
Rapport de stage individuel

4^{ème} année

Projet InspiRe et adaptation au changement climatique

SMTC-AC

2 bis Rue de l'Hermitage, 63000 Clermont-Ferrand



Tuteur entreprise :

Stéphane PANIN

Directeur de Projet

Axelle JARRET

IUT – ADAGE

2023-2024

Tuteur académique :

Séraphine GRELLIER

Remerciements

Je tiens à remercier tout particulièrement monsieur Stéphane Panin, monsieur Guillaume Astaix, l'équipe des médiateurs InspiRe et toutes les personnes qui travaillent au sein du Syndicat Mixte des Transports en Commun de l'agglomération clermontoise pour m'avoir accueilli si chaleureusement pendant ces quatre mois, pour leurs conseils précieux et pour la liberté qu'ils m'ont accordé dans la manière de réaliser mon stage.

Je remercie également monsieur Eric Larray et madame Héroïse Marie pour m'avoir accordé du temps et pour avoir répondu à mes nombreuses questions.

Enfin, je remercie madame Séraphine Grellier pour sa disponibilité et ses conseils.

Table des matières

1. Introduction	1
1.1. Présentation du SMTC-AC	2
1.2. Contexte du stage	4
1.2.1. La surchauffe urbaine, un terme complexe	4
1.2.2. La ville de Clermont-Ferrand.....	7
1.2.3. Le projet InspiRe	10
1.2.4. Le cas spécifique des Allées du Cardo, un lieu dit « d'intensité »	12
1.2.5. Un site particulièrement sensible à la surchauffe urbaine	14
1.2.6. Le projet de restructuration des Allées du Cardo	15
1.2.6.1. Des mobilités repensées	16
1.2.6.2. Une gestion intégrée de l'eau de pluie	16
1.2.6.3. Une végétation plus présente	16
1.2.6.4. Des revêtements de surfaces plus adaptés.....	17
2. Démarches adoptées pour évaluer la surchauffe urbaine	18
2.1. Des mesures de confort thermique	18
2.2. Des questionnaires.....	20
3. Retour réflexif sur l'expérience	34
4. Bibliographie.....	35
5. Annexes	38

Table des figures

Figure 1 : Organigramme du SMTC-AC (Source : SMTC-AC)	3
Figure 2 : Classification des solutions possibles pour répondre aux enjeux de surchauffe urbaine (Réalisation : Axelle Jarret, d'après : lectures).....	6
Figure 3 : Ville de Clermont-Ferrand située entre le parc naturel régional des Volcans d'Auvergne et le parc naturel régional du Livradois-Forez (Source : Google 2024)	7
Figure 4 : Carte administrative de la France (Source : regions-et-departements.fr, 2024)	7
Figure 5 : Schéma des régions naturelles de Clermont-Ferrand (Source : Ville de Clermont-Ferrand, 2016).....	7
Figure 6 : Cathédrale de Clermont-Ferrand (Source : Richard BRUNEL).....	8
Figure 7 : Evolution du climat français (Source : ADEME, 2021)	8
Figure 8 : Répartition de la population au sein des communes du département du Puy-de-Dôme en 2021 (Source : Insee, 2024)	9
Figure 9 : Frise chronologique du projet InspiRe (Source : Clermont Auvergne Métropole & SMTC-AC)	10
Figure 10 : Visualisation cartographique du projet InspiRe (Réalisation : Axelle Jarret - Juillet 2024 ; Source : SMTC-AC, 2024).....	11
Figure 11 : Délimitation des Allées du Cardo (Réalisation : Axelle Jarret - Juillet 2024 ; Source : OSM).....	12
Figure 12 : Les Allées du Cardo, un secteur multifonctionnel (Source : Clermont Auvergne Métropole et al., s. d., Comm. Pers.).....	13
Figure 13 : Score ICU des Allées du Cardo avant travaux (Source : ALTO STEP et al., 2022, Comm. Pers.)	14
Figure 14 : ICU au niveau des Allées du Cardo et de Clermont-Ferrand (Réalisation : Axelle Jarret - Mai 2024).....	15
Figure 15 : Visualisation avant/après la réalisation du projet InspiRe au niveau des Allées du Cardo (Source : SMTC-AC & Clermont Auvergne Métropole, s. d.)	17
Figure 16 : Appareils de mesures utilisés lors de la campagne de mesures de confort thermique (Source : Héloïse Marie - Juillet 2024).....	18
Figure 17 : Connaissance des termes "surchauffe urbaine" et "îlot de chaleur" (Réalisation : Axelle Jarret - Août 2024).....	22
Figure 18 : Réponse à la question "Comment vous sentez-vous maintenant en termes de confort thermique (chaleur)" (les valeurs chiffrées représentent un nombre de personnes) (Réalisation : Axelle Jarret - Août 2024)	22
Figure 19 : Sensation de chaleur des personnes interrogées lorsqu'elles ont dit avoir un ressenti thermique "très confortable" (Réalisation : Axelle Jarret - Août 2024)	23
Figure 20 : Sensation de chaleur des personnes interrogées lorsqu'elles ont dit avoir un ressenti thermique "confortable" (Réalisation : Axelle Jarret - Août 2024).....	23
Figure 21 : Sensation de chaleur des personnes interrogées lorsqu'elles ont dit avoir un ressenti thermique "inconfortable" (Réalisation : Axelle Jarret - Août 2024).....	24
Figure 22 : Sensation de chaleur des personnes interrogées lorsqu'elles ont dit avoir un ressenti thermique "très inconfortable" (Réalisation : Axelle Jarret - Août 2024)	24
Figure 23 : Réponse à la question "Est-ce la première fois que vous venez au niveau des allées du Cardo" et à la question "Venez-vous au niveau des allées du Cardo avant les travaux" (les valeurs chiffrées représentent un nombre de personnes) (Réalisation : Axelle Jarret - Août 2024)	25

Figure 24 : Réponse à la question "Venez/Veniez-vous ici régulièrement ?" (pendant et avant les travaux) (les valeurs chiffrées représentent un nombre de personnes) (Réalisation : Axelle Jarret - Août 2024).....	25
Figure 25 : Réponse à la question "Comment vous sentiez-vous en termes de confort thermique (chaleur) au niveau des allées du Cardo avant les travaux lors de la période estivale ?" (les valeurs chiffrées représentent un nombre de personnes) (Réalisation : Axelle Jarret).....	26
Figure 26 : Sensation de chaleur ressenti avant les travaux en différents lieux (Réalisation : Axelle Jarret - Août 2024 ; Source : Médiateurs Inspire, Axelle Jarret / OSM).....	27
Figure 27 : Réponse à la question "Venez-vous à d'autres moments de la journée" (les valeurs chiffrées représentent un nombre de personnes) (Réalisation : Axelle Jarret - Août 2024)	28
Figure 28 : Réponse à la question "Venez-vous à d'autres saisons" (les valeurs chiffrées représentent un nombre de personnes) (Réalisation : Axelle Jarret - Août 2024).....	28
Figure 29 : Réponse à la question "Habitez-vous dans un logement ancien ou récent" (les valeurs chiffrées représentent un nombre de personnes) (Réalisation : Axelle Jarret - Août 2024)	29
Figure 30 : Pourcentage de personnes utilisant un système de rafraîchissement (Réalisation : Axelle Jarret - Août 2024).....	30
Figure 31 : Pourcentage de personnes utilisant un système de rafraîchissement lorsqu'elles considèrent leur logement trop chaud en été (Réalisation : Axelle Jarret - Août 2024)	30
Figure 32 : Types de commerces qui ont répondu au questionnaire (les valeurs chiffrées représentent un nombre de personnes) (Réalisation : Axelle Jarret - Août 2024).....	31
Figure 33 : Réponse à la question "Quand il fait très chaud, votre commerce est-il moins fréquenté ?" (les valeurs chiffrées représentent un nombre de personnes) (Réalisation : Axelle Jarret - Août 2024)	32

Table des tableaux

Tableau 1 : Population des communes se trouvant au sein de la CAM en 2021 (Réalisation : Axelle Jarret ; Source : Insee, 2024)	9
Tableau 2 : Nombre de personnes interrogées par genre et tranche d'âge lors des questionnaires (Réalisation : Axelle Jarret - Août 2024)	21
Tableau 3 : Comparaison du nombre de personnes interrogées lors des questionnaires et de la répartition de la population française selon l'INSEE, par genre et tranche d'âge (Réalisation : Axelle Jarret - Août 2024 ; Source : INSEE, estimations de population)	21

1. Introduction

Ce rapport rend compte du travail effectué au cours de mon stage qui s'est déroulé du 22 avril au 20 août 2024 au sein du Syndicat Mixte des Transports en Commun de l'agglomération clermontoise (SMTC-AC).

L'intitulé du stage est : **Projet InspiRe et adaptation au changement climatique. Comment traiter la question de la surchauffe urbaine dans le cadre d'un aménagement d'espace public linéaire.**

Ma mission était d'objectiver les aménagements qui vont être mis en place suite au projet InspiRe dans l'objectif de pallier les effets de la surchauffe urbaine. Pour pouvoir répondre à cette commande, j'ai réalisé un état de l'art sur la surchauffe urbaine, participer à des mesures de confort thermique et proposer une idée pour objectiver la réalisation du projet par rapport à la surchauffe urbaine.

Mes missions se sont déroulées en trois phases : la réalisation de l'état de l'art de fin avril à mi-juin, puis la mise en place d'un questionnaire fin juin et sa réalisation ainsi que la réalisation de mesures de confort en juillet. Enfin, s'en est suivi en août une période d'analyse des résultats obtenus.

Mon stage a donné lieu à plusieurs rendus, tout d'abord, un rapport complet présentant l'ensemble du travail réalisé, puis une présentation synthétisant les éléments essentiels.

Le rapport et la présentation ont été rendus à la fin de la période de stage et une présentation orale aura lieu courant octobre 2024 afin de présenter ce que j'ai réalisé et les résultats obtenus aux employés du SMTC-AC et à toute personne intéressée par le sujet. Cette présentation orale aura lieu en octobre étant donné qu'une grande partie des employés, dont mon maître de stage sont en congé fin août.

1.1. Présentation du SMTC-AC

J'ai réalisé mon stage au sein du Syndicat Mixte des Transports en Commun de l'agglomération clermontoise (SMTC-AC).

Le siège social du SMTC-AC se situe au 2 bis Rue de l'Hermitage à Clermont-Ferrand.

C'est un établissement public créé en 1976. Il regroupe 23 communes (21 communes de Clermont Auvergne Métropole, Mur-sur-Allier et Pérignat-es-Allier), formant « le **ressort territorial de l'agglomération clermontoise** ». Le SMTC-AC est l'autorité organisatrice de la mobilité (AOM) de ce territoire. (SMTC-AC, 2021)

Le SMTC-AC est sous la présidence de monsieur François RAGE et du directeur général des services monsieur Jean-Yves BECHLER. L'établissement est divisé en cinq directions, la direction communication externe et relations institutionnelles, la direction offres de mobilité et territoires, la direction maîtrise d'ouvrage et grands projets, la direction ressources humaines et la direction pilotage de la performance et de la qualité des processus (voir Figure 1). Le SMTC-AC compte 70 employés en 2024.

Le SMTC-AC exerce la compétence de « transports » de la métropole de Clermont-Ferrand. Ses principales missions sont :

- « l'organisation et l'exploitation des transports en commun à l'intérieur du ressort territorial.
- le développement de nouveaux services de mobilité : covoiturage, auto partage, vélos en libre-service.
- l'élaboration du plan de déplacement urbain (PDU) et sa valorisation,
- la mise en œuvre de l'intermodalité,
- l'intégration tarifaire,
- la communication vers les usagers voyageurs,
- la responsabilité des dossiers d'expérimentation et d'innovation en matière de déplacements. » (SMTC-AC, 2021)

Le SMTC-AC étant un établissement public, il est financé par le versement mobilité, qui s'élève à une hauteur de 2 % de la masse salariale des entreprises de 11 salariés ou plus, par les recettes d'exploitations (ventes des titres de transport, abonnements, location de vélos, etc.), et par les contributions des collectivités membres du SMTC-AC qui sont les 23 communes du ressort territorial. (SMTC-AC, 2021)

Actuellement, le SMTC-AC assure pour le compte de Clermont Auvergne Métropole la maîtrise d'ouvrage unique d'un grand projet sur le ressort territorial, le projet InspiRe.

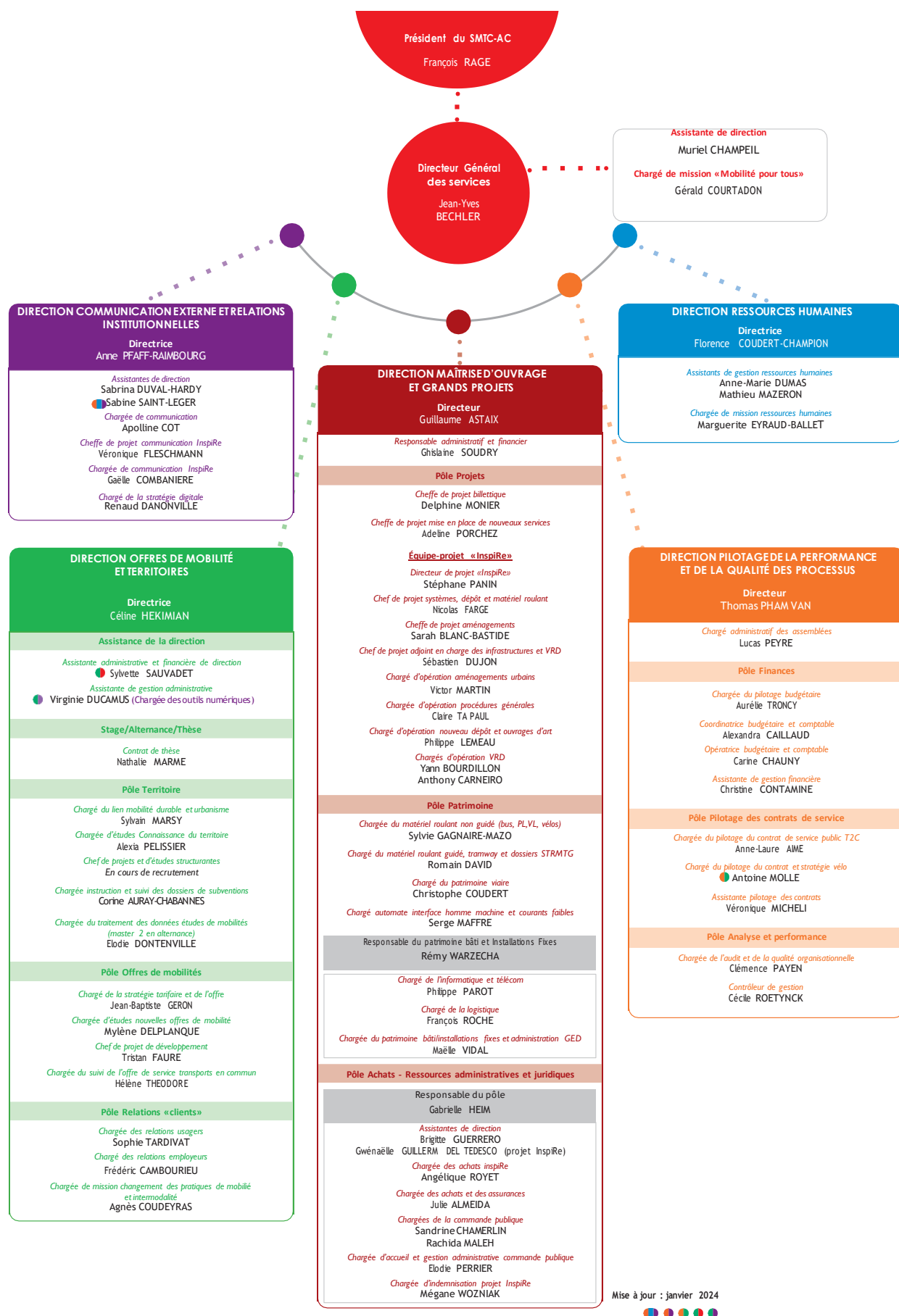


Figure 1 : Organigramme du SMTC-AC (Source : SMTC-AC)

1.2. Contexte du stage

1.2.1. La surchauffe urbaine, un terme complexe

La **surchauffe urbaine** est un terme complexe regroupant les notions d'**îlot de chaleur urbain** et d'**inconfort thermique**. (Bouchet-Blancou, 2022; Cerema, 2020; Marry et al., 2020, p. 17)

L'îlot de chaleur urbain est un « phénomène physique qui se développe à l'échelle locale et se manifeste par des températures plus élevées dans les espaces urbains centraux que dans les secteurs avoisinants » (Hidalgo et al., 2019, p. 5). Il se manifeste principalement à la tombée de la nuit, la température de l'air ne se rafraîchissant pas. (Cravero et al., 2023; Marry et al., 2020, p. 18)

Ces augmentations de température dans les espaces urbains centraux peuvent s'expliquer par différents paramètres tels que :

- La structure et la morphologie des villes,
 - L'orientation des rues,
 - La morphologie des bâtiments et leurs matériaux de construction,
 - L'absence d'espaces verts ou d'eaux de surface,
 - La minéralisation des surfaces,
 - Les propriétés d'absorption et de stockage de la chaleur des différents matériaux.
- (Hidalgo et al., 2019, p. 5; Landes et al., 2020, p. 53; Marry et al., 2020, p. 13-15)

Et l'inconfort thermique est l'inconfort ressenti par les usagers. Les principaux paramètres qui influencent le ressenti sont :

- La température de l'air extérieure,
 - La température des surfaces,
 - Le rayonnement solaire,
 - L'accès à l'ombre, la présence de l'eau et du végétal,
 - L'humidité et la vitesse de l'air.
- (Marry et al., 2020, p. 17-18; Merrouche, 2011, p. 39)

La surchauffe urbaine peut favoriser par exemple, les **insolations**, la **déshydratation**, l'**hyperthermie**, les **crampes**, l'**épuisement**, le **coup de chaleur** et entraîner une **surmortalité**. (Cerema, 2020; Cerema 2023; Marry et al., 2020; Sakhy, 2016). C'est pourquoi, c'est une **question de santé publique** qui ne peut être négligée ou mise de côté par les collectivités et les acteurs de l'aménagement, d'autant plus que les températures et la population urbaine tendent à augmenter dans les années à venir.

Afin de pallier la surchauffe urbaine et de limiter cette dernière, il existe différentes méthodes de mesures permettant de quantifier ce phénomène et de le localiser de manière précise au sein des villes. Les principales mesures réalisées sont : des mesures de température d'air, de température de surface, d'humidité de l'air, de vitesse de vent, de rayonnement solaire. Ces mesures peuvent être réalisées de manière fixe sur une période donnée, ou mobile. (ADEME, 2017; Cerema, 2020; Hassani & Drogue, 2020)

Des modèles peuvent aussi être utilisés pour « évaluer la surchauffe urbaine sur la base de caractéristiques géographiques, morphologiques, surfaciques et anthropiques de l'environnement urbain » (ADEME, 2017, p. 14).

En complément des mesures et des modèles, il est également possible d'utiliser des indicateurs, tels que le score ICU, l'UTCI, le LCZ (détaillés dans le rapport complet) afin de localiser et d'évaluer les lieux particulièrement sensibles à la surchauffe urbaine. (Ecole des Ingénieurs de la Ville de Paris Génie urbain, 2019; Papin, 2017)

En parallèle des mesures fixes et mobiles, des modèles et des indicateurs, il est également possible de réaliser des observations des comportements, des entretiens, des enquêtes, des questionnaires ou des micros-trottoirs par exemple. (ADEME, 2017; Cerema, 2020; Hassani & Drogue, 2020)

Cette approche plus qualitative permet d'étudier le ressenti thermique des usagers, les usages formels et informels qu'ils adoptent, ce qu'ils attendent d'un espace et quels sont leurs besoins. (ADEME, 2017; Cerema, 2020) L'obtention de ces informations a également pour objectif de permettre aux aménageurs « d'évaluer la perception des ICU par les usagers, leur degré d'intégration dans les projets d'aménagement urbain et dans les stratégies d'adaptation au changement climatique » (Hassani & Drogue, 2020, p. 3), mais aussi de mobiliser et sensibiliser la population à l'enjeu majeur qu'est la surchauffe urbaine. (ADEME, 2017; Cerema, 2020) Cette approche qualitative peut, par exemple, être associée à la typologie des usagers et à leur vulnérabilité afin d'avoir des informations plus complètes. Il semble intéressant de réaliser des enquêtes auprès des usagers à différents moments de l'année de manière à pouvoir étudier l'influence de la saisonnalité et des activités sur le ressenti thermique et les usages de l'espace public. En effet, en période estivale, en période caniculaire et en période scolaire, les personnes qui fréquentent les lieux et les activités qui y sont réalisées ne sont pas les mêmes. (Cerema, 2020) L'un des avantages de ces études avec une approche qualitative est qu'elles permettent de mieux connaître les micros-comportements des usagers engendrés par la chaleur. (Cerema, 2020)

Il n'existe pas d'outils de mesure généralisables à l'ensemble des projets et des territoires. Il y a une certaine complémentarité entre l'ensemble des mesures réalisables, que sont : les mesures fixes, les mesures mobiles, les approches qualitatives, les modèles et les indicateurs. Par exemple, les mesures fixes permettent d'obtenir des données « plus précises et approfondies dans le temps » et les mesures mobiles permettent de les obtenir de façon plus exacte dans l'espace. (Cerema, 2020, p. 49)

Le choix des outils de mesure doit alors être en corrélation avec le territoire étudié, ce que l'on souhaite mettre en évidence et les moyens mis en œuvre, au risque d'être « confrontées à une inadéquation des méthodes utilisées par rapport aux enjeux et attentes opérationnelles » (Bouchet-Blancou, 2022, p. 274). Il est indispensable de choisir une méthode de diagnostic adaptée à chaque territoire et à chaque besoin (ADEME, 2017; Marry et al., 2020).

Afin de réduire les impacts que la surchauffe urbaine engendre, différents aménagements favorisant le rafraîchissement en milieu urbain peuvent être mis en place. Ces aménagements sont classés selon trois catégories : les solutions vertes, les solutions grises et les solutions douces. (voir Figure 2) (ADEME, 2021; Marry et al., 2020)

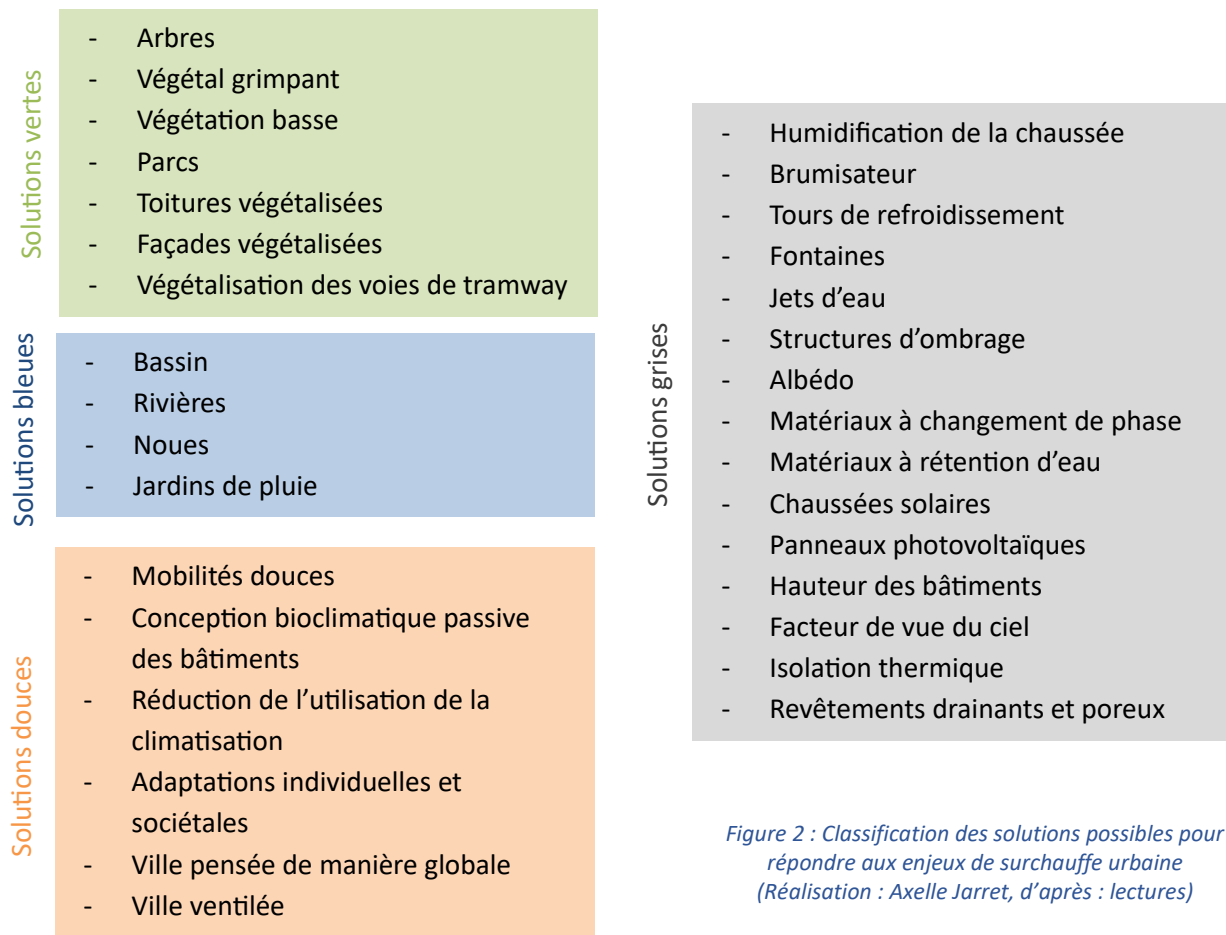


Figure 2 : Classification des solutions possibles pour répondre aux enjeux de surchauffe urbaine (Réalisation : Axelle Jarret, d'après : lectures)

Ci-dessus (figure 2), quelques solutions permettant de pallier les effets de la surchauffe urbaine. Néanmoins, il n'existe pas de solution unique pour tous les espaces, il est essentiel d'adapter les solutions à chaque site en fonction des besoins, du micro-climat, de l'orientation des bâtiments, de leur hauteur, de la végétation, de la direction des vents forts, etc. Par exemple, changer l'albédo d'une façade « n'aura aucun impact si les rues sont étroites et bordées de bâtiments très hauts » (Marry et al., 2020, p. 76).

