A logo on a black background

Description automatically generated with low confidence

A pink and grey logo

Description automatically generated with low confidence

Green Lyon : Améliorer les Parcs et Espaces Verts de Lyon grâce à la Modélisation 3D Lego City

Un projet interactif de qualification soumis à la faculté de Worcester

Polytechnic Institute en satisfaction partielle des exigences du diplôme de

licence en sciences

Proposé par:

Jack Lynch

Dominic St. Pierre

Spencer Romain

Donavan Segelhorst

Soumettre à:

Conseillers de projet:

Courtney Kurlanska

Curtis Abel

Farley Chery

Partenaires du projet:

Gilles Gesquière

Corentin Gautier

3eme Mai 2023

# **Abstrait**

Tant que les villes continueront d'exister et de croître, les méthodes innovantes de planification et de développement urbains devront être adaptées en permanence pour améliorer la durabilité urbaine. Les villes doivent mettre en œuvre ces méthodes pour répondre aux préoccupations urbaines afin d'améliorer la qualité de vie dans les villes. C'est la mission du projet LabEx IMU DatAgora de l'Université de Lyon, qui nous a demandé de réfléchir sur les succès et les défis d'un modèle 3D Lego utilisé pour cartographier et visualiser les données sur les préoccupations urbaines à Lyon. Ils nous ont également demandé d'identifier et d'étudier des modèles similaires et de promouvoir des suggestions pour de nouvelles utilisations du modèle Lego. Notre équipe envisage de proposer des améliorations à la maquette en mettant l'accent sur les espaces verts de Lyon. Cela se fera en enregistrant les opinions et les expériences des Lyonnais sur leurs espaces verts actuels à l'aide d'enquêtes et de techniques de cartographie pour identifier les zones cibles d'amélioration. Nous interrogerons ensuite les personnes travaillant sur le projet LabEx IMU ~~DatAgora~~, ainsi que celles d'autres organisations ayant des modèles similaires, sur les succès et les défis de leurs modèles. Cette information collective permettra de proposer des évolutions futures du modèle du LabEx IMU à travers l'élaboration d'un dispositif permettant d'afficher efficacement les préoccupations des Lyonnais vis-à-vis de leurs espaces verts. Cela peut ensuite introduire des améliorations potentielles des espaces verts lyonnais, contribuant à améliorer la qualité de vie des visiteurs du parc et des Lyonnais.

# **Index des auteurs**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Section | Authorship | Edits |
| Abstrait | Dominic St. Pierre | Spencer Romain |
| Introduction | Jack Lynch, Spencer Romain, Dominic St Pierre, & Donavan Segelhorst | Jack Lynch, Spencer Romain, Dominic St Pierre, & Donavan Segelhorst |
| Contexte : Qualité de vie et design urbainv | Spencer Romain | Dominic St. Pierre |
| Contexte : les défis urbains et leurs effets | Donavan Segelhorst | Jack Lynch |
| Contexte : Relever les défis urbains | Jack Lynch | Donavan Segelhorst |
| Contexte : Modélisation urbaine moderne | Dominic St Pierre | Spencer Romain and Dominic St. Pierre |
| Contexte : Notre partenaire | Dominic St. Pierre | Spencer Romain |
| Contexte : Notre projet | Dominic St. Pierre | Spencer Romain |
| Méthodes : Objectif 1 | Spencer Romain | Dominic St. Pierre |
| Méthodes : Objectif 2 | Jack Lynch | Donavan Segelhorst |
| Méthodes : Objectif 3 | Donavan Segelhorst | Jack Lynch |
| Méthodes : Objectif 4 | Dominic St Pierre | Spencer Romain |
| Annexes | Jack Lynch, Spencer Romain, Dominic St Pierre, & Donavan Segelhorst | Jack Lynch, Spencer Romain, Dominic St Pierre, & Donavan Segelhorst |

# **Table des matières**

[**Abstrait** 2](#_Toc134827326)

[**Index des auteurs** 3](#_Toc134827327)

[**Table des matières** 4](#_Toc134827328)

[**Table of Figures** 5](#_Toc134827329)

[**Introduction** 5](#_Toc134827330)

[**Arrière-plan** 7](#_Toc134827331)

[**Quality of Life and Urban Design** 7](#_Toc134827332)

[**Les défis urbains et leurs effets** 9](#_Toc134827333)

[**Relever les défis urbains** 10](#_Toc134827334)

[**Modélisation urbaine modern** 13](#_Toc134827335)

[**Nos partenaires** 15](#_Toc134827336)

[**Notre projet** 15](#_Toc134827337)

[**Méthodes** 18](#_Toc134827338)

[**Objectif 1 : Déterminer les perspectives et les priorités d'aménagement urbain des parcs et espaces verts de Lyon** 18](#_Toc134827339)

[**Objective 2: Comprendre l'interaction communautaire avec les espaces verts à Lyon** 19](#_Toc134827340)

[**Objectif 3 : Évaluer les succès et les défis du modèle LabEx IMU en urbanisme** 20](#_Toc134827341)

[**Objectif 4 : Explorer le potentiel des techniques de modélisation alternatives** 22](#_Toc134827342)

[**References** 22](#_Toc134827343)

[**Appendix** 24](#_Toc134827344)

[**Appendix A – Lyon Park Survey Questions** 24](#_Toc134827345)

[**Appendix B – Data collected from observation** 28](#_Toc134827346)

[**Appendix C – Mapping script** 29](#_Toc134827347)

[**Appendix D - Interview Questions** 30](#_Toc134827348)

[**Appendix E – Gantt Chart** 32](#_Toc134827349)

# **Table of Figures**

[**Figure 1:** Model of Pathways Linking the Built Environment to Subjective Well-Being (Mouratidis, 2021) 3](https://wpi0.sharepoint.com/sites/gr-LABEXIMUBeyondLegos/Shared%20Documents/General/Project%20Proposal/FINAL%20Proposal_5-3-23.docx#_Toc134052269)

[**Figure 2:** Temperature Map on the Effects of Green Spaces Have on Urban Heat Islands (Grilo et al., 2020) 6](#_Toc134052270)

[**Figure 3:** Correlation of Childrens’ Memory with Green Space Availibility (Dadvand et al., 2015) 7](https://wpi0.sharepoint.com/sites/gr-LABEXIMUBeyondLegos/Shared%20Documents/General/Project%20Proposal/FINAL%20Proposal_5-3-23.docx#_Toc134052271)

[**Figure 4:** Diagram of the 3D Lego Model Setup 10](https://wpi0.sharepoint.com/sites/gr-LABEXIMUBeyondLegos/Shared%20Documents/General/Project%20Proposal/FINAL%20Proposal_5-3-23.docx#_Toc134052272)

[**Figure 6:** 3D Lego Model Displaying Data on Lyon's Vegetation 11](https://wpi0.sharepoint.com/sites/gr-LABEXIMUBeyondLegos/Shared%20Documents/General/Project%20Proposal/FINAL%20Proposal_5-3-23.docx#_Toc134052273)

[**Figure 5:** 3D Lego Model Displaying Data of Lyon’s Mobility 11](https://wpi0.sharepoint.com/sites/gr-LABEXIMUBeyondLegos/Shared%20Documents/General/Project%20Proposal/FINAL%20Proposal_5-3-23.docx#_Toc134052274)

# **Introduction**

La ville est un incontournable de la civilisation humaine depuis l'Antiquité et se développe plus rapidement que jamais. Les Nations Unies prévoient que d'ici 2050, 66 % de la population mondiale vivra dans les villes (United Nations, 2018). Vivre dans une ville offre de nombreux avantages pour la santé et le bien-être humains. De l'accès pratique aux soins de santé et aux possibilités de loisirs, aux divers réseaux sociaux et expériences culturelles, les villes ont beaucoup à offrir. Alors que la population mondiale continue de croître, de plus en plus de personnes sont attirées par les opportunités et le mode de vie qu'offrent les zones urbaines.

Au-delà des avantages individuels, les villes ont également un rôle à jouer dans la promotion de la durabilité. En concentrant les populations dans des zones à forte densité, les villes peuvent donner la priorité à la durabilité en réduisant la consommation d'énergie et les émissions de polluants locaux. Ceci a été réalisé par la construction de bâtiments économes en énergie, la mise en place de transports en commun, l'incorporation d'espaces verts et de végétation, et l'utilisation de sources d'énergie renouvelables (Day, 2016).

