urbaine à partir de la diversité des échelles de regard apparaît ainsi comme une condition nécessaire pour améliorer la lisibilité, la sécurité et l'appropriation de l'espace public par l'ensemble des usagers, et en particulier par les enfants.



## BIBLIOGRAPHIE

Bardal, M. S. F., & Sevilla, L. L. (2018). Playgrounds de Aldo van Eyck. Universitat Politècnica de València.

Benedikt, M. L. (1979). To take hold of space: Isovists [champ visuel] and isovist fields. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 6(1), 47–65.

Bendicht Weber. (2015). L'enfant : un impensé du travail de conception architecturale ? La trajectoire réflexive de Louis Kahn. *Métropolitiques*.

<https://www.metropolitiques.eu/Lenfant-un-impensedu-travail-de.html>

Boëlle-Dupouy, A. (2022). À l'école de la ville : Contre-cultures expérimentales dans les années 1970. *Les Cahiers de la Recherche Architecturale, Urbaine et Paysagère*.

<https://journals.openedition.org/craup/11350>

Chawla, L. (2002). Insight, creativity and thoughts on the environment: Integrating children and youth into human settlement development. *Environment and Urbanization*, 14(2), 11–18.

Conroy Dalton, R., & Bafna, S. (2003). The syntactical image of the city: A reciprocal definition of spatial elements and spatial syntaxes. *Proceedings of the 4th International Space Syntax Symposium* (pp. 9.1-9.12).

Dantier, B. (2011). La connaissance de l'objet d'étude avec la connaissance du sujet étudiant entre assimilation et accommodation : Jean Piaget, *La construction du réel chez l'enfant* (p. 45).

Dzebic, V. (2013). Isovist analysis as a tool for capturing responses towards the built environment. University of Waterloo.

<https://dspacemainprd01.lib.uwaterloo.ca/server/api/core/bitstreams/9a3ff951-bac1-4edd-97e0-564f3053c5a9/content>

Figueiredo, A., & Amorim, P. (2023). Space syntax, children and play.

Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception [L'approche écologique de la perception visuelle]*. Boston, MA: Houghton Mifflin.

Hart, R. (1979). *Children's experience of place [L'expérience de l'enfant du lieu]*. Albany, NY: State University of New York Press.

Heft, H. (2013). An ecological approach to psychology. *Review of General Psychology*, Special issue: Unifying Approaches to Psychology, 17, 162-167.

[https://www.researchgate.net/publication/263918686\\_An\\_Ecological\\_Approach\\_to\\_Psychology](https://www.researchgate.net/publication/263918686_An_Ecological_Approach_to_Psychology)

Henderson, J. M., & Hollingworth, A. (1999). High-level scene perception. *Annual Review of Psychology*, 50, 243–271.

<https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev.psych.50.1.243>

Kaplan, R., & Kaplan, S. (1989). *The experience of nature: A psychological perspective* [L'expérience de la nature : une perspective psychologique]. Cambridge: Cambridge University Press.

Kopko, K. (s. d.). Insights for parents, teachers, and educators featuring research by Dr. Gary Evans. Departments of Human Development and Design and Environmental Analysis, Cornell University.

Koutsolampros, P., Sailer, K., Varoudis, T., & Haslem, R. (2019). *Dissecting Visibility Graph Analysis: The metrics and their role in understanding workplace human behaviour*.

[https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10073528/7/Sailer\\_Dissecting%20Visibility%20Graph%20Analysis.%20The%20metrics%20and%20their%20role%20in%20understanding%20workplace%20human%20behaviour\\_VoR.pdf](https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10073528/7/Sailer_Dissecting%20Visibility%20Graph%20Analysis.%20The%20metrics%20and%20their%20role%20in%20understanding%20workplace%20human%20behaviour_VoR.pdf)

Lynch, K. (1960). *The image of the city* [L'image de la ville]. Cambridge, MA: MIT Press.

ONU-Habitat. (2022). *Rapport mondial sur les villes 2022 : Envisager l'avenir des villes*. Programme des Nations Unies pour les établissements humains.

Pells, R. (2015). Children's freedom to roam shrinks by 90 % since 1970s, survey finds. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/commentisfree/2015/jan/06/children-towns-and-cities-robbed-spaces-play>

Pheasant, S. (2003). *Bodyspace: Anthropometry, ergonomics and the design of work* (3.<sup>e</sup> ed.) [Espace corporel : anthropométrie, ergonomie et conception du travail]. Boca Raton, FL: CRC Press.

Presson, C. C., & Montello, D. R. (1988). Points of reference in spatial cognition: Stalking the elusive landmark. *British Journal of Developmental Psychology*, 6, 378–381.

Resnik, S., Gavarini, L., Pirone, I., & Blanchard-Laville, C. (2009). L'enfant dans la ville : Expériences sur l'espace-temps vénitien avec des enfants d'âge scolaire. *Cliopsy*, (1), 69–93. <https://shs.cairn.info/revue-cliopsy-2009-1-page-69?lang=fr&ref=doi>

Sobel, D. (2004). *Place-based education: Connecting classrooms and communities [Éducation ancrée dans le lieu : relier classes et communautés]*. Great Barrington, MA: Orion Society.

Turner, A., & Penn, A. (1999). Making isovists [isovists/champs visuels] syntactic: Isovist integration analysis. En *Proceedings of the 2nd International Symposium on Space Syntax* (pp. 1-20).

Turner, A., Doxa, M., O'Sullivan, D., & Penn, A. (2001). From isovists [champs visuels] to visibility graphs [graphiques de visibilité]: A methodology for the analysis of architectural space. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 28(1), 103-121.

UN-HABITAT. (2023). *Urban green spaces and health: A review of evidence [Annual report 2022]*. United Nations Human Settlements Programme.

Varoudis, T., & Psarra, S. (s. d.). *Beyond two dimensions: Architecture through three-dimensional visibility graph analysis [Au-delà de deux dimensions : l'architecture à travers l'analyse de graphes de visibilité tridimensionnelle]*. [https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1477266/1/Psarra\\_200-1300-1-PB.pdf](https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1477266/1/Psarra_200-1300-1-PB.pdf)

Ville de Paris. (2025, 10 septembre). *Plus de 300 « rues aux écoles » dans Paris*. <https://www.paris.fr/pages/57-nouvelles-rues-aux-ecoles-dans-paris-8197>

Wagnon, S. (2024, 9 de abril). *La place des enfants en ville : quels enjeux publics ?* Université de Montpellier. <https://www.umontpellier.fr/articles/la-place-des-enfants-en-ville-quels-enjeux-publics>

Wiener, J. M., & Franz, G. (2005). Isovists [champs visuels] as a means to predict spatial experience and behavior [comportement]. C. Freksa, M. Knauff, B. Krieg-Brückner, B. Nebel, & T. Barkowsky (Eds.), *Spatial Cognition IV: Reasoning, Action, Interaction (Lecture Notes in Computer Science, Vol. 3343, pp. 42-57)*. Springer.