Il est donc capital de mettre en place une « stratégie d'adaptation "multi-thématique" et "multi-acteur" en visant l'apport, par cette démarche, de nombreux co-bénéfices » (Droque et al., 2023, p. 9). Il faut avoir une approche bioclimatique en combinant l'orientation des bâtiments, les solutions vertes, grises et douces (Hidalgo et al., 2019, p. 42).

Ceci est un résumé de ce qu'est la surchauffe urbaine, l'intégralité de l'état de l'art se trouve dans le rapport complet.

1.2.2. La ville de Clermont-Ferrand

Situé dans la région Auvergne-Rhône-Alpes, dans le département du Puy-de-Dôme, la ville de Clermont-Ferrand chef-lieu du département se trouve entre le parc naturel régional des Volcans d'Auvergne et le parc naturel régional du Livradois-Forez. (voir Figures 3 et 4) Se trouvant à une altitude moyenne de 358 mètres, Clermont-Ferrand est « un pôle majeur pour les déplacements Nord/Sud (Paris/Montpellier) et Ouest/Est (Bordeaux/Lyon) ». (Ville de Clermont-Ferrand, 2016, p. 7)



Figure 4 : Carte administrative de la France (Source : regions-et-departements.fr, 2024)



Figure 3 : Ville de Clermont-Ferrand située entre le parc naturel régional des Volcans d'Auvergne et le parc naturel régional du Livradois-Forez (Source : Google 2024)

Localisé aux pieds de la Chaîne des Puys, de la faille de la Limagne et à proximité de l'Allier, la ville de Clermont-Ferrand est connue pour sa cathédrale noire et ses façades sombres. En effet, la ville et plus particulièrement le centre-ville a été bâti avec une pierre noire, appelée la trachyandésite provenant de la lave issue des coulées de lave du Puy de la Nugère qui ont eu lieu par le passé. (voir Figures 5 et 6)

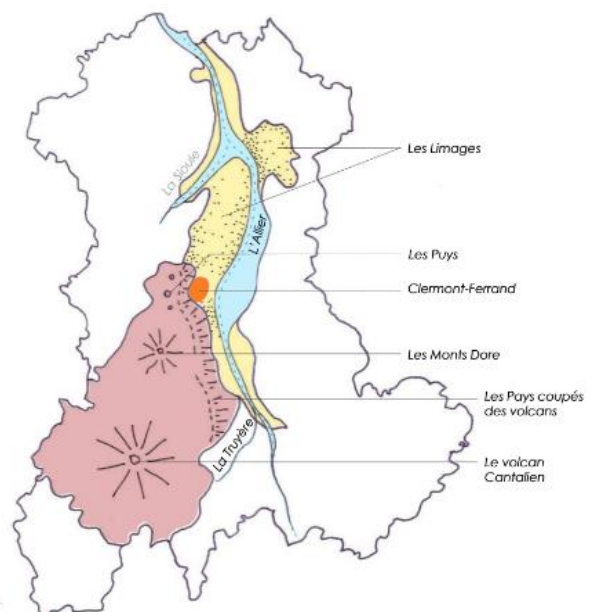


Figure 5 : Schéma des régions naturelles de Clermont-Ferrand (Source : Ville de Clermont-Ferrand, 2016)

Figure 6 : Cathédrale de
Clermont-Ferrand (Source : Richard BRUNEL)



Climat :

De par sa topographie, la Chaîne des Puys à l'ouest, le Plateau de Gergovie au sud et les Côtes de Clermont et le Puy de Chanturgue au nord, Clermont-Ferrand forme une demi-cuvette, ce qui « lui confère un climat de type semi-continental caractérisé par des hivers froids, des étés chauds et orageux et des amplitudes thermiques élevées » (Métropole Clermont Auvergne, 2023).

Selon la classification de Köppen-Geiger, le climat entre 1980 et 2016 à Clermont-Ferrand qui était plutôt un « climat tempéré chaud sans saison sèche et à été tempéré » pourrait devenir un « climat tempéré chaud sans saison sèche et à été chaud » voir même un « climat semi-aride froid » à l'horizon 2071-2100 si aucun changement en faveur du climat n'est adopté. (ADEME, 2021) (voir Figure 7)

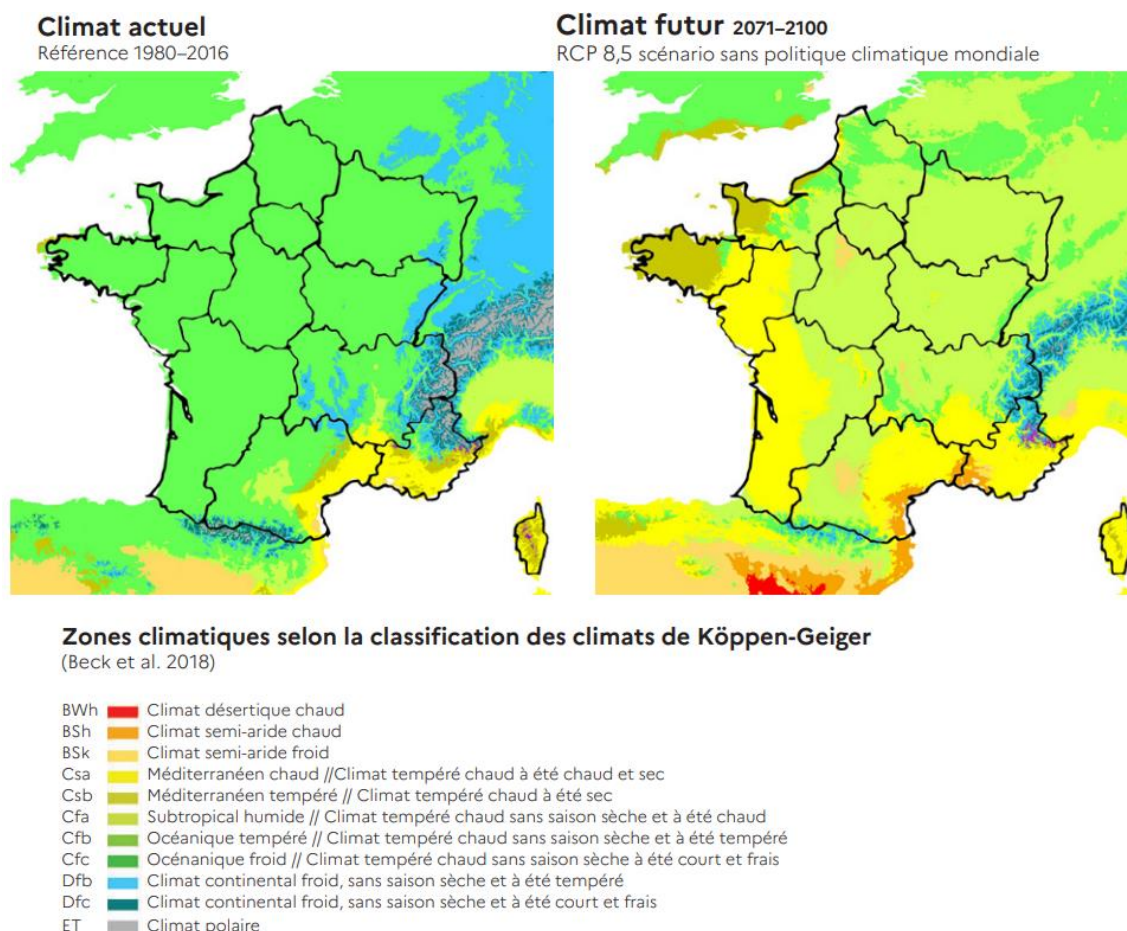


Figure 7 : Evolution du climat français (Source : ADEME, 2021)

Population :

Parmi les 662 285 habitants en 2021 du département du Puy-de-Dôme, la ville de Clermont-Ferrand avec 147 327 habitants regroupe environ 22 % de la population du département. Clermont Auvergne Métropole (CAM) composé de 21 communes, abritait en 2021, 295 787 habitants ce qui représentait environ 47 % des Puydômois. Cette valeur met en évidence l'importance de la métropole clermontoise dans la dynamique du département. (Insee, 2024) (voir Tableau 1 et Figure 8)

Tableau 1 : Population des communes se trouvant au sein de la CAM en 2021
(Réalisation : Axelle Jarret ;
Source : Insee, 2024)

Communes de la métropole clermontoise	Nombre d'habitant en 2021
Aubière	10 211
Aulnat	4 115
Blanzat	3 762
Beaumont	10 650
Cébazat	8 946
Ceyrat	6 373
Chamalières	17 454
Châteaugay	3 096
Clermont-Ferrand	147 327
Cournon d'Auvergne	20 193
Durtol	2 015
Gerzat	10 258
Le Cendre	5 494
Lempdes	8 663
Nohanent	2 249
Orcines	3 566
Pont-du-Château	12 459
Pérignat-Lès-Sarliève	2 801
Royat	4 403
Romagnat	7 869
Saint-Genès-Champanelle	3 883

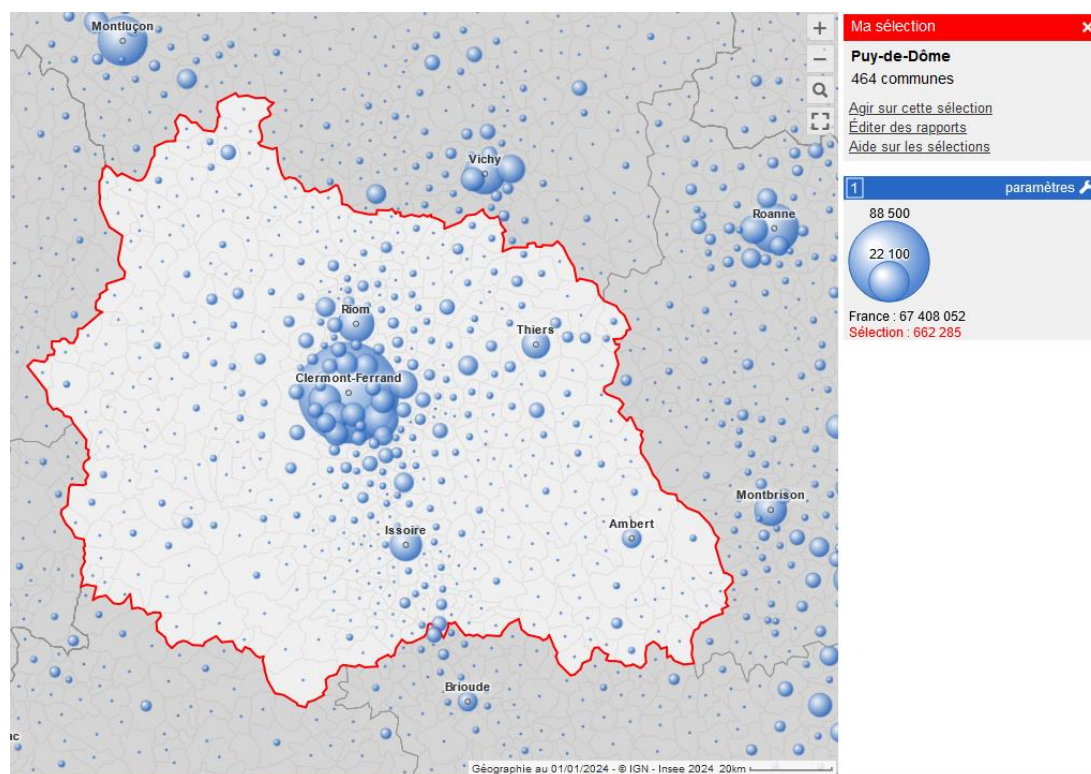


Figure 8 : Répartition de la population au sein des communes du département du Puy-de-Dôme en 2021
(Source : Insee, 2024)

1.2.3. Le projet InspiRe

Le Projet InspiRe est un projet d'aménagement linéaire d'envergure au sein de la métropole clermontoise. Il fait suite aux ambitions de la métropole, bâtir une « métropole harmonieuse, durable, apaisée : une métropole d'équilibre » (Clermont Auvergne Métropole & SMTC-AC, 2022, Comm. Pers.) et également aux orientations du plan de déplacement urbain (PDU) de 2019 visant « une métamorphose des mobilités sur le territoire, avec la mise en œuvre d'un schéma cyclable, d'un accroissement de la place dédiée aux piétons, la réduction du stationnement en voirie, le renforcement de l'intermodalité, la création de parcs relais à l'échelle de la Métropole et la réorganisation du réseau de transport en commun articulée autour de trois puis quatre lignes fortes » (Clermont Auvergne Métropole & SMTC-AC, 2022, Comm. Pers.).

Le projet InspiRe, dont les concertations ont débuté en 2021 afin de définir ce dernier et de cibler les attendus des citoyens et des élus, s'inscrit « dans une stratégie territoriale de transformation de la ville, réfléchi à l'échelle métropolitaine » (Clermont Auvergne Métropole & SMTC-AC, 2022, Comm. Pers.). Des études d'impact ont également été menées. En 2022, suite à une enquête publique et un avis favorable de la commission d'enquête, le projet a été déclaré d'utilité publique.

En 2023, les travaux préparatoires ont commencé, avec notamment la réalisation de fouilles archéologiques, le dévoiement des réseaux, la préparation de « la mise en service du réseau de bus "travaux" ». (Clermont Auvergne Métropole & SMTC-AC, s. d.)

En 2024, les premiers travaux d'aménagements ont débuté. La mise en service du réseau principal est prévue pour fin 2025. Par la suite, l'ensemble des tronçons et des aménagements devraient être terminés progressivement d'ici mi-2027. (voir Figure 9)



Figure 9 : Frise chronologique du projet InspiRe (Source : Clermont Auvergne Métropole & SMTC-AC)

InspiRe est un projet qui s'élève à 325 millions d'euros. Il est financé à 59 % par le Syndicat Mixte des Transports en Commun de l'Agglomération Clermontoise (SMTC-AC) et à 41 % par Clermont Auvergne Métropole (CAM). (Clermont Auvergne Métropole & SMTC-AC, s. d.)

Suite à l'élaboration de conventions entre la CAM et le SMTC-AC, le SMTC-AC, qui est l'autorité organisatrice de la mobilité (AOM) au niveau de la métropole de Clermont, assure la maîtrise d'ouvrage unique pour le compte de la CAM du projet InspiRe.

Le projet InspiRe est un projet ambitieux composé de : (voir Figure 10) (Clermont Auvergne Métropole & SMTC-AC, 2022, Comm. Pers.)

- La création de **deux lignes de bus à haut niveau de service (BHNS)**, les lignes B et C, traversant d'ouest en est la métropole avec des bus à propulsion 100 % électrique,
- La **restructuration du réseau de bus** et l'**augmentation de l'offre** disponible,

- La création de **nouveaux itinéraires cyclables**,
- La mise en place d'**aménagements urbains** associés à la création des lignes de bus et des voies cyclables afin de favoriser les mobilités douces (piétons et cyclistes) et d'améliorer le confort urbain,
- La **création de lieux d'intensités** définis au préalable par leur « situation urbaine singulière et multifonctionnelle (pôles d'échanges, densité d'équipements publics, forte fréquentation, ...) et une nécessité de requalification paysagère »,
- Une « **requalification de façade à façade** de l'espace urbain » au niveau du projet des deux lignes BHNS,
- « L'**implantation d'un centre d'exploitation et de maintenance (CEM)** sur la commune de Cournon-d'Auvergne sur le secteur dit "Pointe de Cournon". Doté d'une centrale photovoltaïque dont la capacité de production annuelle devrait permettre de couvrir 100 % des besoins des deux lignes, le nouveau CEM constitue un outil majeur pour atteindre les ambitions de développement durable du projet »,
- La **création de parking relais, P+R**, en périphérie du centre-ville et dans les communes de la métropole,
- L'**acquisition de nouveau matériel roulant** composé de 40 bus à motorisation 100 % électrique.

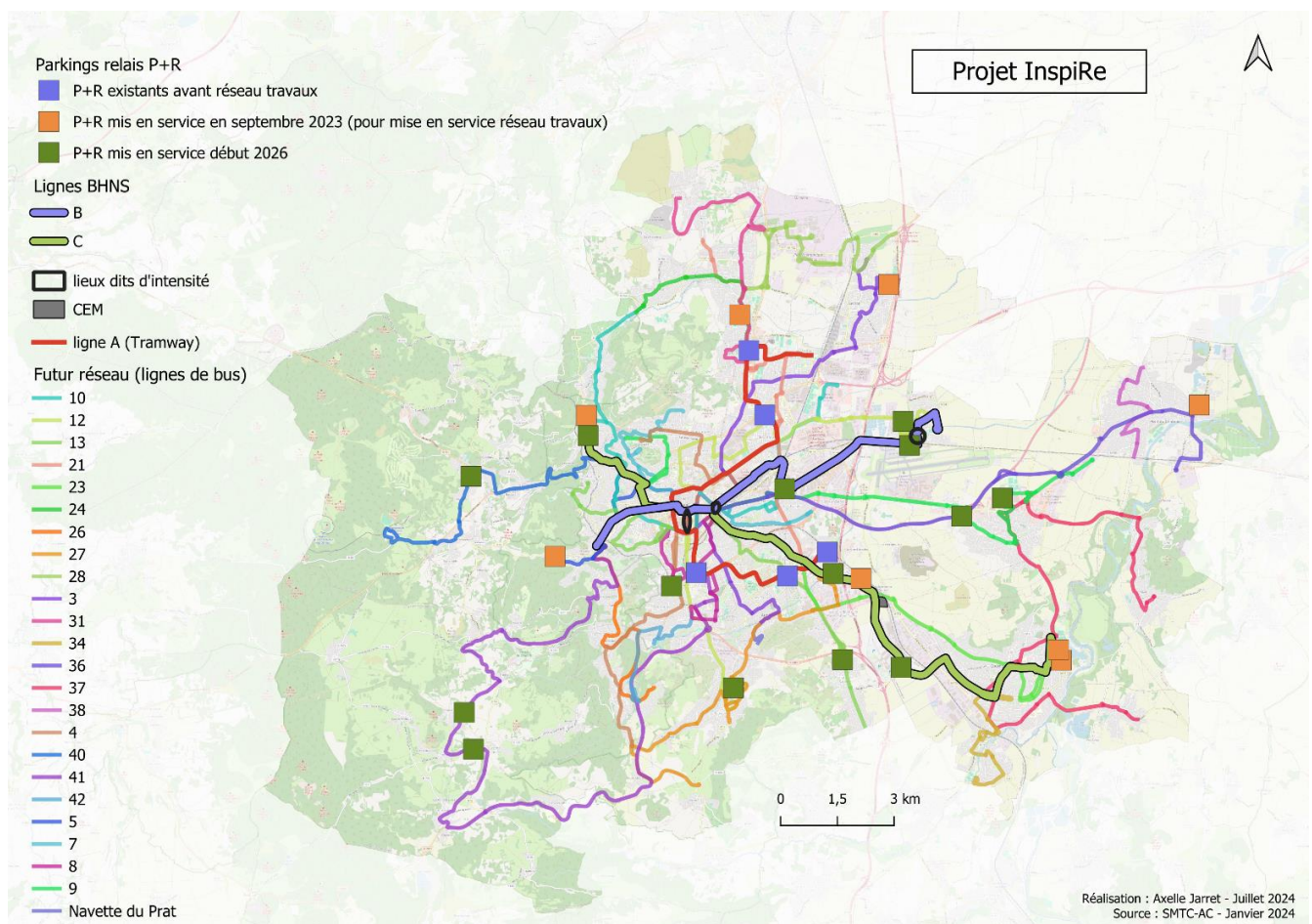


Figure 10 : Visualisation cartographique du projet InspiRe (Réalisation : Axelle Jarret - Juillet 2024 ; Source : SMTAC-AC, 2024)

Le projet InspiRe est un projet de mobilité qui a pour objectif, de **faciliter l'accès au centre-ville**, d'**améliorer les fréquences de circulation des transports en commun**, d'**étendre le réseau** de ce dernier, de mettre en place des aménagements afin de **favoriser les modes doux** (piétons, cyclistes), d'**améliorer « les déplacements des personnes à mobilité réduite »**, mais pas seulement. L'ensemble de ces aménagements s'inscrivent dans un « développement métropolitain durable » en créant « **une nouvelle centralité métropolitaine autour de "l'entre-2-villes"** », en facilitant « **l'accès pour tous à l'emploi, à la formation, à la culture et aux loisirs** », en augmentant la place de la végétation au sein de la ville ce qui rend **le paysage urbain** plus agréable, en réduisant **les « nuisances acoustiques liées au trafic routier »**, **améliorant ainsi la qualité de l'air**. (Clermont Auvergne Métropole & SMTAC, 2022, Comm. Pers.) De plus, ce projet vise à créer du lien au sein de l'ensemble de la métropole en reliant en transport en commun les extrémités de cette dernière avec le centre-ville, et ce, malgré la présence de l'autoroute A75 qui « coupe » la métropole et créer une discontinuité. Enfin, ces aménagements ont pour intention plus lointaine de permettre à la métropole de continuer de s'étendre tout en proposant un système de transport en commun performant afin de limiter l'utilisation de la voiture individuelle. (S. Panin, communication personnelle, 25 juillet 2024)

1.2.4. Le cas spécifique des Allées du Cardo, un lieu dit « d'intensité »

Au cours de ce stage, l'étude de la surchauffe urbaine est ciblée sur le secteur place Renoux, rue Ballainvilliers, rue Maréchal Joffre et avenue Vercingétorix dont l'abréviation est RBJV et qui est également appelé les « Allées du Cardo ». (voir Figure 11)

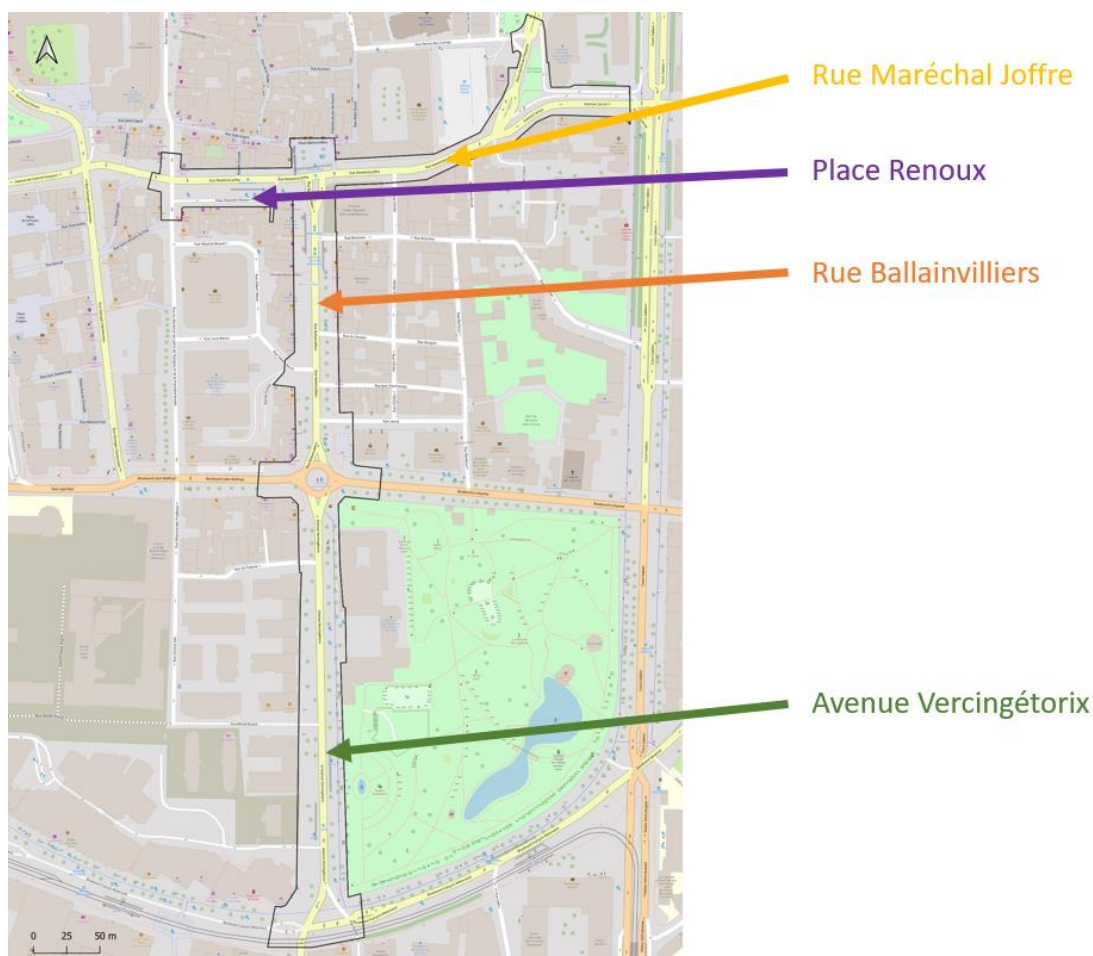


Figure 11 : Délimitation des Allées du Cardo (Réalisation : Axelle Jarret - Juillet 2024 ; Source : OSM)

Ce secteur a été renommé « Allées du Cardo » afin de faire référence au « *cardo decumanus* romain » de Clermont, avec le *cardo* étant l'axe nord-sud principal des cités antiques, qui semble actuellement à Clermont-Ferrand être l'axe Ballainvilliers – Vercingétorix et le *decumanus J*, un axe ouest-est croisant le *cardo maximus*, situé approximativement à la suite de fouilles archéologiques au niveau des boulevards Léon Malfreyt et Lafayette. (Alfonso, 2023) (voir Annexe 1)

Les Allées du Cardo sont alors un espace important situé au niveau des portes de l'ancien centre historique de la vieille ville de Clermont. (voir Annexe 2) (SMTAC-AC et al., 2024, Comm. Pers.). À l'époque, les allées étaient déjà un lieu majeur de la ville où s'y trouvaient notamment un collège Jésuite, une halle aux blés, une « pyramide » (voir Annexe 3). (Clermont Auvergne Métropole et al., s. d., Comm. Pers.)