Pourtant, l'urbanisation rapide a causé des effets néfastes auxquels il faut s'attaquer, comme la pollution de l'air et de l'eau et les îlots de chaleur urbains. Il a été démontré que les effets de la pollution urbaine peuvent être préjudiciables à la santé humaine et environnementale. Selon les estimations, les villes produisent actuellement 75 % de toute la pollution ; compte tenu de la tendance à l'urbanisation, ce pourcentage devrait augmenter (Nations Unies, 2019). De plus, de 2004 à 2018, les Centers for Disease Control and Prevention ont enregistré 10 527 décès liés à la chaleur aux États-Unis, soit une moyenne de 702 par an (Vaidyanathan et al., 2020). Pour améliorer la durabilité environnementale des régions métropolitaines, il est crucial de répondre à ces préoccupations urbaines.

Malgré les défis et les inconvénients de la vie en ville, de plus en plus de personnes sont attirées par les opportunités et le style de vie que les zones urbaines peuvent offrir. Alors que nous continuons à naviguer sur les questions complexes de l'urbanisation et de la durabilité, il est important de reconnaître les avantages que les villes offrent à la santé et au bien-être humains, et de travailler à la création d'environnements urbains sains, durables et vivables.

Les modèles 3D de villes Lego créés par le LabEx IMU ont le potentiel d'être un outil utile pour améliorer les zones urbaines. Le modèle met en évidence les domaines d'amélioration potentielle à Lyon, en France, où les recommandations sur les moyens de répondre aux préoccupations urbaines sont évaluées en analysant de manière critique le modèle et ses cas d'utilisation. Cette analyse peut fournir des informations pertinentes sur les besoins et les préférences des Lyonnais, ce qui peut aider à orienter les décisions d'urbanisme et à élever le niveau de vie général de la ville.

De toutes les manières d'améliorer la qualité de vie urbaine, notre équipe projette de mettre l'accent sur les espaces verts pour notre travail avec le LabEx IMU. Les espaces verts urbains ont de nombreux effets bénéfiques sur les communautés urbaines et celle de l'environnement. Dans les sections suivantes, vous découvrirez ces effets, comment ils aident à répondre aux préoccupations urbaines et comment la conception urbaine peut rendre cela possible. Notre projet vise à utiliser et à améliorer les techniques de modélisation urbaine pour afficher des informations sur les usages actuels et les effets des espaces verts actuels de Lyon. Cet objectif sera atteint en collectant des données auprès des visiteurs du parc et du LabEx IMU, ainsi que d'autres projets de modélisation urbaine similaires afin d'améliorer le modèle 3D Lego du LabEx IMU pour communiquer efficacement les préoccupations des espaces verts à Lyon. Ce faisant, nous visons à fournir l'opportunité de propositions sur les potentiels d'aménagements urbains des parcs lyonnais afin de promouvoir le niveau de vie général dans la ville.

# **Arrière-plan**

Aujourd'hui plus que jamais, nous vivons dans un monde en évolution rapide qui devient chaque jour plus avancé sur le plan technologique. La question qui se pose maintenant est de savoir comment nous pouvons utiliser cette nouvelle technologie et ces nouvelles façons de penser pour changer et adapter notre environnement bâti afin de refléter cette poussée vers un avenir plus intelligent. Cela peut être fait en améliorant la façon dont nous planifions nos villes en utilisant de nouveaux outils pour cartographier et analyser de manière critique les espaces que nous habitons. Grâce à de multiples méthodes, il est possible d'ajuster nos environnements de vie et de travail pour refléter nos objectifs intérieurs et communautaires afin de mieux répondre aux besoins de l'humanité.

## **Quality of Life and Urban Design**

La conception et la planification de nos villes jouent un rôle majeur non seulement dans la façon dont les citadins vivent leur vie, mais affectent grandement leur bien-être et leur satisfaction globale. Alors que les espaces urbains se développent et que de plus en plus de personnes s'installent dans les villes du monde entier, l'analyse de la conception des infrastructures clés est cruciale pour comprendre comment nous interagissons avec l'environnement bâti. Il existe de multiples voies dans lesquelles cette interaction est explorée, notamment les voyages, les loisirs, le travail, les relations sociales, le bien-être résidentiel, les réponses émotionnelles et la santé. La satisfaction de vivre, le bien-être émotionnel et l'eudaimonia sont trois catégories de bien-être subjectif qui sont affectées par ces voies (Mouratidis, 2021). L'accès aux espaces naturels, tels que les parcs et les espaces verts, peut favoriser le bien-être émotionnel en réduisant le stress et en améliorant l'humeur. Les systèmes de transport, tels que le transport en commun ou les pistes cyclables, peuvent améliorer la satisfaction de vivre en offrant un accès facile aux commodités et en réduisant le temps de trajet. Les stratégies de construction, telles que l'intégration de la lumière naturelle et de la ventilation, peuvent améliorer l'eudaimonia en favorisant un sentiment de connexion à la nature et un sens du but. En comprenant les voies entre l'environnement bâti et le bien-être subjectif, nous pouvons travailler à la création de communautés plus saines et plus vivables qui favorisent l'amélioration du bien-être général.

La figure 1 montre un modèle des voies reliant l'environnement bâti au bien-être subjectif

Diagram

Description automatically generated

**Figure 1** : Modèle de parcours reliant l'environnement bâti au bien-être subjectif (Mouratidis, 2021)

La satisfaction du quartier mesure à quel point le secteur désigné d'une ville satisfait les besoins des individus et des ménages et le niveau auquel ces besoins sont satisfaits aux yeux des résidents. Les principaux facteurs qui affectent la satisfaction sont l'emplacement du quartier par rapport à l'environnement de la ville plus large, ainsi que l'existence et la commodité d'équipements locaux et d'espaces verts utilisables. Il est également nécessaire d'avoir un accès équitable à des commodités bénéfiques pour offrir des options saines en matière d'alimentation et de soins de santé, car ces aspects contribuent grandement à notre bien-être subjectif (Mouratidis, 2021). Plus l'environnement bâti ajoute de façons significatives et équitables à notre vie quotidienne, plus il donne de chances d'améliorer la satisfaction et le bonheur de la ville dans son ensemble, ainsi qu'à l'échelle nationale.

Il existe quelques tendances et stratégies communes qui peuvent améliorer le bien-être subjectif des résidents des zones urbaines. Il s'agit notamment d'une augmentation des espaces naturels, des espaces publics et communaux, de la facilitation des options de déplacement actif telles que la marche et le vélo, de l'investissement dans de meilleurs transports publics, de l'introduction de la technologie, de nouvelles options de mobilité et de l'augmentation des espaces naturels, tout cela entraîne des avantages pour le bien-être. (Mouratidis, 2021). Ces stratégies peuvent être mises en œuvre de multiples façons, par exemple par le biais de projets de travaux publics ou d'entreprises privées. En faisant travailler ensemble les acteurs publics et privés pour résoudre ces problèmes, il est possible d'améliorer davantage ces voies en augmentant des facteurs tels que la fourniture d'espaces nouveaux et diversifiés, des logements abordables et l'amélioration des voies de circulation piétonnes et locales (Southworth, 1989). Pourtant, ces changements ne se produisent pas du jour au lendemain car la planification urbaine est une entreprise à long terme, car les projets de construction et l'érection de bâtiments et d'espaces ont tendance à prendre de nombreuses années. Par conséquent, une attention particulière doit être accordée dès les premières étapes pour planifier des moyens efficaces de façonner le tissu urbain. De nombreuses villes ont tendance à favoriser une bonne conception urbaine pour accroître les avantages économiques et accroître le développement économique en améliorant son image et sa maniabilité afin que les gens veuillent emménager et investir (Southworth, 1989).

Il est également important, lorsqu'on examine la conception urbaine aujourd'hui, de prendre en compte d'autres facteurs majeurs tels que le changement climatique. La réduction des émissions de carbone est une étape clé pour alléger le fardeau que nos villes modernes font peser sur notre climat, car les villes modernes sont responsables d'environ 80 % des émissions de gaz à effet de serre dans le monde. L'urbanisme tactique peut atténuer les effets d'autres problèmes tels que les îlots de chaleur en concevant davantage d'espaces verts pour ajouter plus d'ombrage naturel et augmenter le stockage du carbone. En ajoutant environ 10 % de couvert arboré en plus, il a été conclu qu'il pourrait réduire les températures de surface de 15 % dans les villes australiennes (Heymans et al. 2019). De telles méthodes peuvent être mises en œuvre dans n'importe quelle ville du monde et présentent de multiples avantages à la fois pour l'environnement et le bien-être humain.

## **Les défis urbains et leurs effets**

Les zones urbaines sont confrontées à une série de défis qui ont un impact sur le bien-être des résidents et la durabilité des villes elles-mêmes. Les défis environnementaux, notamment les îlots de chaleur, la pollution de l'air et de l'eau et les changements climatiques, ont des conséquences importantes sur la santé humaine et la qualité de vie. Les îlots de chaleur sont des zones urbaines qui connaissent des températures plus élevées que les zones rurales environnantes en raison de la concentration accrue de bâtiments, de routes et d'autres surfaces artificielles qui absorbent et retiennent la chaleur. Cela peut entraîner une série d'impacts négatifs, notamment une augmentation de la consommation d'énergie pour le refroidissement, une réduction de la qualité de l'air et des effets négatifs sur la santé des résidents. Hwang et al. (2009) ont signalé qu'un niveau d'intensité d'îlot de chaleur urbain compris entre 1,9 °C et 3,2 °C a entraîné à Taïwan une augmentation de l'énergie de refroidissement annuelle des ménages de 1979 à 2003 de 87,3 % à 243,6 %.