## **ANNEXES**

### **Étude en élévation du mobilier urbain selon différentes hauteurs de regard**

#### **Cartes pour l'analyse spatiale**

##### **Cas d'étude 1**

Cartes

Graphe de visibilité

##### **Cas d'étude 2**

Cartes

Graphe de visibilité

##### **Cas d'étude 3**

Cartes

Graphe de visibilité

##### **Cas d'étude 4**

Cartes

Graphe de visibilité

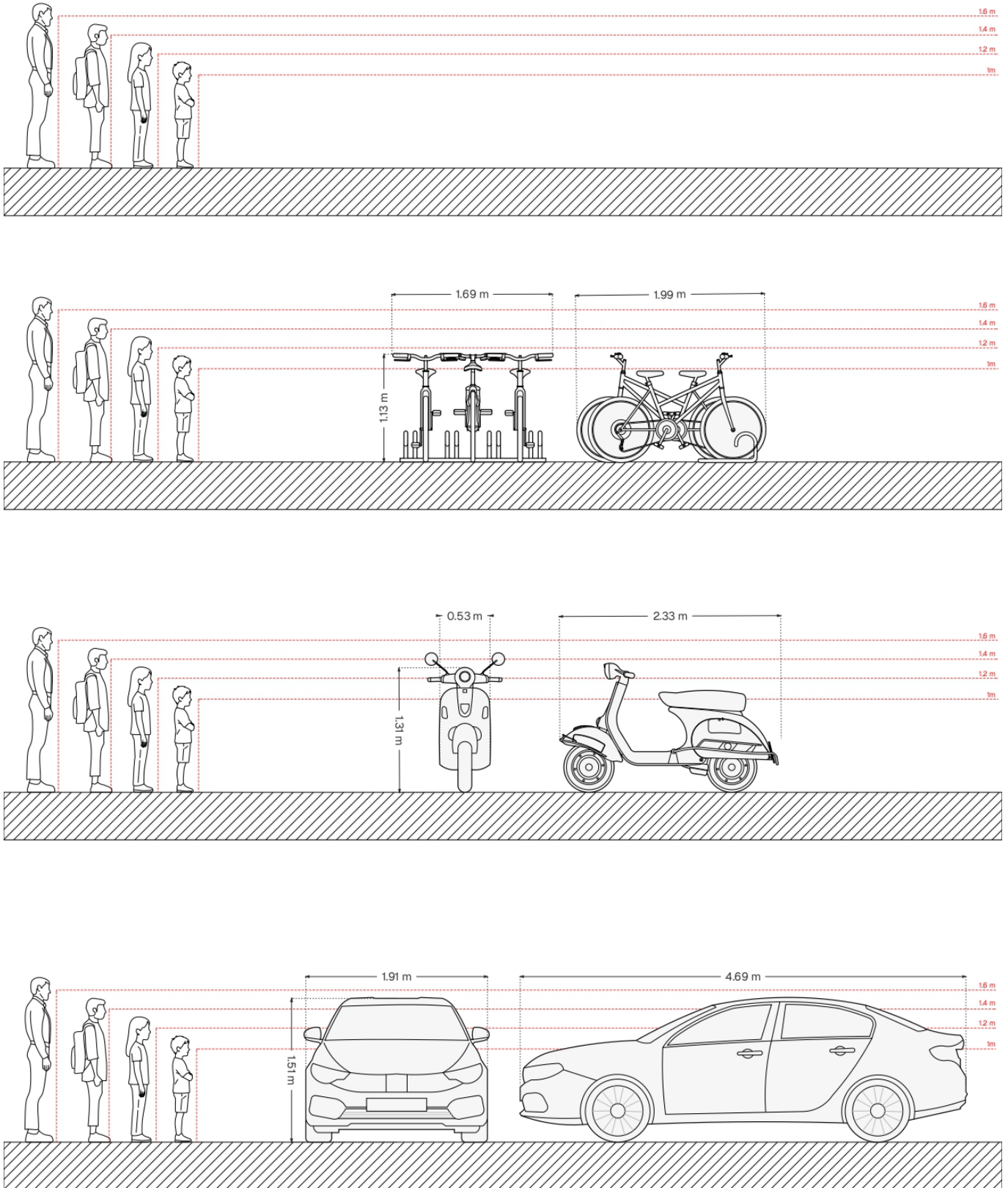
##### **Cas d'étude 5**

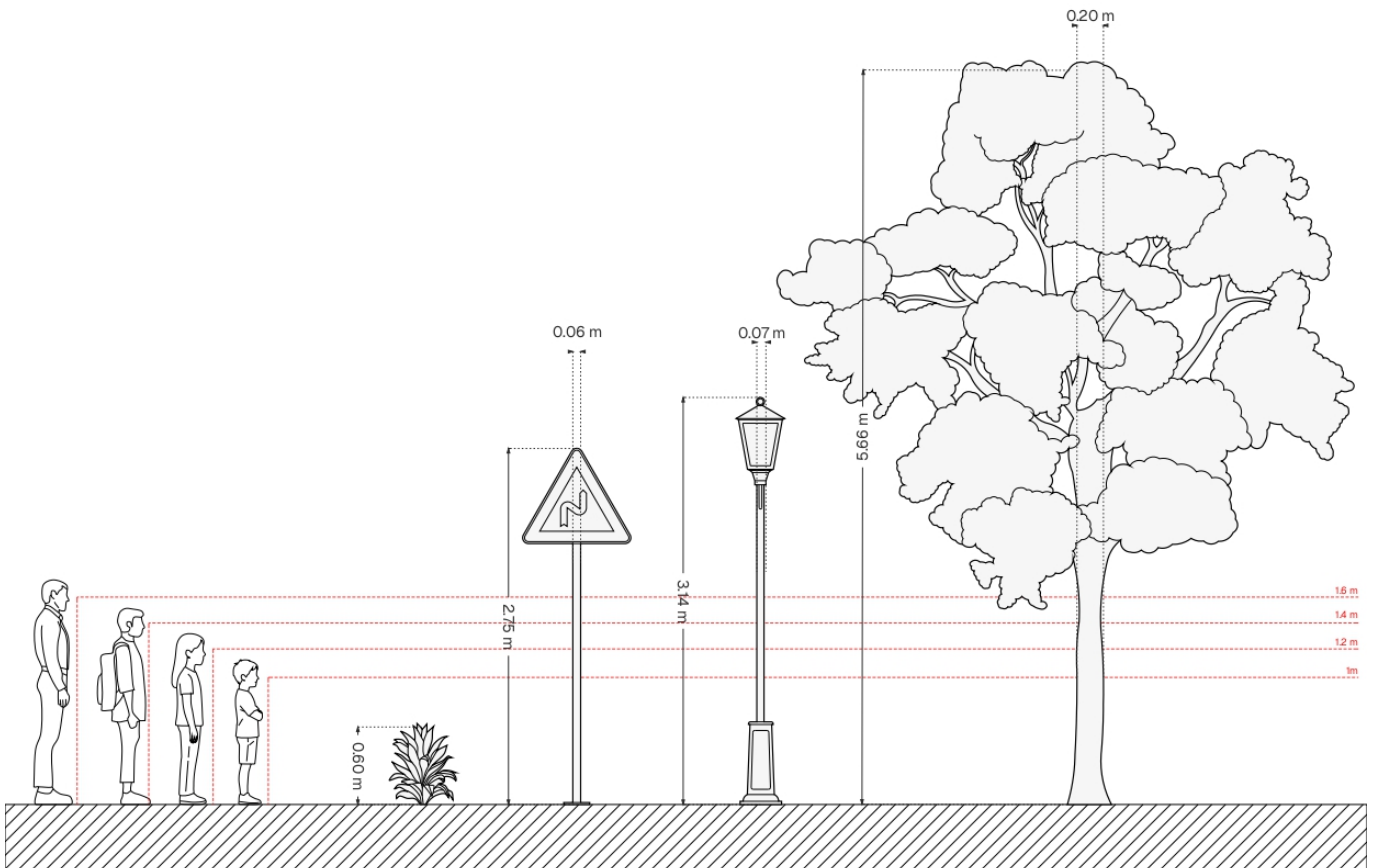
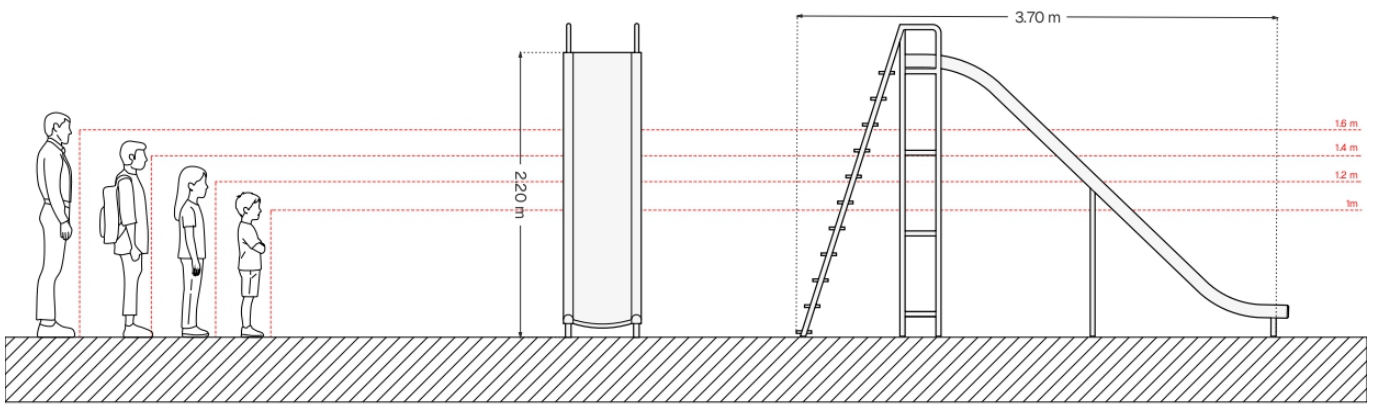
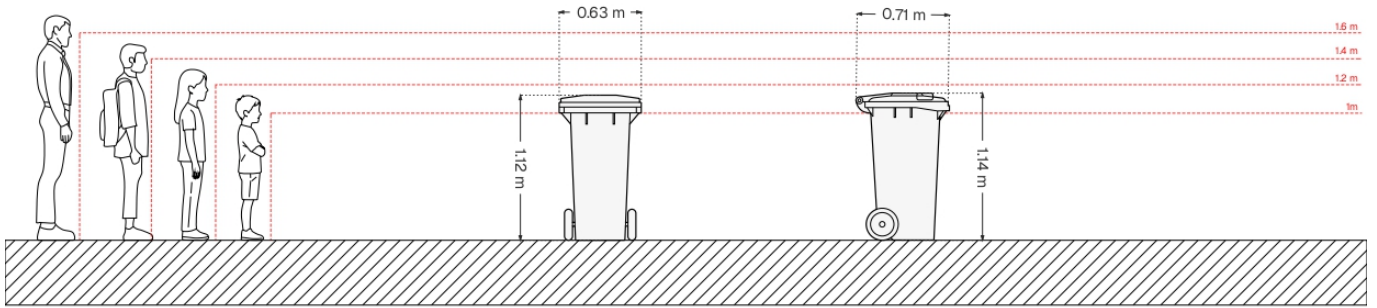
Cartes

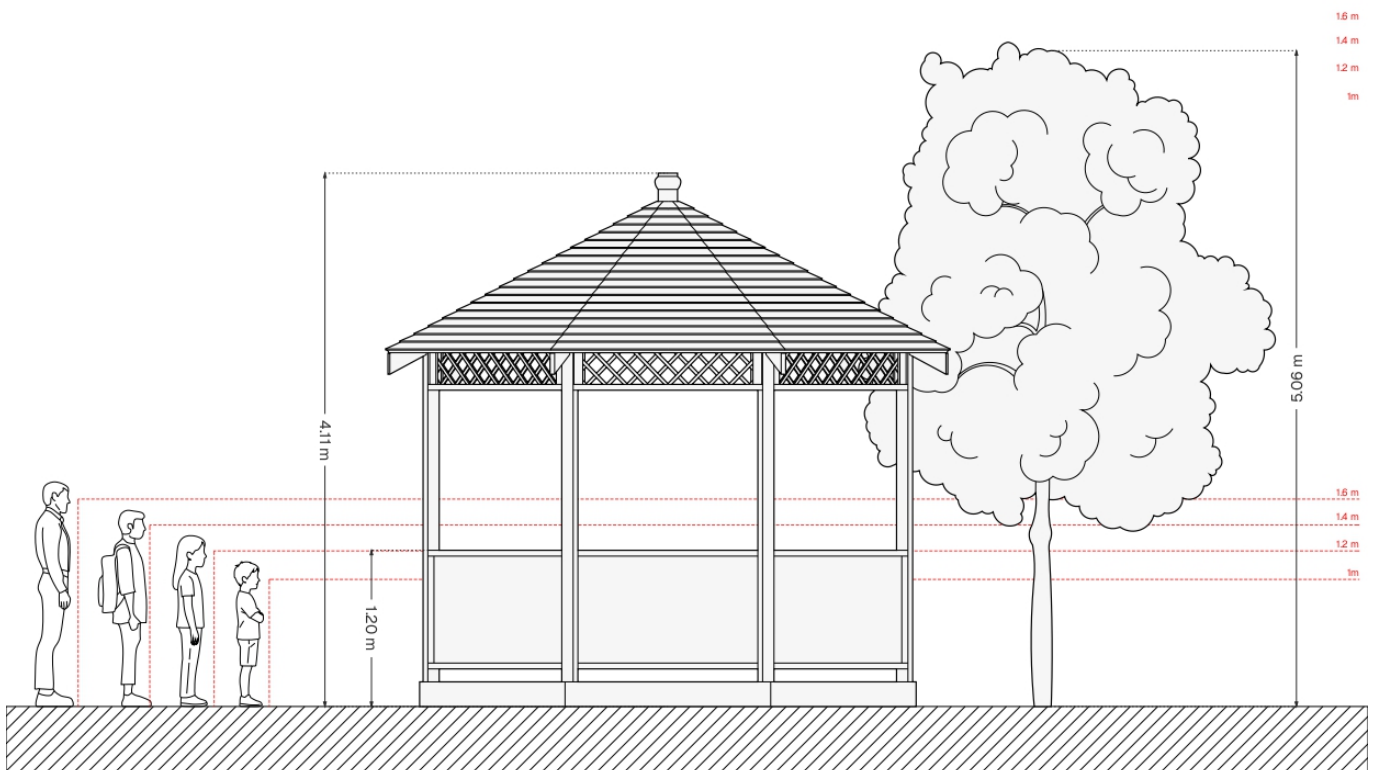
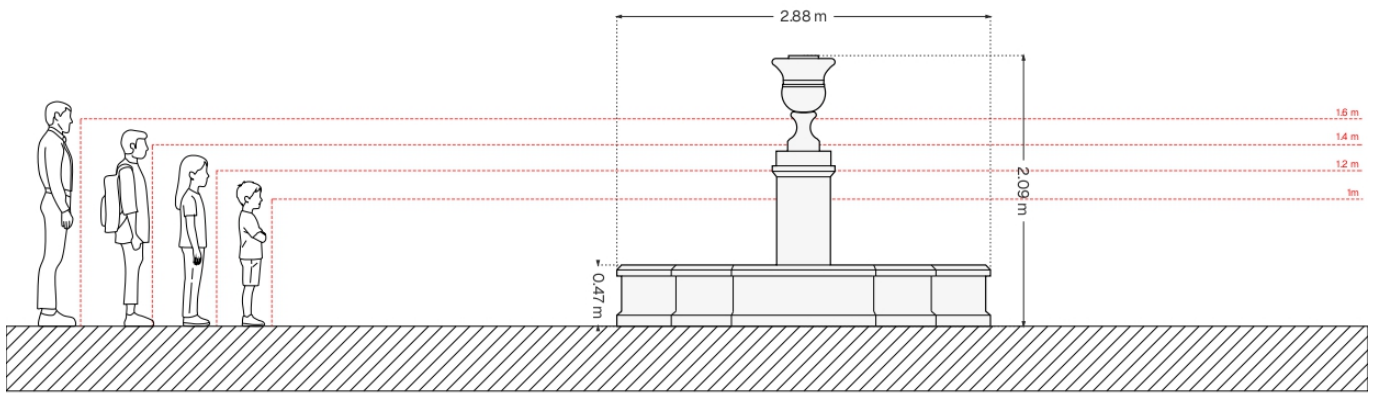
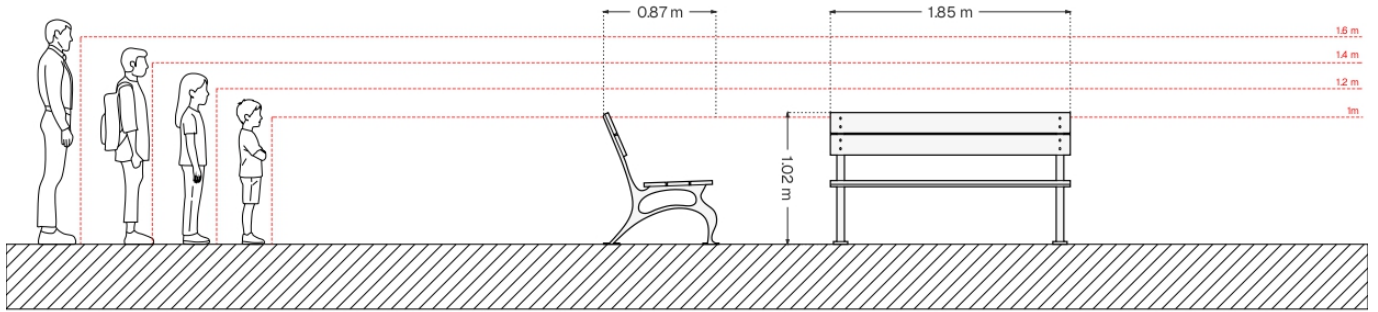
Graphe de visibilité