Aujourd'hui encore, ce secteur fait partie du cœur culturel de la ville, avec la présence du Conservatoire, du FRAC Auvergne (Fonds Régional d'Art Contemporain Auvergne), du musée Bargoin, et du jardin Lecoq. Des commerces, des services publics, mais également des lieux de restauration (bar, café, restaurant) jonchent les allées. Des lieux d'enseignements se trouvent également à proximité. Tous ces éléments font des Allées du Cardo un axe important de la ville, c'est un lieu multifonctionnel où culture, commerce, et enseignement se confondent. (voir Figure 12) Néanmoins, avant que le projet ne soit mis en œuvre, les allées étaient principalement dédiées à la voiture, à sa circulation et à son stationnement. (Clermont Auvergne Métropole et al., s. d., Comm. Pers.)



Figure 12 : Les Allées du Cardo, un secteur multifonctionnel (Source : Clermont Auvergne Métropole et al., s. d., Comm. Pers.)

La requalification des Allées du Cardo, un « axe privilégié d'accès au cœur historique » de Clermont-Ferrand qui est emprunté par « une majorité d'habitants et d'actifs de la métropole, ainsi que de nombreux clients de commerces, notamment les touristes, les acteurs culturels et les étudiants » (Clermont Auvergne Métropole et al., s. d., p. 7, Comm. Pers.) aura pour objectif de **créer un lieu « démonstrateur de la ville durable de demain dans ses dimensions économiques et sociales »**, mais également un lieu « **démonstrateur dans ses dimensions environnementales notamment au travers de l'ambition de réduire le phénomène d'îlot de chaleur urbain** » (Clermont Auvergne Métropole et al., s. d., p. 8, Comm. Pers.).

1.2.5. Un site particulièrement sensible à la surchauffe urbaine

Les Allées du Cardo sont favorables à la surchauffe urbaine. En effet, elles ont une morphologie de type avenue canyon¹ et rue régulière², ce qui a tendance à favoriser l'accumulation de polluants atmosphériques, à accentuer « le phénomène d'îlot de chaleur urbain par manque de ventilation et est favorable à l'amplification du bruit par réverbération sur les façades des bâtiments » (Direction régionale et interdépartementale de l'Environnement, de l'Aménagement et des Transports d'Île-de-France, 2021, p. 15).

De plus, au niveau des allées, la voiture occupe une place primordiale, avec des voies de circulation à double sens très empruntées (voir Annexe 4), et de très nombreuses places de stationnement (222 places de stationnement) (ALTO STEP et al., 2022, Comm. Pers.; Clermont Auvergne Métropole et al., 2024). Les surfaces sont très minéralisées et la végétation y est peu présente, se trouve uniquement trois alignements d'arbres au niveau de l'avenue Vercingétorix et deux au niveau de la rue Ballainvilliers, et il n'y a pas de strate végétale basse. (voir Annexe 5)

Cette forte minéralité est notamment visible avec le score ICU qui est relativement élevé (de 0,8), révélant un phénomène d'ICU au niveau des allées et de la métropole clermontoise en général, comme le montre les Figures 13 et 14.

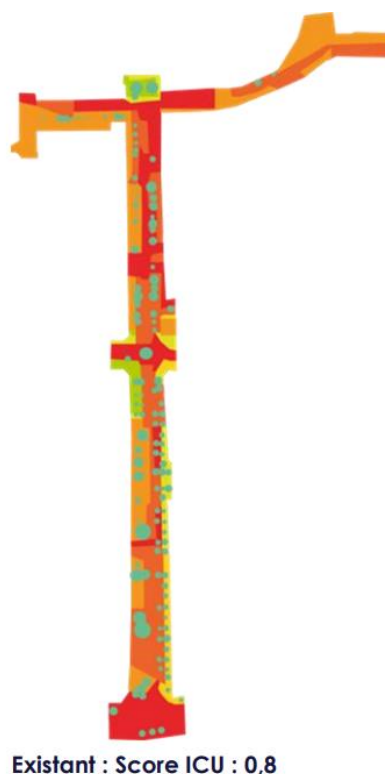


Figure 13 : Score ICU des Allées du Cardo avant travaux (Source : ALTO STEP et al., 2022, Comm. Pers.)

¹ **Avenue canyon** : quand la largeur de la rue est au moins deux fois plus grande que la hauteur des bâtiments. (Mballo, 2022)

² **Rue régulière** : quand la hauteur des bâtiments est similaire à la largeur de la rue. (Mballo, 2022)

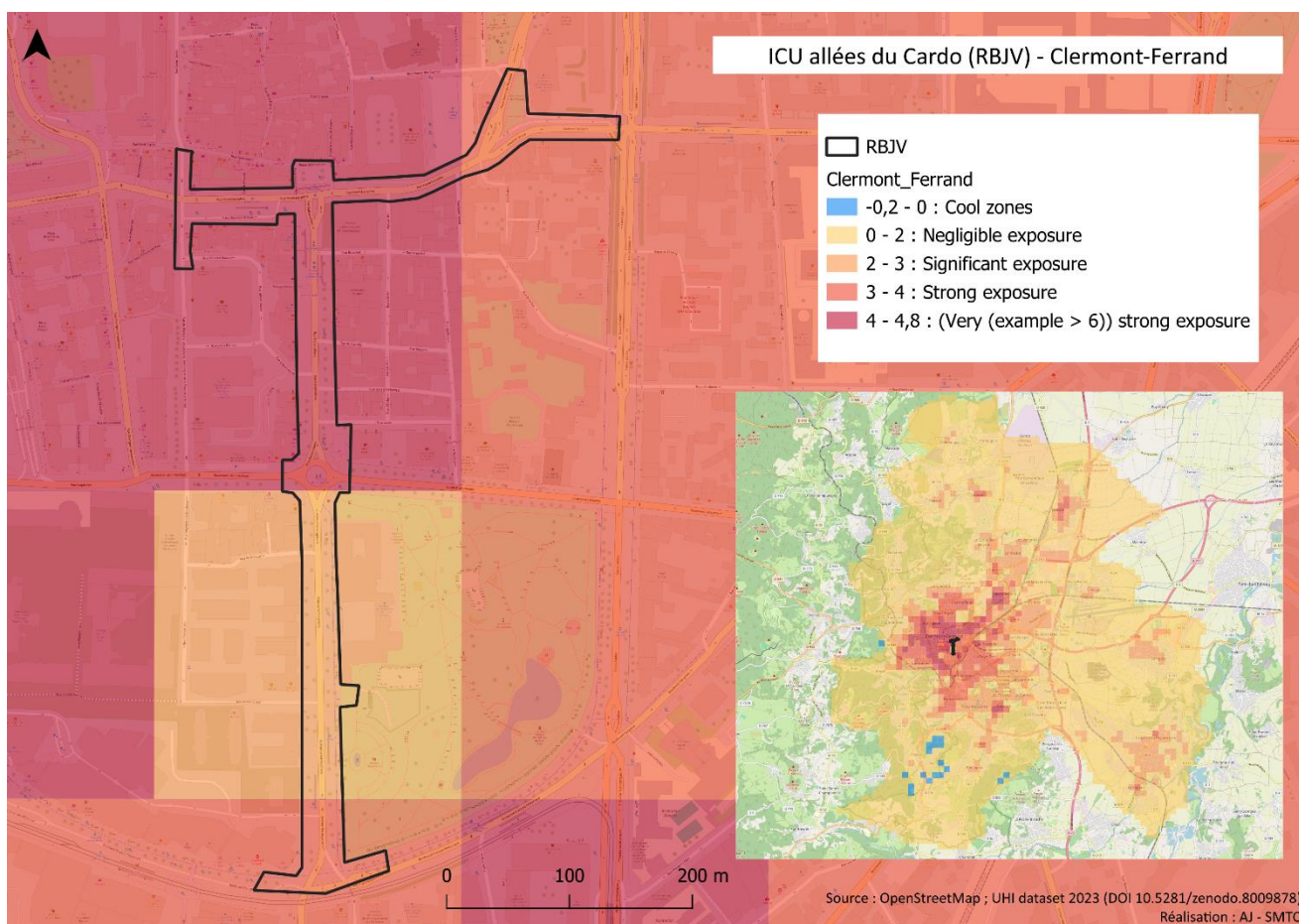


Figure 14 : ICU au niveau des Allées du Cardo et de Clermont-Ferrand (Réalisation : Axelle Jarret - Mai 2024)

Également, l'axe Vercingétorix-Ballainvilliers étant un axe avec du dénivelé, passant de 382 mètres d'altitude en bas de l'Avenue Vercingétorix (point n°1 sur l'Annexe 6) à 408 mètres d'altitude en haut de la rue Ballainvilliers (point n°2 sur l'Annexe 6). Cette différence d'altitude associée à une strate arborée et végétale peu présente et une minéralité importante participe à l'inconfort thermique qui peut être ressenti par les usagers.

Les allées du Cardo se trouvent à proximité du Jardin Lecoq, un jardin de 5 hectares, qualifié comme « le poumon vert du centre de Clermont-Ferrand » (Ville de Clermont Ferrand, 2024) (voir Annexe 7). Ce dernier joue un rôle d'îlot de fraîcheur à proximité des allées du Cardo permettant aux usagers d'avoir accès à un espace végétalisé avec un point d'eau, limitant ainsi les effets de surchauffe urbaine à cet endroit. Néanmoins la minéralité des allées du Cardo, notamment dans sa partie haute, est favorable à la surchauffe urbaine. (voir Annexes 8 et 9)

1.2.6. Le projet de restructuration des Allées du Cardo

Les aménagements mis en place au niveau des Allées du Cardo ont été pensés par le paysagiste, Emmanuel Jalbert (SMTC-AC & Clermont Auvergne Métropole, s. d.). Le projet étant de faire des Allées du Cardo un lieu dit « d'intensité », il restructure complètement les allées.

1.2.6.1. Des mobilités repensées

Les mobilités ont notamment été repensées, la voiture qui occupait une place principale, va avec le projet occuper une place moindre, pour laisser place aux transports en commun et aux modes de déplacements doux, piétons et vélo.

Également, le nombre de places de stationnement public va diminuer drastiquement passant de 222 places à 20 places. Néanmoins, le nombre de place PMR est conservé avant et après projet. (ALTO STEP et al., 2022, Comm. Pers.)

Les allées, qui étaient une zone limitée à 30 km/h, vont passer sur certaines portions à une Zone à Trafic Limité (ZTL) afin de limiter le trafic à ces endroits aux bus et aux véhicules autorisés. (ALTO STEP et al., 2022, Comm. Pers.)

1.2.6.2. Une gestion intégrée de l'eau de pluie

Actuellement, les eaux pluviales du site sont acheminées dans un réseau de type unitaire. C'est pourquoi, le projet aura alors pour objectif de favoriser la gestion intégrée des eaux de pluie. Cela sera possible avec la mise en place de noues à redans, de tranchées drainantes, et de fosses d'arbre en terre-pierre dites fosses de Stockholm. (voir Annexe 10) (SMTC-AC, Clermont Auvergne Métropole, & ALTO STEP, 2023, Comm. Pers.)

Les redans au sein des noues permettent de créer des compartiments avec une légère pente, ce qui favorise la décantation et l'infiltration « malgré le dénivelé important du site », et prévient « du risque de ravinement en fond de noue » (SMTC-AC et al., 2023, Comm. Pers.).

Les noues à redans et les fosses d'arbres auront pour vocation de collecter et stocker la majorité des eaux de ruissellement, réduisant ainsi les risques d'inondation. De plus, elles vont permettre aux eaux pluviales de s'infiltrer dans les premières couches du sol, ce qui est bénéfique pour la végétation. Les fosses de Stockholm favoriseront également « les échanges gazeux entre le sol et la surface » (SMTC-AC et al., 2023, Comm. Pers.), néanmoins, elles pourront être mises en place uniquement au niveau des zones où le trafic est faible, soit au niveau des trottoirs et des pistes cyclables. (SMTC-AC, Clermont Auvergne Métropole, & ALTO STEP, Comm. Pers.)

1.2.6.3. Une végétation plus présente

La végétation sera également plus présente, 173 arbres seront plantés au niveau des allées et une strate basse sera également mise en place, participant à la désimperméabilisation des allées. (voir Annexe 11) (SMTC-AC, s. d., Comm. Pers.)

Le choix des essences d'arbre a été fait de sorte que ces dernières soient les plus adaptées possible aux conditions urbaines contraignantes telles que les fortes chaleurs, la sécheresse, la pollution atmosphérique. Il fallait aussi que le système racinaire des espèces végétales choisies ne soit pas trop imposant afin d'« éviter le déchaussement des revêtements et des bordures » (Clermont Auvergne Métropole & SMTC-AC, 2022, Comm. Pers.), mais également qu'elles fournissent une ombre signifiante, et qu'elles soient les moins allergènes possibles. Au niveau des Allées du Cardo, à la suite du projet, il y aura plus de 20 essences d'arbres différentes. (voir Annexe 12) (Clermont Auvergne Métropole & SMTC-AC, 2022, Comm. Pers.; SMTC-AC, Clermont Auvergne Métropole, Groupement In Situ, et al., 2023, Comm. Pers.)

À l'échelle du projet et également sur le secteur du Cardo, les arbres qui étaient en bonne santé et qui ne dérangaient pas pour réaliser les travaux ont été conservés, ceux qui étaient malades ont été coupés, et ceux qui étaient en bonne santé mais qui ne pouvaient être gardés en raison des aménagements ont été transplantés dans le jardin Lecoq par exemple.

En bilan, il y aura, 86 arbres conservés, 49 arbres abattus, 8 arbres transplantés et 173 arbres nouvellement plantés, soit un total de **259 arbres** au niveau des Allées du Cardo (SMTC-AC, s. d. , Comm. Pers.).

1.2.6.4. Des revêtements de surfaces plus adaptés

Les revêtements des chaussées et des trottoirs vont être changés afin de remplacer le bitume actuel par des surfaces ayant un albédo plus élevé, et qui auront donc moins tendance à stocker la chaleur.

Différents matériaux ont été choisis en fonction des endroits où ils se trouvent. Afin de conserver l'identité et l'ADN de la ville de Clermont-Ferrand, le choix de ces derniers a dû être validé par les architectes des bâtiments de France. On retrouve notamment : de la pierre de lave, du granit clair, du béton foncé, du béton clair, etc. (voir Annexe 13) (SMTC-AC et al., 2024, Comm. Pers.)

Le projet visant à créer une harmonie au niveau des lieux dits « d'intensité » et des lignes de BHNS, il comprend aussi une requalification de façade à façade, avec l'installation de margelles similaires devant les commerces, la mise en place de mobiliers urbains (bancs, chaises, abris bus), d'une fontaine de pierres moussue, créant ainsi un cadre agréable pour les usagers. (voir Figure 15)



Figure 15 : Visualisation avant/après la réalisation du projet InspiRe au niveau des Allées du Cardo
(Source : SMTC-AC & Clermont Auvergne Métropole, s. d.)

Afin de mieux se projeter et de visualiser les aménagements futurs, une maquette 3D du projet est disponible à l'adresse suivante : <https://inspire-clermontmetropole.fr/maquette-3d/>

2. Démarches adoptées pour évaluer la surchauffe urbaine

2.1. Des mesures de confort thermique

Les problématiques de prise en compte de l'environnement et de la surchauffe urbaine étant au cœur du projet, le SMTC-AC et la CAM ont fait appel à un assistant à maîtrise d'ouvrage développement durable (AMO DD ou AMOE) qui est, le bureau d'étude TRIBU basé à Lyon.

En tant qu'assistant à maîtrise d'ouvrage, TRIBU « assure le rôle de prestataire conseil du maître d'ouvrage sur l'ensemble des enjeux développement durable du projet ainsi que le rôle de coordonnateur environnemental » (SMTC-AC et al., 2022, Comm. Pers.).

L'une de ses missions est de réaliser des mesures de températures afin d'évaluer la surchauffe urbaine au niveau des Allées du Cardo. Deux campagnes de mesures ont lieu en parallèles, une campagne évaluant le confort thermique de l'existant et une campagne d'analyse de la contribution à l'îlot de chaleur urbain de l'existant. Dans le cadre de mon stage, j'ai eu la chance de pouvoir participer à l'élaboration de ces relevés de mesures.

La campagne de mesures de confort thermique s'est déroulée le mercredi 24 juillet 2024. Des mesures de température d'air, de température globe (rayonnement global), d'hygrométrie, de vitesse de vent et de température de surfaces ont été réalisées à l'aide d'un thermomètre à globe, d'un anémomètre, et d'une caméra thermique. (voir Figure 16) Ces mesures ont été répétées à plusieurs endroits afin de pouvoir cartographier le confort thermique. Sur le secteur des Allées du Cardo, 36 points de mesures ont été réalisés. (voir Annexe 14)

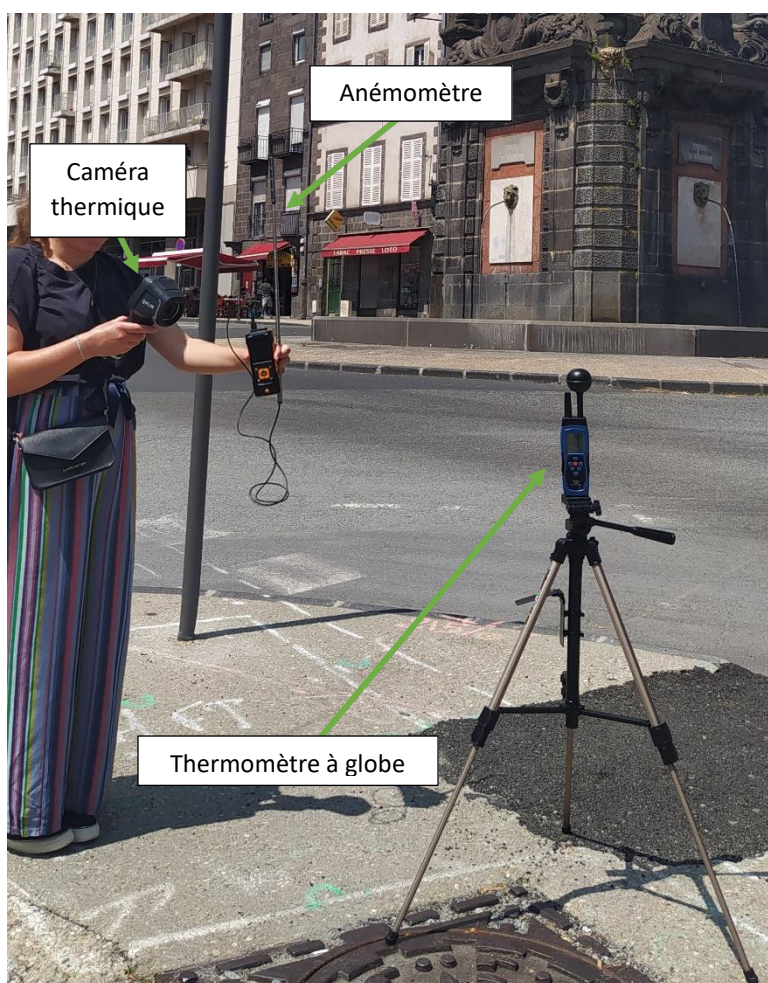


Figure 16 : Appareils de mesures utilisés lors de la campagne de mesures de confort thermique (Source : Héroïse Marie - Juillet 2024)

Par la suite, les valeurs obtenues vont être recalibrées afin de les homogénéiser, de faire en sorte qu'elles puissent être comparables entre elles. Notamment, l'heure à laquelle sont prises les mesures influence fortement les résultats, tout comme l'ensoleillement. Une fois recalibrées, il est possible de calculer l'indice de confort UTCI de façon plus précise.

Le bureau d'étude TRIBU se charge de faire l'analyse des données permettant d'obtenir l'indice de confort UTCI, qu'il croisera avec l'observation des usages. Les résultats obtenus seront ensuite transmis au SMTC-AC dans un rapport d'analyse de l'état initial.

Une campagne de mesures fixes a également été mise en place. Elle s'étend sur la période de juin à septembre. Cette campagne consiste à mesurer à l'aide de stations météorologiques la température d'air et l'hygrométrie sur une longue période. Les stations sont situées sur des mâts d'éclairage, déporté de plus de 30 centimètres de ces derniers grâce à des équerres en aluminium, à 3 mètres minimum du sol et à 3 mètres d'une façade de bâtiment. Ces dernières sont orientées sud. Pour le projet, deux stations ont été posées le 7 juin 2024, une in situ, au niveau de l'avenue Vercingétorix, et une qui sert de station témoin, dans la rue Maréchal de Lattre et de la 1ère armée, parallèle à l'axe Ballainvillers-Vercingétorix. (voir Annexe 15)

Le choix du positionnement des stations est important, c'est le lieu de mesure, il doit être le plus représentatif possible de la zone étudiée. Il faut également que ce soit un endroit où des aménagements vont être mis en place suite au projet, afin d'évaluer les biens faits ou non du projet sur l'ICU. C'est un choix multicritère, il faut en prendre en compte l'ensemble des paramètres environnants pour choisir l'emplacement le plus approprié.