La pollution de l'air et de l'eau sont également des défis importants pour les zones urbaines, avec des impacts potentiels sur la santé des résidents. Il a été constaté que les zones urbaines des États-Unis connaissaient des niveaux de pollution atmosphérique plus élevés que les zones rurales, avec un pourcentage plus élevé de résidents vivant dans des zones qui ne respectaient pas les normes nationales de qualité de l'air (Strosnider et al., 2017). En outre, la qualité de l'eau peut également être affectée par l'urbanisation, avec des contaminants potentiels provenant de sources telles que le ruissellement des eaux pluviales et l'activité industrielle. Cela souligne la nécessité d'une planification et de politiques urbaines efficaces pour atténuer les impacts négatifs de l'urbanisation sur l'environnement et la santé publique.

Le changement climatique pose des défis importants pour les zones urbaines, avec des conséquences potentielles telles que la fréquence et la gravité accrues des phénomènes météorologiques extrêmes, les inondations et la pénurie d'eau (Reckien et al., 2014). Pour relever ces défis, les villes du monde entier mettent en œuvre diverses stratégies et politiques, telles que la gestion des eaux pluviales et l'atténuation des îlots de chaleur urbains (Roberts et al., 2016 ; Battista et al., 2023). Cependant, ces efforts se heurtent souvent à des obstacles importants, tels que le manque de financement et de volonté politique.

Les zones urbaines sont également confrontées à d'importants problèmes de santé, notamment des problèmes de santé mentale et un accès inégal aux services de santé (Patel et al., 2018). De plus, le manque d'accès aux espaces verts et aux aires de loisirs peut entraîner l'inactivité physique et l'obésité (Kabisch et al., 2015). En outre, il est de plus en plus reconnu que les zones urbaines souffrent d'un manque d'égalité, les communautés marginalisées connaissant souvent des niveaux plus élevés de pauvreté, de chômage et de criminalité (Strosnider et al., 2017). De plus, Letnik et al. (2018) ont constaté que le transport urbain est un contributeur majeur à la pollution de l'air, qui peut entraîner des problèmes respiratoires, des maladies cardiovasculaires et d'autres problèmes de santé.

Ces défis sont exacerbés par la détérioration des infrastructures dans de nombreuses zones urbaines, ce qui peut entraîner des problèmes tels que des pénuries d'eau et d'électricité, des embouteillages et une mauvaise gestion des déchets (Albuquerque et al., 2021). Les zones urbaines font face à une série de défis qui nécessitent des efforts coordonnés de la part du gouvernement, des organisations communautaires et des individus. Relever ces défis nécessitera des solutions innovantes et un engagement envers la durabilité et l'équité.

## **Relever les défis urbains**

**Espaces verts et climat**

Avec les nombreux problèmes auxquels les environnements urbains sont confrontés, de la pollution de l'air à la santé publique, on peut se demander ce qu'un urbaniste peut faire pour remédier à ces problèmes. Les espaces verts sont une solution à ces problèmes. Les espaces verts urbains, ou UGS, font référence à des endroits tels que des parcs avec beaucoup de végétation trouvés dans une ville. Ces espaces peuvent sembler peu importants par rapport à d'autres solutions aux défis urbains, comme les villes intelligentes, mais les espaces verts sont relativement faciles à mettre en œuvre et offrent un avantage considérable. Une étude menée en 2010 a révélé que les UGS plus grands peuvent abaisser la température d'une zone de 0,94 °C (Bowler et al., 2010). Une étude plus récente a déterminé que même des espaces verts plus petits avec une végétation dense peuvent réduire la température de 1 à 3 °C (Grilo et al., 2020). Tout cela sans même mentionner l'impact des UGS sur les citoyens vivant dans la ville. Les espaces verts sont incroyablement efficaces pour abaisser les températures et résoudre le problème de l'îlot de chaleur, ainsi que d'autres problèmes.

Comme mentionné précédemment, les UGS ont un impact significatif sur la température de la zone. Cet effet de refroidissement n'est pas exclusif à l'espace lui-même, car il a été démontré que ses effets de refroidissement s'étendent sur 350 m (environ 1148,29 pieds) à l'extérieur du parc (Aram et al., 2019). Une étude menée à Lisbonne, au Portugal, a analysé les effets des espaces verts sur la température. Ils ont analysé deux parcs adjacents à une place de la ville. Grâce à leurs capteurs, l'étude a pu déterminer que les zones les plus proches du parc avaient tendance à être plus fraîches que les zones plus éloignées. De même, les zones les plus proches du parc avaient tendance à avoir une humidité accrue par rapport aux zones plus éloignées (Grilo et al., 2020). La diminution de la température et l'augmentation de l'humidité que les parcs fournissent aident à contrer l'effet d'îlot de chaleur, à tel point que certaines études, comme celle-ci, qualifient les UGS d'îlots de fraîcheur urbains, signifiant l'impact qu'ils ont sur la réduction l'impact des îlots de chaleur.

A picture containing text, screenshot, diagram

Description automatically generatedLa figure 2 montre les températures des parcs locaux et de la place voisine en été et en hiver, montrant comment les températures sont plus basses dans les zones des parcs.

**Figure 2:** Carte des températures sur les effets des espaces verts sur les îlots de chaleur urbains (Grilo et al., 2020)

**Les espaces verts et les gens**

Il a été démontré que les espaces verts ont un impact sur l'environnement, mais il est également important d'examiner l'impact des espaces verts sur les habitants des villes. En examinant les preuves, il est démontré que les UGS ont un impact positif sur le bien-être des personnes. Par exemple, l'isolement social est un problème majeur dans le monde actuel, surtout après la récente pandémie de COVID-19. Des études indiquent que le fait d'avoir des espaces verts et de la végétation dans une ville réduit la solitude de la population (Astell-Burt et al., 2022). Une autre étude a conclu que les UGS entraînent une augmentation des capacités cognitives, telles que la mémoire, chez les jeunes enfants (Dadvand et al., 2015). Les espaces verts se sont également révélés être un moyen d'atténuer les problèmes de santé mentale tels que la dépression. Une étude menée sur des personnes souffrant de maladies mentales comme la dépression a révélé que l'exercice dans les espaces verts augmentait considérablement l'estime de soi et l'humeur des participants (Barton et al., 2012). Une étude similaire a déterminé que le simple fait d'être exposé à des espaces verts peut améliorer l'humeur et le bien-être (Carrus et al., 2015). Les espaces verts, et la nature en général, peuvent avoir un impact significatif sur la santé mentale, et dans un monde post-COVID où les problèmes de santé mentale abondent, tout ce qui améliore la santé mentale est un net positif.

Outre la santé mentale, les espaces verts sont également une aubaine pour la santé physique des gens. Par exemple, une étude menée à Montréal, au Canada, a révélé que les hommes qui vivaient à proximité d'espaces verts présentaient un risque moindre de cancer de la prostate par rapport aux hommes qui ne vivaient pas à proximité d'espaces verts, ce qui est en grande partie grâce à la capacité des UGS à réduire la pollution cancérigène. (Demoury et al., 2017). Les parcs sont également un bon endroit où les enfants en milieu urbain peuvent jouer, ce qui permet aux enfants de profiter de la nature et du plein air alors qu'ils n'en auraient pas la chance autrement dans une ville. Cette activité physique peut aider les enfants à rester actifs et en bonne santé. Dans une étude menée par Wolch et al., il a été prouvé que les enfants ayant plus accès aux parcs et aux ressources récréatives étaient moins susceptibles de connaître des augmentations significatives de l'IMC atteint (Wolch et al., 2011). L'impact des espaces verts sur la santé globale de la population ne doit pas être négligé.

La figure 3 montre un graphique détaillant la mémoire de travail des enfants dans les zones avec des niveaux supérieurs et inférieurs d'espaces verts à l'école au cours d'une année.