## Étude en élévation du mobilier urbain selon différentes hauteurs de regard

Source : Illustrations personnelles





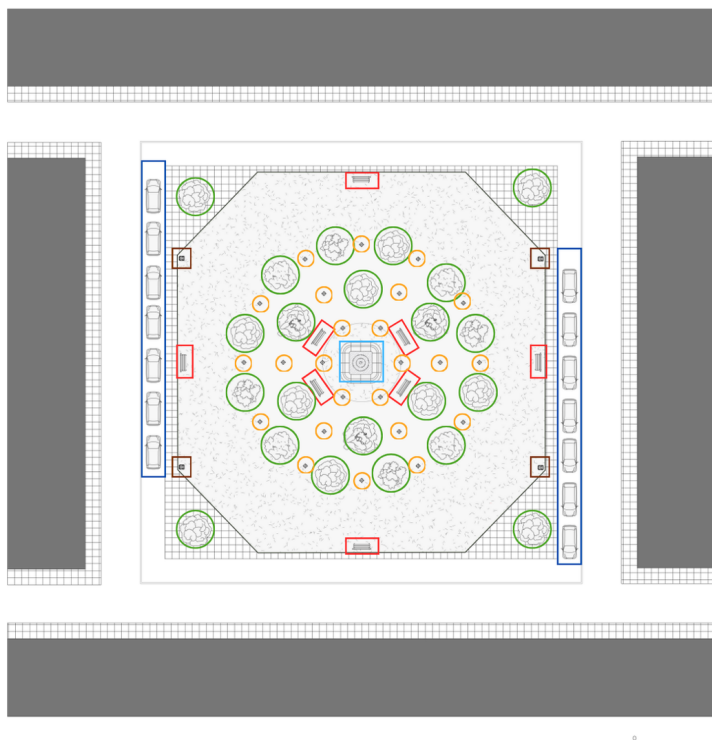
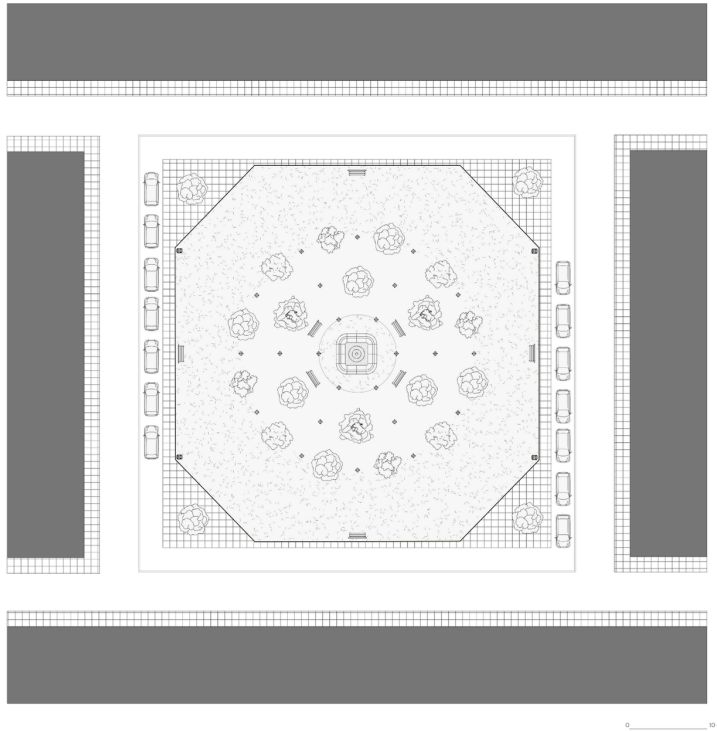


# CAS D'ÉTUDE 1

## Cas d'étude 1

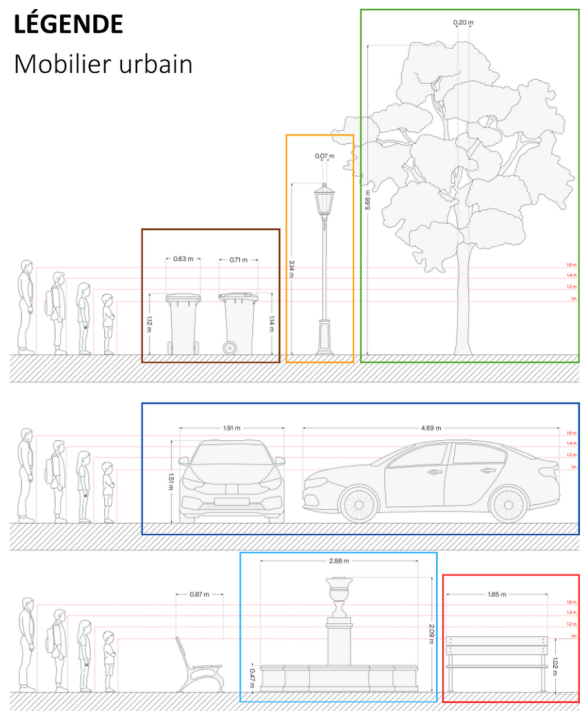
### Identification des éléments du mobilier urbain sur la carte de base

Source : Illustrations personnelles



### LÉGENDE

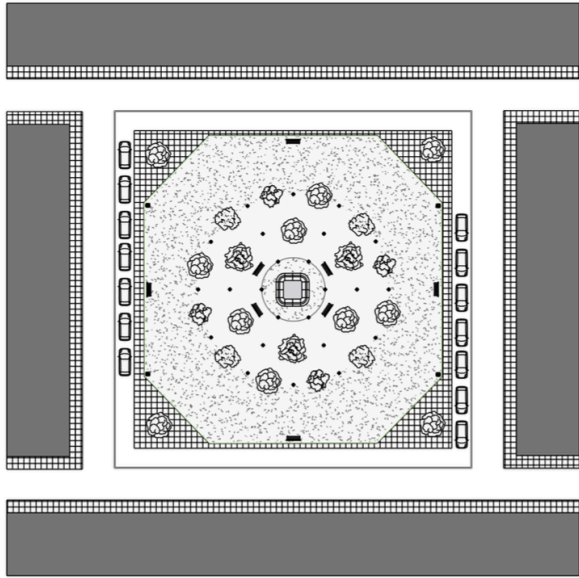
Mobilier urbain



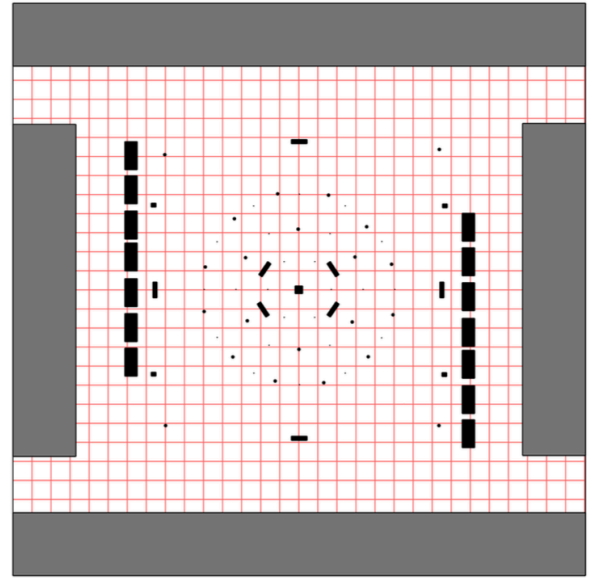
### Cas d'étude 1

Obstacles visuels dans l'espace/ simplification du plan à partir des différentes hauteurs de regard

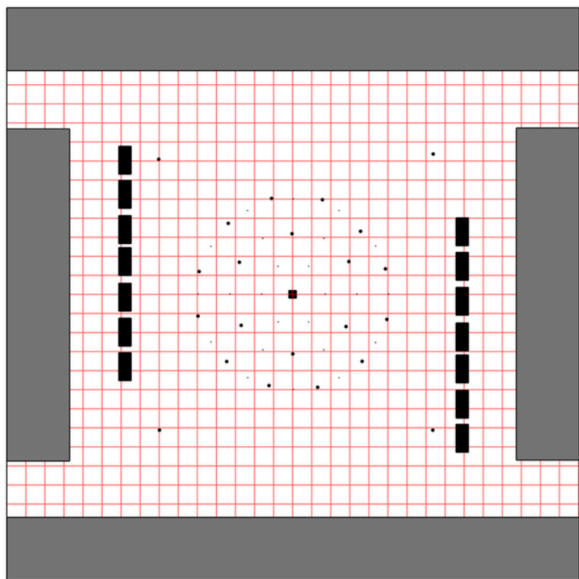
#### Modèle de base



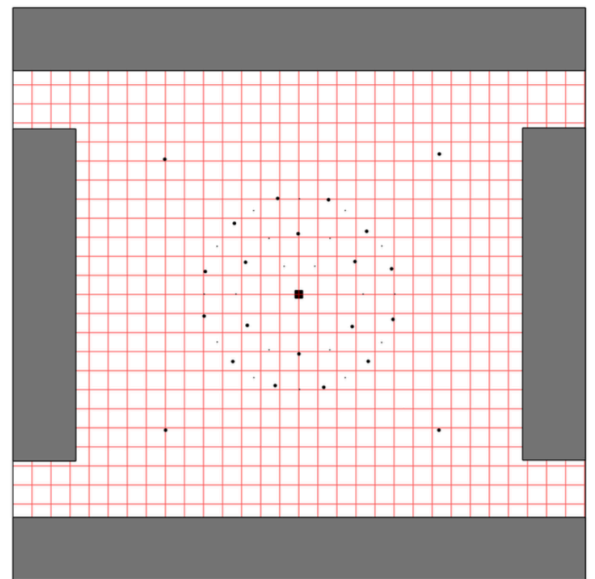
#### Obstacles visuels (1m)



#### Obstacles visuels (1.2-1.4m)

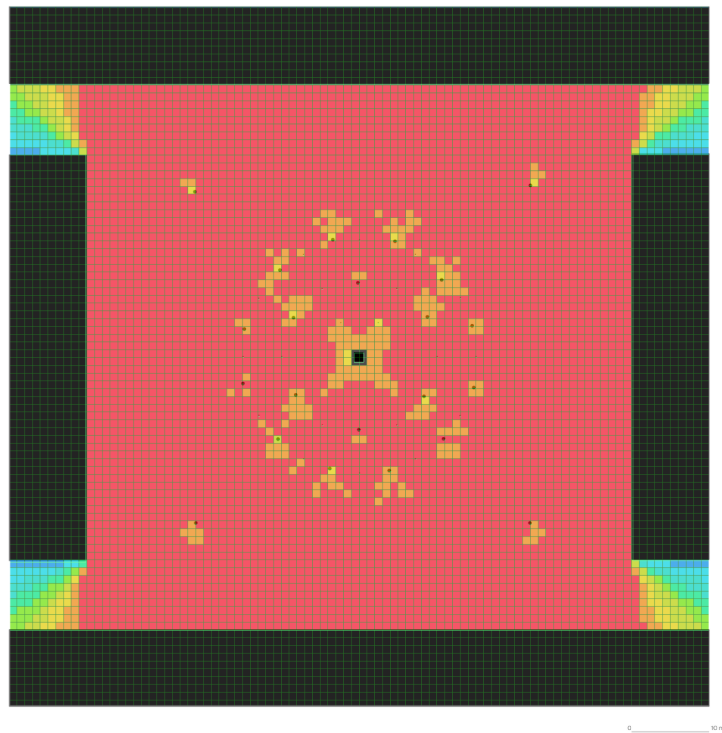
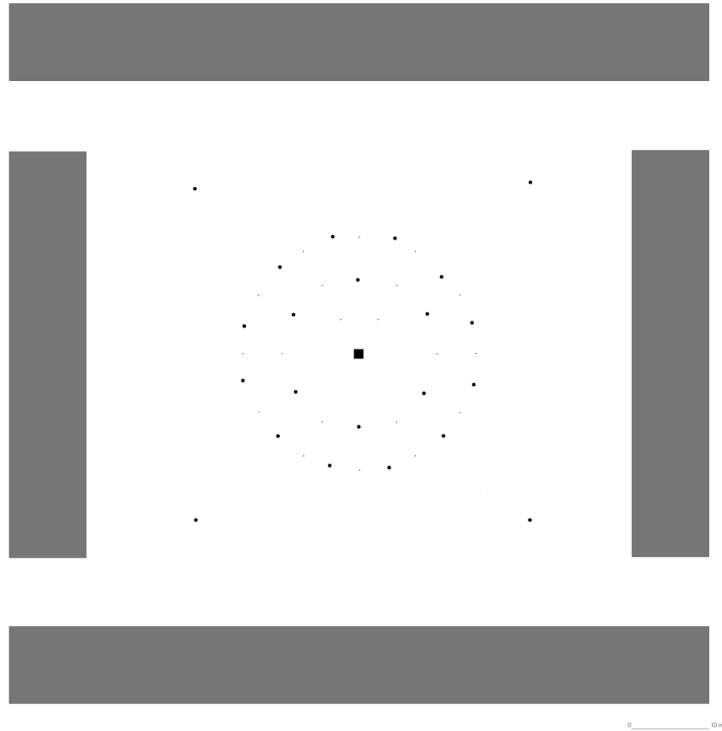