Pour la station de référence, il fallait qu'elle soit positionnée dans une rue où aucun n'aménagement n'est prévu, même après la fin des travaux InspiRe, afin qu'elle puisse être repositionnée à cet emplacement pour les mesures qui auront lieu trois ou quatre ans après la livraison du projet. De plus, il était souhaitable que cela soit une rue qui soit orientée dans la même direction que l'axe Ballainvillers-Vercingétorix. (TRIBU, communication personnelle, 29 mai 2024)

Uniquement une station météorologique a été posée au niveau de RBJV, car plus on rajoute de station plus cela coûte cher, mais surtout, car le phénomène d'ICU est généralisable sur une distance de 200 mètres. Le site d'étude n'étant pas d'une taille très importante, mettre plusieurs stations météorologiques n'était pas forcément utile. (TRIBU, communication personnelle, 29 mai 2024)

Les données relevées seront par la suite analysées par le bureau d'étude TRIBU et tout comme pour les mesures mobiles, un rapport d'analyse de l'état initial sera fourni au SMTC-AC.

Les campagnes de l'état initial étant réalisées en phase travaux, il est possible que les résultats obtenus soient légèrement biaisés et qu'ils ne retranscrivent pas réellement le phénomène de surchauffe urbaine qui se trouvait au niveau des allées avant les travaux. Néanmoins, ces résultats seront tout de même exploitables.

Ces deux campagnes de mesures seront faites à nouveau une fois le projet terminé et de préférence trois à quatre ans après la fin de ce dernier afin de pouvoir évaluer et objectiver de manière quantitative les aménagements mis en place et de voir l'impact du projet sur la surchauffe urbaine. Il est important qu'il y ait un délai entre la fin des travaux et les campagnes de mesures afin de laisser le temps à la végétation de prendre sa place et d'offrir tous ces bénéfices (ombrage, évapotranspiration), mais également de laisser le temps aux nouveaux revêtements de prendre leur teinte définitive.

2.2. Des questionnaires

Afin d'objectiver les aménagements, et en complément des mesures réalisées par le bureau d'étude TRIBU, nous avons fait le choix de réaliser des questionnaires, permettant de mettre en évidence le ressenti thermique des usagers au niveau des Allées du Cardo et de montrer que c'est un secteur particulièrement chaud où des aménagements adaptés sont nécessaires.

Le questionnaire a été réalisé à l'aide de la trame de questionnaire fourni par le bureau d'étude TRIBU. J'ai par la suite modifié et adapté le questionnaire au site d'étude. Une première relecture a été réalisée par Stéphane Panin et une seconde par les médiateurs du projet qui ont l'habitude d'être sur le terrain au contact des usagers.

L'ensemble de ces relectures et les remarques et conseils, m'ont permis de produire un questionnaire optimisé, pas trop long et dont les réponses devaient être analysables.

Le questionnaire, que vous pouvez retrouver en Annexe 17, comporte 55 questions regroupées en 8 sections décrites ci-dessous :

1. Questions informatives
2. Ressenti instantané
3. Ressenti avant travaux – Faire appel à la mémoire
4. Activités
5. Habitat/Travail
6. Commerçants
7. Profil de la personne – Observation
8. Informations générales

En fonction des réponses données par les personnes interrogées, les questions posées étaient différentes et toutes les questions n'étaient pas posées.

Ces derniers ont été réalisés sur cinq jours, le 17 juillet entre 9 h et 16 h, le 19 juillet entre 9 h 30 et 15 h, le 23 juillet entre 9 h 50 et 16 h 30, le 31 juillet entre 9 h 20 et 12 h 20 et le 1^{er} août entre 10 h 20 et 14 h 20. Également deux questionnaires ont été réalisés le 13 et le 15 juillet. Lors de ces journées, la météo était relativement agréable et le ciel ensoleillé, même si parfois un peu nuageux. Le 31 juillet était une journée classée vigilance orange canicule.

Les questionnaires ont été réalisés auprès d'usagers de l'espace public, mais également à certains commerçants du secteur. Ils ont été posés spécifiquement au niveau du secteur des Allées du Cardo ou à proximité immédiate de ce secteur tel que dans l'enceinte du Jardin Lecoq. (voir Annexe 16)

Profil des personnes interrogées :

Le nombre de questionnaires réalisés s’élève à 170, 85 femmes et 85 hommes, ce qui est représentatif de la population française selon l’INSEE (voir Tableaux 2 et 3). Parmi les 170 enquêtés, 27 étaient des commerçants.

Tableau 2 : Nombre de personnes interrogées par genre et tranche d'âge lors des questionnaires
(Réalisation : Axelle Jarret - Août 2024)

Genre	Tranche d'âge	Nombre de passants interrogés		Nombre de commerçants interrogés	
Homme	0 - 29 ans	26	74	3	11
	30 - 59 ans	32		7	
	60 - 89 ans	16		1	
	90 ans ou plus	0		0	
Femme	0 - 29 ans	17	69	6	16
	30 - 59 ans	26		9	
	60 - 89 ans	26		1	
	90 ans ou plus	0		0	
Non binaire	0 - 29 ans	0	0	0	0
	30 - 59 ans	0		0	
	60 - 89 ans	0		0	
	90 ans ou plus	0		0	
Sous-total		143		27	
Total		170			

Tableau 3 : Comparaison du nombre de personnes interrogées lors des questionnaires et de la répartition de la population française selon l’INSEE, par genre et tranche d'âge (Réalisation : Axelle Jarret - Août 2024 ; Source : INSEE, estimations de population)

Genre	Tranche d'âge	Nombre de personnes interrogés		Répartition de la population française par tranche d'âge en 2024 selon l'INSEE (sur la base d'un total de 170 personnes)	
Homme	0 - 29 ans	29	85	30	82
	30 - 59 ans	39		31	
	60 - 89 ans	17		21	
	90 ans ou plus	0			
Femme	0 - 29 ans	23	85	29	88
	30 - 59 ans	35		33	
	60 - 89 ans	27		26	
	90 ans ou plus	0			

Analyse des questionnaires :

« Surchauffe urbaine » et « îlot de chaleur » :

44 % des usagers interrogés n'ont jamais entendu parler des termes « surchauffe urbaine » et « îlot de chaleur ». Parmi les interrogés, le terme « îlot de chaleur » est plus connu que le terme « surchauffe urbain », et uniquement 23 % des personnes connaissent les deux termes. (voir Figure 17)

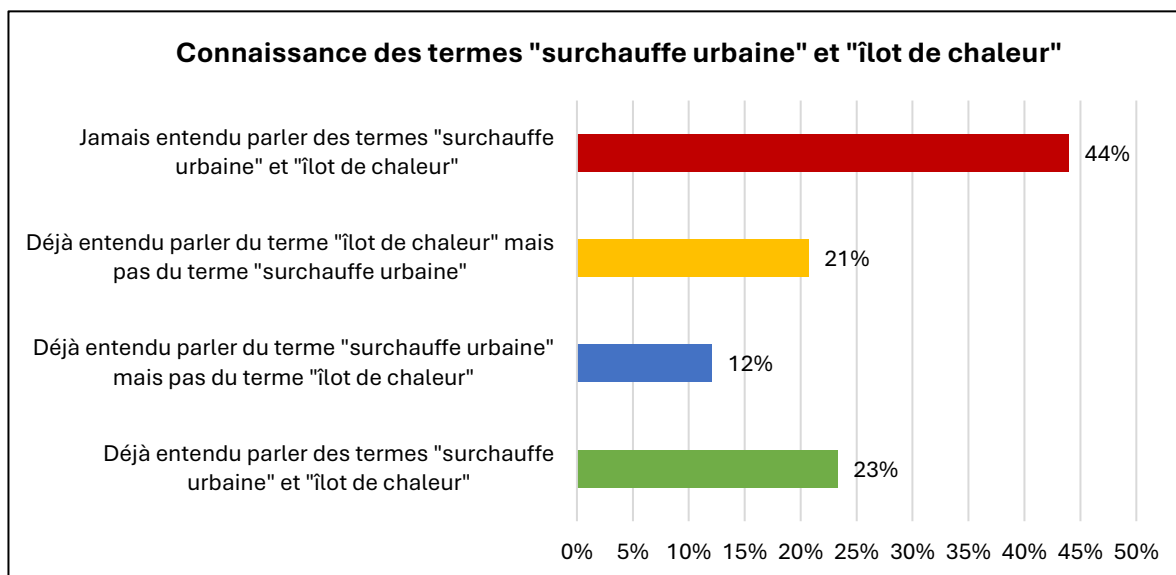


Figure 17 : Connaissance des termes "surchauffe urbaine" et "îlot de chaleur" (Réalisation : Axelle Jarret - Août 2024)

Les termes « surchauffe urbaine » et « îlot de chaleur » sont principalement entendus dans les médias, tels que les informations télévisées, la radio, la presse écrite, internet, mais également pour certains dans le cadre de leur étude. Deux personnes interrogées ont également précisé qu'elles en avaient entendu parler dans le cadre du projet InspiRe.

Cette question met en évidence qu'encore aujourd'hui, bien que la surchauffe urbaine soit un enjeu de santé publique, elle n'est pas connue par la majorité de la population.

Ressenti thermique lors de l'entretien :

Au niveau des Allées du Cardo lors des entretiens, 11 % des usagers se sentaient « très confortables », 49 % « confortables », 33 % « inconfortables », et 7 % « très inconfortables ». (voir Figure 18)

Comment vous sentez-vous maintenant en terme de confort thermique (chaleur) ?

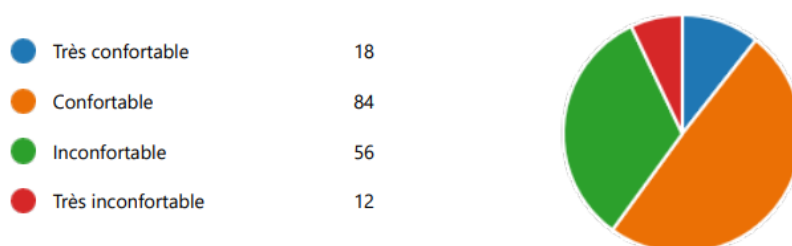


Figure 18 : Réponse à la question "Comment vous sentez-vous maintenant en termes de confort thermique (chaleur)" (les valeurs chiffrées représentent un nombre de personnes) (Réalisation : Axelle Jarret - Août 2024)

Parmi les personnes qui ont précisé qu'elles se sentaient très confortables, 6 % trouvent que la sensation de chaleur est extrême, 44 % que cette dernière est modérée et 50 % que c'est plutôt une sensation de fraîcheur. (voir Figure 19)

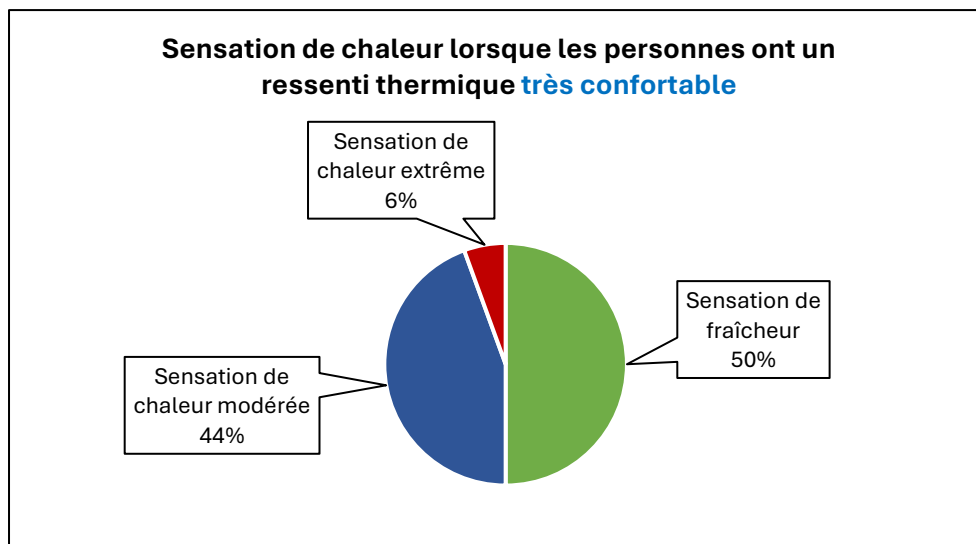


Figure 19 : Sensation de chaleur des personnes interrogées lorsqu'elles ont dit avoir un ressenti thermique "très confortable" (Réalisation : Axelle Jarret - Août 2024)

Parmi les personnes qui ont précisé qu'elles se sentaient confortables, 76 % trouvent que la sensation de chaleur est modérée et 24 % que c'est plutôt une sensation de fraîcheur. (voir Figure 20)

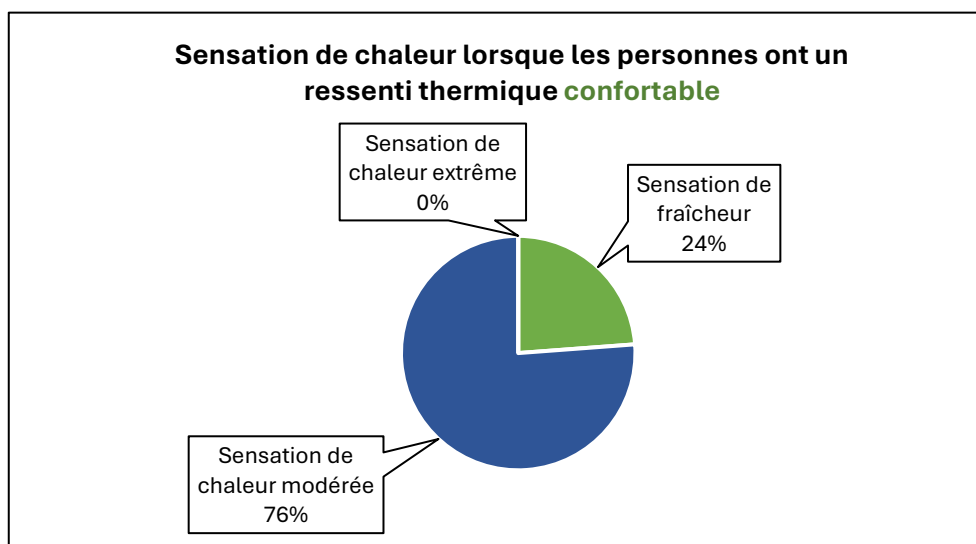


Figure 20 : Sensation de chaleur des personnes interrogées lorsqu'elles ont dit avoir un ressenti thermique "confortable" (Réalisation : Axelle Jarret - Août 2024)

Parmi les personnes qui ont précisé qu'elles se sentaient inconfortables, 80 % trouvent que la sensation de chaleur est modérée et 20 % que c'est plutôt une sensation de fraîcheur. (voir Figure 21)

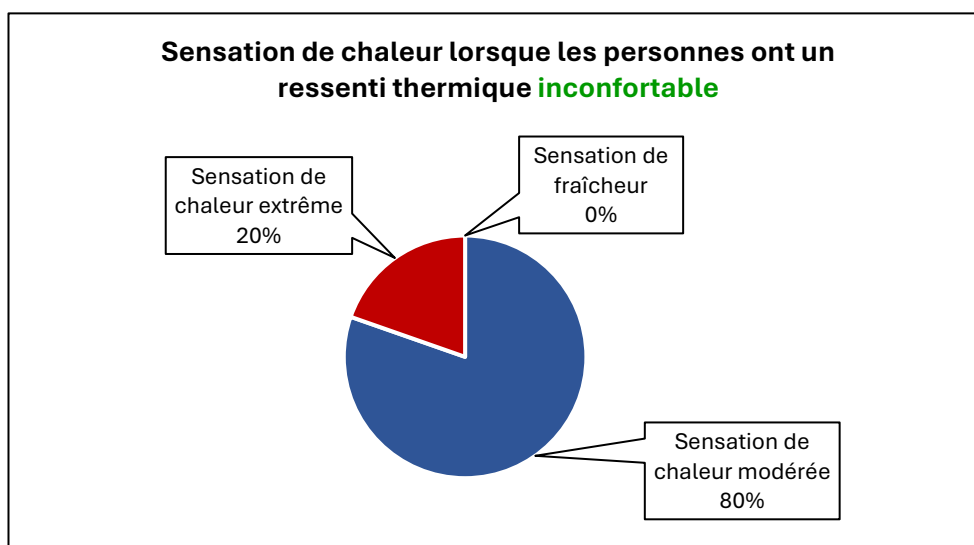


Figure 21 : Sensation de chaleur des personnes interrogées lorsqu'elles ont dit avoir un ressenti thermique "inconfortable" (Réalisation : Axelle Jarret - Août 2024)

Parmi les personnes qui ont précisé qu'elles se sentaient très inconfortables, 83 % trouvent que la sensation de chaleur est extrême et 17 % que c'est plutôt une sensation de chaleur modérée. (voir Figure 22)

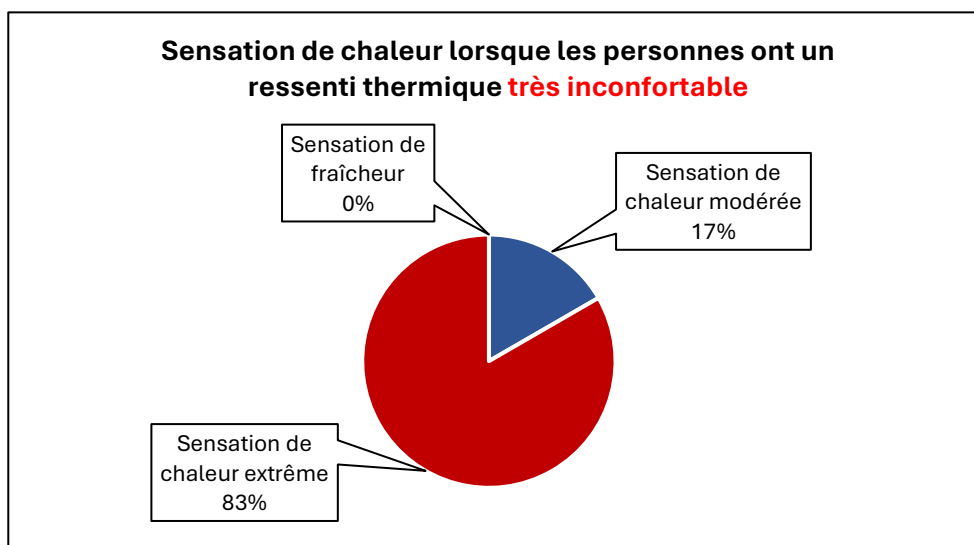


Figure 22 : Sensation de chaleur des personnes interrogées lorsqu'elles ont dit avoir un ressenti thermique "très inconfortable" (Réalisation : Axelle Jarret - Août 2024)

À partir de ces résultats, on peut voir que les personnes qui se sentent très confortables ou confortables thermiquement ont une sensation de chaleur modérée ou même une sensation de fraîcheur. Au contraire, quand ces dernières se sentent inconfortable ou très inconfortable thermiquement, elles ont tendance à avoir un ressenti de chaleur modéré ou extrême.

Le ressenti thermique et la sensation de chaleur étaient influencés selon les enquêtés par la localisation de la réalisation du questionnaire, si ce dernier était réalisé à l'ombre des arbres ou des bâtiments ou bien en plein soleil par exemple, mais également par l'heure à laquelle il était réalisé, matin, midi ou après-midi. Enfin, les conditions physiques et de santé ont aussi été mentionnées par les usagers comme impactant leur ressenti de chaleur.

Ressenti thermique au niveau des Allées du Cardo avant les travaux :

Sur les 170 personnes interrogées sur site, pour la grande majorité, 159 personnes, cela n'était pas la première fois qu'elles venaient au niveau des Allées du Cardo (voir Figure 23). De plus, parmi ces 159 personnes, 142 personnes venaient déjà avant le début des travaux. Les enquêtés étaient donc des usagers habitués du secteur. (voir Figure 23)

Est-ce la première fois que vous venez au niveau des allées du Cardo ?



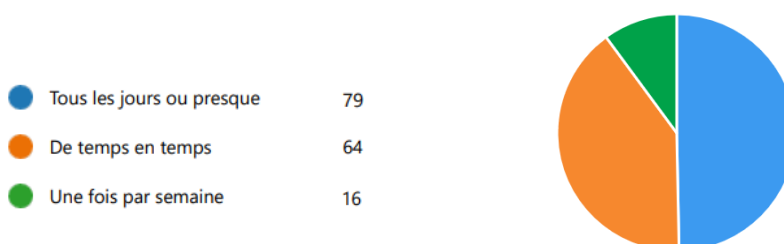
Venez-vous au niveau des allées du Cardo avant les travaux ?



Figure 23 : Réponse à la question "Est-ce la première fois que vous venez au niveau des allées du Cardo" et à la question "Venez-vous au niveau des allées du Cardo avant les travaux" (les valeurs chiffrées représentent un nombre de personnes) (Réalisation : Axelle Jarret - Août 2024)

De manière générale, les personnes qui fréquentent le secteur actuellement et ceux qui le fréquentaient également avant les travaux viennent plus d'une fois par semaine. (voir Figure 24)

Pendant les travaux : Venez-vous ici régulièrement ?



Avant les travaux : Venez-vous ici régulièrement ?

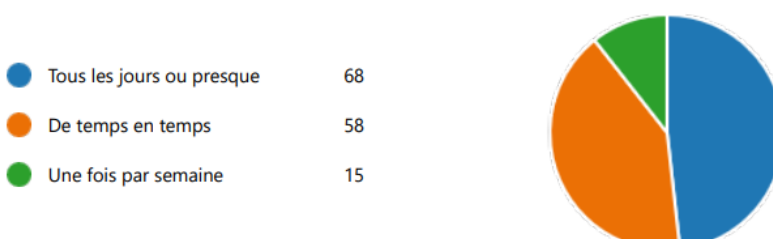


Figure 24 : Réponse à la question "Venez/Venez-vous ici régulièrement ?" (pendant et avant les travaux) (les valeurs chiffrées représentent un nombre de personnes) (Réalisation : Axelle Jarret - Août 2024)

Parmi les 142 interrogés qui venaient déjà avant les travaux sur le secteur RBJV, 111 personnes n'ont pas changé leurs habitudes de fréquentation suite au début des travaux.

Au niveau des allées, avant les travaux, lors de la période estivale, de juin à septembre, 4 % des usagers se sentaient très confortables en termes de confort thermique, 53 % confortables, 34 % inconfortables, et 8 % très inconfortables. (voir Figure 25)

Comment vous sentiez-vous en termes de confort thermique (chaleur) au niveau des allées du Cardo avant les travaux lors de la période estivale ?

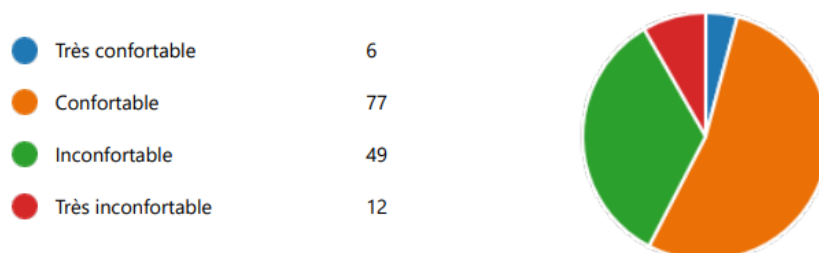


Figure 25 : Réponse à la question "Comment vous sentiez-vous en termes de confort thermique (chaleur) au niveau des allées du Cardo avant les travaux lors de la période estivale ?" (les valeurs chiffrées représentent un nombre de personnes)
(Réalisation : Axelle Jarret)

Avant les travaux, les zones où la chaleur était considérée comme la plus extrême étaient au niveau de la rue Ballainvilliers et de la place Renoux. L'avenue Vercingétorix et la placette ont été évoquées comme étant moins chaude en raison de la proximité avec le Jardin Lecoq pour l'avenue Vercingétorix et des arbres. (voir Figure 26) Cependant, un commerçant qui travaille au niveau de la placette à tout de même précisé, que selon lui, « la placette est un lieu particulièrement chaud en raison de son encaissement et du fait qu'il y ait peu de courant d'air ».

Selon les interrogés, la présence d'ombre (d'un côté ou l'autre de la rue en fonction de l'heure), et d'arbres, impact sur le ressenti de chaleur, il y fait moins chaud, et cela est plus agréable. Cependant, certains ont précisé que pour eux « la présence de quelques arbres ne change pas grand-chose » et que « dès qu'il y a du bitume, cela attire la chaleur ».