A picture containing text, screenshot, line, diagram

Description automatically generated

**Figure 3:** Corrélation de la mémoire des enfants avec la disponibilité des espaces verts (Dadvand et al., 2015)

Les espaces verts sont un formidable outil pour augmenter la qualité de vie en ville. L'augmentation de la végétation dans la ville contribue à réduire la température du parc et des zones avoisinantes. La réduction de la température est bénéfique pour réduire les effets négatifs des îlots de chaleur sur la population de la ville. Les espaces verts ont également un impact sur le bien-être mental et physique des personnes, car il a été prouvé que l'exposition aux espaces verts entraîne une augmentation des capacités cognitives et de l'humeur. Ils réduisent également les risques pour la santé tels que le cancer. De même, il y a eu une réduction de la mortalité globale due au manque de pollution, car la diminution de la pollution a entraîné une diminution des maladies respiratoires (Villeneuve et al., 2012). Sans oublier que les espaces verts offrent également un moyen facile et accessible de sortir et de faire de l'exercice, ce qui contribue également à améliorer la santé globale de la population. Face à tous les problèmes auxquels les villes sont confrontées, les espaces verts offrent une solution aux nombreux avantages.

# **Modélisation urbaine modern**

Alors que de nouvelles idées pour la planification urbaine deviennent de plus en plus importantes, de nouvelles méthodes sont créées pour aider à mettre en œuvre ces idées. Les méthodes courantes qui ont été utilisées impliquent la modélisation urbaine, qui peut être réalisée soit avec des représentations physiques, soit avec des rendus numériques. Comme mentionné, les environnements urbains ont fortement contribué aux risques environnementaux mondiaux tout en ayant des effets négatifs sur la santé des habitants des villes. Alors que les villes sont confrontées à ces problèmes, le rendu numérique a été largement adopté.

Prenez Helsinki, en Finlande, par exemple. Avec des progrès urgents pour mettre en œuvre une énergie propre et réduire les émissions de carbone dans les villes, les panneaux solaires ont été une solution populaire. Cependant, ils ont leurs limites car des facteurs tels que l'orientation et l'ombrage affectent considérablement leur efficacité. La ville d'Helsinki a résolu ce problème en utilisant le traitement de modélisation numérique, où un avion a scanné la ville pour créer un modèle jumeau numérique 3D de la ville, qui est un modèle interactif 3D dynamique d'un environnement urbain avec des données en temps réel. Le modèle a ensuite été utilisé pour trouver des zones appropriées dans la ville où il y avait un minimum d'ombrage, offrant de nombreux emplacements pour les panneaux solaires (Murray, 2022).

Des utilisations similaires de la numérisation pour lutter contre les problèmes climatiques urbains ont été réalisées à San Antonio, au Texas. En raison de la déforestation rapide causée par le développement urbain accru, l'imagerie satellite a été rendue dans un logiciel de traitement d'images pour révéler les zones de la ville où davantage d'arbres pourraient être plantés (Harte, 2003). Ces modèles numérisés, notamment les jumeaux numériques, permettent un modèle fluide des environnements urbains. Comme les jumeaux numériques et de nombreux autres modèles de développement urbain numérisés sont constamment mis à jour, c'est un moyen incroyablement rapide et bénéfique pour les urbanistes de voir comment les développements urbains potentiels peuvent se dérouler avant d'investir des ressources pour réaliser de tels plans (Deprêtre, A et al., 2022).

Bien que les modèles numériques soient de plus en plus utilisés en raison des progrès des méthodes de collecte de données et des logiciels de rendu 3D, les modèles physiques sont toujours utilisés et souvent préférés aux autres méthodes. Comme on le voit à Londres, un modèle à l'échelle 1:10 d'une zone résidentielle a été construit afin de mesurer comment les matériaux utilisés dans leur construction affectent l'albédo local, la fraction de lumière réfléchie par les surfaces qui influence la température ambiante urbaine. Grâce aux données collectées à partir du modèle physique, ils peuvent voir quels matériaux utilisés dans la zone résidentielle contribuent à augmenter l'albédo et proposer l'utilisation de matériaux alternatifs pour réduire les températures ambiantes urbaines (Kotopouleas et al., 2021).

Des modèles physiques encore plus petits peuvent être utilisés, y compris ceux qui sont imprimés en 3D. À Dwarka, une sous-ville de Delhi, en Inde, la modélisation 3D a été utilisée pour lutter contre la croissance rapide de la population dans la région (Ellul et al., 2013). Le modèle 3D a fourni aux développeurs urbains, aux entrepreneurs et aux représentants du gouvernement un visuel interactif clair sur la disposition actuelle, où ils pouvaient réfléchir à un développement urbain possible pour maintenir la zone à mesure que la population augmente. Bien que le rendu numérique offre plus de fonctionnalités, les modèles visuels peuvent être plus cohérents et offrir une meilleure visualisation et capacité.

De nombreux projets ont intégré des aspects de la modélisation numérique et physique. C'est exactement ce que fait le projet Media Lab CityScope Champs-Élysées du Massachusetts Institute of Technology. Ce projet affiche un modèle 3D des Champs-Élysées de Paris et de ses environs dans une projection dynamique pour afficher la mobilité urbaine autour du célèbre monument de Paris. Cette recherche vise à améliorer la prise de décision et à revitaliser les Champs-Élysées en améliorant la mobilité et en intégrant la nature autour de l'avenue tout en créant de nouveaux espaces publics dans la ville (Grignard et al., 2020). Lorsqu'il utilise à la fois la modélisation numérique et physique, le modèle urbain peut afficher le meilleur des deux techniques de modélisation avec des données visuellement convaincantes, complètes et en direct affichées sur un environnement physique 3D avec les mêmes qualités.

# **Nos partenaires**

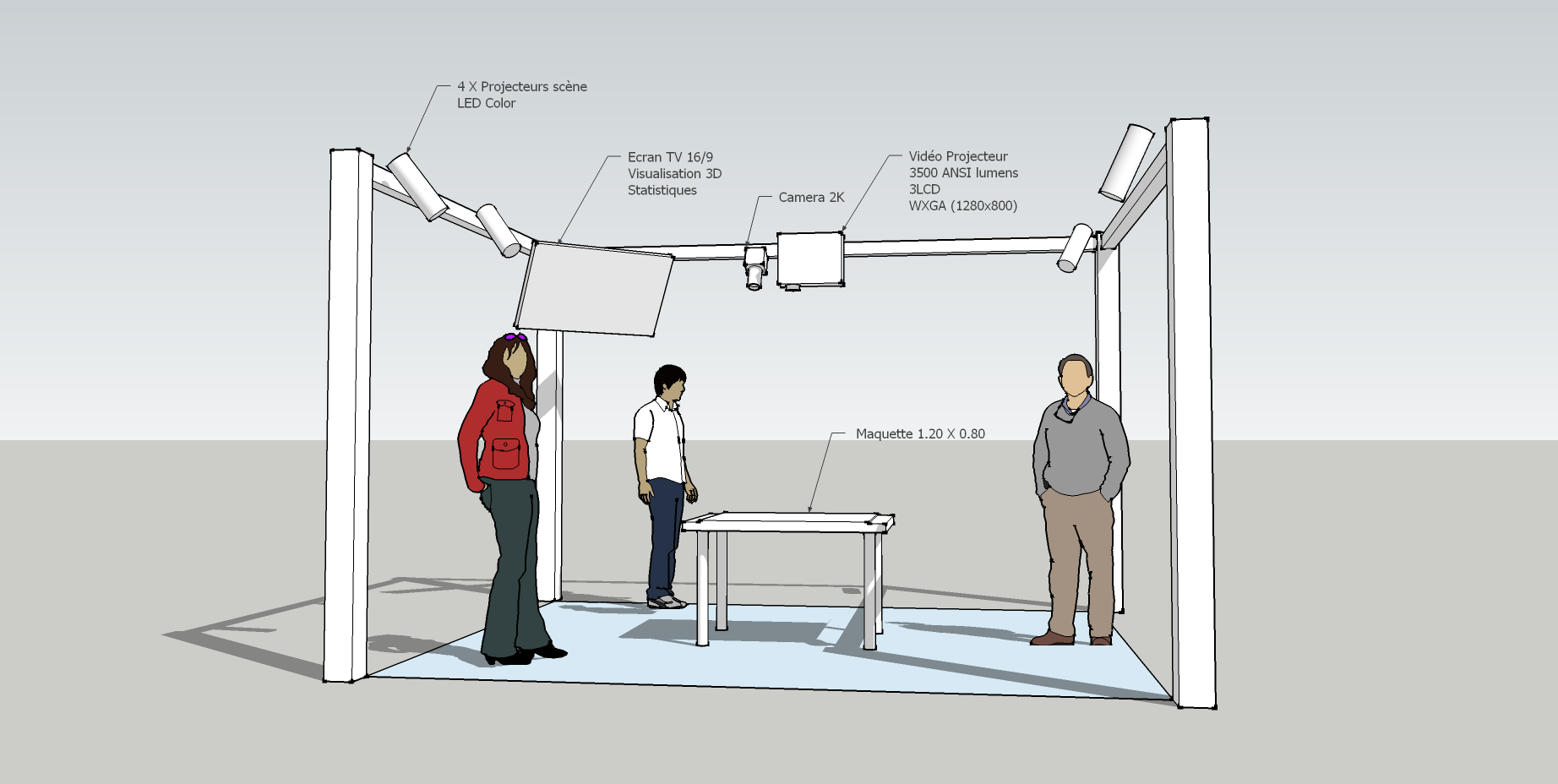
Semblable au Media Lab du MIT, le LabEx IMU (Intelligences des Mondes Urbains) de l'Université de Lyon étudie également les dynamiques urbaines, mais avec une touche créative et innovante. Le LabEx IMU vise à stimuler, produire, capitaliser et promouvoir une expertise scientifique et technique sur les mondes urbains passés, présents et futurs, tout en contribuant aux développements urbains actuels et futurs. Ils ont de nombreux membres qui participent à ses projets; dont beaucoup sont des laboratoires français, des groupes de recherche et des étudiants tout en travaillant avec de nombreux partenaires, dont certains notables étant la Métropole de Lyon, la Ville de Lyon et le Groupe Renault. Depuis sa création en 2011, l'équipe a concentré ses recherches sur l'intégration de la nature dans les villes, la mobilité, la construction verte, les villes numériques, les risques urbains et environnementaux, la métropolitisation, l'urbanisation, la technologie et la société ou encore la densité urbaine. Certains projets de recherche récents ont porté sur la qualité de l'air, les îlots de chaleur et les espaces verts urbains à Lyon.