#### Obstacles visuels (1.6m)



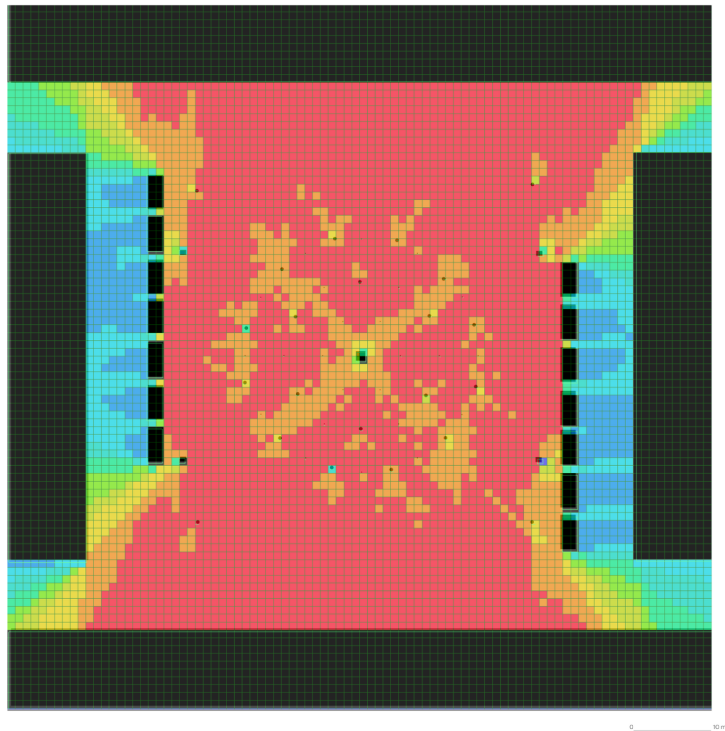
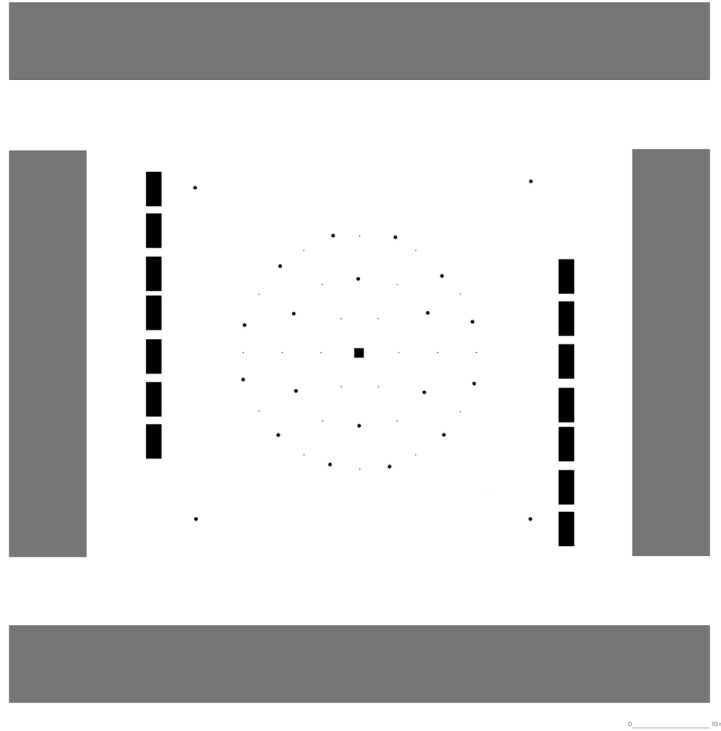
## Cas d'étude 1 - Résultats

Hauteur de regard 1.6 m



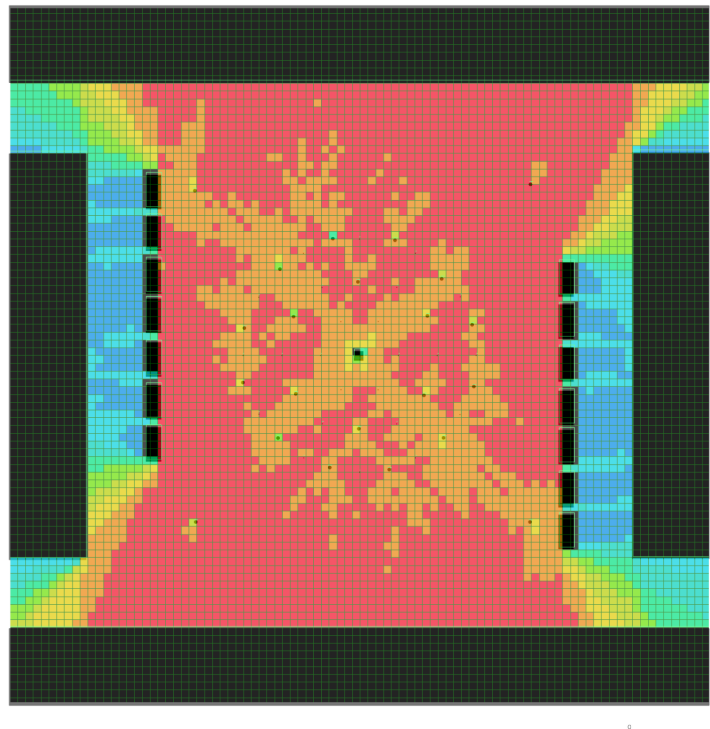
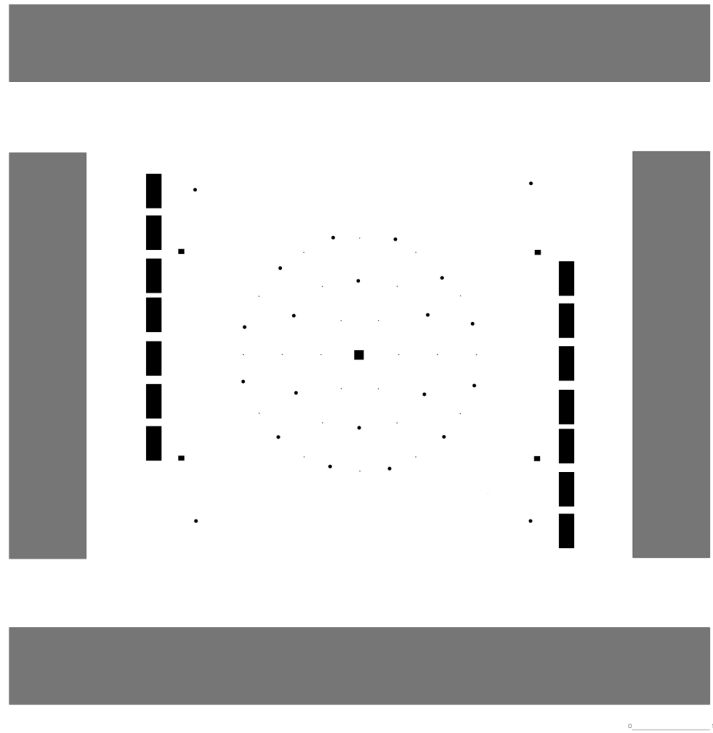
## Cas d'étude 1- Résultats