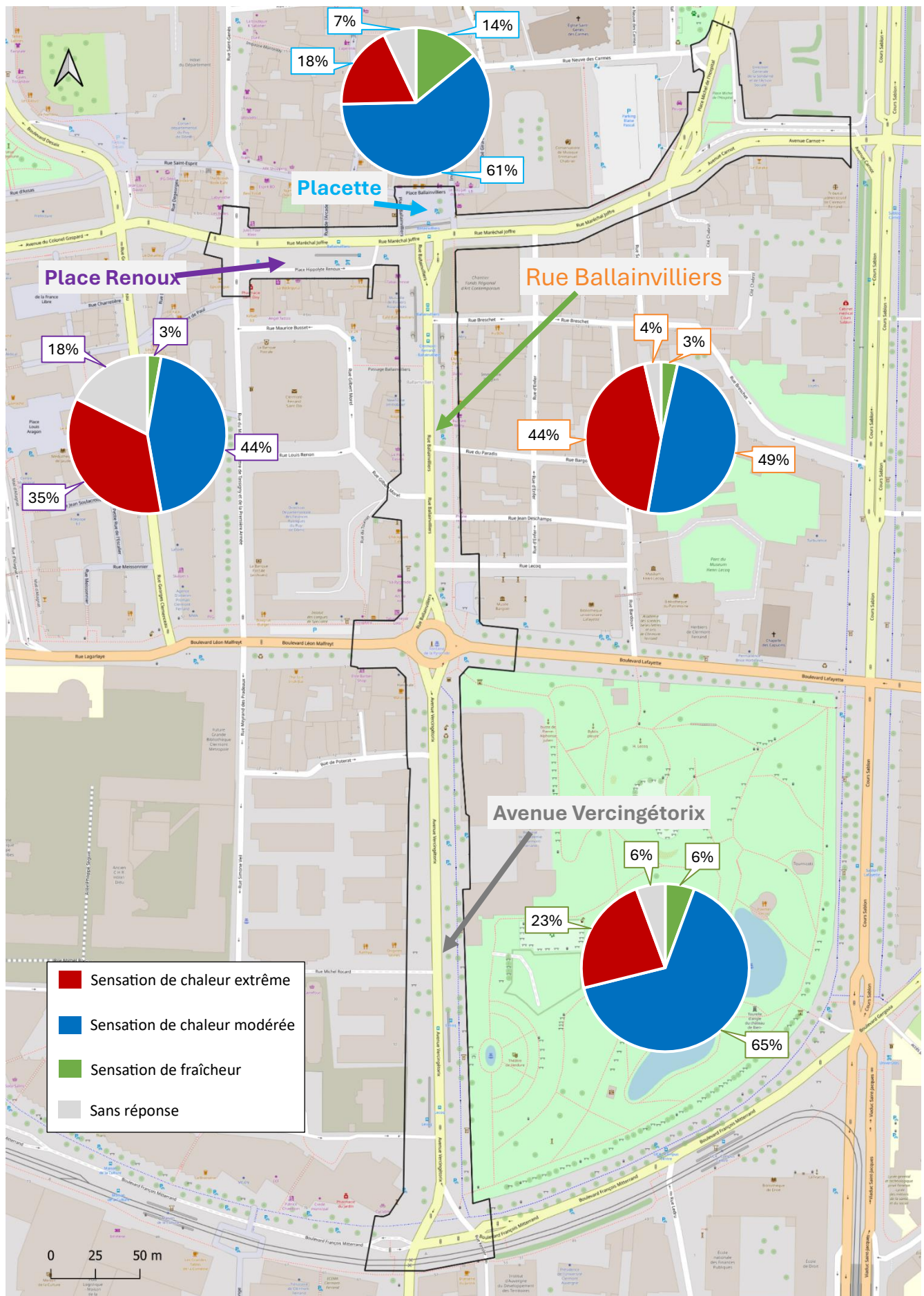


Figure 26 : Sensation de chaleur ressentie avant les travaux en différents lieux (Réalisation : Axelle Jarret - Août 2024 ; Source : Médiateurs Inspire, Axelle Jarret / OSM)

L'échantillon de la population interrogée, vient plus ou moins toute la journée, même si elle est légèrement plus présente, le matin et l'après-midi. (voir Figure 27)

Venez-vous à d'autres moments de la journée :

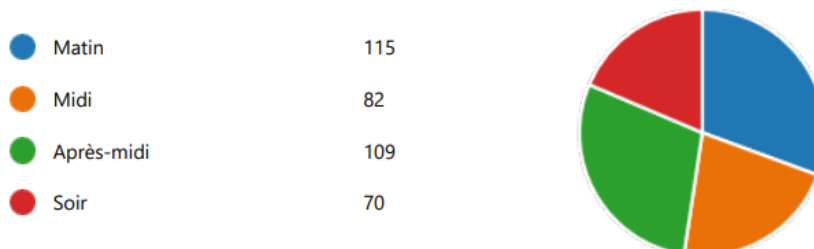


Figure 27 : Réponse à la question "Venez-vous à d'autres moments de la journée" (les valeurs chiffrées représentent un nombre de personnes) (Réalisation : Axelle Jarret - Août 2024)

Selon les résultats, RBJV est un secteur qui est fréquenté toute l'année, il ne semble pas y avoir de réelles différences entre les saisons. (voir Figure 28)

Venez-vous à d'autres saisons :

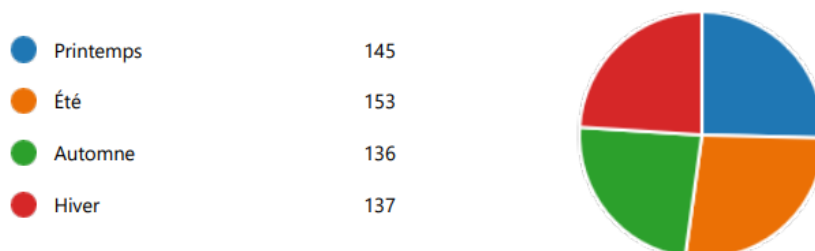


Figure 28 : Réponse à la question "Venez-vous à d'autres saisons" (les valeurs chiffrées représentent un nombre de personnes) (Réalisation : Axelle Jarret - Août 2024)

Les principales activités qui sont réalisées au niveau du secteur sont :

- Faire des achats dans les commerces,
- Passer par le secteur, lieu de transit pour se rendre au Jardin Lecoq, au Stade Nautique Pierre-de-Coubertin, à Jaude, etc.,
- Se balader, promener son animal de compagnie,
- Boire un café, manger,
- Se retrouver entre ami(e)s,
- Travailler au niveau du secteur,
- Vie de quartier pour les personnes qui habitent à proximité.

Habitudes en période de fortes chaleurs :

65 % des interrogés ont précisé qu'il y avait des lieux dans la ville de Clermont-Ferrand où ils aimeraient bien se rendre en période de très forte chaleur. Parmi ces lieux, on retrouve principalement :

- Les parcs et jardins : le Jardin Lecoq, le Parc Montjuzet, le Square Amadéo, la place des Carmes avec son miroir d'eau, le Square de la Jeune Résistance, etc.

Mais également :

- Aux abords de la Tiretaine,
- La piscine (Stade Nautique Pierre-de-Coubertin), les terrains de pétanque ombragés,
- Les centres commerciaux climatisés (le Centre Jaude),
- Le centre historique de Clermont-Ferrand avec ses petites ruelles ombragées, la place de la Victoire,
- Les musées, les cinémas, la médiathèque.

Les raisons pour lesquelles les usagers trouvent refuge dans ces espaces publics sont notamment, la présence de la végétation, d'arbres, de pelouses, de points d'eau, de bancs, mais également, car ce sont des endroits calmes, climatisés s'ils sont en intérieur, et ombragés et frais s'ils sont en extérieur.

Les bars, restaurants et magasins sont moins plébiscités lors des fortes chaleurs.

Les 35 % des interrogés qui ont répondu « non » à la question « il y a-t-il des lieux où vous aimez bien vous rendre en période de forte chaleur dans la ville de Clermont-Ferrand », ont précisé qu'ils préféreraient rester chez eux, ou bien sortir de la ville pour aller dans les volcans ou au bord des lacs.

Logements :

Parmi les personnes interrogées, 78 % ont mentionné habiter dans un logement ancien, et 22 % dans un logement considéré comme récent, c'est-à-dire construit après l'année 2000 (en raison de la réglementation qui a évolué tel que la mise en vigueur de la RT 2000). (voir Figure 29)

Habitez-vous dans un logement :

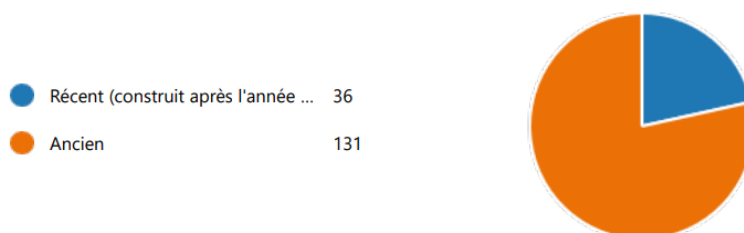


Figure 29 : Réponse à la question "Habitez-vous dans un logement ancien ou récent" (les valeurs chiffrées représentent un nombre de personnes) (Réalisation : Axelle Jarret - Août 2024)

Parmi les logements anciens, 45 % n'ont pas été rénovés après l'année 2000, 46 % ont été rénovés, et 9 % ne savent pas si leur logement a été rénové.

47 % des usagers interrogés n'utilisent aucun système de rafraîchissement dans leur logement, 39 % utilisent uniquement un ventilateur sur pied, la climatisation est peu utilisée, seul 9 % utilisent une climatisation, et 5 % utilisent un système de climatisation et un ventilateur sur pied. Le ventilateur au plafond n'est utilisé par aucune des personnes interrogées, et certains utilisent des brumisateurs ou des rafraichisseurs d'air. (voir Figure 30)

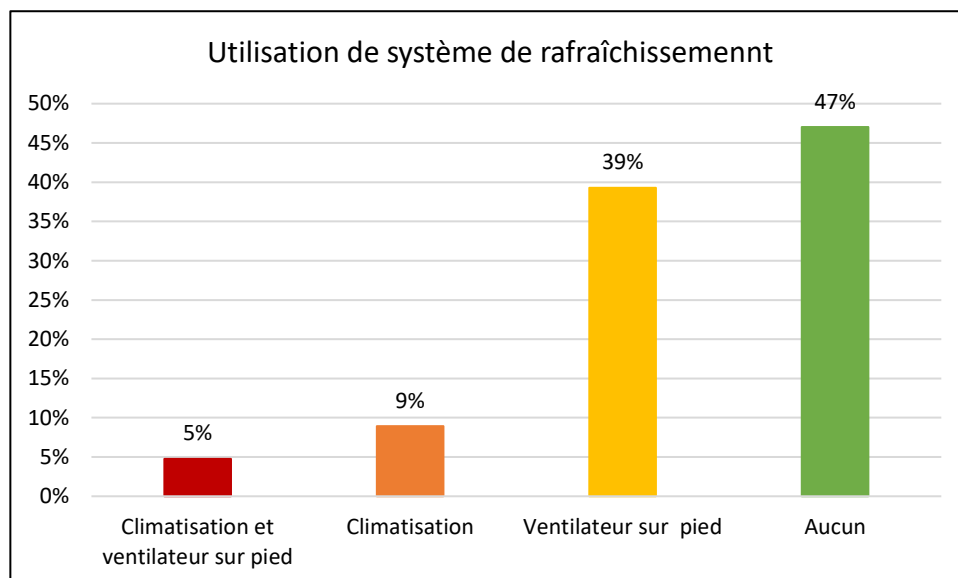


Figure 30 : Pourcentage de personnes utilisant un système de rafraîchissement (Réalisation : Axelle Jarret - Août 2024)

Les personnes qui considèrent que leur logement est trop chaud en été, ont tendance à utiliser un ventilateur sur pied dans la majorité. (voir Figure 31)

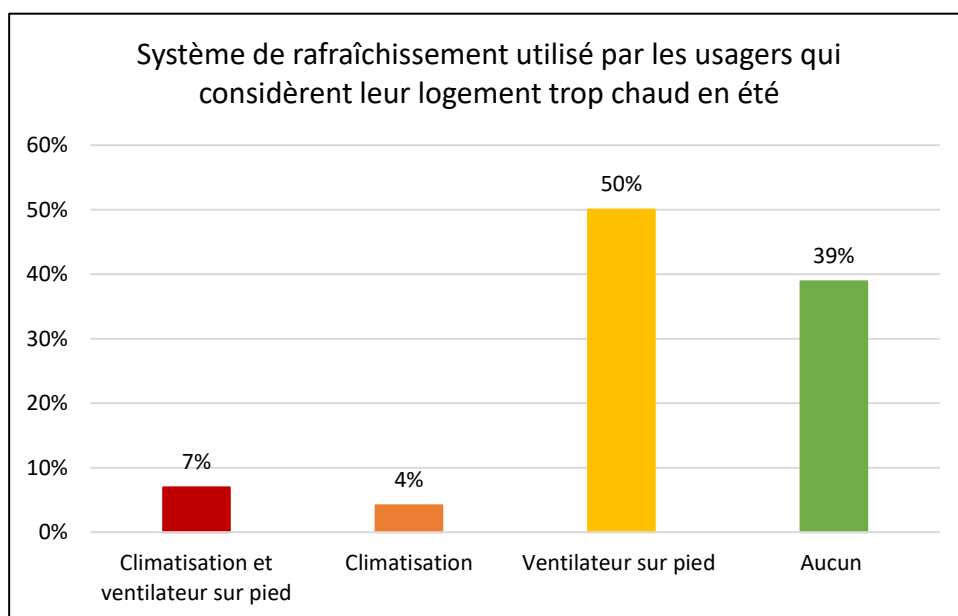


Figure 31 : Pourcentage de personnes utilisant un système de rafraîchissement lorsqu'elles considèrent leur logement trop chaud en été (Réalisation : Axelle Jarret - Août 2024)

Certaines personnes ont précisé qu'avec une bonne gestion de l'ouverture et de la fermeture de leurs volets et de leurs fenêtres, ils arrivent à maintenir une température confortable dans leur logement.

On peut voir que peu de personnes utilisent une climatisation. Certains enquêtés ont précisé qu'ils ne souhaitaient pas l'utiliser pour des raisons environnementales et économiques, ce qui est plutôt positif, car l'utilisation de climatisation favorise la formation d'îlots de chaleur en relarguant de l'air chaud dans les rues.

33 % des enquêtés ne disposent d'aucun espace extérieur, et 67 % disposent d'un jardin et/ou d'un balcon, et/ou d'une terrasse et/ou d'une cour intérieure/commune.

Il est à noter qu'au vu des résultats, il ne semble pas y avoir de corrélation directe entre le fait d'avoir un espace extérieur et d'utiliser un système de rafraîchissement, ni entre l'ancienneté du bâtiment et l'utilisation d'un système de rafraîchissement. En effet, l'isolation du bâtiment et du logement, l'orientation de ce dernier, ainsi que les habitudes de chacun sont des paramètres qui semblent influencer l'utilisation ou non l'utilisation de système de rafraîchissement.

Commerçants :

Parmi les 170 personnes interrogées, 27 étaient également commerçants au niveau des Allées du Cardo. Les types de commerces étaient : (voir Figure 32)

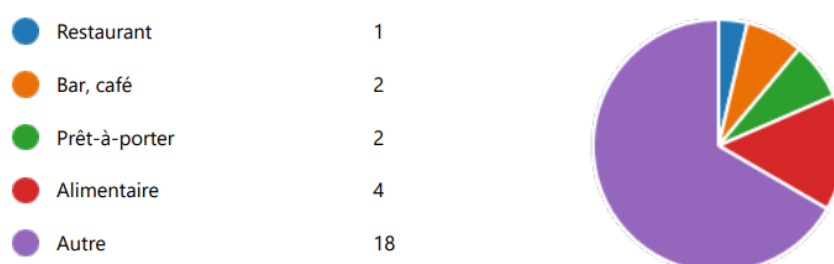


Figure 32 : Types de commerces qui ont répondu au questionnaire (les valeurs chiffrées représentent un nombre de personnes) (Réalisation : Axelle Jarret - Août 2024)

Dans « Autre », on retrouve notamment les services à la personne et du domaine de la santé, les services publics et les lieux de culture.

Sans tenir compte des travaux actuels, les restaurants, les cafés et les bars, ce qui représente trois commerces pour cette étude, constatent une fréquentation moins importante de leurs terrasses lors des fortes chaleurs en été.

Parmi les commerces (hors restauration), la fréquentation en période estivale (de juin à septembre, hors périodes de chaleur intense) varie en fonction des secteurs d'activités. Ceux qui sont plus liés au tourisme ont plus de fréquentations en période estivale, alors que ceux qui sont plus liés au commerce de quartier, et habituellement fréquentés par les usagers de la ville sont moins fréquentés en raison des vacances.

Lorsqu'il fait très chaud, lors des pics de chaleur, des vagues de chaleur ou des canicules par exemple, la fréquentation des commerces (hors restauration) varie également en fonctions des secteurs d'activités, mais certains commerces observent tout de même des variations très visibles. Ceux qui voient des variations très visibles expliquent qu'il y a de « gros creux dans l'après-midi », et que « les rues sont vides ». (voir Figure 33)

Quand il fait très chaud (lors de pic de chaleur, vague de chaleur, canicule) : Votre commerce est-il moins fréquenté ?



Figure 33 : Réponse à la question "Quand il fait très chaud, votre commerce est-il moins fréquenté ?" (les valeurs chiffrées représentent un nombre de personnes) (Réalisation : Axelle Jarret - Août 2024)

Pour l'ensemble des commerces, ces variations de fréquentation sont dues à plusieurs paramètres tels que la chaleur, le manque de végétation, d'ombrage, de sensation de fraîcheur, ce qui impacte sur le nombre de personnes qui viennent en ville et donc fréquentent leurs commerces.

Avis des commerçants sur les aménagements futurs :

À la question « Pensez-vous que les aménagements futurs auront des impacts positifs sur votre commerce ? », 18 commerçants ont répondu « oui ».

Ils pensent que cela aura un impact positif car il devrait y avoir plus de végétation, plus d'ombrage, le cadre devrait être plus apaisé et moins bruyant en raison de la diminution de la circulation automobile sur ce secteur, et que cela devrait être plus accessible aux personnes à mobilité réduite, mais également en mobilités douces (marche, vélo) et en transport en commun. De plus, certains ont mentionné le fait que les travaux vont permettre de créer un nouveau quartier, plus attractif et qui devrait attirer plus d'habitants, de « curieux » et de touristes.

Certains tout de même sont assez retissant au projet et pensent qu'ils n'auront pas d'impacts positifs majeurs, car ils ont du mal à se projeter, que « les travaux auront fait fuir les habitants de l'agglomération et qu'il faudra des années pour qu'ils reviennent » et « qu'ils auront tous fermé avant la fin des travaux ». Un commerçant qui a répondu « non » à la question a expliqué que « les travaux liés au FRAC n'ont pas ramené beaucoup plus de visites dans son commerce » et il pense qu'en raison des travaux InspiRe, les clients qui venaient de l'extérieur de la ville ne souhaiteront plus venir. Néanmoins, il espère que « les habitants de la ville ne voudront plus aller en extérieur et consommeront alors plus en ville » permettant ainsi de maintenir son chiffre d'affaires stable et que « les travaux auront tout de même des impacts positifs ». Ce n'est donc pas un « non » catégorique à la question pour lui, mais plutôt une attente de finalité du projet avant de se prononcer.

Modification des horaires d'ouverture :

À la question « Serait-il envisageable pour vous de modifier vos horaires d'ouverture pour pallier les effets de la surchauffe urbaine ? », 21 % des commerçants ont répondu « oui » et 79 % ont répondu « non ».

Ceux qui ont répondu « oui » ont évoqué le fait que cela pourrait être envisageable de fermer les après-midi, mais aussi que certains commerces seraient plus propices à mettre cela en œuvre. Également, certains ont précisé que cela pourrait être « un avantage, mais que cela n'est pas envisagé par le patron ».

Principalement, ceux qui ont répondu « non » ont expliqué qu'ils travaillaient déjà sur une grande plage horaire, qu'ils ne peuvent pas se permettre de fermer au risque de perdre des clients, et que le bénéfice temps/gains s'ils ouvrent plus tard en soirée ne serait pas rentable. De plus, cela ne s'adapterait pas avec le mode de vie des salariés qui ont également des contraintes personnelles après leur journée de travail. Enfin, pour certains commerces, ils doivent respecter des horaires nationaux qu'ils ne peuvent changer.

Au vu des résultats, on peut voir que modifier les horaires d'ouvertures pour pallier les effets de la surchauffe urbaine n'est pas encore envisageable pour une grande majorité des commerçants. Même si cela semble être une bonne solution pour pallier les effets de la surchauffe urbaine, il va falloir du temps pour que cela puisse un jour voir le jour, car il faudrait changer complètement les habitudes de chacun, des commerçants et des clients.

Conclusion des questionnaires :

Ces questionnaires ont montré que les termes de « surchauffe urbaine » et « d'îlot de chaleur » ne sont encore aujourd'hui pas réellement connus par la population. De plus, cela a permis d'en apprendre plus sur les habitudes et le ressenti des usagers des Allées du Cardo.

Cela a mis en évidence qu'au niveau des allées la sensation de chaleur en période estivale est majoritairement modérée ou extrême, ce qui impacte la santé publique mais également l'économie en raison d'une diminution de la fréquentation des commerces. Il est alors important de mettre en place des aménagements afin de réduire la surchauffe urbaine. Les aménagements du projet InspiRe répondent donc à un besoin des usagers du secteur.

Il est tout de même à noter que les résultats des questionnaires, bien que concluants, comportent également des biais qu'il ne faut pas négliger. Tout d'abord, la période de réalisation des questionnaires. En effet, ils ont été réalisés sur une période relativement courte (5 jours) et pendant les travaux, ce qui peut impacter le ressenti des enquêtés, car faire appel à leur mémoire avant travaux peut être un peu difficile.

Ce questionnaire étant composé pour la majorité de question de ressenti, cela inclut un biais aux résultats. En effet, si les questionnaires ont été réalisés à l'ombre ou au soleil, cela peut influencer le ressenti thermique des personnes interrogées. De même, l'heure, la météo, les conditions physiques et l'habillement des enquêtés, ainsi que la météo des jours précédents peuvent influencer le ressenti des personnes.

3. Retour réflexif sur l'expérience

Ce stage m'a permis d'en apprendre davantage sur le fonctionnement des établissements publics que je ne connaissais pas. Cela m'a permis de suivre un projet en phase travaux du point de vue de la maîtrise d'ouvrage, mais également de voir le lien entre le maître d'ouvrage, les maîtres d'œuvre et les assistants à maîtrise d'ouvrage.

Ce stage m'a appris à communiquer mes idées, ainsi qu'à les justifier. J'ai pu travailler avec des équipes diverses, l'équipe communication et l'équipe-projet « InspiRe » notamment. J'ai pu manager pour la première fois une équipe de médiateurs, leur présenter mon projet et les résultats que j'attendais. Avoir des retours tout au long de mon travail m'a permis de modifier et d'améliorer mes rendus. C'est notamment le cas pour le questionnaire. L'analyse et les suggestions des médiateurs qui ont l'habitude de travailler sur le terrain au contact de la population m'ont permis d'apporter des corrections afin d'obtenir des résultats intéressants et analysables.

Ce stage m'a permis d'acquérir de nombreuses connaissances sur la surchauffe urbaine, les différentes méthodes pour l'évaluer ainsi que la réglementation en vigueur sur ce sujet. Ce travail m'a permis de mettre en pratique dans un cadre spécifique, les notions de synthèses, ainsi que les connaissances en géomatique que j'ai pu acquérir en troisième année et lors de mon semestre d'échange à l'étranger.

J'ai particulièrement apprécié la liberté que mon maître de stage m'a accordée, me laissant choisir le plan du rapport, et acceptant que je fasse des questionnaires, tout en me guidant et me conseillant pour que cela soit le plus intéressant possible. Si j'avais eu plus de temps, j'aurais pu plus approfondir l'analyse des résultats des questionnaires et en tirer sûrement plus d'informations. Je regrette également un peu le manque de terrain qui était quasiment inexistant pendant les deux premiers mois. Lorsque je suis allée sur le terrain pour poser les questionnaires et faire les mesures de températures, j'ai eu le sentiment d'être plus épanouie, heureuse et de plus apprendre, même si je sais que la phase préalable de lecture et de synthèse était nécessaire afin que je m'imprègne et connaisse le sujet et le projet.