Notre parrain du projet est Gilles Gesquière de l'Université de Lyon. Gilles Gesquière est professeur d'informatique, directeur du LabEx IMU et également membre du comité de direction des Écoles urbaines de Lyon. Il dirige également la recherche Vcity, axée sur le traitement et la visualisation de données géospatiales pour améliorer la compréhension des dynamiques urbaines et des cycles de vie, avec de nombreuses publications sur ses recherches. Nous travaillerons également avec Corentin Gautier, Ph.D. étudiant en informatique au sein de l'école doctorale Info/Maths. Il est actuellement ingénieur dans le projet TIGA, qui se consacre à favoriser l'ancrage et la transformation de l'industrie dans le développement de la ville durable, de la culture industrielle et de la mobilité. Il a également de nombreuses publications sur la visualisation de données urbaines 3D virtuelles et physiques.

# **Notre projet**

Maintenant, quelle est la tournure innovante et créative de la visualisation dynamique urbaine qui distingue le projet du LabEx IMU des autres… Legos! Le projet DatAgora du LabEx IMU intègre les blocs de construction en plastique populaires dans la modélisation urbaine physique en 3D. En utilisant uniquement des blocs blancs, l'équipe a construit des modèles Lego de Lyon, sur lesquels sont ensuite projetées des données véhiculant des informations sur la dynamique de la ville. Le projet DatAgora vise à développer une compréhension de l'acquisition, du traitement, de la visualisation et de la manipulation des données afin de fournir un contexte et des solutions importants à ceux qui recherchent et utilisent ces données dans le développement urbain.

L'installation commence par un poste technique, qui maintient le modèle au centre sur une table. Le modèle est entouré d'un cadre en fer qui contient un vidéoprojecteur, une caméra, un écran d'affichage, un écran de contrôle et des projecteurs de lumière, qui contribuent tous à l'affichage des données souhaitées. Les données sur les préoccupations urbaines sont chargées dans une maquette numérique de la ville, produisant un jumeau numérique de Lyon. Le script du modèle de jumeau numérique fournit ensuite des instructions sur l'assemblage du modèle Lego, donnant des informations importantes telles que la taille, la position et la densité du bâtiment. Le modèle intègre également une station de reconnaissance par caméra, qui peut identifier des objets en fonction de sa couleur ou de sa forme. Lorsque des briques Lego de couleur ou de forme spécifique sont ajoutées au modèle physique, celles-ci seront ensuite rendues dans le modèle de jumeau numérique. Enfin, le modèle Lego est téléchargé et affiché sur une application Web interne.

****Figure 4 shows diagram of the 3D Lego model setup as described above

**Figure 4:** Schéma de configuration du modèle 3D Lego

En conclusion, ce modèle a été utilisé pour transmettre des données sur les emplacements des arbres, des espaces verts, de la pollution des sols et des lignes de bus tout en visualisant les pipelines de la ville, les lignes électriques, la température, la pollution sonore et l'intensité du vent. Pour notre projet, nous nous concentrerons sur les espaces verts, où nous visons à apporter les améliorations nécessaires au modèle 3D Lego afin de mieux afficher les données sur les problèmes d'espaces verts à Lyon.

La figure 5 montre un modèle Lego 3D affichant les données de la mobilité de Lyon

La figure 6 montre le modèle 3D Lego affichant

A model of a city on a table

Description automatically generated with medium confidenceA model of a city on a table

Description automatically generated with medium confidence

**Figure 5:** Modèle Lego 3D affichant des données sur la végétation de Lyon

**Figure 6:** Modèle Lego 3D affichant les données de la mobilité lyonnaise

# **Méthodes**

Ce chapitre sur les méthodologies exposera la stratégie que nous utiliserons pour mener à bien l'objectif de notre projet de proposer des façons d'utiliser et d'améliorer les modèles 3D Lego pour mieux afficher les données sur les problèmes d'espaces verts dans la ville de Lyon. Pour atteindre cet objectif, nous avons défini quatre objectifs :

1. Déterminer les perspectives et les priorités d'aménagement urbain des parcs et espaces verts de Lyon

2. Comprendre l'interaction communautaire avec les espaces verts à Lyon

3. Évaluer les succès et les défis du modèle LabEx-IMU en urbanisme

4. Explorer le potentiel des techniques de modélisation alternatives

Notre stratégie combinera des techniques qualitatives et quantitatives pour examiner les applications actuelles du modèle, identifier ses succès et ses faiblesses, et enquêter sur des emplacements de pointe comme le MIT City Science MediaLab. Avec cette stratégie, nous espérons offrir des perceptions et des suggestions qui guideront l'utilisation future du modèle 3D Lego pour répondre aux problèmes urbains à Lyon.

## **Objectif 1 : Déterminer les perspectives et les priorités d'aménagement urbain des parcs et espaces verts de Lyon**

Notre premier objectif est de dialoguer avec les habitants et les Lyonnais pour déterminer leurs perspectives et priorités en matière de développement urbain en réalisant une enquête. Il est essentiel de déterminer les priorités de la communauté liées à ses parcs et espaces verts pour s'assurer que les cas d'utilisation proposés des outils de modélisation de la ville correspondent aux désirs et aux besoins de ceux qu'ils affectent. La collecte d'un maximum d'informations auprès de la communauté locale aidera à déterminer les domaines dans lesquels la ville de Lyon peut chercher à s'améliorer. En identifiant ces zones, nous pouvons mieux utiliser le modèle de ville 3D pour expérimenter comment ces changements pourraient se manifester dans l'étendue de la ville.

Les enquêtes sont un bon moyen d'obtenir des informations sur la façon d'améliorer les parcs publics et les espaces verts pour répondre aux besoins des Lyonnais. La ville de Worcester a utilisé des sondages comme outil pour analyser et comprendre les opinions et les expériences de ses résidents concernant les parcs publics. Les données recueillies à partir des enquêtes ont été utiles pour comprendre comment la population de la ville utilise les espaces publics et ce qu'elle pense pouvoir être amélioré. Ces résultats ont été utilisés par la ville pour développer et hiérarchiser les plans d'amélioration des parcs qui répondent mieux aux besoins des résidents (Worcester Department of Public Works and Parks, 2021).

Nous prévoyons d'utiliser des codes QR sur des dépliants pour distribuer l'enquête dans les parcs urbains très fréquentés. Les gens peuvent accéder facilement et rapidement à l'enquête sur leurs appareils mobiles en utilisant cette méthode, ce qui facilite leur participation. Cette méthode, en revanche, présente certains inconvénients car elle nécessite que les personnes acceptent de répondre à l'enquête et aient accès à un appareil mobile. D'autres techniques de transport, par exemple, les approches routières et les réunions peuvent également être étudiées pour obtenir un nombre plus élevé de réponses à l'enquête si le code QR ne renvoie pas suffisamment de résultats.

L'objectif des questions du sondage est de savoir comment les gens utilisent les parcs, ce qui fonctionne bien, ce qui ne fonctionne pas, ce que les gens veulent voir, quels problèmes sont présents dans leurs espaces verts actuels et s'ils ont des suggestions sur la façon dont ils peuvent Soyez améliorés. Le sondage sera en français et nous prévoyons qu'il vous faudra moins de 5 minutes pour le remplir. À l'aide des données de l'enquête, nous serons en mesure d'identifier dans quel parc ou espace vert les personnes répondant à l'enquête, leurs activités préférées là-bas, et ce qu'ils aiment et n'aiment pas à ce sujet. Des enquêtes sans prétention peuvent également être incorporées pour accumuler des informations plus précises sur des problèmes ou des domaines de progrès sans ambiguïté.