Hauteur de regard 1.4 m



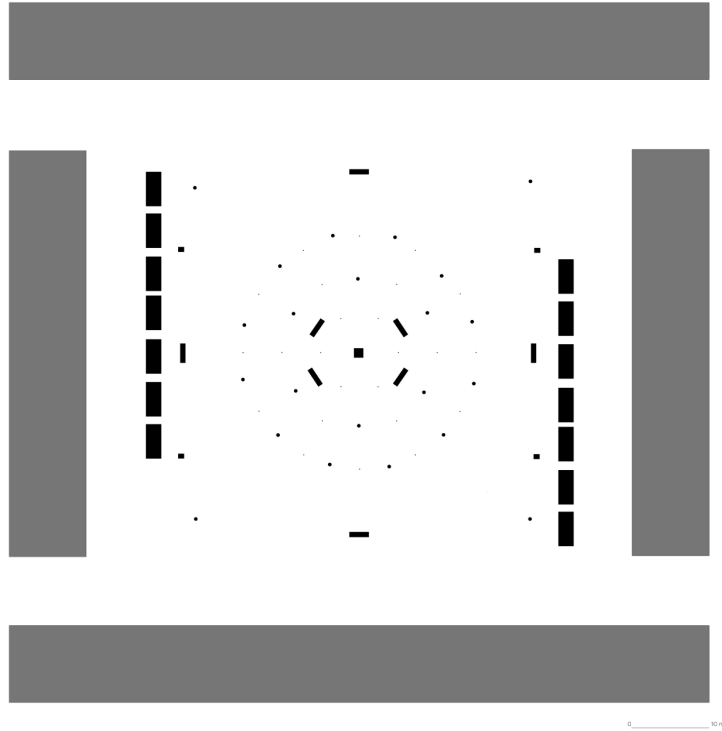
## Cas d'étude 1- Résultats

Hauteur de regard 1.2 m

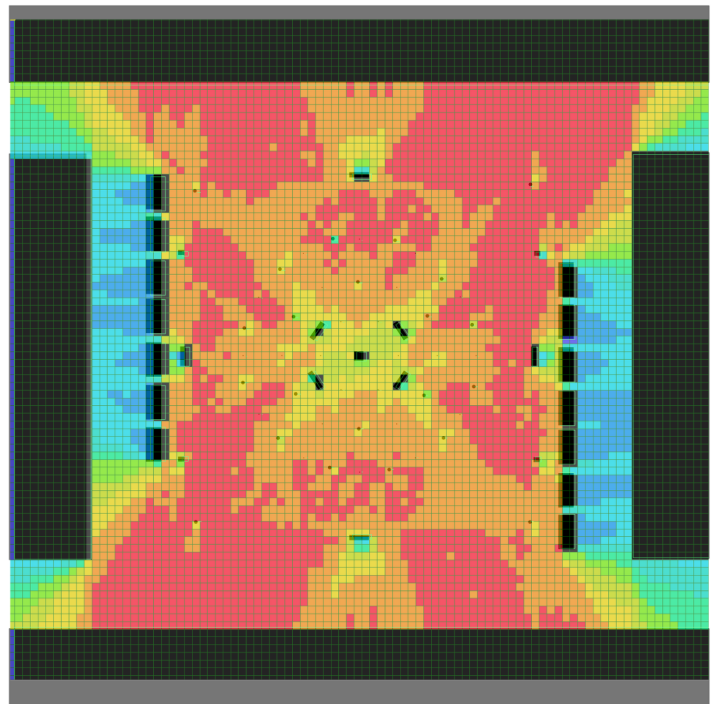


## Cas d'étude 1- Résultats

Hauteur de regard 1 m



0 10 m



0 10 m

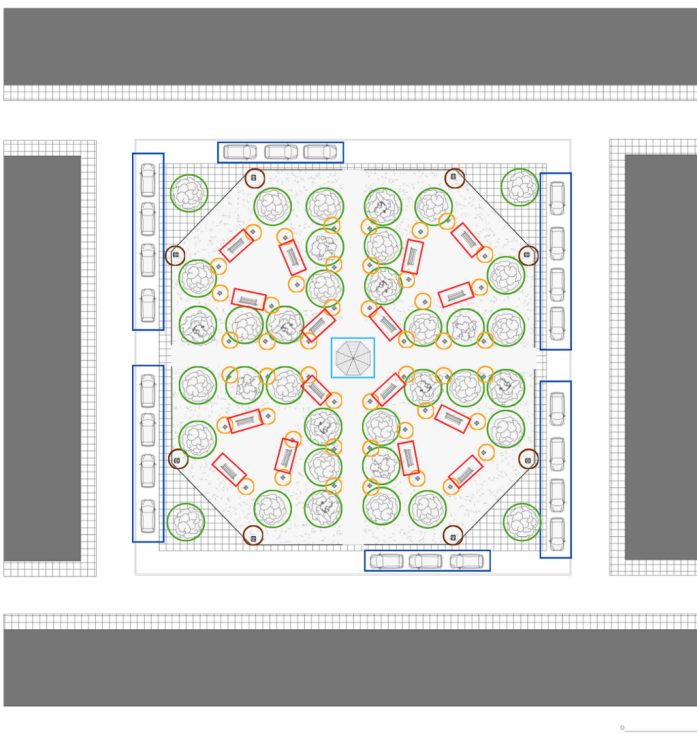
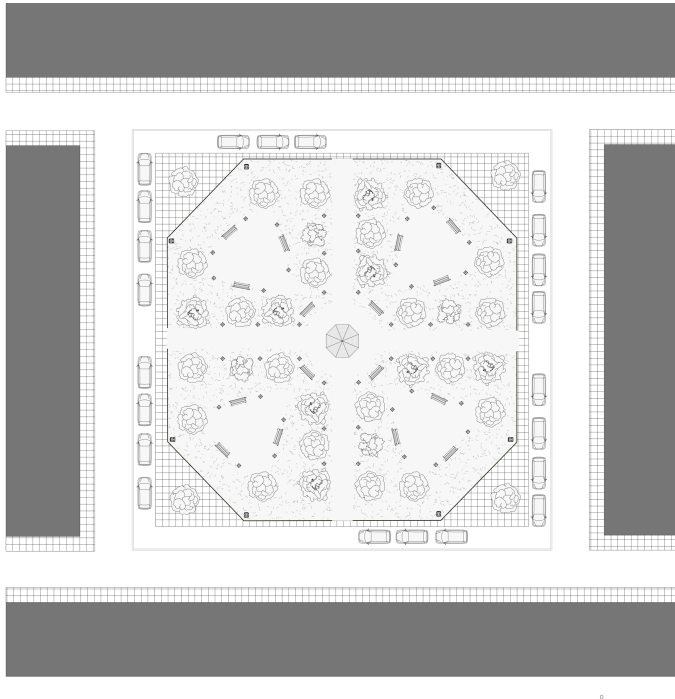


## **CAS D'ÉTUDE 2**

## Cas d'étude 2

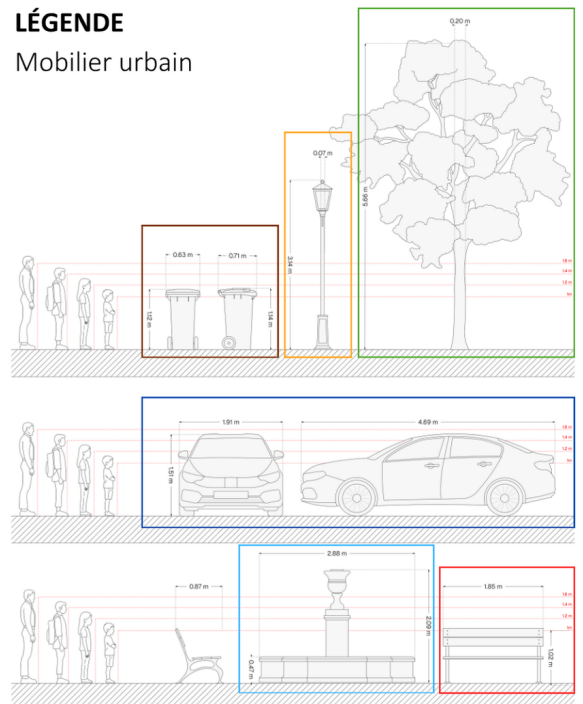
### Identification des éléments du mobilier urbain sur la carte de base

Source : Illustrations personnelles



### LÉGENDE

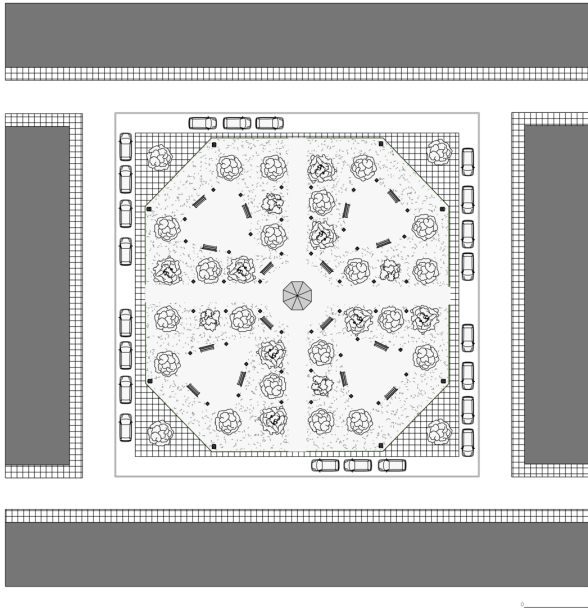
Mobilier urbain



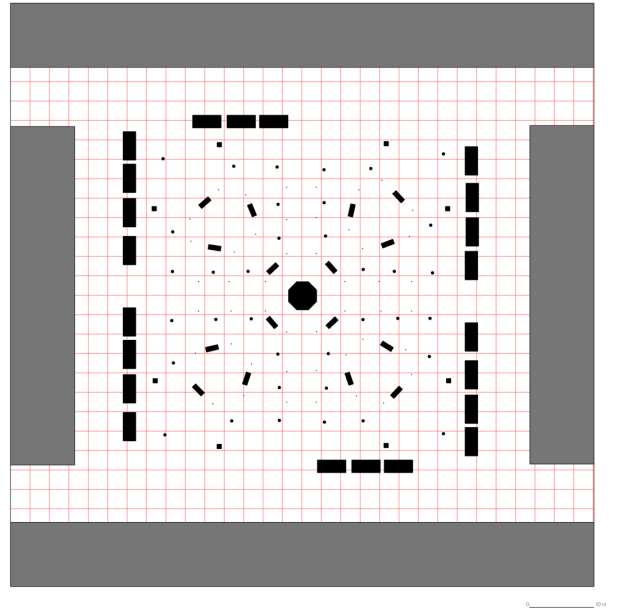
## Cas d'étude 2

Obstacles visuels dans l'espace/ simplification du plan à partir des différentes hauteurs de regard

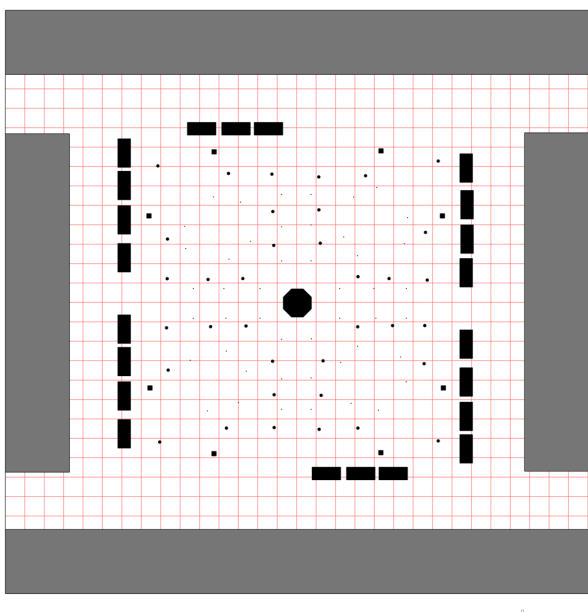
### Modèle de base



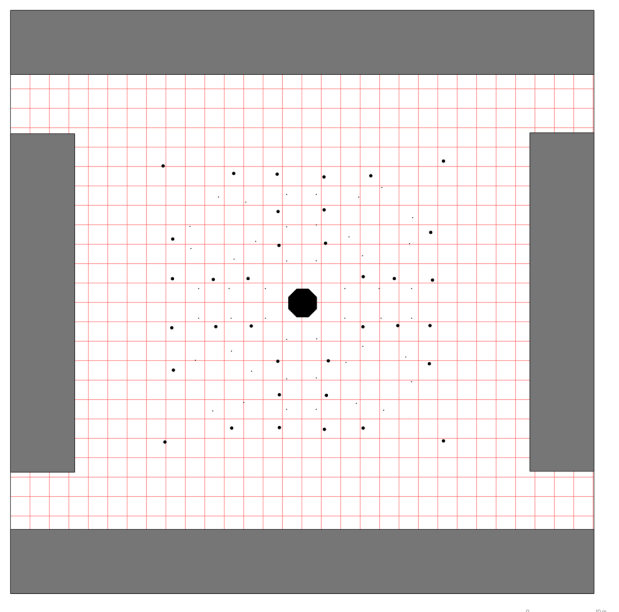
### Obstacles visuels (1m)



### Obstacles visuels (1.2-1.4m)

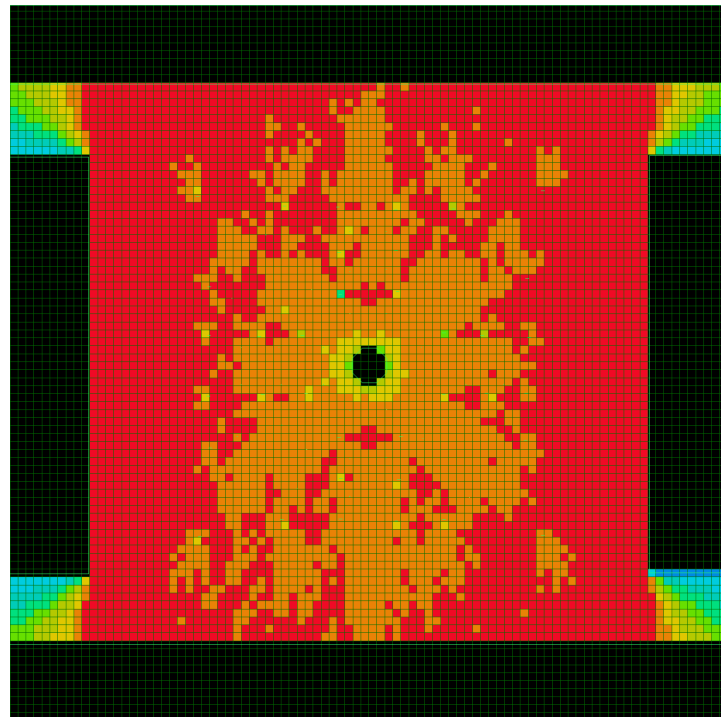
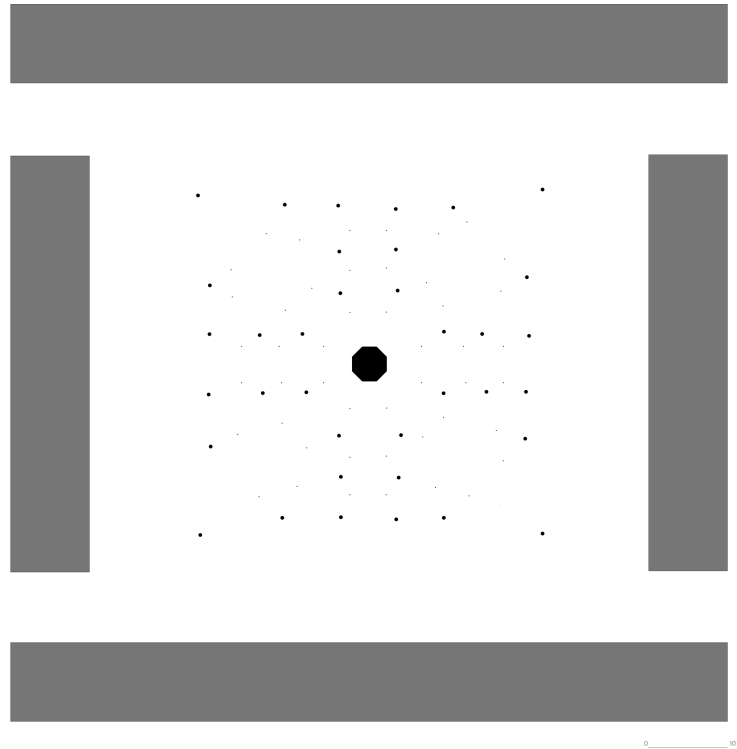