Ces quatre mois de stage ont été très enrichissants et intéressants. Souhaitant travailler dans le domaine de l'urbanisme et du paysage, ce stage m'a conforté dans mon choix. Mes appétences pour le management, la gestion d'équipe et surtout le terrain ont également été confirmées. Au cours de ce stage, j'ai eu le sentiment de faire un travail utile et qui j'espère sera réutilisé par la suite pour objectiver le projet. J'espère également qu'une étude complémentaire trois ou quatre ans après la fin de la réalisation du projet pourra être mise en place afin de voir si les aménagements ont réellement permis de réduire la surchauffe urbaine sur le secteur des Allées du Cardo et d'améliorer le confort thermique des usagers.

4. Bibliographie

- ADEME. (2017). *Surchauffe urbaine : Recueil de méthodes de diagnostic et d'expériences territoriales* (ADEME). <https://librairie.ademe.fr/changement-climatique-et-energie/1812-surchauffe-urbaine-recueil-de-methodes-de-diagnostic-et-d-experiences-territoriales.html>
- ADEME. (2021). *Rafraîchir les villes—Des solutions variées*. <https://librairie.ademe.fr/changement-climatique-et-energie/4649-rafraichir-les-villes.html>
- Alfonso, G. (2023). Clermont-Ferrand – Projet InspiRe (secteur 10), Vercingétorix. *ADLFI. Archéologie de la France - Informations. une revue Gallia*. <https://journals.openedition.org/adlfi/140284>
- Bouchet-Blancou, G. (2022). Solène Marry éd., Adaptation au changement climatique et projet urbain, Marseille, Parenthèse-Ademe, 2020, 144 p. *Espaces et sociétés*, 184-185(1-2), 273-278. <https://doi.org/10.3917/esp.184.0273>
- Cerema. (2020). *Construction, expérimentation et évaluation d'actions de réduction des effets des îlots de chaleur urbains sur le site de la Place Delille*. https://www.cerema.fr/system/files/documents/2020/10/cerema_ce_rapportetude_global_i_cudelillephase2_complet_2020_03_03_vf4.pdf
- Cerema. (2023). *Moins de surchauffe urbaine : Des villes plus vivables*. 12 p.
- Clermont Auvergne Métropole, & SMTC-AC. (s. d.). *Les travaux Inspire*. Inspire. Consulté 26 juillet 2024, à l'adresse <http://inspire-clermontmetropole.fr/les-travaux-inspire/>
- Clermont Auvergne Métropole, SMTC-AC, Palabreo, & Systra. (2024, août 5). *PDU de l'agglomération clermontoise—Diagnostic et enjeux*. Clermont Auvergne Métropole. <https://www.clermontmetropole.eu/fr/habiter-se-deplacer/deplacement-et-mobilite/pdu-plan-de-deplacements-urbains/>
- Cravero, J., Caron, J.-F., & Tchiguirinskaia, I. (2023). *Étude du rôle de la végétation dans l'atténuation de la surchauffe urbaine* (Numéro 2023ENPC0010) [École des Ponts ParisTech]. <https://pastel.hal.science/tel-04147231>
- Direction régionale et interdépartementale de l'Environnement, de l'Aménagement et des Transports d'Île-de-France. (2021). *Limiter l'exposition des populations à la pollution atmosphérique par un urbanisme adapté—Boîte à outils à destination des porteurs de projet d'aménagement en Île-de-France*. https://www.drieat.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/limiter_l_exposition_des_populations_a_la_pollution_atmospherique_par_un_urbanisme_adapte.pdf
- Droque, G., Hassani, N., Bouyer, J., Claverie, R., Douche, S., Rogovitz, F., Smaalah, S., Brasseur, L., & Suaire, M. (2023). Dynamique partenariale autour de l'adaptation à la surchauffe urbaine dans l'agglomération messine (France) : Un retour d'expérience. *Climatologie*, 20. <https://doi.org/10.1051/climat/202320011>
- Ecole des Ingénieurs de la Ville de Paris Génie urbain. (2019, décembre 23). *L'outil SCORE ICU*. Construction21. <https://www.construction21.org/france/articles/h/loutil-score-icu.html>

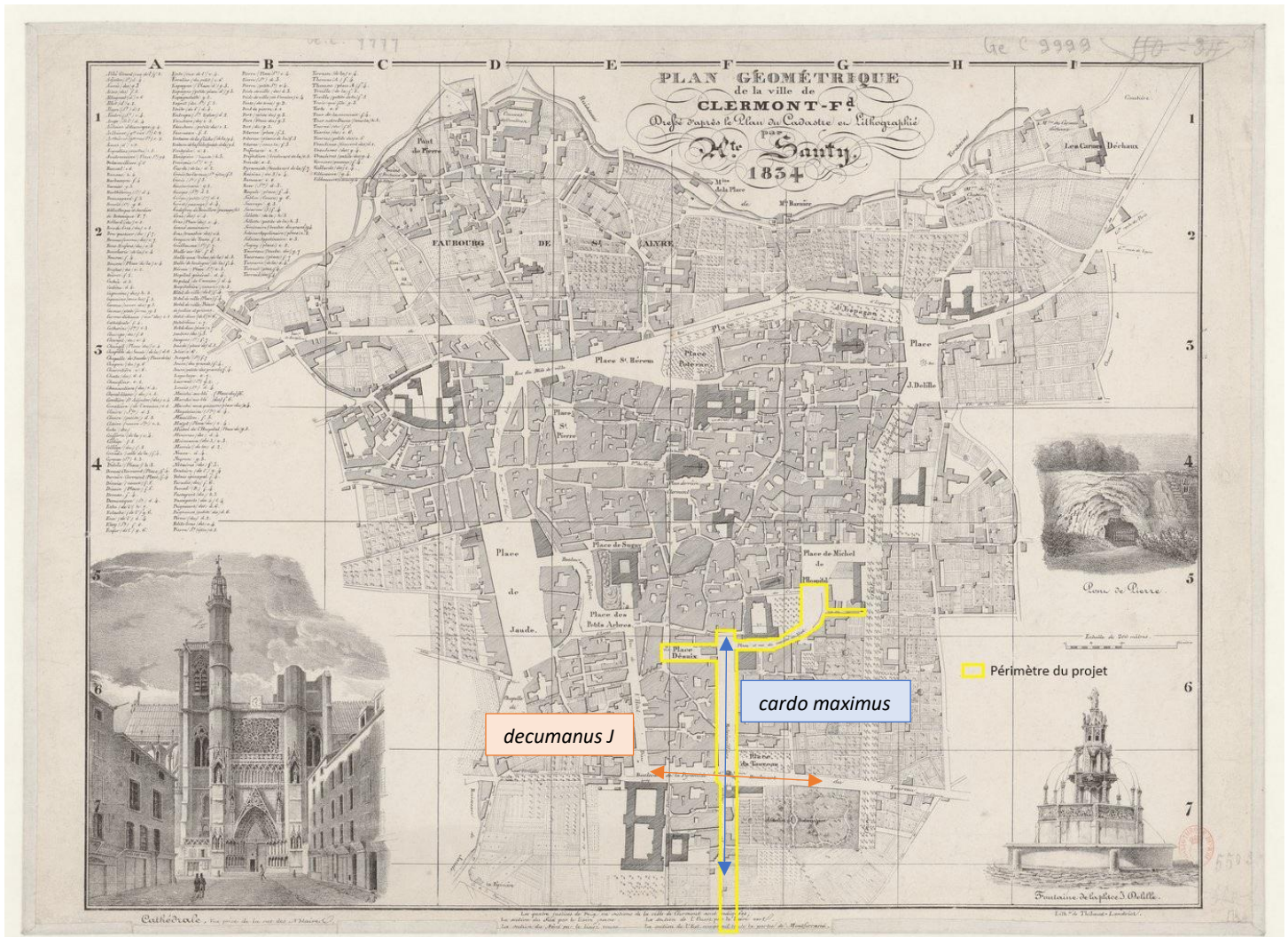
- Hassani, N., & Drogue, G. (2020). Mesure et spatialisation de l'îlot de chaleur urbain dans l'aire urbaine de Metz Métropole : Premiers résultats de la campagne de mesure 2019. *Climatologie*, 17.
- Hidalgo, J., Lambert, M.-L., Masson, V., Bretagne, G., Haouès-Jouve, S., Long, N., Vye, D., & Schoetter, R. (2019, juillet). *Urbanisme & (micro-)climat—Outils et recommandations générales pour les documents de planification issus du projet MAPUCE*. http://iuar-lieu-amu.fr/wp-content/uploads/2019/07/MapUCE_guide-methodologique_BD_48p.pdf
- Insee. (2024). *Insee—Statistiques locales—Indicateurs : Cartes, données et graphiques*. Insee. https://statistiques-locales.insee.fr/#bbox=192305,5860057,421887,224562&c=indicator&i=pop_legales.popmun&s=2021&selcogeo=63113&t=A01&view=map1
- Marry, S., Marie, H., Lapray, K., Musy, M., Morassi, B., Lannou, C., Moniot, A., Fompeyrine, N., Thiollier, R., Bernard, J., Masson, V., Leroy-Thomas, M., Balaÿ, O., Dégeorges, S., & Brossier, J. (2020). *Adaptation au changement climatique et projet urbain*. Ademe. <https://go.exlibris.link/Bj7tLRkt>
- Mballo, S. (2022). *Quantification et modélisation des services climatiques rendus par les arbres dans une rue canyon* (Numéro 2022NSARD097) [Agrocampus Ouest]. <https://theses.hal.science/tel-03943782>
- Merrouche, M. (2011). MICROCLIMAT, VEGETATION URBAINE DANS LES ESPACES PUBLICS CAS: JARDIN BENACEUR (CONSTANTINE). *Sciences & Technologie. D, Sciences de la terre*, 37-45.
- Métropole Clermont Auvergne. (2023, novembre 30). *Prévention des inondations*. Clermont Auvergne Métropole. <https://www.clermontmetropole.eu/en/preserver-recycler/lenvironnement/prevention-des-inondations/>
- Landes, T., Najjar, G., Koehl, M., Montauban, O., Gourguechon, C., Kastendeuch, P., & Slisse, P. (2020). *Création de cartes de zones climatiques locales pour le suivi des îlots de chaleur urbains à Strasbourg*. 163.
- Panin, S. (2024, juillet 25). *Discussion projet InspiRe* [Communication personnelle].
- Papin, O. (2017, juillet 20). *Ilots de chaleur urbains, l'outil score ICU*. NEPSSEN E6. <https://www.e6-consulting.fr/ilots-de-chaleur-urbains-outil-score-icu/>
- Sakhy, A. (2016). *Îlots de chaleur et morphologie urbaine de l'agglomération parisienne. Conséquences sur la mortalité durant la canicule de 2003*. [Université Paris Diderot (Paris 7) Sorbonne Paris Cité]. <https://theses.hal.science/tel-01405777>
- SMTC-AC. (2021, mai 25). Présentation. *Syndicat Mixte des Transports en Commun de l'agglomération clermontoise*. <https://www.smtc-clermont-agglo.fr/carte-identite/>
- SMTC-AC, & Clermont Auvergne Métropole. (s. d.). *Inspire—Allées du Cardo*. Inspire. Consulté 6 août 2024, à l'adresse <http://inspire-clermontmetropole.fr/alles-du-cardo/>
- TRIBU. (2024, mai 29). *Appel—Surchauffe urbaine* [Communication personnelle].

Ville de Clermont Ferrand. (2024). *Le jardin Lecoq*. Consulté 6 août 2024, à l'adresse <https://clermont-ferrand.fr/le-jardin-lecoq>

Ville de Clermont-Ferrand. (2016, février 26). *PLU : Rapport de présentation : TOME B Etat initial de l'environnement et enjeux*. https://clermont-ferrand.fr/sites/clermont-ferrand.fr/files/spip-import/pdf/projet_plu_clfd_-_1_rdp_-_tome_b_opt_0.pdf

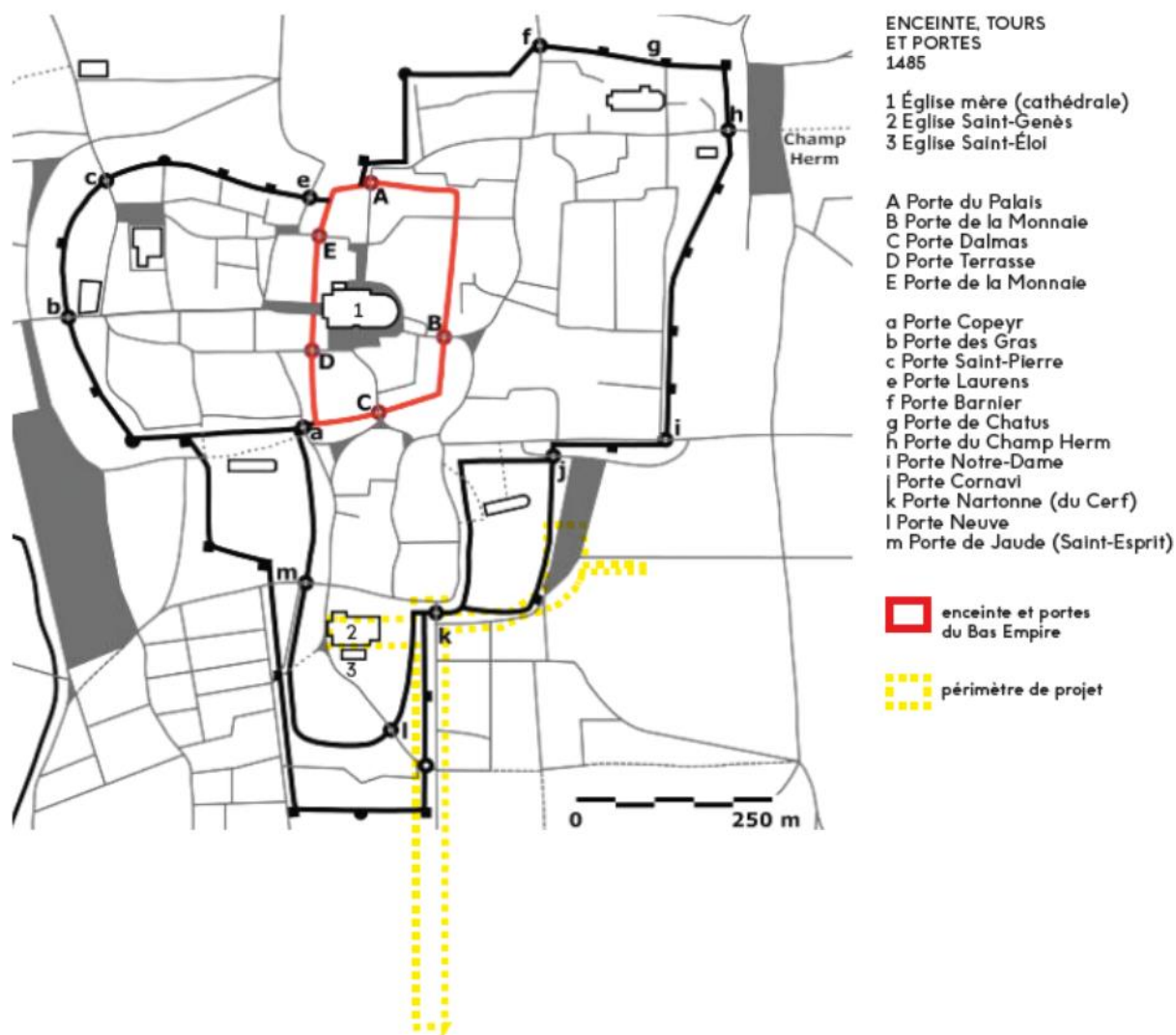
5. Annexes

Annexe 1 : Positionnement approximatif des axes cardo maximus et decumanus J (Source : gallica.bnf.fr ; Bibliothèque nationale de France ; Alfonso, 2023 ; Annoté : Axelle Jarret)

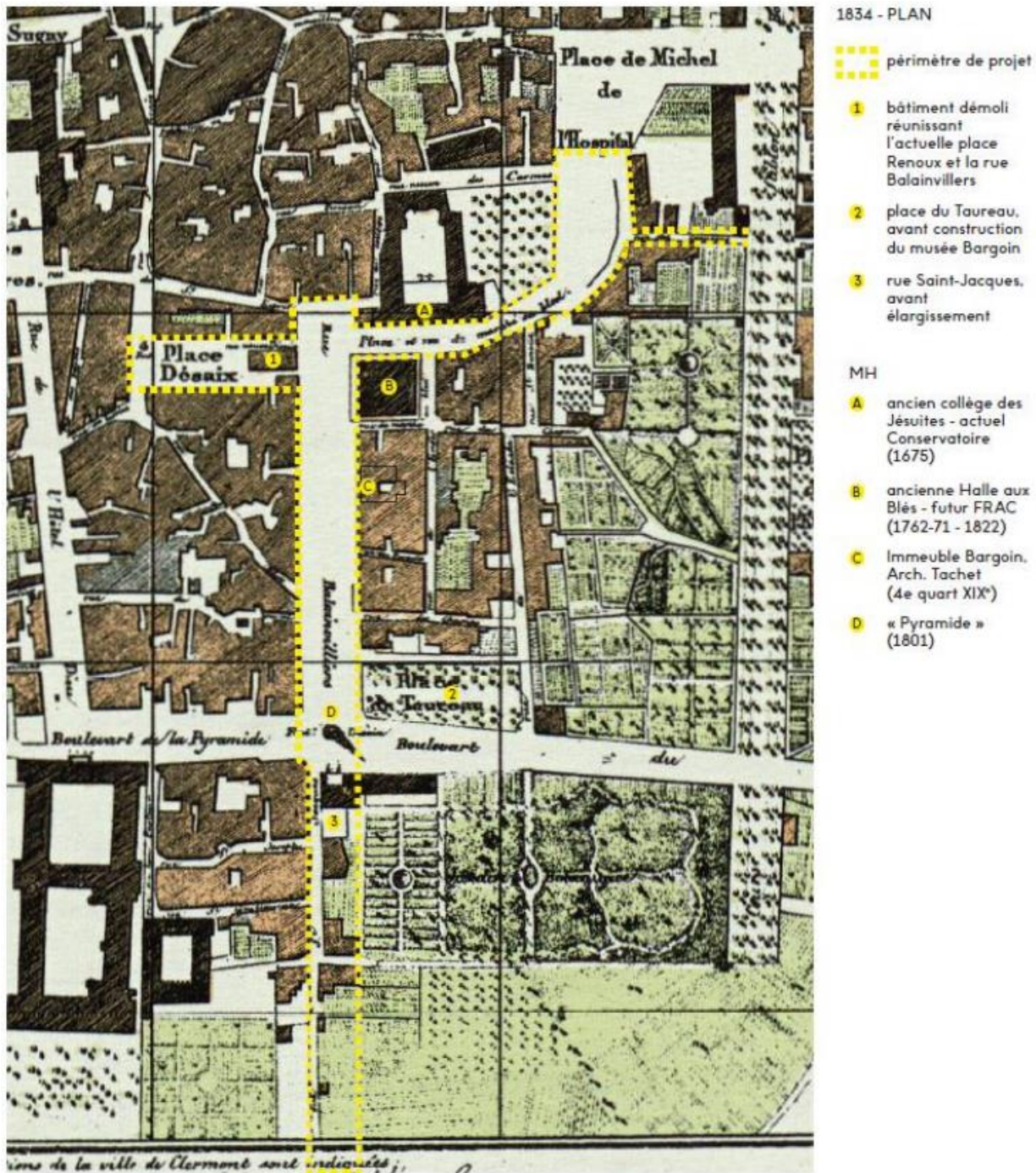


Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

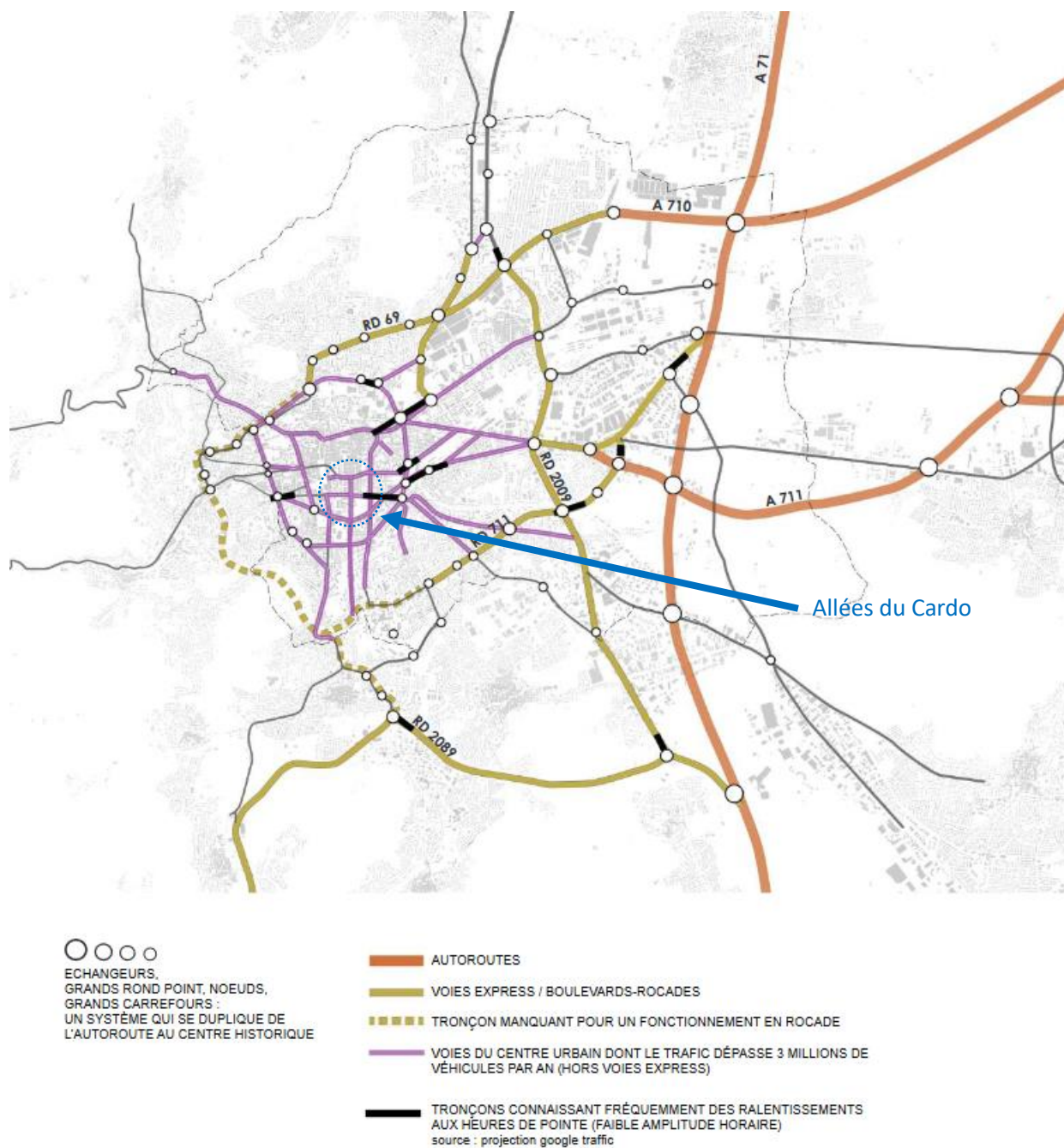
Annexe 2 : Enceinte de la ville de Clermont en 1485 (Source : SMTAC-AC et al., 2024, Comm. Pers.)



Annexe 3 : Les Allées du Cardo, un lieu multifonctionnel à l'époque (Source : SMTAC-AC et al., 2024, Comm. Pers.)