(Voir l'annexe A pour une liste complète des questions d'enquête utilisées.)

## **Objective 2: Comprendre l'interaction communautaire avec les espaces verts à Lyon**

Notre deuxième objectif est de comprendre comment les gens interagissent avec leurs espaces verts à l'aide de la cartographie. La cartographie est une technique qui permet la visualisation des données grâce à la création de cartes. Bien qu'il en existe de nombreux types, celui que nous utiliserons est la cartographie spatiale. La cartographie spatiale est le processus qui consiste à voir comment la communauté interagit avec son environnement en lui faisant cartographier les emplacements qu'elle juge intéressants (Beebe, 2012). La cartographie est un moyen efficace de compiler des informations sous une forme concise, lisible et plus facile à analyser. La cartographie spatiale nous aidera à obtenir des informations sur les mouvements de personnes dans le parc et les zones où les gens ont tendance à fréquenter sans avoir à passer par le processus ardu d'entretiens ou d'enquêtes. Tout au long de notre séjour dans les parcs, nous observerons les visiteurs du parc. Nous pouvons ensuite déterminer les tendances à partir de nos observations sur les parties du parc les plus attrayantes et celles qui sont généralement évitées.

(Voir l'annexe B pour les informations à collecter lors de l'observation/de la cartographie spatiale)

Pour commencer le processus de cartographie, nous devons d'abord trouver un participant volontaire, ce sera par le biais d'un échantillonnage de commodité, ou simplement en demandant aux personnes disponibles. Nous demanderons aux personnes que nous voyons dans un parc. Nous leur demanderons de faire une ébauche de l'endroit où ils vont et de ce qu'ils font lorsqu'ils visitent l'espace vert.

(Voir l'annexe C pour un script sur la façon dont nous demanderons à ceux-ci de cartographier le parc)

Ils le feront en dessinant une carte approximative de l'endroit où ils aiment aller dans l'espace vert et du chemin qu'ils empruntent. Ce processus sera répété plusieurs fois avec différentes personnes pour obtenir une taille d'échantillon décente. Une taille d'échantillon décente serait déterminée une fois que les données seraient saturées. Nous allons répéter ce processus pour plusieurs parcs différents de la région lyonnaise pour voir si des tendances se dégagent entre les différents espaces verts

Une fois que nous avons un échantillon suffisamment grand, nous pouvons alors commencer l'analyse des cartes. En regardant les différentes cartes que nous avons collectées, nous pouvons voir vers quelles zones des espaces verts les gens ont tendance à graviter en voyant les endroits qu'ils ont mentionnés sur leurs cartes. De même, nous pouvons déterminer quelles zones ne sont pas considérées comme populaires en voyant quelles zones sont omises des cartes. Pour toutes les cartes, nous pouvons garder une trace des zones mentionnées et du nombre de fois qu'elles sont mentionnées sur les cartes. Avec cela, nous pouvons voir quelles zones d'espaces verts sont considérées comme les plus populaires et quelles zones ont tendance à être évitées. Une fois que nous aurons connaissance des zones populaires, nous pourrons alors recommander un plan sur la manière dont nous pouvons mieux mettre en œuvre les espaces verts à l'avenir. En d'autres termes, nous pouvons concevoir un plan d'action pour que les futurs développements d'espaces verts aient tout ce que les gens veulent dans un espace vert et rien de ce qu'ils ne veulent pas.

## **Objectif 3 : Évaluer les succès et les défis du modèle LabEx IMU en urbanisme**

Notre troisième objectif est de déterminer les succès et les défis du modèle LabEx IMU. Afin de mieux comprendre les réflexions des créateurs et des utilisateurs du modèle Lego à l'Université de Lyon, nous réaliserons des entretiens semi-directifs. Nous voulons mieux comprendre les succès et les défis auxquels le LabEx IMU a été confronté spécifiquement avec le modèle tel qu'il existe. Ensuite, nous souhaitons croiser ces informations avec les données collectées à partir d'autres modèles existants afin de faire des recommandations sur la manière dont elles pourraient être améliorées.

Le groupe Beyond Lego interrogera les concepteurs et les utilisateurs du modèle pour mieux comprendre les avantages et les inconvénients de l'utilisation du modèle 3D Lego dans l'urbanisme. L'utilisation de questions ouvertes qui encouragent les répondants à raconter leurs expériences et à raconter leurs histoires est une méthode efficace pour mener des entretiens (Berg et al., 2012). Beebe propose que les entretiens puissent être menés selon une variété de méthodes, y compris en face à face, par téléphone ou en ligne, dans son chapitre sur la "Collecte de données - Sources de données multiples et triangulation". Les entretiens auront lieu en présentiel, à l'Université de Lyon. Avec votre consentement, les entretiens seront enregistrés pour assurer des transcriptions correctes et pour faciliter un examen et une analyse ultérieurs. En conséquence, le groupe formulera une série d'enquêtes ouvertes adaptées aux expériences particulières des développeurs et des utilisateurs du modèle.

Voici quelques questions d'entrevue potentielles :

• Qu'est-ce qui vous a poussé à utiliser le modèle 3D Lego dans l'urbanisme ?

• Quels succès avez-vous eu avec le modèle en termes d'amélioration des espaces urbains et des bâtiments ?

• Quelles difficultés avez-vous rencontrées lors de l'utilisation du modèle ?

(Voir l'annexe D pour une liste complète des questions d'entrevue utilisées.)

En menant des entretiens avec les créateurs et les utilisateurs du modèle, le groupe Beyond Lego peut obtenir des informations précieuses sur les succès et les défis de l'utilisation du modèle dans l'urbanisme. Ces informations peuvent aider le groupe à identifier les domaines dans lesquels le modèle peut être amélioré et à développer des stratégies pour utiliser le modèle plus efficacement à l'avenir.

Une approche pour analyser les entretiens avec les développeurs et les utilisateurs du modèle 3D Lego pour l'urbanisme consiste à utiliser une méthode d'analyse thématique. Cette approche implique de reconnaître et de classer les différentes tendances et sujets qui apparaissent dans les entretiens. Il peut révéler les expériences, les points de vue et les attitudes des participants concernant l'utilisation du modèle Lego dans la planification urbaine (Berg et al., 2012).

L'analyse thématique comporte plusieurs étapes. Pour bien comprendre le sujet, les entretiens seraient d'abord transcrits et récités plusieurs fois. Ensuite, les codes qui représentaient des concepts spécifiques qui ressortaient des réponses seraient appliqués à diverses parties du texte. Ces codes seraient ensuite organisés en thèmes potentiels, qui seraient examinés et améliorés au besoin pour garantir qu'ils reflètent adéquatement les données. Les thèmes seraient ensuite compris et étudiés en relation avec le sujet de recherche et l'ensemble de la littérature sur le développement urbain durable.

Il est possible d'obtenir des informations importantes sur l'utilisation et le potentiel du modèle 3D Lego pour l'urbanisme en utilisant une analyse thématique pour examiner les données des entretiens. Il permet d'identifier les avantages et les inconvénients du modèle ainsi que les axes de développement possibles. Par exemple, la recherche peut montrer que le modèle fonctionne mieux lorsqu'il est utilisé pour visualiser les interactions spatiales entre divers éléments de la ville, mais qu'il fonctionne moins bien lorsqu'il est utilisé pour simuler les effets du comportement humain sur l'environnement. Ces révélations peuvent guider l'utilisation et l'évolution futures du modèle ainsi que des choix d'urbanisme plus généraux.

## **Objectif 4 : Explorer le potentiel des techniques de modélisation alternatives**

Notre quatrième objectif est d'explorer l'utilisation potentielle de techniques de modélisation alternatives pour améliorer le modèle actuel. Nous interviewerons les créateurs d'autres modèles urbains, comme celui développé à l'Université de Lyon, pour avoir un aperçu d'autres défis/succès rencontrés dans le processus de modélisation. Ce faisant, nous espérons identifier les obstacles potentiels auxquels le LabEx-IMU pourrait être confronté pour améliorer son modèle.

De plus, les entretiens ne doivent pas s'arrêter au sein de l'équipe du LabEx IMU. De nombreux entretiens peuvent être menés avec des équipes ayant réalisé des modèles similaires. Un bon exemple serait le projet CityScope Champs-Élysées du MIT Media Lab, qui visualise la mobilité et la végétation autour de l'un des Champs-Élysées de Paris. Leur utilisation de la projection de données dynamiques sur un modèle à l'échelle 3D de leur zone d'intervention est remarquablement similaire au modèle Lego créé par le LabEx IMU. Les mêmes questions que nous posons au LabEx IMU sur le développement et les résultats du modèle Lego pourraient être redirigées vers l'équipe City Science et Gama Platform du MIT. Ces entretiens seront d'une durée similaire et analysés de la même manière que ceux du LabEx IMU, mais ils seront réalisés par visioconférence du fait de notre déménagement à Lyon. Cela élargira notre compréhension des nombreuses approches, réussites, limites et orientations futures de projets similaires, proposant potentiellement des adaptations pour le modèle Lego.