### Obstacles visuels (1.6m)



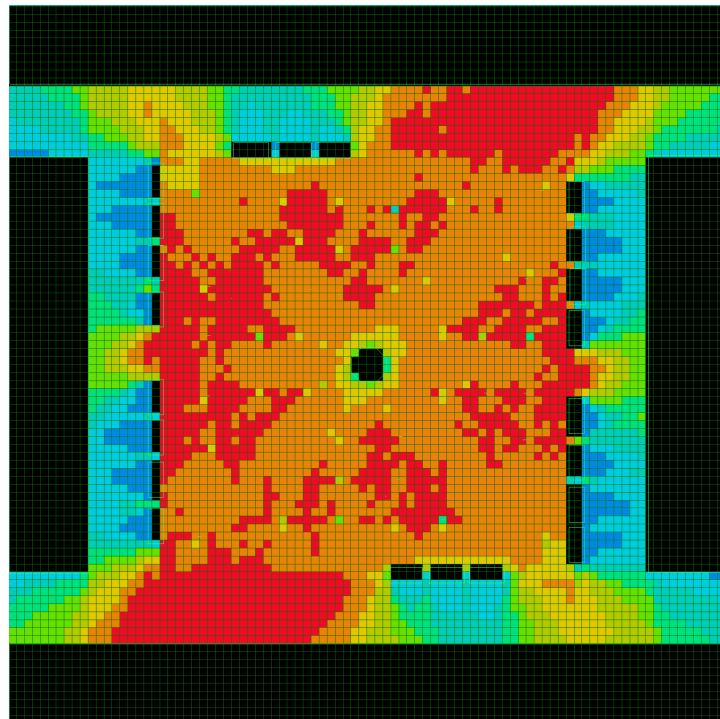
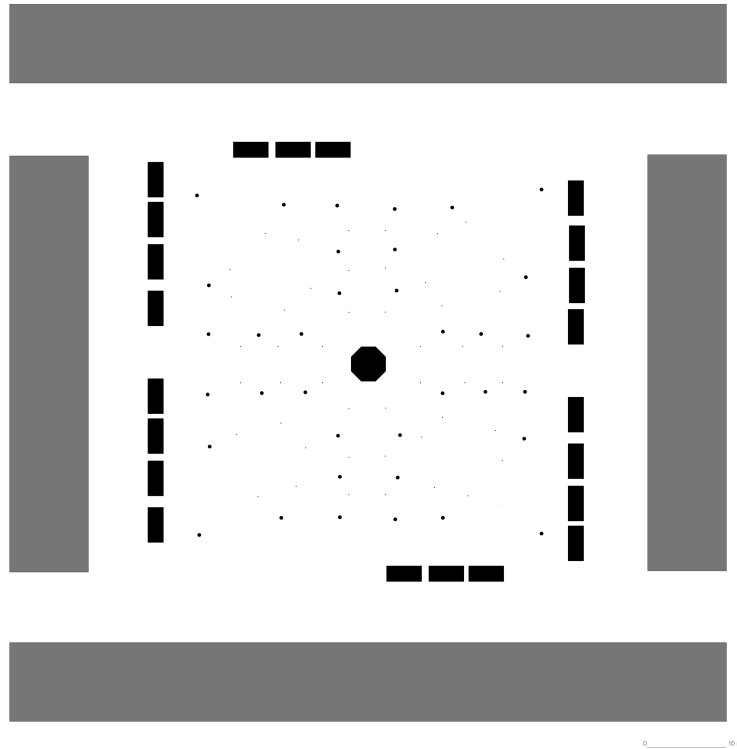
## Cas d'étude 2- Résultats

Hauteur de regard 1.6 m



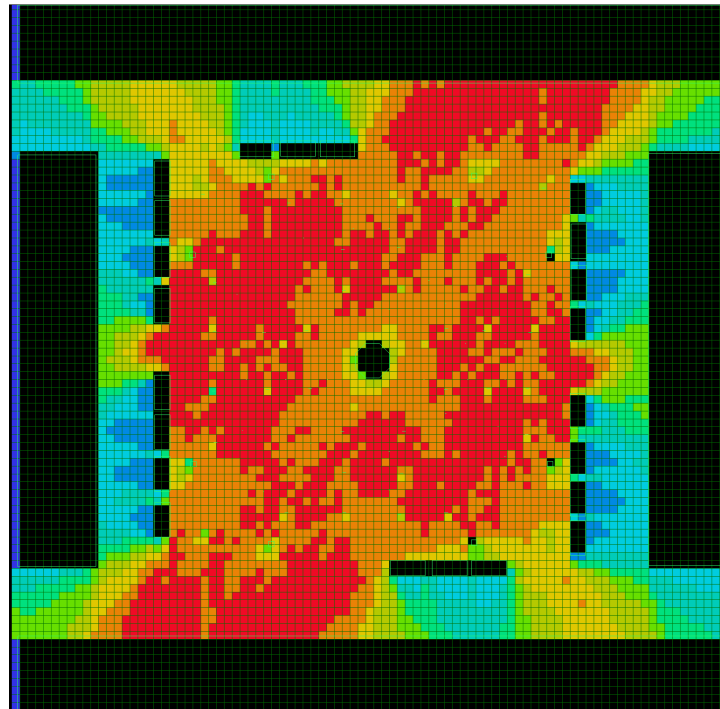
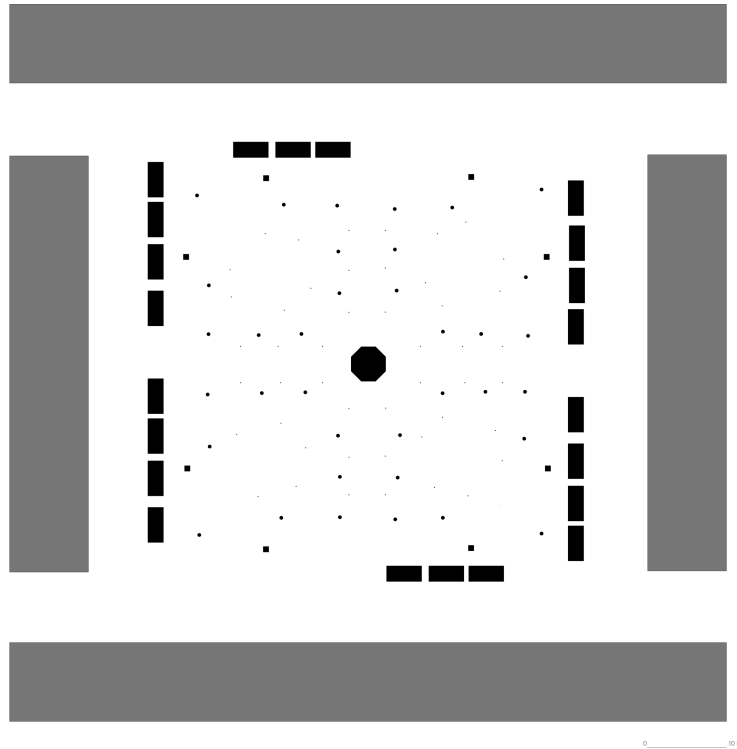
## Cas d'étude 2- Résultats

Hauteur de regard 1.4 m



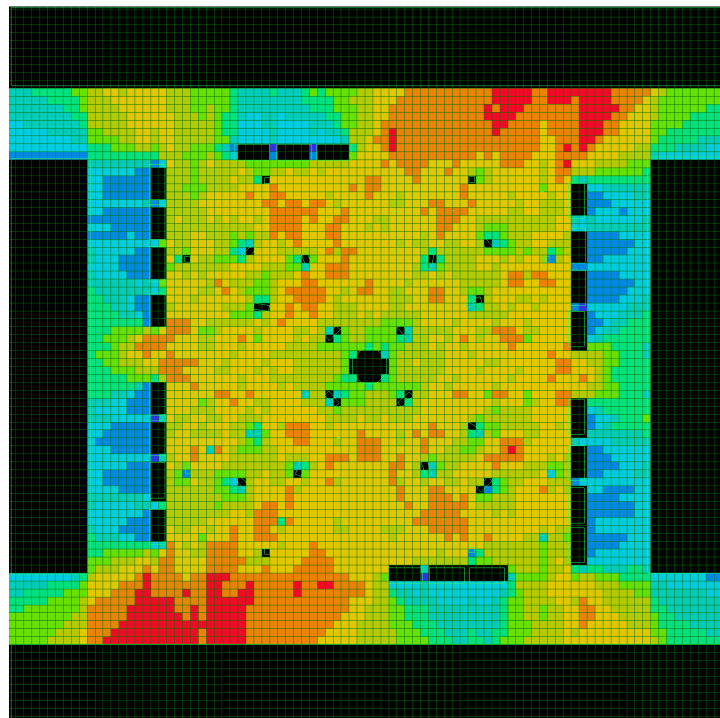
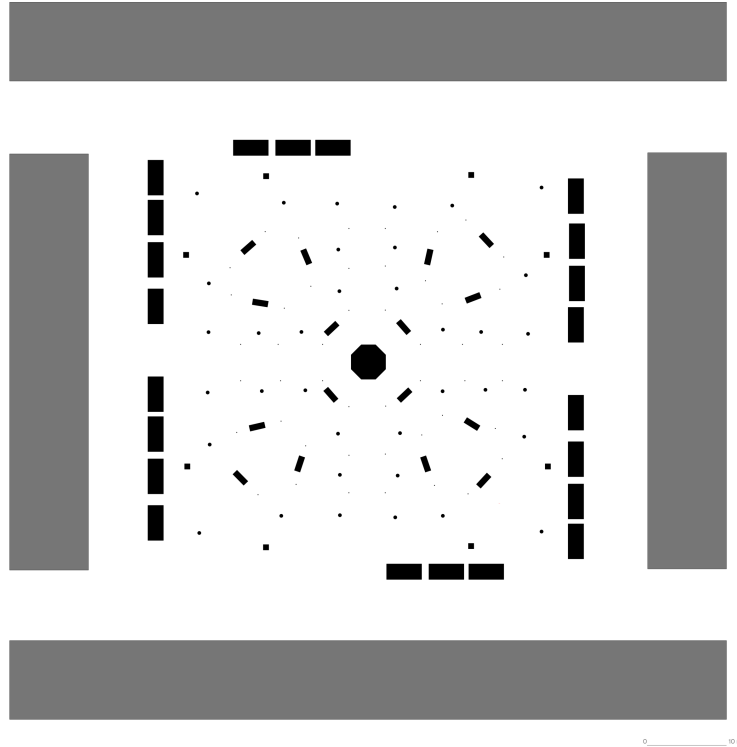
## Cas d'étude 2- Résultats