Annexe 4 : Axes de circulation principaux de la ville de Clermont-Ferrand (Source : Clermont Auvergne Métropole et al., 2024 ; Annotations : Axelle Jarret)



Annexe 5 : Les Allées du Cardo avant travaux (Source : Google, 2024)



Place Renoux avant travaux (Source : Google, 2024)

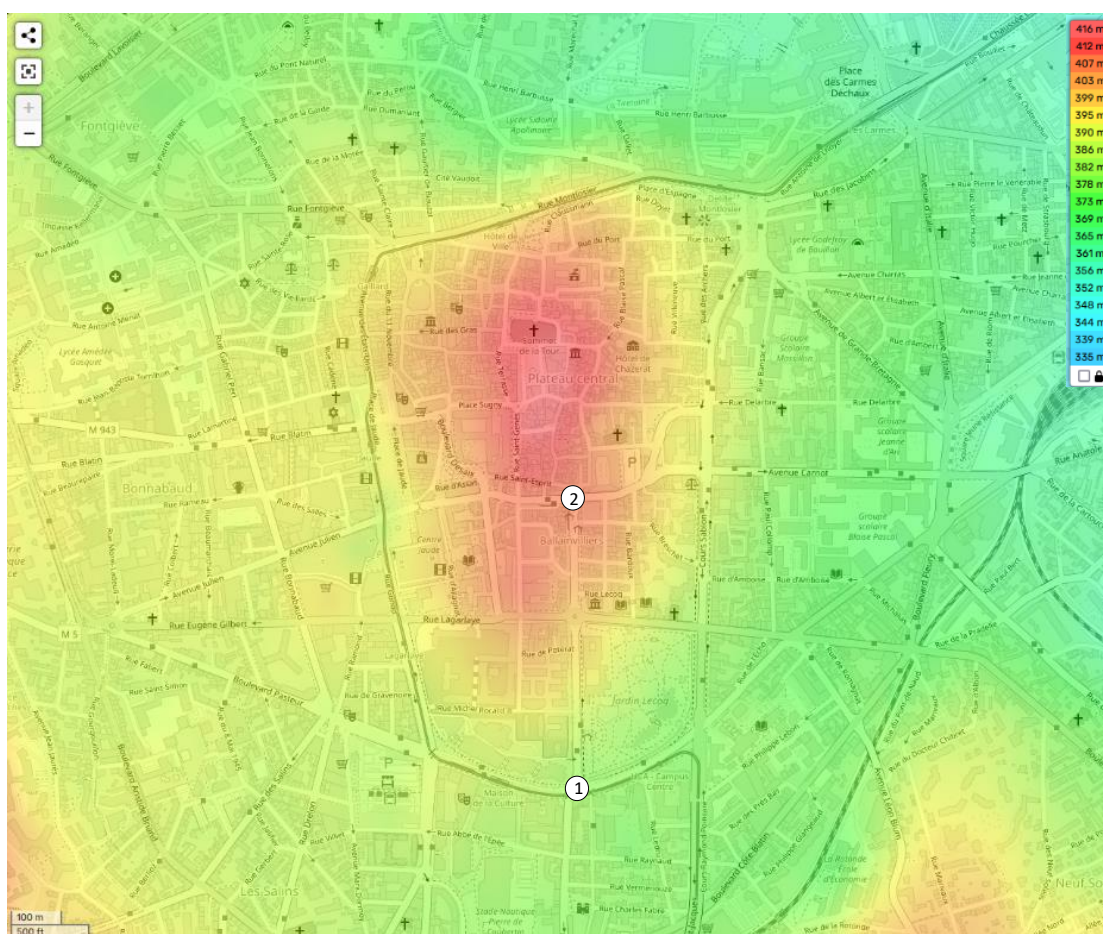


Rue Ballainvilliers avant travaux (Source : Google, 2024)

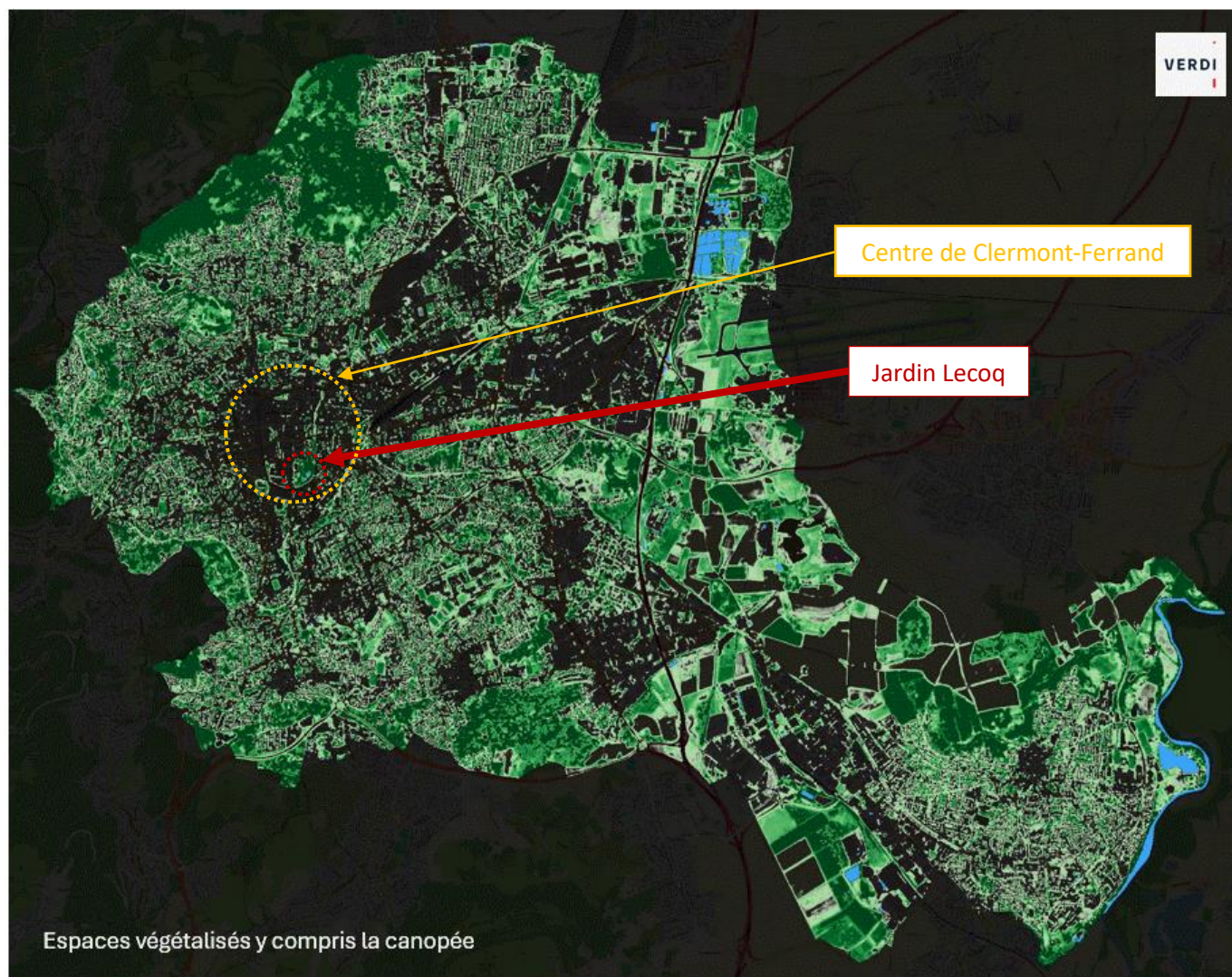


Avenue Vercingétorix avant travaux (Source : Google, 2024)

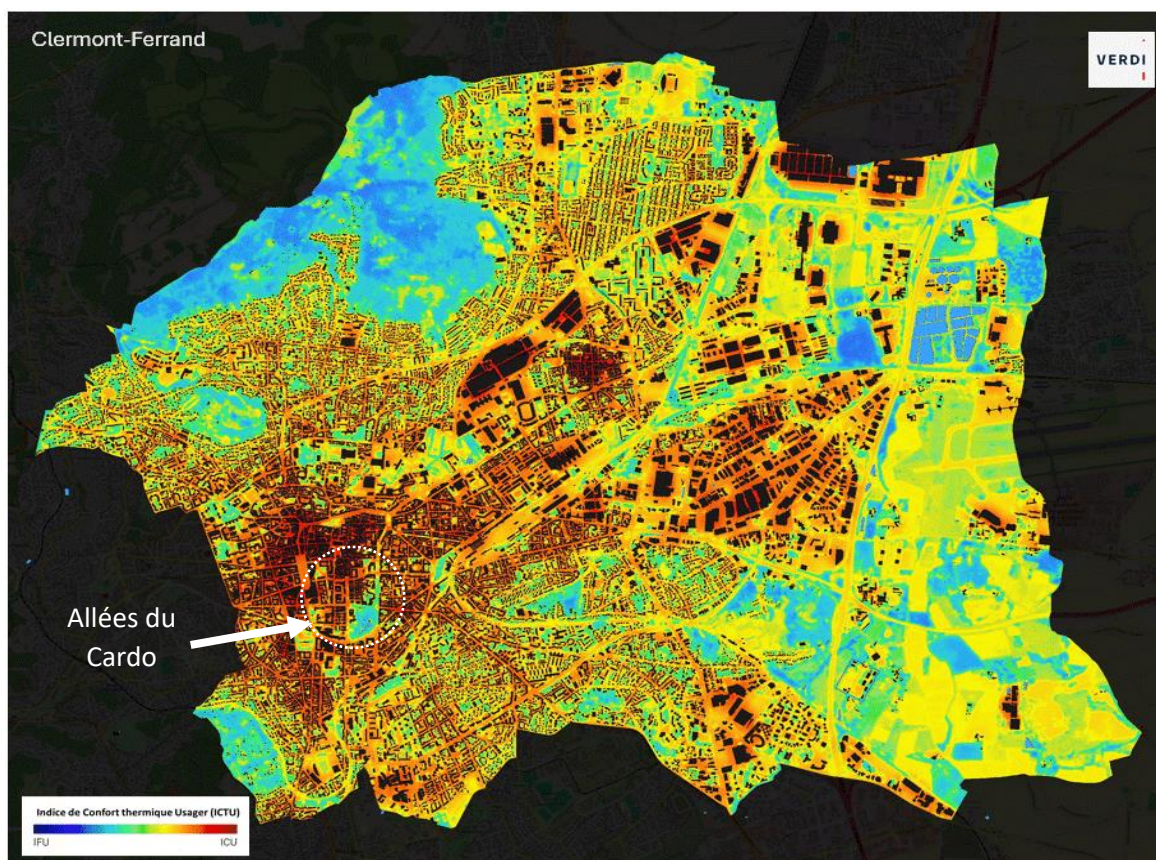
Annexe 6 : Carte topographique du centre-ville clermontois (Source : TessaDEM, Elevation API, OpenStreetMap ; Annotations : Axelle Jarret)



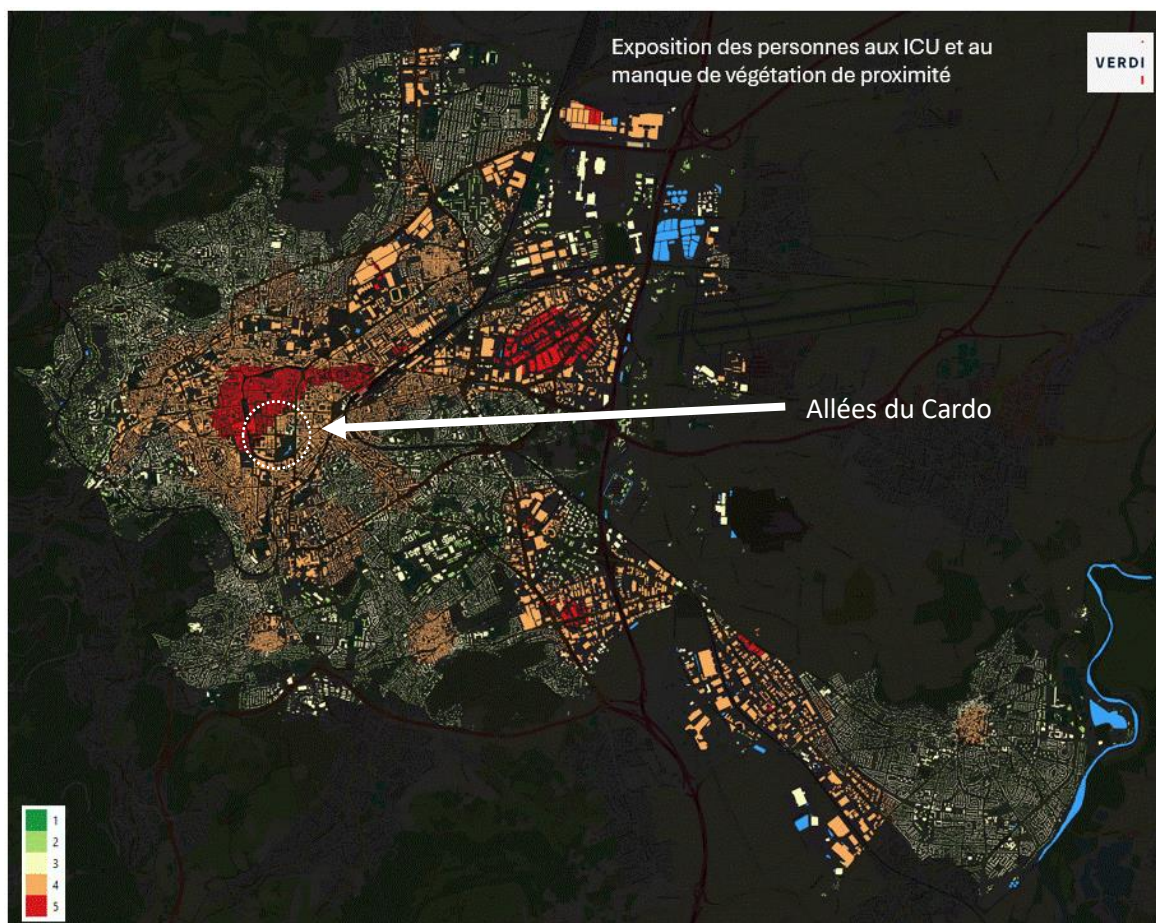
Annexe 7 : Espaces végétalisés (Source : Verdi, 2024 ; Annotations : Axelle Jarret)



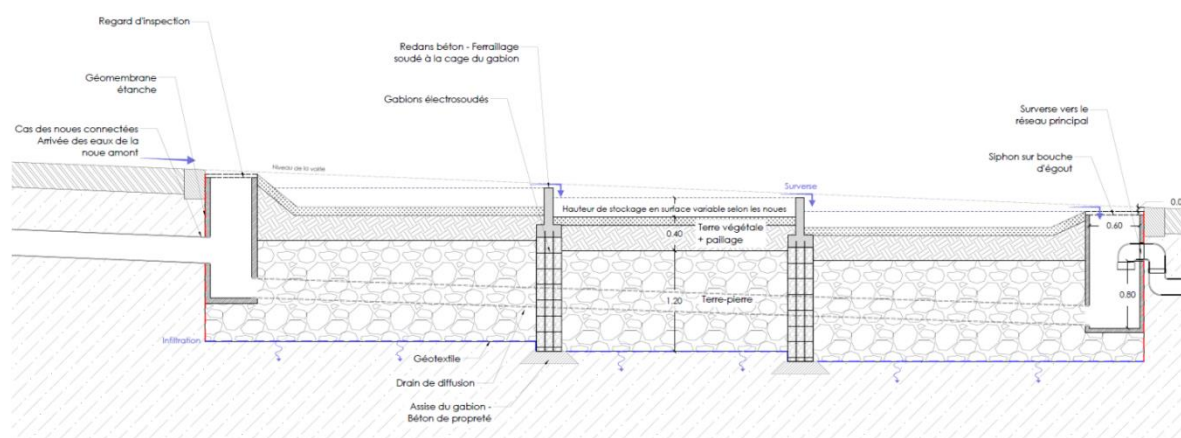
Annexe 8 : Indice de Confort thermique Usager de la ville de Clermont-Ferrand (avec un gradient allant d'îlot de fraîcheur urbain à îlot de chaleur urbain) (Source : Verdi, 2024 ; Annotations : Axelle Jarret)



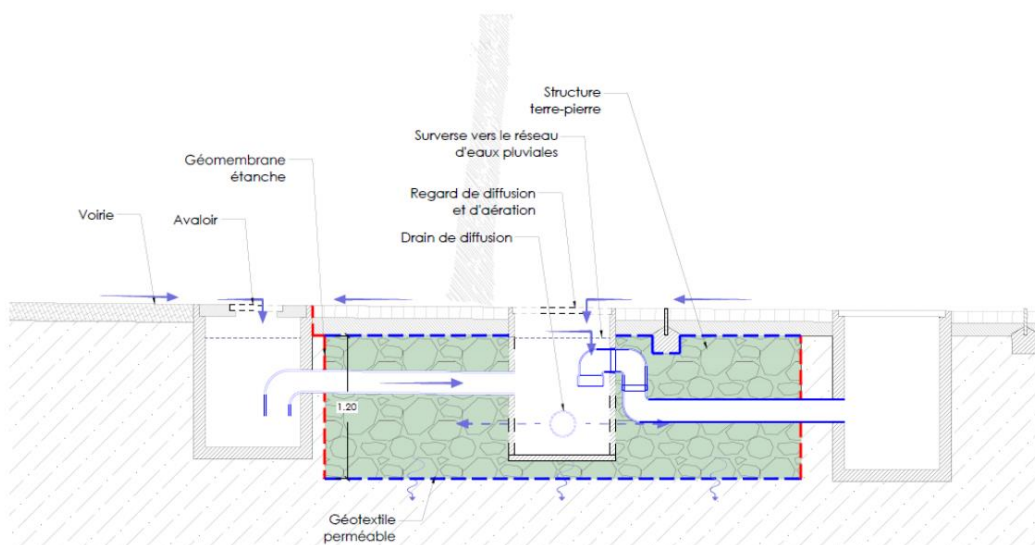
Annexe 9 : Exposition des personnes aux ICU et au manque de végétation de proximité (valeur 1 correspondant aux lieux les moins exposés) (Source : Verdi, 2024 ; Annotations : Axelle Jarret)



Annexe 10 : Principe de fonctionnement des noues d'infiltration à redans et des fosses de Stockholm lors d'une précipitation (Source : SMTAC-AC et al., 2023, Comm. Pers.)



Noues d'infiltration à redans

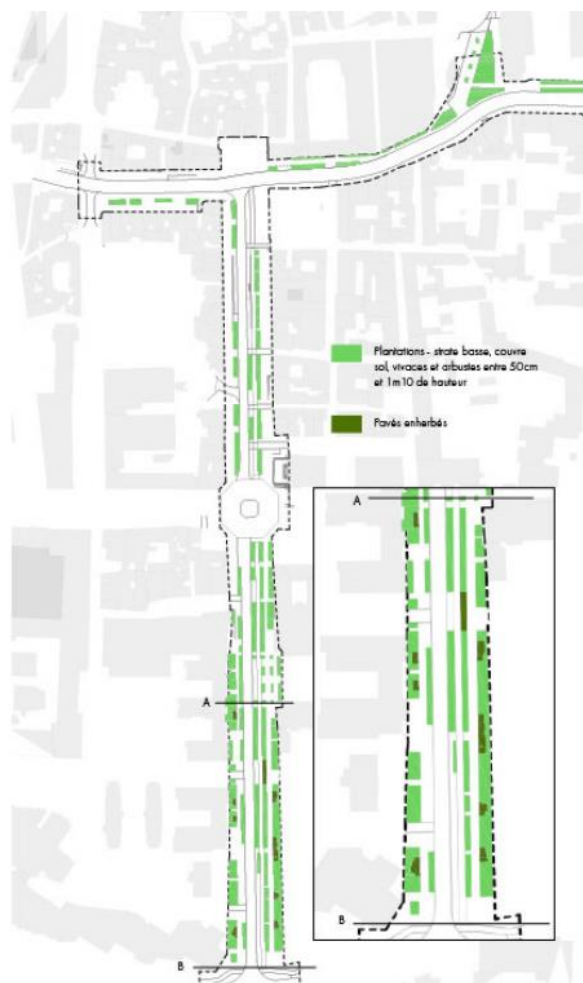


Fosse de Stockholm lors d'une précipitation

Annexe 11 : Espaces verts prévus suite au projet (Source : SMTC-AC et al., 2024, Comm. Pers.)



Strate arborée suite au projet



Espaces imperméables suite au projet

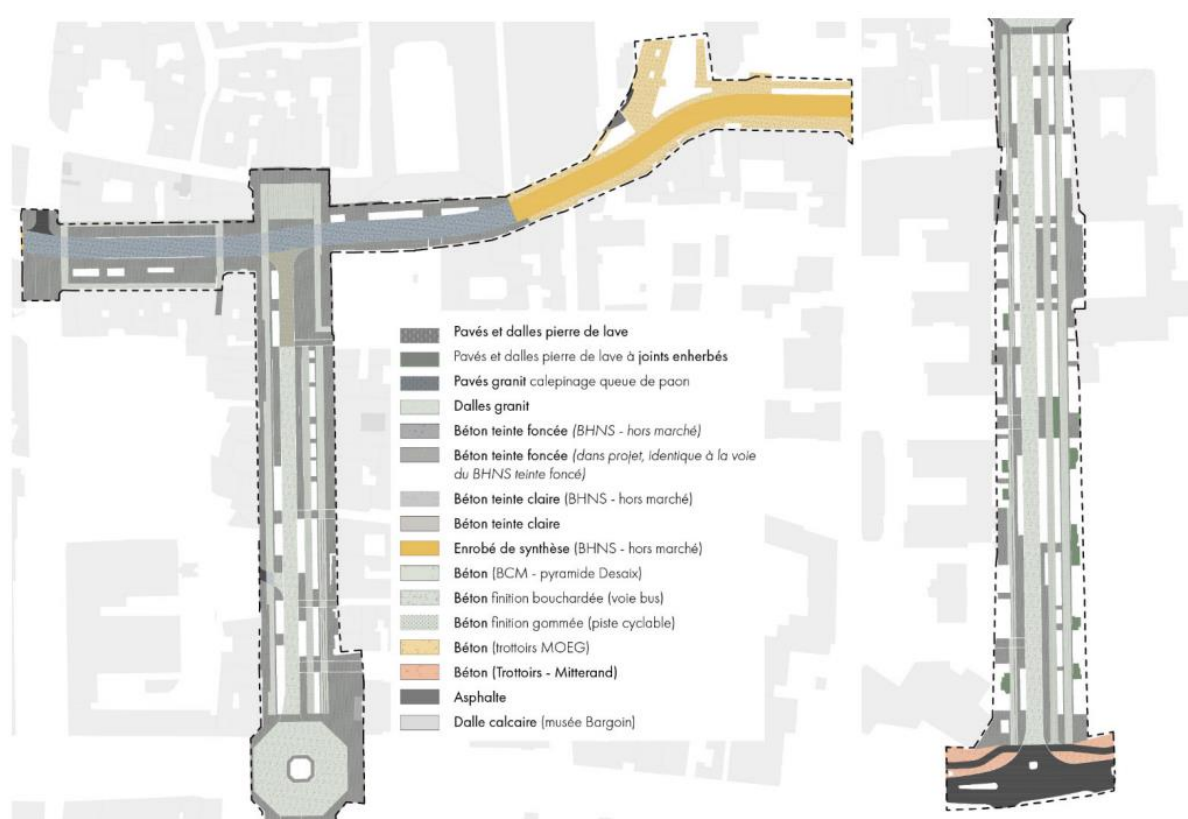
Visualisation de la végétation qui sera présente au niveau de l'avenue Vercingétorix suite au projet



Annexe 12 : Espèces végétales nouvellement plantées (Source : SMTAC-AC, Clermont Auvergne Métropole, Groupement In Situ, et al., 2023, Comm. Pers.)

Essences nouvellement plantées
Acer campestre
Acer cappadocium
Acer monspessulanum
Acer platanoides
Alnus rubra
Alnus spaethii
Cladrastis lutea
Celtis australis
Cercis siliquastrum
Quercus acutissima
Quercus cerris
Quercus castaneifolia
Quercus ilex
Fraxinus angustifolia
Gleditsia shademaster
Koelroteria bipinnata
Sophora japonica
Tilleul mongolica
Ulmus parvifolia
Zelcova serrata

Annexe 13 : Exemples de matériaux choisis pour le projet (Source : SMTAC-AC et al., 2024, Comm. Pers.)