[(Voir l'annexe E pour un calendrier prévu de notre collecte et de notre analyse de données - diagramme de Gantt)](#_Appendix_E_–)

# **References**

Albuquerque, V., Oliveira, A., Barbosa, J. L., Rodrigues, R. S., Andrade, F., Dias, M. S., & Ferreira, J. C. (2021). Smart Cities: Data-Driven Solutions to Understand Disruptive Problems in Transportation —The Lisbon Case Study. Energies, 14(11), 3044. MDPI AG. Retrieved from http://dx.doi.org/10.3390/en14113044

Aram, F., Higueras García, E., Solgi, E., & Mansournia, S. (2019). Urban green space cooling effect in cities. *Heliyon*, *5*(4). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01339>

Astell-Burt, T., Hartig, T., Putra, I. G., Walsan, R., Dendup, T., & Feng, X. (2022). Green space and loneliness: A systematic review with theoretical and methodological guidance for future research. Science of The Total Environment, 847, 157521. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157521

Battista, G., de Lieto Vollaro, E., Ocłoń, P., & de Lieto Vollaro, R. (2023). Effects of urban heat island mitigation strategies in an Urban Square: A numerical modeling and experimental investigation. Energy and Buildings, 282, 112809. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.112809

Bartesaghi Koc, C., Osmond, P., & Peters, A. (2018). Evaluating the cooling effects of green infrastructure: A systematic review of methods, indicators and data sources. Solar Energy, 166, 486–508. https://doi.org/10.1016/j.solener.2018.03.008

Barton, J., Griffin, M., & Pretty, J. (2011). Exercise-, nature- and socially interactive-based initiatives improve mood and self-esteem in the clinical population. *Perspectives in Public Health*, *132*(2), 89–96. <https://doi.org/10.1177/1757913910393862>

Beebe, James. Rapid Qualitative Inquiry : A Field Guide to Team-Based Assessment, Rowman & Littlefield Publishers, 2014. ProQuest Ebook Central, <http://ebookcentral.proquest.com/lib/wpi/detail.action?docID=1832632>

Berg, B. L., & Lune, H. (2012). A Dramaturgical Look at Interviewing. In Qualitative Research Methods for the Social Sciences (pp. 106–127). essay, Pearson Education.

Bowler, D. E., Buyung-Ali, L., Knight, T. M., & Pullin, A. S. (2010). Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. Landscape and Urban Planning, 97(3), 147–155. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.05.006

Carrus, G., Scopelliti, M., Lafortezza, R., Colangelo, G., Ferrini, F., Salbitano, F., Agrimi, M., Portoghesi, L., Semenzato, P., & Sanesi, G. (2015). Go greener, feel better? the positive effects of biodiversity on the well-being of individuals visiting urban and peri-urban green areas. Landscape and Urban Planning, 134, 221–228. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.10.022

Chaspari, T., Kim, J., Lee, C., Ham, Y., Lee, S., & Ahn, C. R. (2022). A Digital Twin City Model for Capturing Walkability Distress of Elderly Adults. *2022 IEEE 2nd International Conference on Digital Twins*  *and Parallel Intelligence (DTPI)*, 1–2. <https://doi.org/10.1109/DTPI55838.2022.9998907>

Dadvand, P., Nieuwenhuijsen, M. J., Esnaola, M., Forns, J., Basagaña, X., Alvarez-Pedrerol, M., Rivas, I., López-Vicente, M., De Castro Pascual, M., Su, J., Jerrett, M., Querol, X., & Sunyer, J. (2015). Green spaces and cognitive development in primary schoolchildren. Proceedings of the National Academy of Sciences, 112(26), 7937–7942. https://doi.org/10.1073/pnas.1503402112

Demoury, C., Thierry, B., Richard, H., Sigler, B., Kestens, Y., & Parent, M.-E. (2017). Residential greenness and risk of prostate cancer: A case-control study in Montreal, Canada. *Environment International*, *98*, 129–136. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.10.024>

Grignard, A., Ayoub, N., Alonso, L., Noyman, A., Elkatsha, M., Nguyen-Huu, T., Taillandier, P., & Drogoul, A. (n.d.). *CityScope Champs-Élysées*. MIT Media Lab. Retrieved April 12, 2023, from <https://www.media.mit.edu/projects/city-scope-champs-elysees/overview/>

Grilo, F., Pinho, P., Aleixo, C., Catita, C., Silva, P., Lopes, N., Freitas, C., Santos-Reis, M., McPhearson, T., & Branquinho, C. (2020). Using green to cool the grey: Modelling the cooling effect of green spaces with a high spatial resolution. *Science of The Total Environment*, *724*, 138182. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138182>

Kabisch, N., Qureshi, S., & Haase, D. (2015). Human–environment interactions in urban green spaces — a systematic review of contemporary issues and prospects for future research. Environmental Impact Assessment Review, 50, 25–34. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2014.08.007

Kondo, Michelle C., et al. “Urban Green Space and Its Impact on Human Health.” *International Journal of*  *Environmental Research and Public Health*, vol. 15, no. 3, Mar. 2018, p. 445, <https://doi.org/10.3390/ijerph15030445>.

Reckien, D., Flacke, J., Dawson, R. J., Heidrich, O., Olazabal, M., Foley, A., Hamann, J. J.-P., Orru, H., Salvia, M., De Gregorio Hurtado, S., Geneletti, D., & Pietrapertosa, F. (2013). Climate change response in Europe: What’s The reality? analysis of adaptation and mitigation plans from 200 urban areas in 11 countries. Climatic Change, 122(1-2), 331–340. https://doi.org/10.1007/s10584-013-0989-8

Sain-Baird, J. (2017, April 25). How Central Park Keeps New York City Healthy. Central Park Conservancy. https://www.centralparknyc.org/articles/park-city-healthy#:~:text=In%20one%20year%2C%20a%20mature,year%20by%20Central%20Park’s%20trees.

Schensul, Jean J., and Margaret Diane LeCompte. *Essential Ethnographic Methods: A Mixed Methods*  *Approach*. 2nd ed, AltaMira Press, 2012.

Schensul, J. J., & LeCompte, M. D. (N.D.). Structured Approaches to Ethnographic Data Collection: Surveys. *Essential Ethnographic Methods: A Mixed Methods Approach* (2nd ed.). Rowman & Littlefield Publishers.

Strosnider H, Kennedy C, Monti M, Yip F. Rural and Urban Differences in Air Quality, 2008–2012, and Community Drinking Water Quality, 2010–2015 — United States. MMWR Surveill Summ 2017;66(No. SS-13):1–10. DOI: http://dx.doi.org/10.15585/mmwr.ss6613a1

United Nations. (2014). Urbanization expands opportunities, but deeper divides remain. Retrieved from https://www.un.org/development/desa/en/news/social/urbanization-expanding-opportunities- but-deeper-divides.html

United Nations. (n.d.). *Cities and climate change*. UNEP - United Nations Environment Programme. <https://www.unep.org/explore-topics/resource-efficiency/what-we-do/cities/cities-and-climate-change>

United Nations (2019). *World urbanization prospects: The 2018 revision*. Department of Economic and Social Affairs, Population Division (ST/ESA/SER.A/420). New York: United Nations.

Vaidyanathan A, Malilay J, Schramm P, Saha S. Heat-Related Deaths — United States, 2004–2018. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 2020;69:729–734. DOI: <http://dx.doi.org/10.15585/mmwr.mm6924a1>

Villeneuve, P. J., Jerrett, M., G. Su, J., Burnett, R. T., Chen, H., Wheeler, A. J., & Goldberg, M. S. (2012). A cohort study relating urban green space with mortality in Ontario, Canada. Environmental Research, 115, 51–58. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2012.03.003>

Wang, J., Meng, Q., Tan, K., Zhang, L., & Zhang, Y. (2018). Experimental investigation on the influence of evaporative cooling of permeable pavements on outdoor thermal environment. *Building and Environment*, *140*, 184–193. [https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.05.033](https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.05.033 )

Worcester Department of Public Works and Parks. (2021). Open Space and Recreation Plan Update 2021 Retrieved from <https://www.worcesterma.gov/uploads/b8/02/b802a77bccb429e79bdeddf3f47ccbf3/osrp-report-2021.pdf>

**Annex**

## **Appendix A – Lyon Park Survey Questions**

**Surveys:** Gather the opinions and experiences Lyonnaise residents have on current green spaces and parks.

**Consent Script:**

English

Welcome to our online survey on Lyon’s parks and green spaces. Before we begin, we want to inform you that your participation in this survey is voluntary. The purpose of this survey is to gather information about your experiences and opinions regarding parks and green spaces. The data collected will be used for research purposes only and will be kept confidential. Your responses will be anonymous, and no personally identifiable information will be collected. By agreeing to participate in this survey, you are acknowledging that you have read and understood the information provided, and that you consent to participate. Please answer the questions truthfully and to the best of your ability.