Hauteur de regard 1.2 m



## Cas d'étude 2- Résultats

Hauteur de regard 1 m



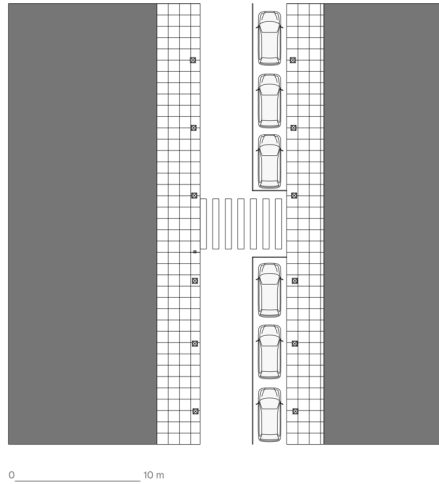


## **CAS D'ÉTUDE 3**

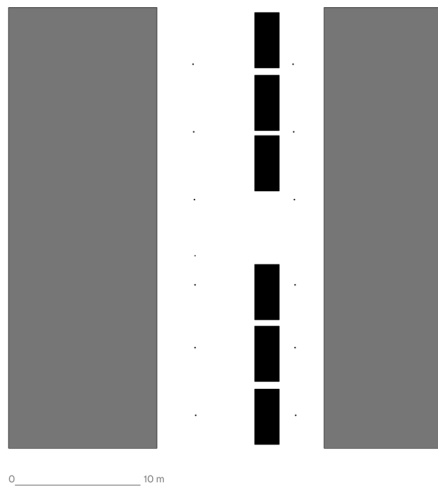
### Cas d'étude 3

Source : Illustrations personnelles

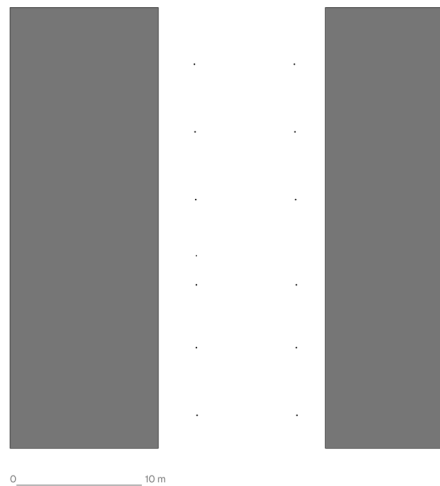
Modèle de base



Obstacles à "hauteur d'enfant"

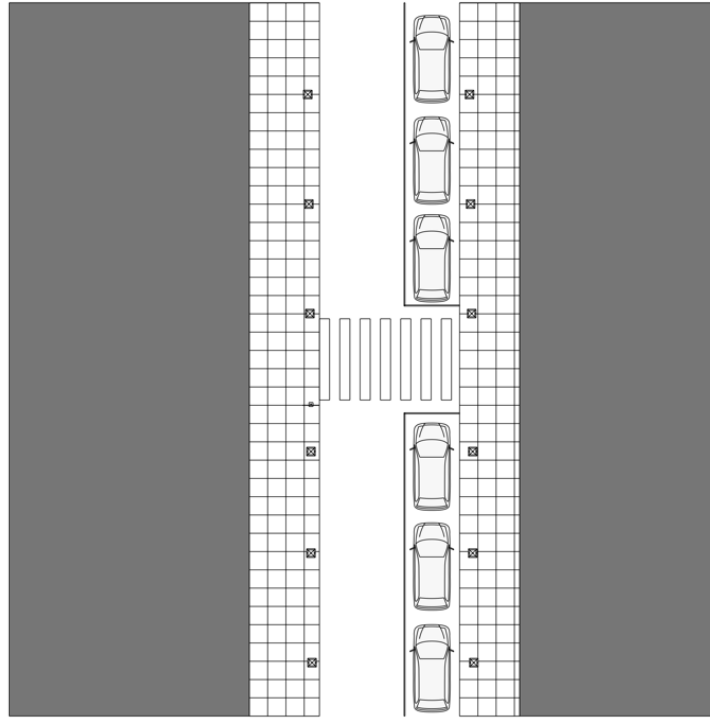


Obstacles à "hauteur d'adulte"