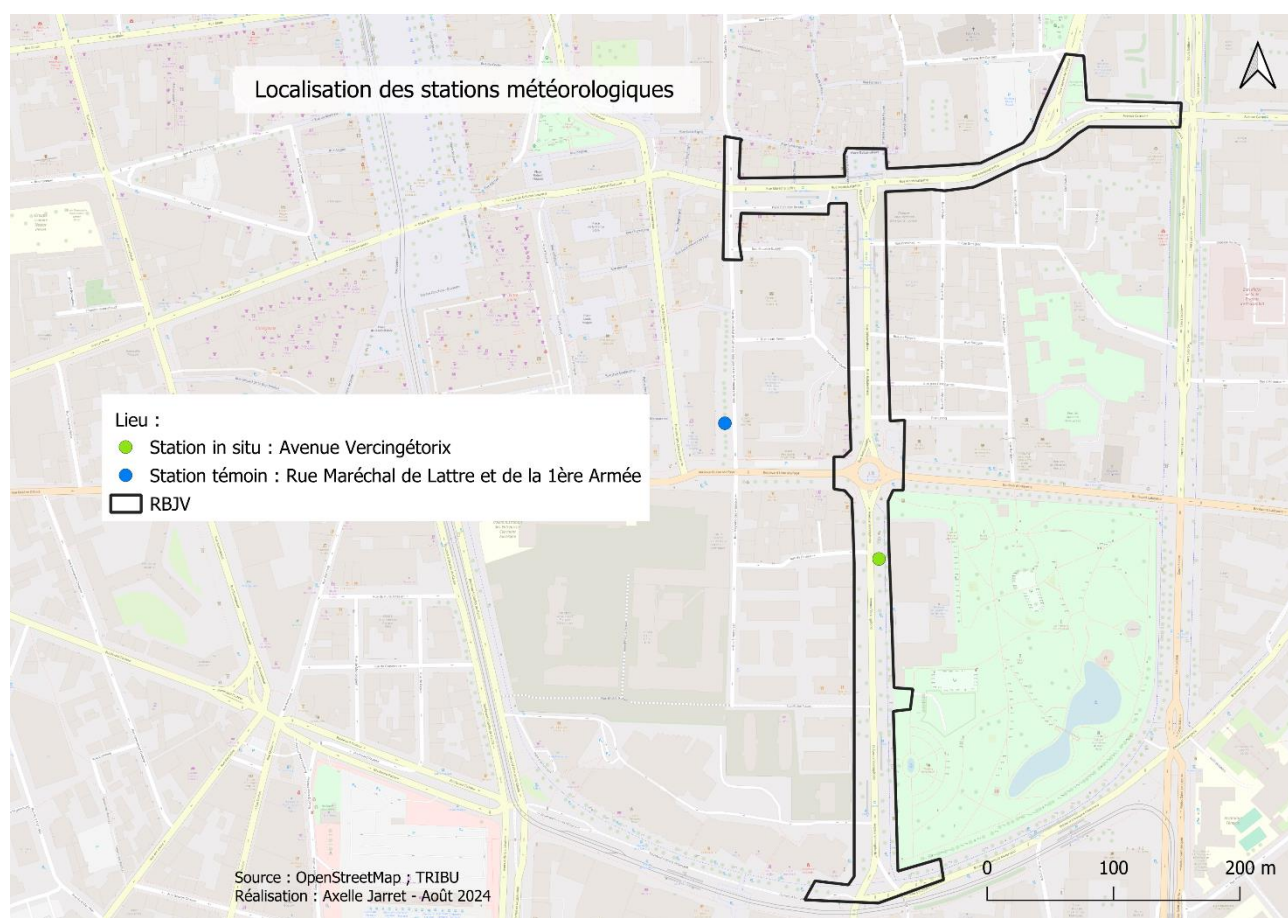
Surfaces artificialisées sur le projet

(Source : ALTO STEP d'après le plan de revêtements d'IN SITU PRO, 12.2022, Comm. Pers.)

Annexe 14 : Points de mesures réalisés lors de la campagne de mesures de confort thermique
(Source : TRIBU - Juillet 2024)



Annexe 15 : Localisation des stations météorologiques (Réalisation : Axelle Jarret ; Source : TRIBU)

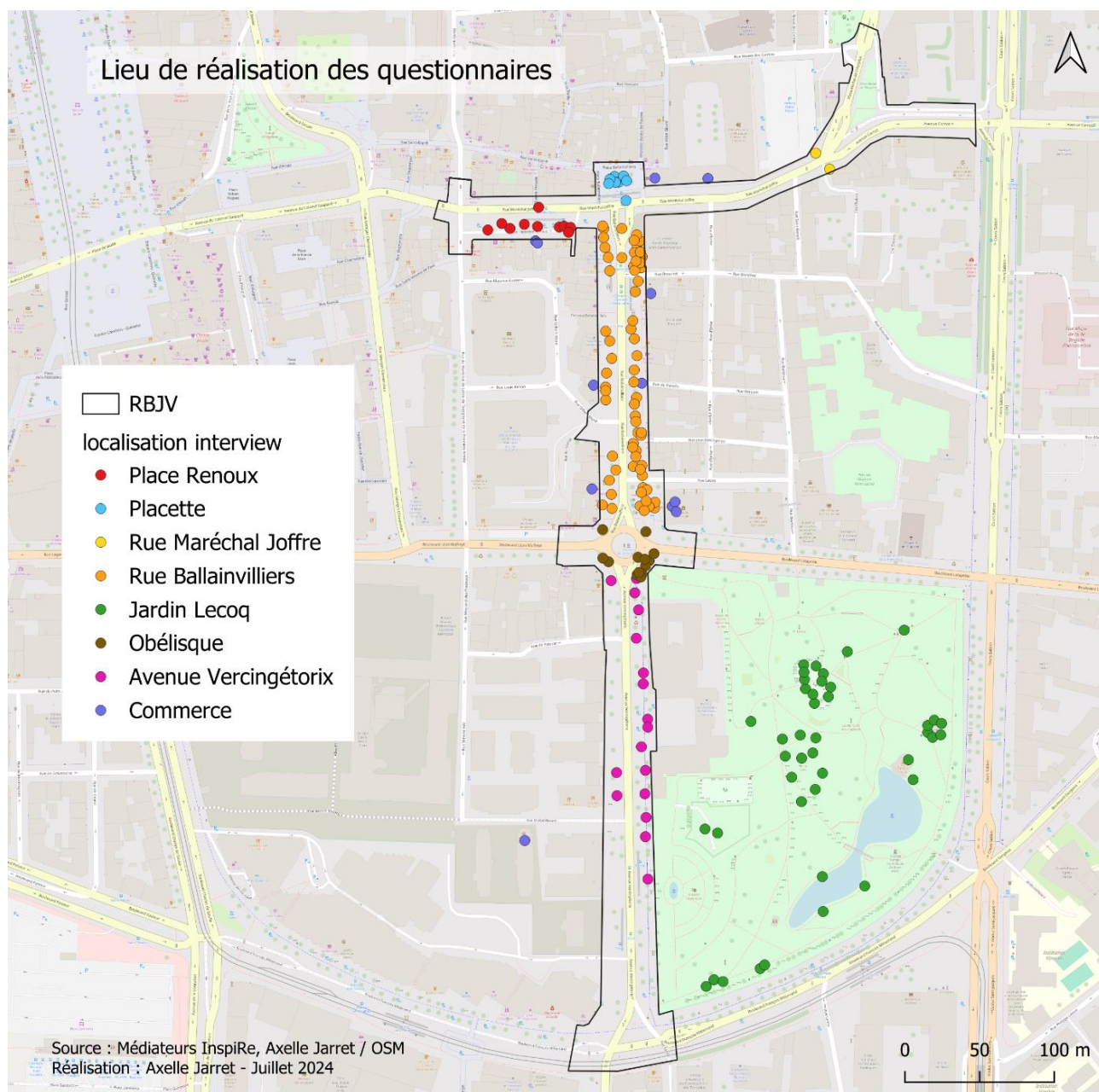


Station météorologique installée au niveau des Allées du Cardo (Source : TRIBU)

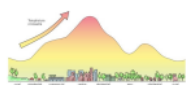


Stations météorologiques posées Avenue Vercingétorix (image de gauche) et Rue Maréchal de Lattre et 1ère Armée (image de droite) (Source : Axelle Jarret - Juillet 2024)

Annexe 16 : Lieu de réalisation des questionnaires (Réalisation : Axelle Jarret - Juillet 2024 ; Source : Médiateurs InspiRe, Axelle Jarret)



Annexe 17 : Questionnaire



Entretien Surchauffe Urbaine - Allées du Cardo



La **surchauffe urbaine** est un terme complexe regroupant les notions d'**îlot de chaleur urbain** et d'**inconfort thermique**.

L'îlot de chaleur urbain est un « phénomène physique qui se développe à l'échelle locale et se manifeste par des températures plus élevées dans les espaces urbains centraux que dans les secteurs avoisinants ». Il se manifeste principalement à la tombée de la nuit, la température de l'air ne se rafraîchissant pas.

Ces augmentations de température dans les espaces urbains centraux peuvent s'expliquer par différents paramètres tels que :

- La structure et la morphologie des villes,
- L'orientation des rues,
- La morphologie des bâtiments et leurs matériaux de construction,
- L'absence d'espaces verts ou d'eaux de surface,
- La minéralisation des surfaces,
- Les propriétés d'absorption et de stockage de la chaleur des différents matériaux.

Et l'inconfort thermique est l'inconfort ressenti par les usagers. Les principaux paramètres qui influencent le ressenti sont :

- La température de l'air extérieure,
- La température des surfaces,
- Le rayonnement solaire,
- L'accès à l'ombre, la présence de l'eau et du végétal.

La surchauffe urbaine peut favoriser par exemple, les **insolations**, la **déshydratation**, l'**hyperthermie**, les **crampes**, l'**épuisement**, le **coup de chaleur** et entraîner une **surmortalité**. C'est pourquoi, c'est une **question de santé publique** qui ne peut être négligée ou mise de côté par les collectivités et les acteurs de l'aménagement, d'autant plus que les températures et la population urbaine tendent à augmenter dans les années à venir.

Questions informatives

1

Avez-vous déjà entendu parler du terme "surchauffe urbaine" ?

☐ Oui

☐ Non

2

Avez-vous déjà entendu parler du terme "îlot de chaleur" ?

☐ Oui

☐ Non

3

Où en avez-vous entendu parler ?

Ressenti instantané

4

Comment vous sentez-vous maintenant en terme de confort thermique (chaleur) ?

- ☐ Très confortable
- ☐ Confortable
- ☐ Inconfortable
- ☐ Très inconfortable

5

Sensation de chaleur

- ☐ Extrême
- ☐ Modérée
- ☐ Sensation de fraîcheur

6

Détails

Ressenti avant travaux - Faire appel à la mémoire

7

Est-ce la première fois que vous venez au niveau des allées du Cardo ? *



☐ Allées du Cardo : la place Renoux, les rues Ballainvilliers et Maréchal-Joffre et l'avenue Vercingétorix

- ☐ Oui
- ☐ Non

8

Venez-vous au niveau des allées du Cardo avant les travaux ? *

- ☐ Oui
- ☐ Non

9

Avant les travaux : Venez-vous ici régulièrement ?

- ☐ Tous les jours ou presque
- ☐ De temps en temps
- ☐ Une fois par semaine

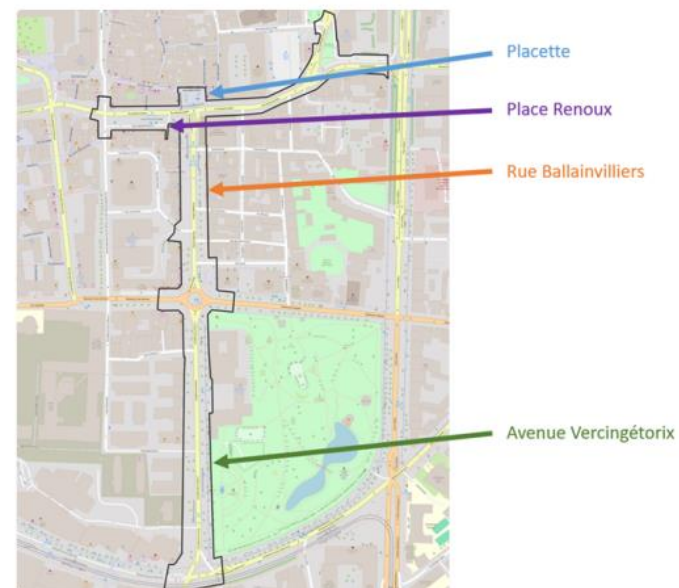
10

Comment vous sentiez-vous en terme de confort thermique (chaleur) au niveau des allées du Cardo avant les travaux lors de la période estivale ?

- ☐ Très confortable
- ☐ Confortable
- ☐ Inconfortable
- ☐ Très inconfortable

11

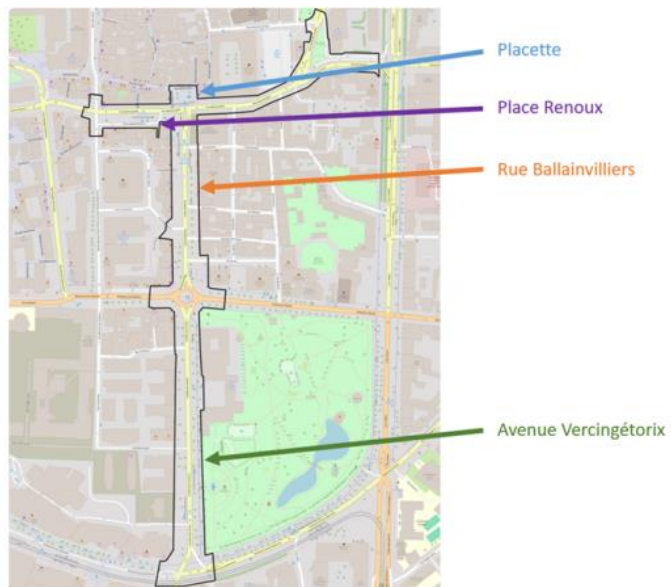
Au niveau de l'**avenue Vercingétorix**, quelle sensation de chaleur ressentiez-vous ?



- ☐ Extrême
- ☐ Modérée
- ☐ Sensation de fraîcheur

12

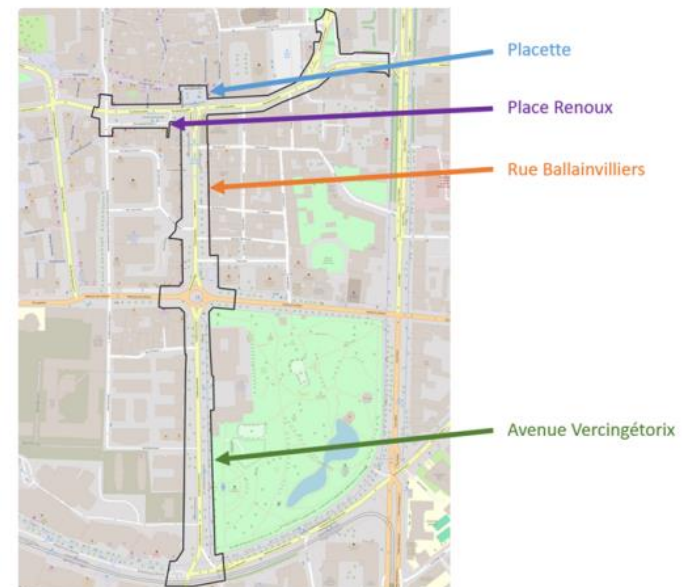
Au niveau de la **rue Ballainvilliers**, quelle sensation de chaleur ressentiez-vous ?



- ☐ Extrême
- ☐ Modérée
- ☐ Sensation de fraîcheur

13

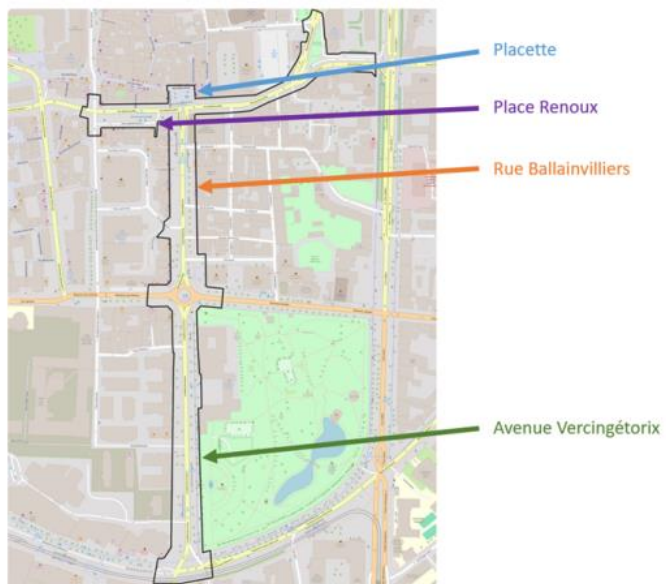
Au niveau de la **place Renoux**, quelle sensation de chaleur ressentiez-vous ?



- ☐ Extrême
- ☐ Modérée
- ☐ Sensation de fraîcheur

14

Au niveau de la **placette**, quelle sensation de chaleur ressentiez-vous ?



- ☐ Extrême
- ☐ Modérée
- ☐ Sensation de fraîcheur

15

Détails

Activités

16

Pendant les travaux : Venez-vous ici régulièrement ?

- ☐ Tous les jours ou presque
- ☐ Une fois par semaine
- ☐ De temps en temps

17

Venez-vous à d'autres moments de la journée :

- ☐ Matin
- ☐ Midi
- ☐ Après-midi
- ☐ Soir

18

Venez-vous à d'autres saisons :

- ☐ Printemps
- ☐ Été
- ☐ Automne
- ☐ Hiver

19

Quelles activités faites-vous et à quels endroits ?

20

Il y a-t-il des lieux où vous aimez bien vous rendre en période de forte chaleur ? (Au niveau des allées du Cardo ou ailleurs dans la ville)

- ☐ Oui
- ☐ Non

21

Lieux :

22

Pourquoi ?

- ☐ Végétation
- ☐ Pelouses
- ☐ Point d'eau (fontaine, bassin, rivière, jets d'eau, ...)
- ☐ Jeux pour enfants
- ☐ Bancs
- ☐ Calme
- ☐ Vues
- ☐ Lumière
- ☐ Bars
- ☐ Restaurants
- ☐ Magasins
- ☐ Autre

Habitat / Travail

23

Lieu de travail

- ☐ Étudiant
- ☐ Sans activité
- ☐ Travaille à proximité immédiate (façades du commerce donnant sur les allées du Cardo)
- ☐ Travaille à proximité (dans un rayon de 10 min à pied des allées du Cardo)
- ☐ Travaille dans Clermont-Ferrand
- ☐ Autre

24

Lieu d'habitat

- ☐ Riverain immédiat
- ☐ Voisin un peu plus éloigné (dans un rayon de 10 min à pied des allées du Cardo)
- ☐ Habitant de la ville (Clermont-Ferrand)
- ☐ Autre

25

Habitez-vous dans un logement :

- ☐ Récent (construit après l'année 2000)
- ☐ Ancien

26

Année (de construction (C) ou de rénovation (R)) si connue

27

Disposez-vous d'un espace extérieur ?

- ☐ Jardin
- ☐ Balcon
- ☐ Aucun
- ☐ Autre

28

Utilisez-vous un système de rafraîchissement ?

- ☐ Climatisation
- ☐ Ventilateur sur pied
- ☐ Ventilateur au plafond
- ☐ Aucun
- ☐ Autre

29

Est-ce que votre logement est confortable ?

- ☐ Agréable toute l'année
- ☐ Trop chaud en été
- ☐ Trop froid en hiver
- ☐ Autre

Commerçants

30

Commerçant *

☐ Oui

☐ Non

31

Préciser le nom du commerce :

32

Type de commerce

☐ Restaurant

☐ Bar, café

☐ Prêt-à-porter

☐ Alimentaire

☐ Autre

33

Le commerce est un bar, un café ou un restaurant ?

☐ Oui

☐ Non

34

Observez-vous moins de fréquentation des terrasses lors des fortes chaleurs en été ?

☐ Oui

☐ Non

35

Dû à quoi selon le commerçant :

☐ Chaleur

☐ Manque de végétation

☐ Manque d'ombrage

☐ Manque de sensation de fraîcheur

☐ Autre

36

Pensez-vous que les aménagements futurs auront des impacts positifs sur votre commerce ?

- ☐ Oui
- ☐ Non

37

Si oui lesquels :

- ☐ Plus de végétation
- ☐ Plus d'ombrage
- ☐ Plus accessible : aux personnes à mobilité réduite, en mobilités douces (marche, vélo) et en Transport en commun
- ☐ Cadre plus apaisé et moins bruyant dû à la diminution de la circulation automobile
- ☐ Autre

38

Si non, pourquoi :

39

Votre commerce est-il plus fréquenté en période estivale (de juin à septembre), hors période de chaleur intense ?

40

Quand il fait très chaud (lors de pic de chaleur, vague de chaleur, canicule) : Votre commerce est-il moins fréquenté ?

- ☐ Variation pas visible
- ☐ Variation peu visible
- ☐ Variation visible
- ☐ Variation très visible

41

Détails :

42

Dû à quoi selon le commerçant :

- ☐ Chaleur
- ☐ Manque de végétation (dans la rue à proximité du commerce)
- ☐ Manque d'ombrage (dans la rue à proximité du commerce)
- ☐ Manque de sensation de fraîcheur (dans la rue à proximité du commerce)
- ☐ Autre

43

Pensez-vous que les aménagements futurs auront des impacts positifs sur votre commerce ?

- ☐ Oui
- ☐ Non

44

Si oui lesquels :

- ☐ Plus de végétation
- ☐ Plus d'ombrage
- ☐ Plus accessible : aux personnes à mobilité réduite, en mobilités douces (marche, vélo) et en Transport en commun
- ☐ Cadre plus apaisé et moins bruyant dû à la diminution de la circulation automobile
- ☐ Autre

45

Si non, pourquoi :

46

Serait-il envisageable pour vous de modifier vos horaires d'ouverture pour pallier les effets de la surchauffe urbaine ?

- ☐ Oui
- ☐ Non

47

Si oui, comment seriez-vous prêt à modifier vos horaires ?

48

Si non, pourquoi :

Profil de la personne - Observation

49

Tranche d'âge

- ☐ 0 - 29 ans
- ☐ 30 - 59 ans
- ☐ 60 - 89 ans
- ☐ 90 ans ou plus

50

Genre

- ☐ Féminin
- ☐ Masculin
- ☐ Non binaire
- ☐ Autre

51

Activité lors de l'entretien

- ☐ Marche
- ☐ Assis
- ☐ Debout
- ☐ Allongé
- ☐ Sport (course)
- ☐ Jeux
- ☐ Autre

52

Socialité lors de l'entretien

- ☐ Isolé - seul
- ☐ En petit groupe
- ☐ En gros groupe (> 5 personnes)

53

Localisation au niveau des allées du Cardo lors de l'entretien

Informations générales

54

Date et Heure :

55

Météo ?

- ☐ Ensoleillé
- ☐ Nuageux
- ☐ Pluvieux
- ☐ Orageux
- ☐ Entre 0°C et 9°C
- ☐ Entre 9°C et 26°C
- ☐ Entre 26°C et 32°C
- ☐ Entre 32°C et 38°C
- ☐ Entre 38°C et 46°C



POLYTECH[®]
TOURS

35 ALLÉE FERDINAND DE LESSEPS
37200 TOURS

Axelle JARRET
2023-2024

Projet InspiRe et adaptation au changement climatique

Ce stage a consisté à montrer comment est traitée la question de la surchauffe urbaine, qui est un enjeu de santé publique, dans le cadre d'un projet d'espace public linéaire. Pour montrer cela, un état de l'art sur la surchauffe urbaine, des mesures de confort thermique et des questionnaires de ressenti thermique ont été réalisés. Les résultats obtenus au cours du stage ont mis en évidence la nécessité de continuer à étendre la communication autour de la surchauffe urbaine, afin que de plus en plus de personnes soient sensibilisées et connaissent ce sujet qui va dans les années à venir, prendre de plus en plus d'ampleur.

This internship aimed to show how the question of urban overheating, which is a public health issue, is dealt with in the context of a linear public space project. To demonstrate this, a review of the literature on urban overheating was carried out, along with measurements of thermal comfort and interviews with people about their thermal perceptions. The results obtained during the internship highlighted the need to continue to extend communication on the subject of urban overheating, so that more and more people are aware of this issue, which is set to grow in importance over the coming years.

Mots Clés : Surchauffe urbaine, îlot de chaleur urbain, confort thermique, aménagements publics.

SMTC-AC

2 bis Rue de l'Hermitage, 63000 Clermont-Ferrand

Tuteur entreprise :

Stéphane PANIN

Directeur de Projet

Tuteur académique :

Séraphine GRELLIER