French

Bienvenue à notre enquête en ligne sur les parcs et espaces verts de Lyon. Avant de commencer, nous tenons à vous informer que votre participation à cette enquête est volontaire. Le but de cette enquête est de recueillir des informations sur vos expériences et opinions concernant les parcs et espaces verts. Les données collectées seront utilisées à des fins de recherche uniquement et resteront confidentielles. Vos réponses seront anonymes et aucune information personnellement identifiable ne sera collectée. En acceptant de participer à cette enquête, vous reconnaissez que vous avez lu et compris les informations fournies et que vous consentez à y participer. Veuillez répondre aux questions honnêtement et au mieux de vos capacités.

**Survey Questions Relating to Quality of Green Spaces:**

1. How often do you visit green spaces in Lyon?

Daily

Often (3 or more times per Week)

1-2 Times per week

1-2 times per month

Very Rarely (more than 3 times per year)

Rarely

1. What activities do you typically engage in when visiting green spaces? Rank 1-5

Walking

Running

Bicycling

Skateboarding

Relaxing

Picnicking

Playground

Football

Basketball

Tennis

Pickleball

Volleyball

Events

1. How well do you think green spaces contribute to the overall quality of life in Lyon?

Extremely Positively

Positively

No Difference

Negatively

Very Negatively

1. How important are green spaces in choosing where you reside?

Very Important

Somewhat Important

Not Important

1. How do green spaces in Lyon compare to green spaces in other cities you have visited?

Much Better

Better

Equal

Worse

Much Worse

1. Have you noticed any changes in the quality or availability of green spaces in Lyon over the past few years?

Very Positive Change

Positive Change

No Change

Negative Change

Very Negative Change

1. How satisfied are you with the current maintenance and upkeep of green spaces in Lyon?

Very Satisfied

Somewhat Satisfied

Neutral

Somewhat Dissatisfied

Very Dissatisfied

1. Are there any specific improvements or additions you would like to see in green spaces in Lyon? (Free response Question)

French Translation

1. A quelle fréquence fréquentez-vous les espaces verts à Lyon?

Quotidien Souvent

3 fois ou plus par semaine

1 à 2 fois par semaine

1 à 2 fois par mois

Très Rarement

Plus de 3 fois par an

Rare

1. Quelles activités pratiquez-vous généralement lorsque vous visitez des espaces verts? (Rang 1-5)

Marche

Cours

Aller à vélo

Faire de la planche à roulettes

Relaxant

Pique-niques

Cour de récréations

Football

Basket-ball

Tennis

Pickleball

Volley-ball

Événements

1. Dans quelle mesure pensez-vous que les espaces verts contribuent à la qualité de vie globale à Lyon ?

Extrêmement positif

Positivement Aucune

Différence Négativement

Très Négativement

1. Quelle est l'importance des espaces verts dans le choix de votre lieu de résidence?

Très important

Quelque peu important

Pas important

1. Comment les espaces verts de Lyon se comparent-ils aux espaces verts des autres villes que vous avez visitées ?

Bien mieux

Mieux Égal

Pire Bien

Pire

1. Avez-vous remarqué des changements dans la qualité ou la disponibilité des espaces verts à Lyon au cours des dernières années ?

Changement très positif

Changement positif

Pas de changement

Changement négatif

Changement très négatif

1. Etes-vous satisfait de la maintenance et de l'entretien actuels des espaces verts à Lyon?

Très satisfait

Plutôt satisfait

Neutre Plutôt

Insatisfait

Très insatisfait

1. Y a-t-il des améliorations ou des ajouts spécifiques que vous souhaiteriez voir dans les espaces verts à Lyon? (Question à réponse libre)

## **Appendix B – Data collected from observation**

Observation:

Information collected during observation:

* Types of people present
* Approximate ages of people
* Group size
* Group dynamic (family, friends, date etc.)
* Interactions at the park
* General mood of people
* Activities/ what people are doing

## **Appendix C – Mapping script**

Consent Form:

I consent to the following mapping procedure and understand that this information will be used as part of a larger study.

Signature:\_\_\_\_\_\_\_

French Translation

Je consens à la preocédure de cartographie suivante et je comprends sue ces informations seront utilisées dans le cadre d’une étude plus large.

Signature:\_\_\_\_\_\_\_

Basic script for talking to people:   
“Hello, we are currently doing a study about how people interact with green spaces, would you be interested in participating?”

[If not interested in participation] “No worries, thank you for your time”

[If interested in participation] “Great! Could you please draw a map of this park from your memory, try to think about the most important places in this park.

[When/if map is completed] “Thank you for participating in this study! We appreciate your input, and we will be sure that this data will be used to better the green spaces of Lyon. Please visit [website link] for more info about our research”

French Translation

« Bonjour, nous réalisons actuellement une étude sur la façon dont les gens interagissent avec les espaces verts, seriez-vous intéressé à participer ? »

[Si pas intéressé par la participation] "Pas de soucis, merci pour votre temps"

[Si vous êtes intéressé à participer] « Super ! Pourriez-vous s'il vous plaît dessiner une carte de ce parc de votre mémoire, essayez de penser aux endroits les plus importants de ce parc.

[Quand/si la carte est terminée] « Merci d'avoir participé à cette étude ! Nous apprécions votre contribution et nous serons sûrs que ces données seront utilisées pour améliorer les espaces verts de Lyon. Veuillez visiter [lien du site Web] pour plus d'informations sur notre recherche "

## **Appendix D - Interview Questions**

Consent Form:

Thank you for making the time to meet with us. Before we begin the interview, we want to inform you that your participation in this interview is voluntary. The purpose of this interview is to gather information about the successes and challenges of your model as to propose developments for LabEx IMU’s 3D Lego model to better display data on green spaces. The data collected will be used for research purposes only and will be kept confidential. Your responses will be anonymous, and no personally identifiable information will be collected. By participating in this interview, you are acknowledging that you have read and understood the information provided, and that you consent to participate.

Signature:\_\_\_\_\_\_\_

French Translation

Merci d'avoir pris le temps de nous rencontrer. Avant de commencer l'entretien, nous tenons à vous informer que votre participation à cet entretien est volontaire. Le but de cet entretien est de recueillir des informations sur les réussites et les enjeux de votre maquette afin de proposer des évolutions pour la maquette 3D Lego du LabEx IMU afin de mieux visualiser les données sur les espaces verts. Les données collectées seront utilisées à des fins de recherche uniquement et resteront confidentielles. Vos réponses seront anonymes et aucune information personnellement identifiable ne sera collectée. En participant à cette entrevue, vous reconnaissez avoir lu et compris les informations fournies et consentez à y participer.

Signature:\_\_\_\_\_\_\_

Questions to Ask Candidate with Place to Write Response and Notes:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Goal of Question | Question | Candidate Response | Interviewer Notes/Observations |
| Icebreaker | Tell me about what inspired you into pursuing a career in computer science |  |  |
| Approach | What inspired you to start using the model in urban planning? |  |  |
| Results | What successes have you had with the model in terms of improving urban spaces? |  |  |
| Results | What challenges have you encountered when using the model? |  |  |
| Future Direction | How do you envision the model being used in the future to improve urban planning and sustainability efforts? |  |  |
| Future Direction | What suggestions do you have for improving the model's functionality and effectiveness? |  |  |

French Translation

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Goal of Question | Question | Candidate Response | Interviewer Notes/Observations |
| Icebreaker | Parlez-moi de ce qui vous a poussé à poursuivre une carrière en informatique |  |  |
| Approach | Qu'est-ce qui vous a inspiré pour commencer à utiliser le modèle en urbanisme? |  |  |
| Results | Quels succès avez-vous eu avec le modèle en termes d'amélioration des espaces urbains? |  |  |
| Results | Quelles difficultés avez-vous rencontrées lors de l'utilisation du modèle? |  |  |
| Future Direction | Comment envisagez-vous que le modèle soit utilisé à l'avenir pour améliorer les efforts d'urbanisme et de développement durable? |  |  |
| Future Direction | Quelles suggestions avez-vous pour améliorer la fonctionnalité et l'efficacité du modèle? |  |  |

## **Appendix E – Gantt Chart**

Timeline for methods and analyzing

Chart

Description automatically generated