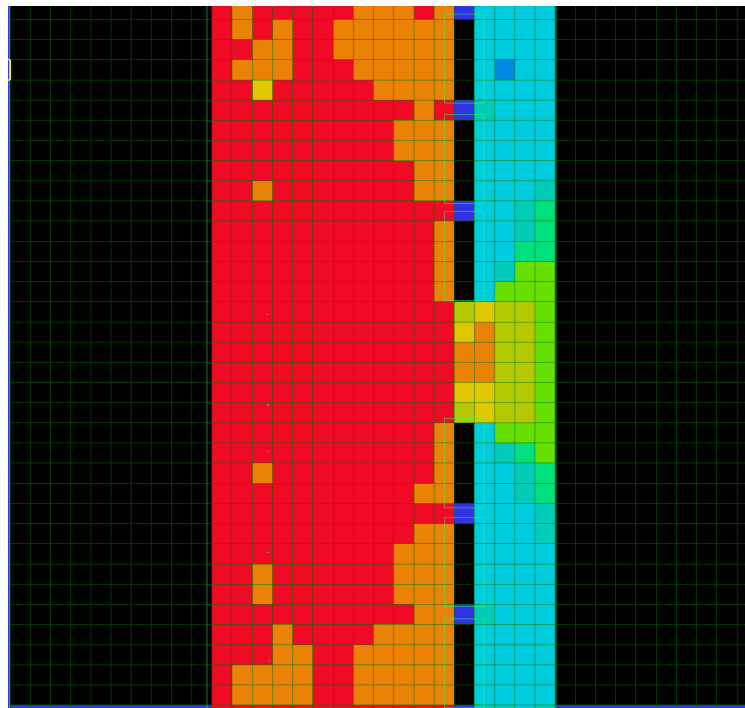


## Résultats analyse typologie rue – hauteur de regard d’enfant

### Modèle de base

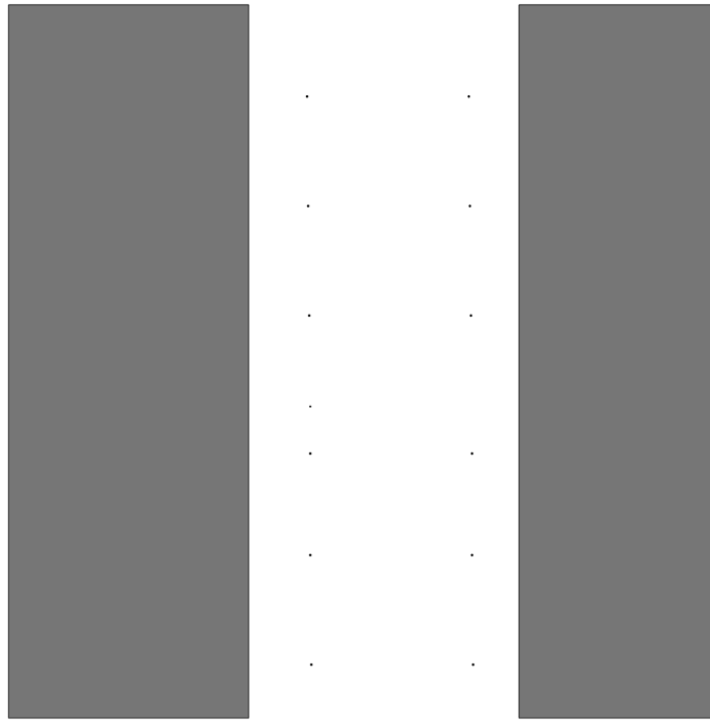


0 \_\_\_\_\_ 10 m

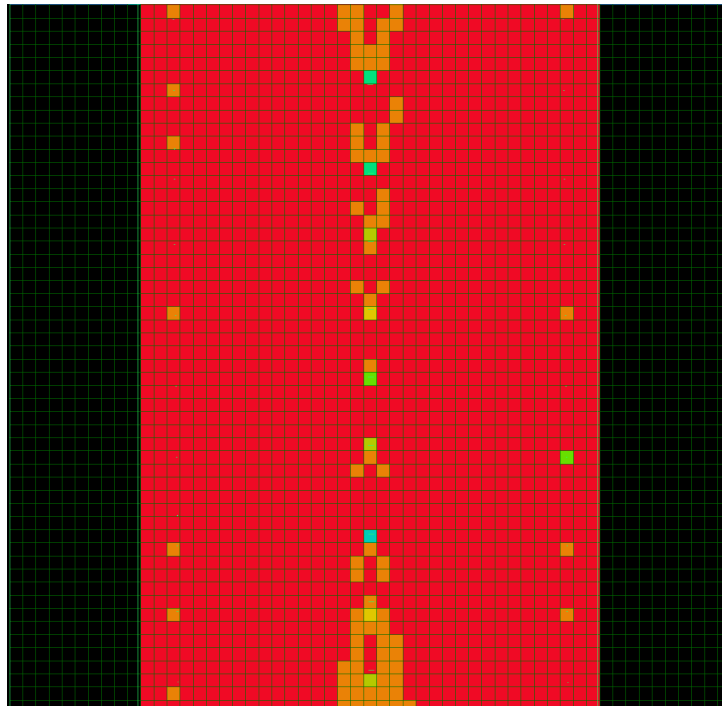


## Résultats analyse typologie rue – hauteur de regard d'adulte

### Obstacles à "hauteur d'adulte"



0 \_\_\_\_\_ 10 m

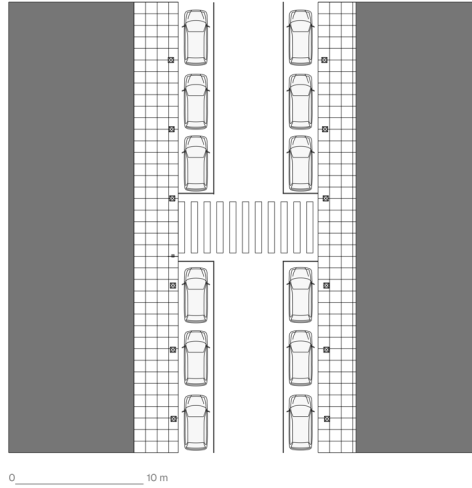


## **CAS D'ÉTUDE 4**

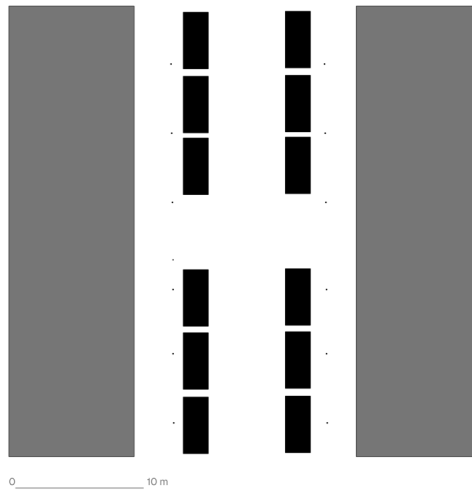
## Cas d'étude 4

Source : Illustrations personnelles

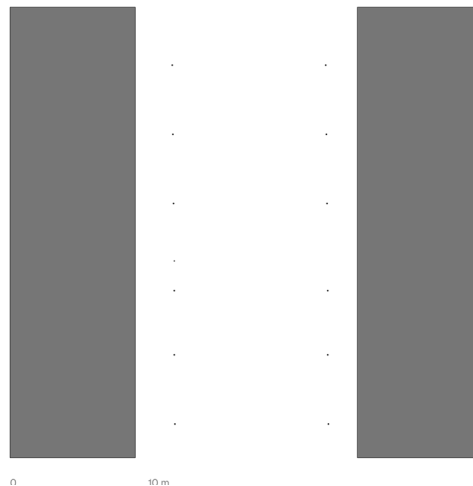
### Modèle de base



### Obstacles à "hauteur d'enfant"

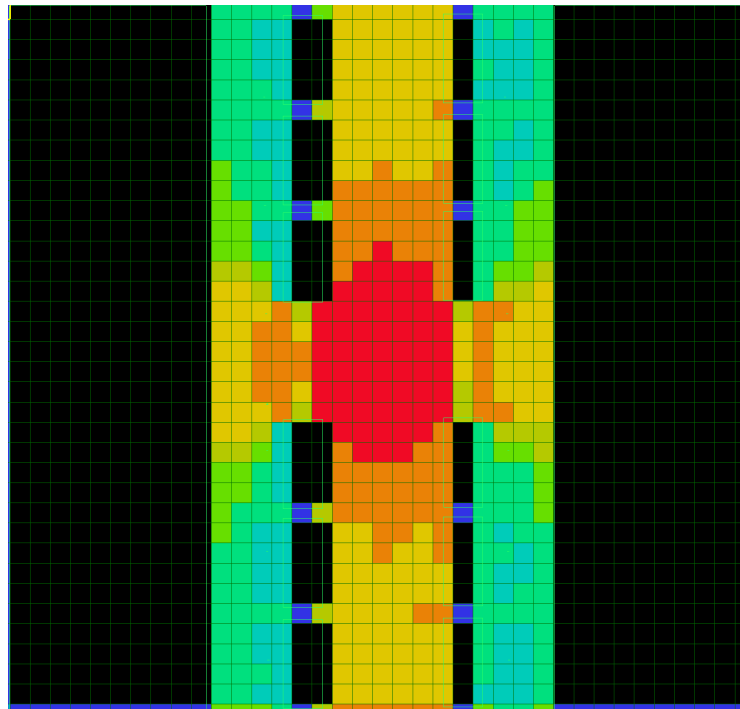
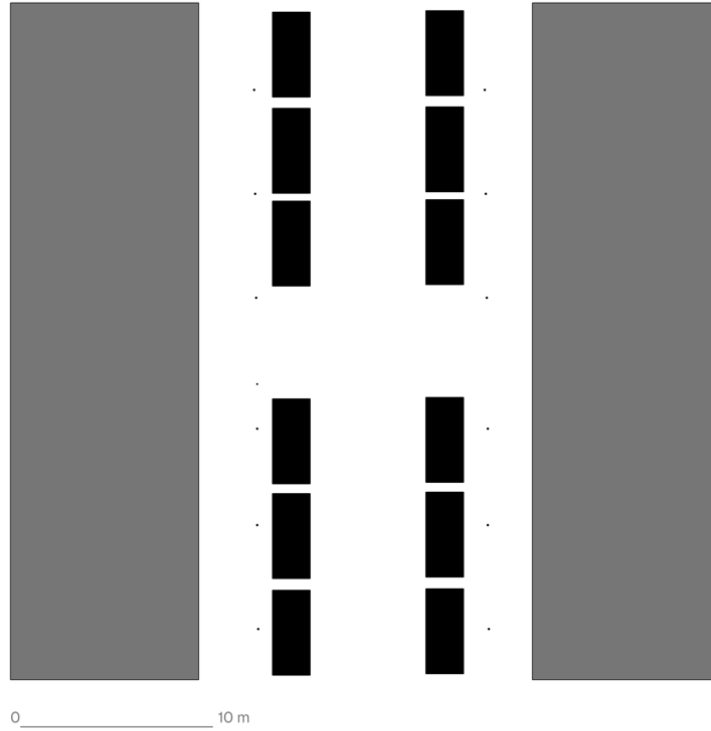


### Obstacles à "hauteur d'adulte"



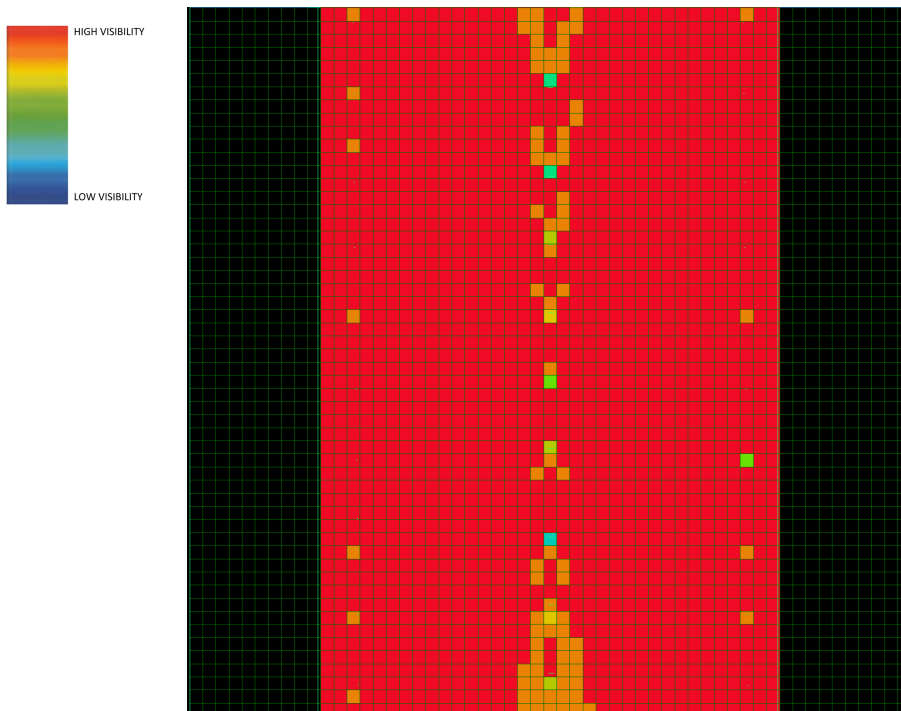
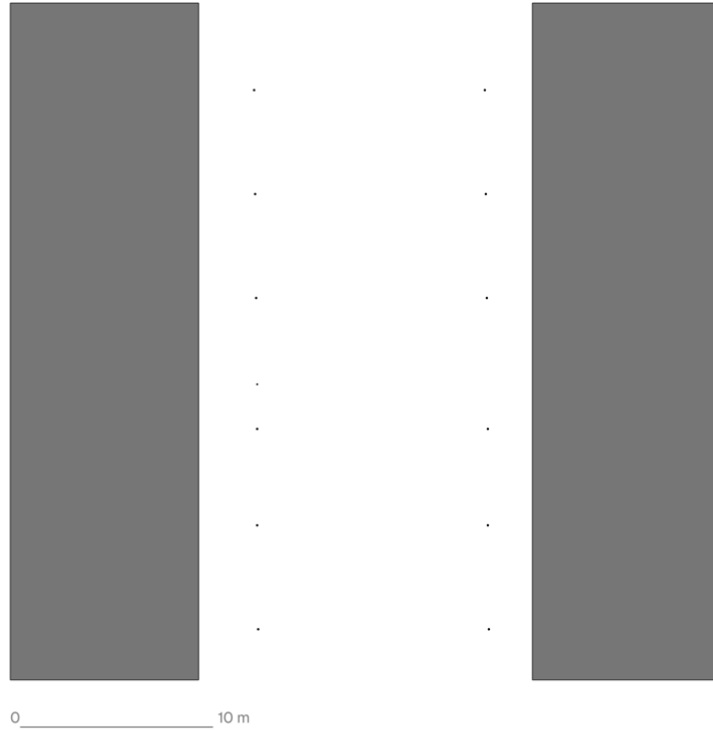
## Résultats analyse typologie rue – hauteur de regard d'enfant

### Obstacles à "hauteur d'enfant"



## Résultats analyse typologie rue – hauteur de regard d'adulte

### Obstacles à "hauteur d'adulte"

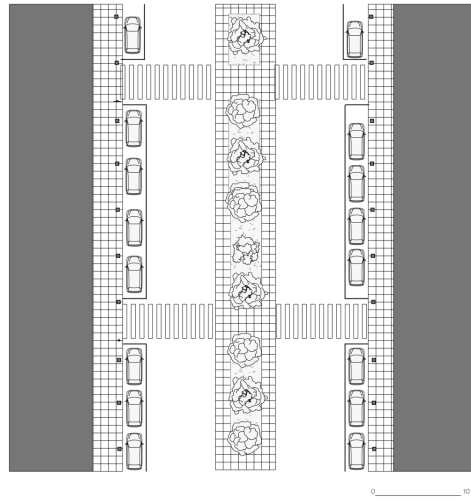


## **CAS D'ÉTUDE 5**

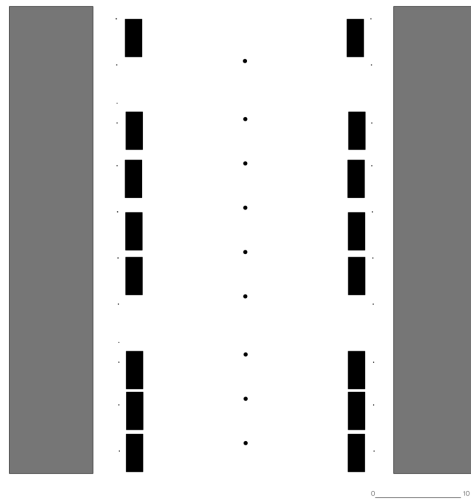
## Cas d'étude 5

Source : Illustrations personnelles

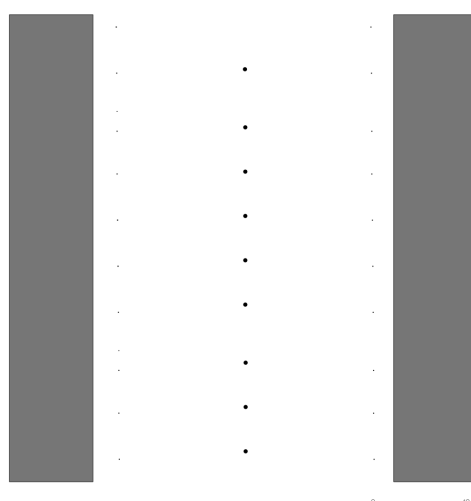
Modèle de base



Obstacles à "hauteur d'enfant"

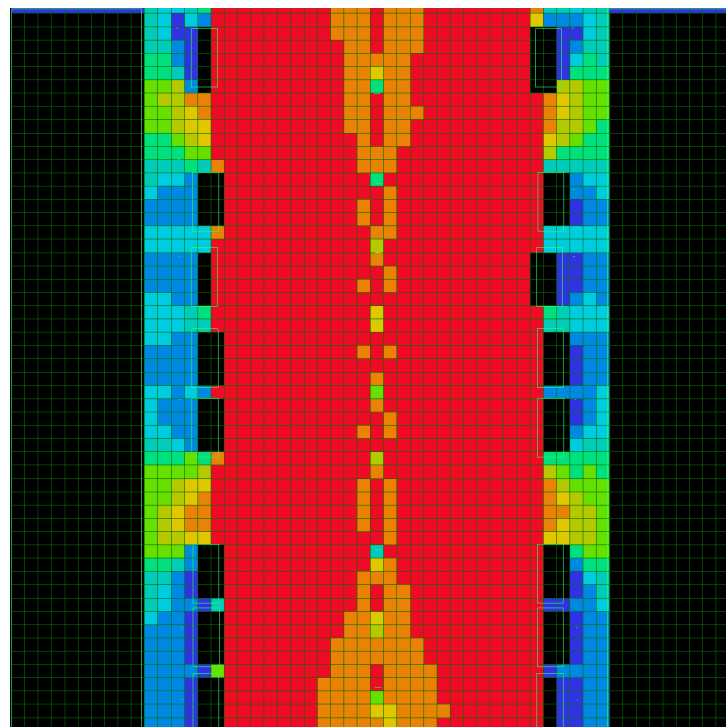
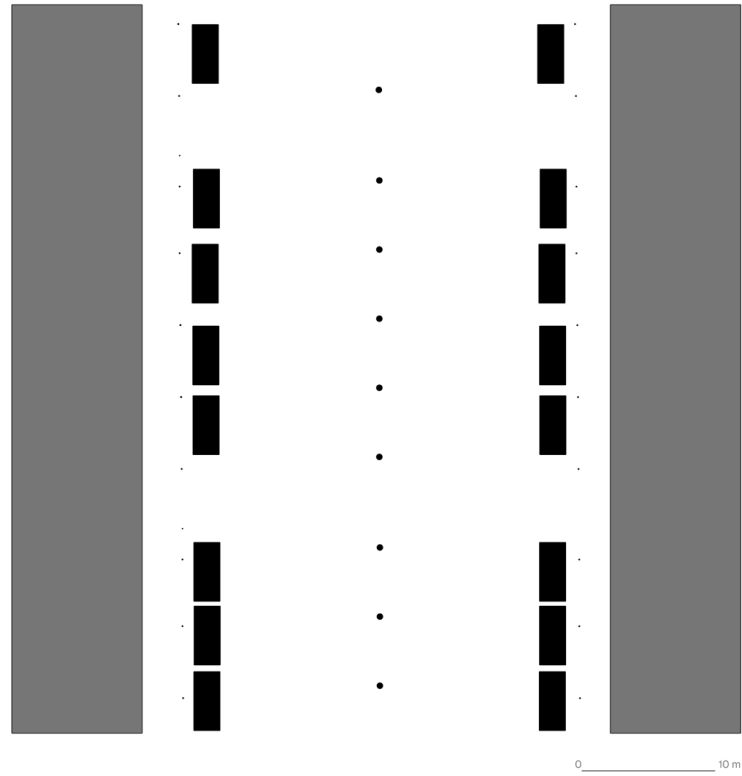


Obstacles à "hauteur d'adulte"



## Résultats analyse typologie rue – hauteur de regard d'enfant

Obstacles à "hauteur d'enfant"



## Résultats analyse typologie rue – hauteur de regard d'adulte

Obstacles à "hauteur d'adulte"

